Estratégia Concursos

Aula 00

Conhecimentos Específicos p/ CRQ-CE (Agente Fiscal) Somente em PDF - Pós-Edital

Autor:
Diego Souza

22 de Janeiro de 2020

Sumário

Química orgânica (parte 1) 6
1- Considerações Iniciais 6
2- Introdução à Química Orgânica 6
2.1- Propriedades fundamentais do átomo de carbono 7
3- Ligações química 11
3.1- Modelo da repulsão dos pares de elétrons da camada de valência (RPECV ou VSEPR) 14
3.2- Teoria da Ligação de Valência (TLV) 15
3.3- Teoria do Orbital Molecular (TOM) 33
4- Classificação do átomo de carbono na cadeia carbônica 34
5- Propriedade físicas e químicas dos compostos orgânicos 41
5.1- Hidrocarbonetos 41
5.2- Haletos orgânicos 47
5.3- Álcoois 48
5.4- Fenóis 49
5.5- Éteres 50
5.6- Aldeídos e cetonas 50
5.7- Ácidos carboxílicos 51
5.8- Ésteres 52
5.9- Aminas 53
5.10- Amidas 54
Questões Comentadas 58
Lista de Questões da Aula 106
Gabarito 135

Principais Pontos da Aula 136

APRESENTAÇÃO DO CURSO

Olá, futuros Agentes Fiscais do CRQ-CE

Meu nome é **Diego Souza**, Professor de Química, e logo mais dedicarei um espaço para uma breve apresentação. Foi com muita satisfação e entusiasmo que aceitei o convite do Estratégia para lançar esse curso completo para o concurso de Agente Fiscal do CRQ-CE.

Vamos falar rapidamente sobre a sua preparação e de como nosso curso poderá ser determinante nesse processo. **A disponibilidade e a escolha dos materiais são fatores limitantes na preparação para esse tipo de concurso**. Se considerarmos a diversidade de conteúdos e a contextualização dessa prova, notamos que as informações relevantes para uma boa preparação estão espalhadas em diferentes livros. Nosso curso supera essa dificuldade, pois foi concebido para focalizar o seu tempo de estudo e sua energia naquilo que é estritamente necessário. Apresento esquemas, tabelas e resumos que abreviam o seu tempo de aprendizagem e, principalmente, de REVISÃO. Tudo isso para POTENCIALIZAR SEU APRENDIZADO e ABREVIAR SUA JORNADA ATÉ A APROVAÇÃO.

O nosso curso consistirá de:

a) **Curso escrito (em PDF) composto por 07 aulas**, além dessa aula demonstrativa, nas quais abordarei a teoria e as aplicações de cada tema previsto no edital, além de cerca de 200 resoluções de questões comentadas;
b) **Fórum de dúvidas**: um importante canal de comunicação entre os estudantes e os professores. Por ele, passarei explicações detalhadas a respeito das dúvidas que surgirem.

> **Atenção! Este curso é completo em PDF**. Algumas videoaulas poderão ser disponibilizadas como complemento no período de vigência do curso, sempre que for possível gravá-las, pois o foco principal será a entrega das aulas em PDF conforme cronograma.

Alguns temas do edital não serão contemplados. Para que não haja equívocos, listo a seguir os **tópicos não contemplados** no nosso curso:

5. Química inorgânica: 2, 3, 4. Cosméticos: 1, 2, 3, 4. Processos Químicos Industriais: 1.1, 1.2, 1.2.1, 1.4, 1.4.1, 1.4.2, 1.4.3, 1.5, 1.5.1, 1.5.2, 1.5.3, 1.5.4, 1.6, 1.6.1, 1.6.2, 1.6.3, 1.6.4, 1.6.5, 1.6.6, 1.7, 1.8, 1.8.1, 1.8.2,1.8.3, 1.8.4, 1.8.5, 1.9, 1.9.1, 2, 3.

Se você está começando do zero o estudo da química ou tem dificuldade em se organizar, seguem algumas DICAS DE ESTUDO iniciais para sua preparação:

- **Não estude na ordem do edital!** O conteúdo programático do edital não foi estruturado em uma ordem de complexidade e pré-requisitos. Nosso curso foi estruturado em uma ordem de complexidade, iniciando com aspectos mais introdutórios que vão ajudando a construir todo o conhecimento necessário durante as aulas, de forma mais natural, didática e tranquila.
- **Dedique cerca de 7 horas semanais ao estudo da QUÍMICA**: 5 horas para o estudo de uma apostila por semana e 2 horas para revisão dos conteúdos já estudados. Após 4 meses de estudo você terá

concluído nosso curso. Daí em diante, dedique cerca de 3 horas semanais para revisão do conteúdo e resolução de exercícios.

- **Utilize ferramentas de revisão rápida:** esquemas, tabelas, resumos e mapas mentais. Essas ferramentas estão disponíveis em nosso curso completo.
- Para otimizar seu tempo: **resolva mais exercícios dos tópicos menos conceituais** e resolva menos exercícios dos tópicos mais conceituais, conforme vamos orientando no decorrer das aulas.

APRESENTAÇÃO PESSOAL

Por fim, resta uma breve apresentação pessoal. Como já adiantei, meu nome é **Diego Souza**! Sou Doutor em Química pela Universidade Federal de Goiás, atuo como professor de Química no Estratégia Concursos e exerço o cargo de Perito Criminal da Polícia Civil do Distrito Federal (PCDF).

Além da minha esposa Nayara, irmãos, sobrinhas e pais, outra **grande paixão** minha é lecionar aqui no **Estratégia Concursos**, o que perceberão pela dedicação e pela preocupação com seu aprendizado, depositados em todas as aulas. Por isso, contem comigo sempre que precisarem, seja pelo fórum dos cursos ou pelas redes sociais. Será um prazer respondê-los e ajudá-los.

Estou envolvido com concursos públicos há cerca de 11 anos, conciliei os dois últimos anos de faculdade com meu primeiro cargo público de assistente administrativo. Fui aprovado em concursos na área administrativa e nos seguintes concursos na área de química: Técnico em Química da EMBRAPA (2º colocado), Analista Químico da EMBRAPA (1º), Especialista em Recursos Minerais/Química da ANM (1º) e Perito Criminal/Química da PCDF (2º).

Quanto à atividade de professor, leciono exclusivamente Química para concursos e vestibulares. Desde que fui convidado para compor a equipe do Estratégia Concursos, em maio de 2018, já fui responsável por cerca de 100 cursos na área de Química.

Deixarei abaixo meus contatos para quaisquer dúvidas ou sugestões. Pelo Instagram e Facebook divulgo dicas, novidades, mapas mentais e dicas sobre química. Por lá e também pelo fórum, terei enorme prazer em orientá-los da melhor forma possível até sua aprovação.

Instagram: Prof.DiegoSouza
Facebook: Prof. Diego Souza
YouTube: Prof. Diego Souza

CRONOGRAMA DE AULAS

Vejamos a distribuição das aulas:

Aulas	Química p/ Agente Fiscal CRQ-CE	Data de entrega
Aula 00 (demo)	Química Orgânica: Compostos acíclicos ou carbocíclicos. 3 Compostos heterocíclicos. 4 Compostos acíclicos, carbocíclicos ou heterocíclicos contendo outros elementos que não o carbono, o hidrogênio, o halogênio, o nitrogênio, o enxofre, o selênio ou o telúrio. (parte 1)	22/01/2020
Aula 01	Química Orgânica: Compostos acíclicos ou carbocíclicos. 3 Compostos heterocíclicos. 4 Compostos acíclicos, carbocíclicos ou heterocíclicos contendo outros elementos que não o carbono, o hidrogênio, o halogênio, o nitrogênio, o enxofre, o selênio ou o telúrio. (parte 2)	26/01/2020
Aula 02	Química Orgânica: Compostos acíclicos ou carbocíclicos. 3 Compostos heterocíclicos. 4 Compostos acíclicos, carbocíclicos ou heterocíclicos contendo outros elementos que não o carbono, o hidrogênio, o halogênio, o nitrogênio, o enxofre, o selênio ou o telúrio. (parte 3)	30/01/2020
Aula 03	Química Orgânica: Compostos acíclicos ou carbocíclicos. 3 Compostos heterocíclicos. 4 Compostos acíclicos, carbocíclicos ou heterocíclicos contendo outros elementos que não o carbono, o hidrogênio, o halogênio, o nitrogênio, o enxofre, o selênio ou o telúrio. (parte 4)	03/02/2020
Aula 04	Química Orgânica: 1 Métodos gerais de química orgânica e aparelhos para os mesmos. (parte 1)	07/02/2020
Aula 05	Química Orgânica: 1 Métodos gerais de química orgânica e aparelhos para os mesmos. (parte 2)	11/02/2020
Aula 06	Química Inorgânica: 1 Elementos não metálicos e seus compostos.	15/02/2020
Aula 07	Processos químicos industriais: 1.3 Tratamento de águas residuais, de esgotos ou de lamas e lodos.	19/02/2020

Essa é a distribuição dos assuntos ao longo do curso. Eventuais ajustes poderão ocorrer, especialmente por questões didáticas. De todo modo, sempre que houver alterações no cronograma acima, vocês serão previamente informados, justificando-se.

QUÍMICA ORGÂNICA (PARTE 1)

1- Considerações Iniciais

Olá, pessoal, tudo joia?

Hoje vamos iniciar um novo assunto: química orgânica. De início, gostaria de ressaltar que teremos a colaboração da professora **Gabriela Matos**, doutoranda em química orgânica, na produção das três aulas sobre química orgânica. De certo, a sua formação acadêmica e a sua experiência como professora universitária contribuirão para repassarmos de maneira mais didática o conteúdo programático previsto para essas aulas.

Nesta nossa primeira aula de orgânica, vamos estudar: propriedades fundamentais do átomo de carbono, ligação química, hibridação, estados de oxidação de carbono, ligações σ e π, geometria molecular, classificação do átomo de carbono na cadeia carbônica e propriedades físicas e químicas dos compostos orgânicos.

Como se vê, temos muito para discutir na aula de hoje. Então, vamos ao que interessa: conteúdo. Desejo-lhe uma boa aula e lembre-se de me procurar pelo fórum caso fique com alguma dúvida. Bons estudos!

Instagram: Prof.DiegoSouza
Facebook: Prof. Diego Souza
YouTube: Prof. Diego Souza

2- Introdução à Química Orgânica

Mas afinal o que é **química orgânica?** É o **estudo** da química que envolve os **compostos de carbono**. Entretanto, ressalta-se que existem compostos que apresentam átomos de carbono em suas estruturas e mesmo assim **não são compostos orgânicos**, por exemplo o **CO** (monóxido de carbono), **CO_2** (gás carbônico), **H_2CO_3** (ácido carbônico) e o **HCN** (ácido cianídrico).

Em 1780 surgiu o vitalismo que propôs que compostos orgânicos se originavam de organismos vivos e que os inorgânicos de fontes não vivas como os minerais. Posteriormente, descobriu-se que compostos orgânicos poderiam ser sintetizados (produzidos artificialmente em laboratório), contrariando a tese do vitalismo. Na concepção atual, sabe-se que os compostos orgânicos podem se diferenciar dos inorgânicos por uma série de características, dentre as quais destacam-se:

a) **São formados fundamentalmente por uma CADEIA carbônica**, estrutura que detalharemos um pouco mais à frente. Outros elementos também estão presentes em grande parte das substâncias orgânicas como: o hidrogênio (H), oxigênio (O), nitrogênio (N), enxofre (S) e os halogênios (Cℓ, Br e I);
b) **Os pontos de fusão e de ebulição de compostos orgânicos, geralmente, são mais baixos que dos compostos inorgânicos**. Isso acontece porque as interações intermoleculares dos compostos orgânicos são mais fracas, o que faz com que se rompam mais facilmente. Já em compostos

inorgânicos, nos quais há a presença de íons (compostos carregados eletronicamente), estão presentes interações eletrostáticas que são mais fortes e, por isso, produzem pontos de fusão e ebulição mais elevados.

c) **Os compostos orgânicos, em geral, são apolares e, por isso, são solúveis em solventes apolares**. Por outro lado, compostos orgânicos como o álcool, a acetona e o açúcar, os quais apresentam uma certa polaridade, podem solubilizar em água que é polar. Além disso, é importante destacar que semelhantes dissolvem semelhantes, isto é, compostos apolares se dissolvem em apolares e polares se dissolvem em polares.

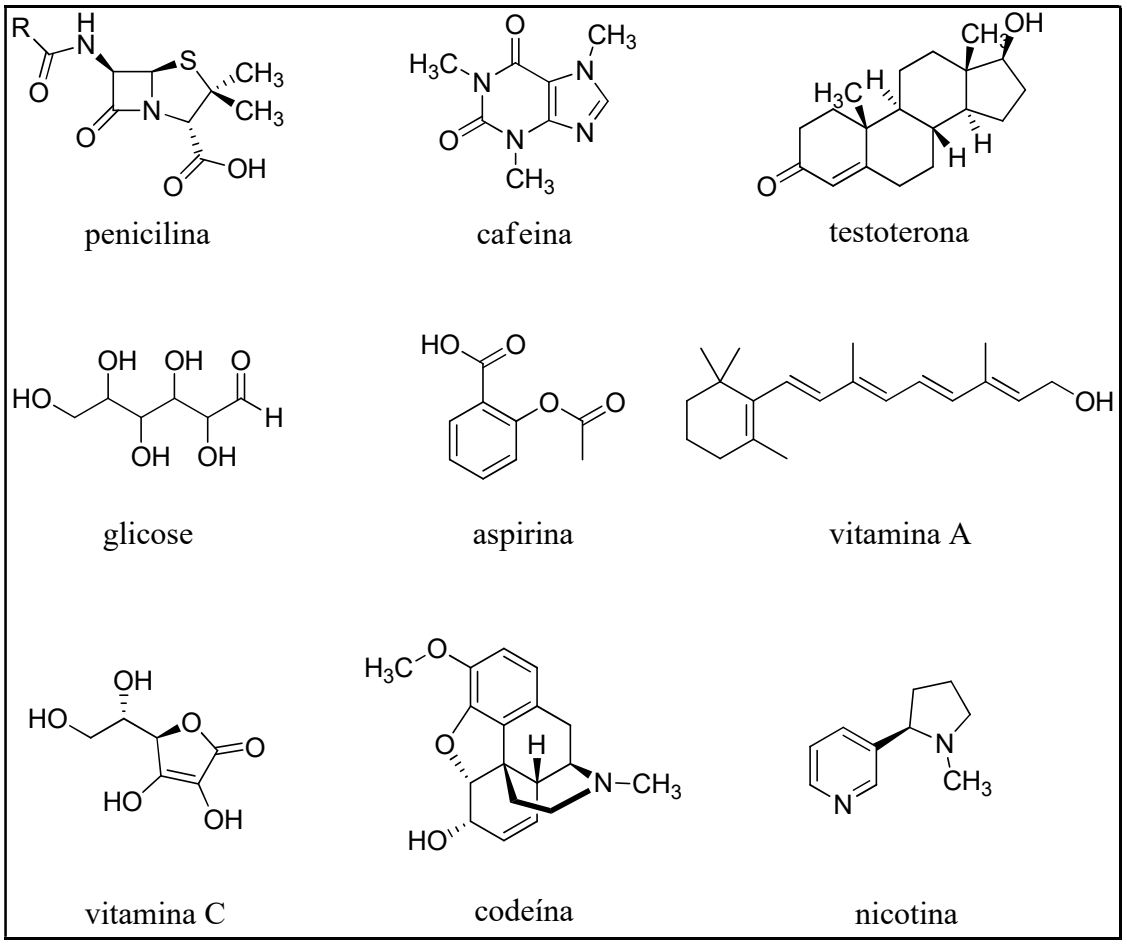
d) **A maioria dos compostos orgânicos podem sofrer combustão**, como o butano (presente no gás de cozinha), o etanol e a gasolina (que são combustíveis de automóveis) e a parafina presente na vela. A reação abaixo exemplifica uma reação de combustão, neste caso, a gasolina é o combustível e o oxigênio é o comburente.

$$C_{16}H_{34} + 25\,O_2 \longrightarrow 16\,CO_2 + 18\,H_2O$$

2.1- Propriedades fundamentais do átomo de carbono

Aprendemos anteriormente que os compostos orgânicos apresentam átomos de carbono em suas estruturas. Mas por que o carbono é tão importante assim? Porque ele possibilita a formação de uma imensa variedade de compostos, cerca de 16 milhões. Além disso, o carbono forma moléculas orgânicas fundamentais para a vida, por exemplo, ele está presente em gorduras, açúcares e proteínas. Ademais, a **química orgânica** (**química do carbono**) está presente nas indústrias de alimentos, de petróleo, farmacêutica, têxtil, de polímeros, cosmético, dentre outras.

O carbono também está presente no nosso cotidiano, como na cafeína do café que tomamos todos os dias, no algodão, no poliéster e na seda de nossas roupas. Esse elemento também é encontrado em cremes dentais, sabonetes, xampus, perfumes e ainda em compostos de interesse farmacológicos, como a aspirina, penicilina, antialérgicos, anti-inflamatórios, antibióticos e anticancerígenos. Como se vê, é bem vasta a presença dos compostos do carbono em nosso dia a dia, não é mesmo? O quadro abaixo apresenta alguns exemplos de compostos orgânicos bem conhecidos.



Exemplos de compostos orgânicos conhecidos.

Depois de listarmos tantas aplicações do carbono, vocês devem estar se perguntando: *o que torna o carbono tão especial? Por que ele é capaz de formar milhares de substâncias estáveis e com uma grande variedade de propriedades?*

> Excelente questionamento. Vamos lá! A sua posição na tabela periódica contribui bastante para isso, pois ele está na família 4A. E, como vimos na aula sobre a tabela periódica, os elementos das famílias 1, 2 e 3 A apresentam a tendência de doar elétrons e os elementos das famílias 5, 6 e 7 A apresentam a tendência de receber elétrons. Como o carbono está no centro do segundo período, ele não possui muita diferença eletrostática (eletronegatividade) dos demais átomos e, com isso, em geral, ele não recebe e nem doa elétrons, ele preferencialmente compartilha elétrons com outros átomos, **formando assim ligações covalentes**. Essas ligações são formadas inclusive com outros átomos de carbono, resultando assim na formação de cadeias carbônicas que podem assumir tamanhos e ramificações diversas, contribuindo ainda mais para a alta diversidade de compostos orgânicos.

Agora que aprendemos o tipo de ligação que o carbono realiza, vamos explorar as características deste átomo. O carbono possui **número atômico igual a seis (Z = 6)**, ou seja, possui seis prótons em seu núcleo. Porém, apesar do carbono possuir o número de próton igual a 6, na natureza são encontrados três isótopos do carbono. Os isótopos são elementos químicos de um mesmo átomo que se diferenciam pelo número de nêutrons. Os isótopos do carbono possuem número de massa iguais a 12, 13 e 14, e número de nêutrons iguais a 6, 7 e 8, respectivamente. O isótopo ^{12}C corresponde a 99% dos átomos de carbono, enquanto o ^{13}C

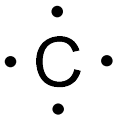
está presente em apenas 1%. Já o ^{14}C é um isótopo instável que emite energia ao se transformar no isótopo mais estável, é encontrado em 0,000000001% dos átomos de carbono.

Além disso, que outras informações o número atômico pode nos fornecer? Bom! Um átomo neutro tem números iguais de prótons (carga positiva) e de elétrons (carga negativa). Os prótons se situam no núcleo, já os elétrons na eletrosfera, lembra? Como o carbono possui seis prótons e é um átomo neutro, ele também possui seis elétrons.

Para continuarmos é importante relembrar, que a eletrosfera é dividida por subníveis. E a distribuição eletrônica é feita do subnível de mais baixa energia para o subnível de mais alta energia. Com isso, o carbono possui dois elétrons no subnível **K** (orbital **s**), e quatro elétrons no subnível **L** (dois no orbital **s** e dois no orbital **p**).

$$K = s^2$$
$$L = s^2, p^2$$

Desta forma, o carbono possui **quatro elétrons** na sua **camada de valência**. Camada de valência é a última camada eletrônica preenchida, é a camada em que os elétrons apresentam maior probabilidade de se envolver em ligações. Veja abaixo a representação do carbono com seus 4 elétrons de valência.



Como o carbono possui quatro elétrons na camada de valência, ele precisa fazer quatro ligações covalentes para atingir 8 elétrons nessa camada e seguir a regra do octeto.

Regra do Octeto: para um átomo ficar com uma configuração eletrônica estável (oito elétrons na camada de valência) ele deve ganhar, perder ou compartilhar elétrons. Assim, quando a regra do octeto é cumprida, os átomos ficam estáveis como os gases nobres. Sabemos também que há inúmeras exceções do octeto, pois muitos átomos podem se estabilizar com mais que 8 elétrons e alguns outros com menos de 8. Mesmo assim, a regra do Octeto é válida para os elementos do primeiro e segundo período da tabela periódica, sendo válida, portanto, para o carbono também.

Deste modo, o átomo de carbono pode, por meio do compartilhamento de elétrons, alcançar uma camada completa com oito elétrons de forma a obedecer à regra do octeto. Desta forma, as ligações formadas com o compartilhamento de elétrons são chamadas de ligações covalentes.

(CEPERJ – Professor/Ciências – SEDUC-RJ- 2013) Considere a charge e o texto abaixo e responda à questão.

(Jornal O Dia – 25/03/2013)

A partícula denominada *quark* é uma das partículas fundamentais do Universo (a outra é o *lépton*, constituinte dos elétrons). Os *quarks* se caracterizam por estarem no núcleo atômico, mais precisamente nos prótons e nos nêutrons, uma vez que os prótons e os nêutrons são nada mais que uniões de *quarks* de determinadas cargas e massas.

O carbono radioativo ($_6C^{14}$) utilizado pelos cientistas em seus experimentos de "rastreamento" é um isótopo do carbono comum ($_6C^{12}$), isto é, apresenta mesmo número atômico (Z) e diferentes números de massa (A). O carbono radioativo apresenta a seguinte constituição:

a) 6 prótons, 6 nêutrons e 6 elétrons

b) 14 prótons, 8 nêutrons e 6 elétrons

c) 6 prótons, 8 nêutrons e 6 elétrons

d) 8 prótons, 14 nêutrons e 6 elétrons

e) 8 prótons, 6 nêutrons e 8 elétrons

Comentários

Como sabemos, isótopos são elementos químicos de um mesmo átomo que se diferenciam pelo número de nêutrons. Vimos em aulas passadas que o número de prótons é igual ao número atômico (Z) e, quando o átomo é neutro, o número de elétrons é igual ao número atômico. Logo para determinar o número de nêutrons utilizaremos a seguinte fórmula:

Número de massa (A) = número de nêutrons (N)+número de prótons (P)

$$A = N + P$$

$$14 = N + 6$$

$$N = 8$$

Assim, temos 6 prótons, 8 nêutrons e 6 elétrons.

3- Ligações química

No tópico anterior foi mencionado que o carbono faz ligações covalente para alcançar o octeto, mas o que determina o tipo de ligação que um átomo faz? Bom! Vamos começar entendendo o que é uma ligação química. As ligações químicas consistem na união de átomos para formarem moléculas e/ou compostos. A formação de moléculas é consequência da busca por estabilidade, ou seja, do alcance da menor energia potencial. Cada molécula procura uma certa estabilidade, ou seja, menor energia potencial. No gráfico abaixo notamos uma estabilização (redução da energia) ao ser formada a ligação, ou seja, a energia é a mínima possível quando a distância Inter atômica equivale à própria distância de ligação.

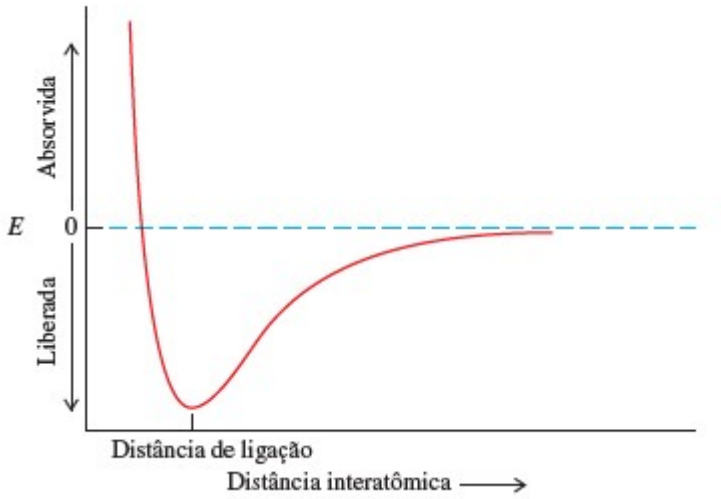


Ilustração da redução da energia no processo de formação das ligações[1]

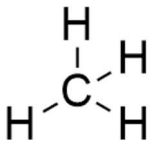
[1] Vollhardt, P e Schore, N. *Química Orgânica*. Ed. **3,** 2013, 6.

Os primeiros estudos acerca de ligação química, surgiu com Lewis, ele propôs dois tipos principais: a **ligação iônica**, formada pela transferência de um ou mais elétrons entre átomos, formando íons; e a **ligação covalente**, estabelecida pelo compartilhamento de elétrons.

Pelos conceitos de Lewis os átomos reagem até alcançar a configuração eletrônica de um **gás nobre**, uma **condição ideal**. Essa regra passou a ser chamada **regra do octeto**. Os elementos se estabilizaram com oito elétrons na camada de valência, enquanto o hidrogênio precisaria apenas de um par de elétrons (regra do dueto).

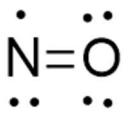
Embora a regra do octeto seja útil, sabemos que ela tem aplicação limitada somente aos elementos dos dois primeiros períodos da tabela periódica. A visão mais moderna sobre a estabilização de ligações química se dá a nível energético, conforme ilustrado no gráfico acima. Por exemplo, ligações iônicas são formadas entre um átomo com baixa energia de ionização (energia suficiente para "arrancar" elétrons de um átomo) e um átomo com alta afinidade eletrônica (energia liberada pelo átomo ao receber um elétron). Se lembrarmos das propriedades periódicas, veremos que os metais apresentam baixa energia de ionização e os ametais, alta afinidade eletrônica e, por isso, a ligação entre esses dois tipos de átomo será covalente. Por outro lado, a ligação entre dois átomos com moderada ou elevada eletronegatividade, via de regra, será covalente. Podemos pensar assim, se, nesse último caso, os dois átomos querem ganhar elétrons, então a melhor alternativa para eles é o compartilhamento de elétrons.

Como o octeto é útil para o carbono, facilitará a nossa discussão em relação às ligações presentes nos compostos orgânicos, as quais são, na sua grande maioria, covalentes. Um exemplo é o metano (CH_4), no qual, após a formação das ligações, o carbono fica com o octeto completo e os hidrogênios como o dueto completo. Na representação abaixo, as ligações covalentes estão representadas por traços.

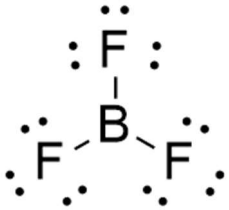


Para conhecimento, segue algumas exceções ao modelo de Lewis ou à regra do Octeto:

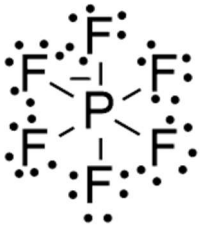
As substâncias com número ímpar de elétrons (Ex. **NO**, **N** possui cinco elétrons na camada de valência e **O** possui seis, logo o número total de elétrons é igual a 11 elétrons);



Os compostos com átomos contendo menos que oito elétrons (Ex. **BF_3**, o **Boro estabiliza se com seis elétrons na camada de valência**);



E os compostos com átomos que expandem o octeto (elementos a partir do terceiro período, como o fósforo no PF_6^- que estabiliza com 12 elétrons na camada de valência).



Caso fique na dúvida em como escrever/encontrar a estrutura de Lewis, revise nossa aula em que ensinamos o passo a passo para encontrá-la.

Quando for possível escrever mais de uma estrutura de Lewis, deve-se analisar a **carga formal** (**CF**) para cada átomo na estrutura.

A carga formal é a carga que cada átomo possui na molécula considerando que cada ligação é perfeitamente covalente, ou seja, que nenhum dos dois átomos puxa para si os elétrons com mais força. A carga formal consiste na diferença entre os **elétrons de valência do átomo neutro** e a **soma entre o número de elétrons não compartilhados e a metade do número de elétrons compartilhados** (ligação):

$$Carga\ formal = V - (L + \frac{1}{2}C)$$

A estrutura de Lewis mais estável é aquela com as menores cargas formais para átomos. Em caso de dúvida sobre o cálculo da carga formal, revise nossa aula sobre ligações covalentes.

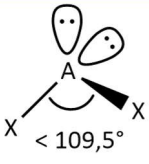
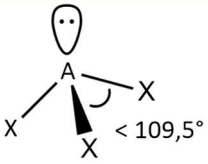
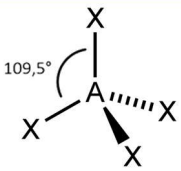
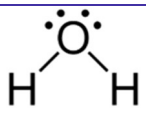
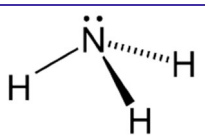
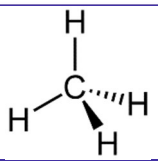
3.1- Modelo da repulsão dos pares de elétrons da camada de valência (RPECV ou VSEPR)

O modelo de Lewis nos mostra o número e os tipos de ligações entre os átomos, mas não indica as formas espaciais e geometrias moleculares. Com isso usamos o **modelo da repulsão dos pares de elétrons da camada de valência (RPECV ou VSEPR)**, já estudado em aulas passadas. Esse modelo nos diz que:

- Os pares de elétrons tendem a ficar o mais afastado possível, por conta de repulsões eletrônicas;
- A posição que os pares de elétrons se organizam no espaço nos dá o arranjo eletrônico da molécula;
- Os pares de elétrons de uma ligação dupla são tratados como uma única unidade.
- Além disso, geometria da molécula é identificada pela posição relativa dos seus átomos.

A geometria molecular será mais detalhada no decorrer do texto. Por agora, vejamos que. por meio desse modelo. é possível explicar a diferença entre a geometria molecular da água (H_2O), amônia (NH_3) e metano (CH_4), apesar de possuírem o mesmo arranjo eletrônico. O carbono, o nitrogênio e o oxigênio possuem quatro pares de elétrons para formarem ligações. Esses pares de elétrons tendem a ficar os mais distantes possíveis devido à repulsão eletrônica, assim o arranjo que melhor acomoda esses pares de elétrons é o tetraédrico.

Correlacione a discussão a seguir com a tabela apresentada abaixo. A geometria da água é angular, pois seu oxigênio faz duas ligações com dois hidrogênios. O nitrogênio faz três ligações com hidrogênio, resultando em uma geometria pirâmide trigonal. Por fim, o carbono do metano se liga a quatro hidrogênios e, por esse motivo, sua geometria molecular é idêntica ao seu arranjo espacial: tetraédrica.

	Água	Amônia	Metano
Arranjo eletrônico			
Geometria molecular			

(CENTRO - Químico - ANVISA - 2013) Metano e água têm, respectivamente, massas molares iguais a 16 e 18g mol^{-1}, ou seja, são muito próximas. No entanto, o estado físico predominante dessas substâncias, em condições ambiente, são bem diferentes: a primeira é um gás e a segunda um líquido. Tal diferença pode ser explicada pela geometria molecular, assim como pela polaridade de ambas. Assinale a alternativa que possui, a relação correta entre a geometria molecular e a força de atração intermolecular do metano e da água, respectivamente.

a) Metano: angular e dipolo induzido/ Água: angular e dipolo permanente.

b) Metano: tetraédrica e dipolo induzido/ Água: angular e ligação de hidrogênio (ponte).

c) Metano: piramidal e dipolo induzido/ Água: angular e ligação de hidrogênio (ponte).

d) Metano: tetraédrica e dipolo permanente/ Água: angular e ligação de hidrogênio (ponte).

e) Metano: tetraédrica e dipolo induzido/ Água: linear e ligação de hidrogênio (ponte).

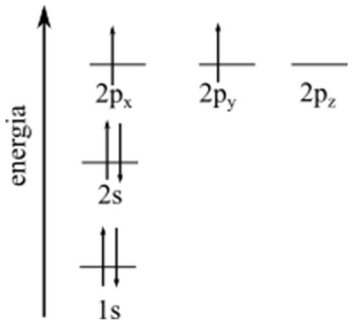
Comentários

O metano possui geometria tetraédrica e a água possui geometria angular. A força de atração intermolecular será estudada no decorrer do capítulo e em outras aulas, por hora, devemos saber que as moléculas do metano se interagem por forças do tipo dipolo induzido e as moléculas de água por ligação de hidrogênio (ponte). Assim, a alternativa correta é a letra B.

3.2- Teoria da Ligação de Valência (TLV)

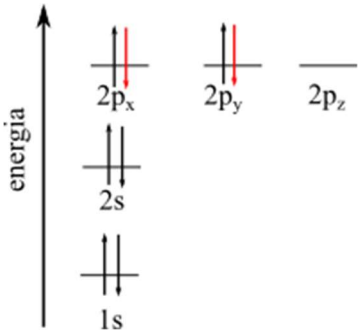
Posteriormente surgiram os estudos das distribuições dos elétrons nos orbitais, pois na teoria de Lewis os elétrons eram fixados como cargas pontuais. Com isso surgiu a **Teoria da Ligação de Valência (TLV)**, que aplicou os conceitos de mecânica quântica na descrição da ligação química. Na TLV os elétrons se distribuem nos orbitais atômicos, e a ligação é formada pela sobreposição espacial de orbitais entre os dois átomos. Lembre-se: os orbitais são regiões do espaço, em torno do núcleo atômico positivo, onde é mais provável encontrar os elétrons e cada orbital comporta até dois elétrons. Detalharemos o formato dos orbitais ainda nessa aula, mais adiante.

Como os orbitais atômicos possuem energias diferentes, o preenchimento dos orbitais pelos elétrons deve seguir a regra de Hund, que diz que a ordem do preenchimento do orbitais pelos elétrons segue dos orbitais de mais baixa energia para os demais alta energia. Deste modo, primeiro deve-se preencher o subnível 1s, depois o 2s e, em seguida, o 2p. Durante o preenchimento de cada orbital, cada subnível recebe um elétron por vez até que todos os orbitais apresentem 1 elétron. Só a partir dessa condição, os subníveis estão aptos a receber o segundo elétron, completando as duas posições possíveis. Na figura abaixo podemos visualizar a distribuição eletrônica do carbono.



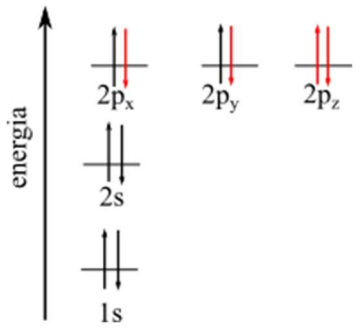
Distribuição eletrônica dos orbitais atômicos do carbono.

Pois bem! Sabemos que o carbono apresenta valência 4 (tetravalente). No entanto, se formos respeitar as regras habituais de formação das ligações químicas, a exemplo da regra do Octeto, o carbono faria apenas duas ligações. Isso porque ele possui apenas dois orbitais semipreenchidos (apenas dois elétrons desemparelhados) e, com isso, ficaria com seis elétrons no último nível e assim seria divalente (capaz de formar apenas duas ligações), não obedecendo, portanto, a regra do octeto. Note essa divalência na figura abaixo, em que os elétrons apresentados em vermelho são oriundos de outros átomos por meio de compartilhamento de elétrons em ligações covalentes.



Distribuição eletrônicas dos orbitais atômicos do carbono.

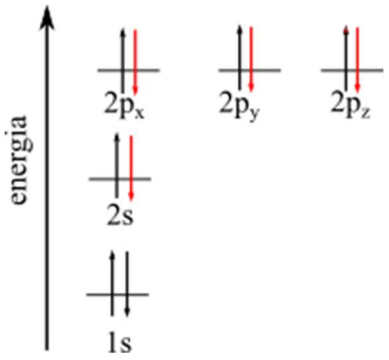
O carbono também pode fazer três ligações, em dois orbitais ele compartilharia elétrons e, em um terceiro orbital, ele recebia dois elétrons, conforme apresentado na figura abaixo. Essa situação seria bastante improvável pois, para receber esses dois elétrons, o carbono precisaria de muita energia.



Distribuição eletrônica improvável, do átomo de carbono.

Uma outra opção seria um elétron do orbital 2s (orbital mais interno que o os orbitais p) ser transferido para o orbital 2p vazio e, desta forma, o carbono passaria a ter quatro elétrons desemparelhados e poderia realizar quatro ligações, o que explicaria a tetravalência do carbono.

Tudo parece perfeito, não é mesmo? Mas temos que analisar o seguinte: **o carbono faz quatro ligações idênticas entre quatro hidrogênios**. Logo o ângulo e o comprimento das ligações C-H têm que ser o mesmo, o que seria impossível de se alcançar com a possibilidade levantada no parágrafo anterior, visto que três ligações utilizariam os orbitais 2p e a outra utilizaria o orbital 2s, ou seja, apresentariam energia diferente. Na figura abaixo, podemos ver que a energia do orbital s é diferente dos orbitais p.



Distribuição eletrônica do átomo de carbono com a excitação de um elétron do orbital 2s.

As teorias de Lewis permitem determinar como as ligações químicas ocorrem, mas não explica porque o carbono faz quatro ligações. O modelo de sobreposição usado para explicar o H_2 e o F_2, sem modificação não é adequado para descrever a ligação em CH_4. Isso ocorre porque os orbitais p do carbono estão nos eixos ortogonais, com ângulos de 90°, e não correspondem ao ângulo de um tetraédrico que é de 109° aproximadamente. **Para explicar a tetravalência do carbono, Pauling propôs a teoria da hibridização dos orbitais**.

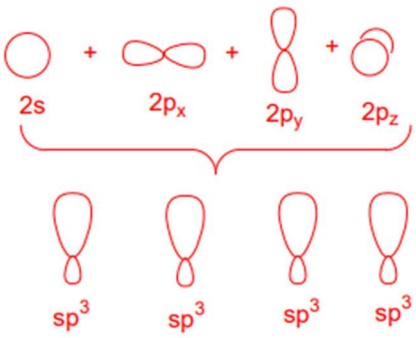
2.2.1 - Hibridização de orbitais

Para explicamos a tetravalência do carbono, usamos o modelo que denominamos de **hibridização de orbitais**. *Mas o que são **orbitais híbridos**?*

> São orbitais mistos, resultantes da combinação de orbitais atômicos. Segundo Pauling a mistura de *n* orbitais atômicos (s, p, d) podem gerar *n* orbitais híbridos de mesmo tamanho e energia. Se um orbital s é mesclado com um orbital p, gera dois orbitais dois orbitais híbridos sp, e eles são separados por um ângulo de 180°. Quando um orbital s é combinado com dois orbitais p geram três orbitais sp^2, que são separados por um ângulo de 120°. Da mesma forma, quando um orbital s é combinado com três orbitais p, geram 4 orbitais híbridos, que são separados por um ângulo de 109,47°, o ângulo tetraédrico.

Hibridização sp^3

Para exemplificar esse conceito, vamos analisar o metano (CH_4). Nesse caso, ocorre uma combinação de quatro orbitais atômicos do último nível ($2s + 2p_x + 2p_y + 2p_z$), formando quatro novos orbitais atômicos idênticos. Esses novos orbitais não são *s* e nem são *p*, são sp^3 (s1p3, ou seja, 1 orbital s e 3 orbitais p) com uma identidade (contribuição) de 25% *s* e de 75% *p*, figura abaixo. Desta forma, fica fácil de entender como a molécula de metano forma quatro ligações, não é mesmo?! Esse processo é denominado **hibridização**.



Orbitais atômicos, formando orbitais híbridos sp³.[2]

Na figura abaixo podemos visualizar que os orbitais sp³ possuem maior energia que o orbital *s* e menos energia que os orbitais *p*.

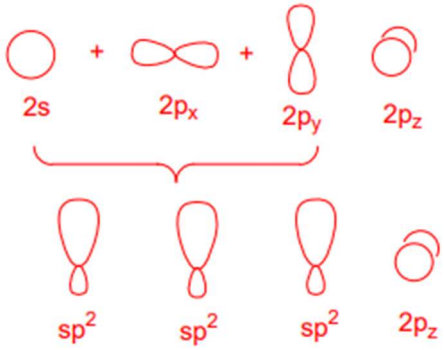
Gráficos de energia dos orbitais atômicos e dos orbitais híbridos sp³.

Hibridização sp²

O modelo de hibridização proposto para a molécula do metano, não é útil para explicar a molécula do etileno, figura abaixo. Neste caso, ocorre uma hibridização entre o orbital 2s e apenas dois orbitais 2p, gerando três novos orbitais atômicos híbridos, os orbitais sp² com 33,3% de caráter s e 66,7% de caráter p, apresentados nas duas figuras que seguem a estrutura do eteno. Sendo assim, o terceiro orbital p permanece inalterado, ou seja, não é hibridizado. Nesse processo apenas dois orbitais 2p participam da hibridização, a escolha dos orbitais é aleatória, desse modo não é possível prever se a configuração será: p_x, p_y ou p_z. Vale ressaltar que os orbitais hibridizados situam em um nível energético intermediário entre o orbital s de menor energia e os orbitais p de maior energia.

Eteno

[2] http://web.ccead.puc-rio.br/condigital/mvsl/Sala%20de%20Leitura/conteudos/SL_quimica_organica.pdf. Acessado em 20 de ago. 2018.

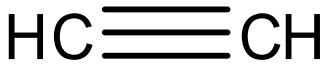


Orbitais atômicos formando orbitais híbridos sp^2.[3]

Gráficos de energia dos orbitais atômicos e dos orbitais híbridos sp^2.

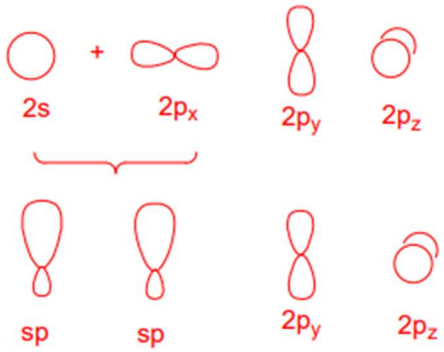
Hibridização sp

O carbono também pode apresentar outro tipo de hibridização. É o que ocorre com a molécula do acetileno, figura abaixo, que possui uma ligação tripla. Nesse caso um orbital 2s se mistura (hibridiza) com um orbital 2p, formando dois novos orbitais híbridos, os orbitais sp, que apresentam 50% de caráter s e 50% de caráter p, apresentados nas duas figuras que seguem a estrutura do etino. Os outros dois orbitais p não sofrem alterações.

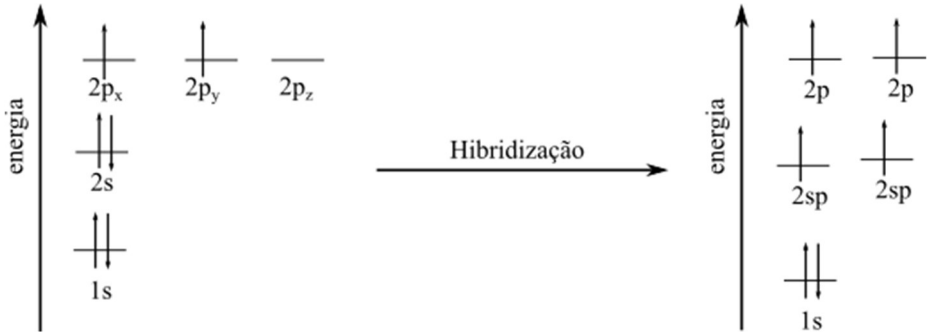


Etino

[3],4 http://web.ccead.puc-rio.br/condigital/mvsl/Sala%20de%20Leitura/conteudos/SL_quimica_organica.pdf. Acessado em 20 de ago. 2018.

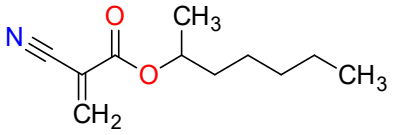


Orbitais atômicos formando orbitais híbridos sp.[4]



Gráficos de energia dos orbitais atômicos e dos orbitais híbridos sp.

A hibridização dos orbitais não ocorre apenas no átomo de carbono. Outros átomos ligados ao carbono também podem ser hibridizados. O modelo de hibridização pode ser aplicado em qualquer átomo. Por exemplo, na molécula supercola, apresentada na figura abaixo, ocorre a ligação C≡N em que ocorre hibridização do tipo sp no carbono e no nitrogênio. Nessa mesma molécula, na ligação C=O, o carbono e o oxigênio são sp^2 e, na ligação C–O, o carbono e o oxigênio são sp^3.



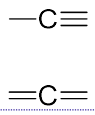
Estrutura da molécula super-cola.

[4] http://web.ccead.puc-rio.br/condigital/mvsl/Sala%20de%20Leitura/conteudos/SL_quimica_organica.pdf. Acessado em 20 de ago. 2018.

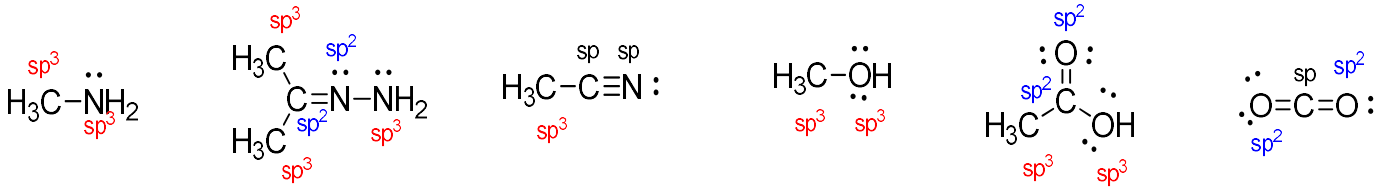
É importante determinar a hibridização do oxigênio e do nitrogênio. Uma maneira mais fácil e ágil de realizar essa identificação é pelo número de ligações π, conforme apresentado na tabela abaixo. Observe alguns exemplos na figura a seguir.

Número de ligações π	Hibridização
0	sp^3
1	sp^2
2	sp

Outra relação útil é:

Carbono ligado a	Hibridização	Ligação
4 átomos diferentes	*sp^3*	
3 átomos diferentes	*sp^2*	
2 átomos diferentes	*sp*	

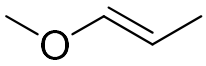
Vamos praticar, nos exemplos abaixo, o conhecimento sobre o tipo de hibridização:



Exemplos de hibridizações sp^3, sp^2 e sp.[5]

[5] Adaptado de BRUICE, P. Y. Química Orgânica, v. 1, 2006, 36.

(CONSULPLAN – Químico – MAPA - 2014) Quantos carbonos estão com seus orbitais hibridizados no tipo sp^3 no composto apresentado?



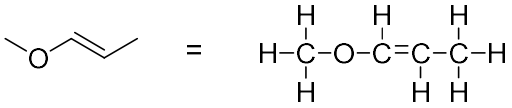
a) 1.

b) 2.

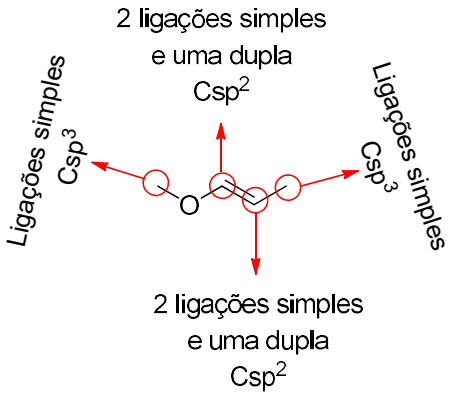
c) 3.

d) 4.

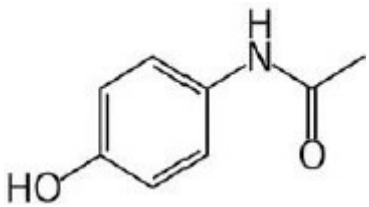
Comentários



Vimos que o átomo de carbono apresenta hibridização sp^3 quando realiza ligações com quatro átomos diferentes. Vimos ainda que o carbono apresenta hibridização sp^2 quando realiza ligações com três átomos diferentes. Logo, o composto apresentado possui dois carbonos com hibridização do tipo sp^3 e dois do tipo sp^2. Observem nos destaques realizados na estrutura abaixo:



(UNESC 2017) O acetaminofeno, popularmente conhecido como paracetamol, é um dos fármacos mais importantes utilizado no tratamento da dor leve a moderada quando não há necessidade de efeito anti-inflamatório. Analisando a fórmula estrutural plana do acetaminofeno. O número de átomos de carbono com hibridização sp^3, sp^2 e sp, dos átomos de carbono desse composto, é, respectivamente:



A) 5; 2; 1

B) 6; 1; 1

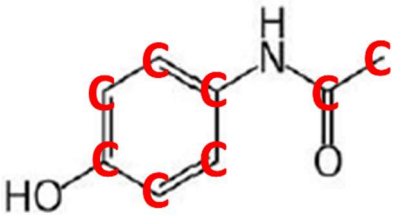
C) 1; 7; 0

D) 1; 5; 2

E) 2; 6; 0

Comentários

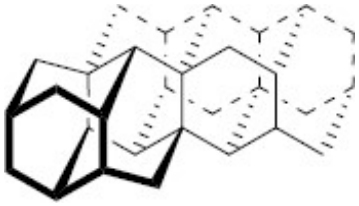
O carbono é sp^3 ao fazer quatro ligações simples; é sp^2 ao realizar uma ligação dupla; e é sp se fizer uma ligação tripla ou duas ligações duplas. Assim, podemos dizer que, na molécula acima, temos 1 carbono sp^3, 7 carbonos sp^2 e nenhum carbono sp. Lembre-se que, na representação por bastão, utilizada acima, cada extremidade e cada ponto de inflexão da estrutura correspondem a um carbono, conforme assinalado abaixo em vermelho. Além disso, a tetravalência (as 4 ligações) do carbono são completadas com hidrogênios que também são omitidos na representação por bastão.



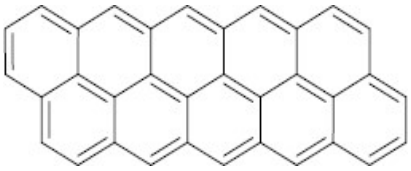
Desta forma, a letra C é a alternativa correta.

(CESMAC - 2019) O carbono é encontrado na natureza em diferentes arranjos e estruturas. O carbono diamante (Cdiam), possui alto valor agregado e é formado sob alta pressão, possuindo estrutura onde o carbono realiza quatro ligações simples. Já o carbono grafite (Cgraf) possui valor agregado muito baixo, comparado ao seu alótropo diamante e realiza ligações duplas conjugadas. As representações das estruturas dos átomos de carbono nos diferentes alótropos, diamante e grafite, estão representadas abaixo.

Diamante



Grafite



A partir das estruturas citadas e do enunciado da questão, podemos afirmar que a hibridização dos átomos de carbono presentes no diamante e no grafite são, respectivamente:

a) sp^3 e sp

b) sp^2 e sp^2

c) sp^3 e sp^2

d) sp^3 e sp^3

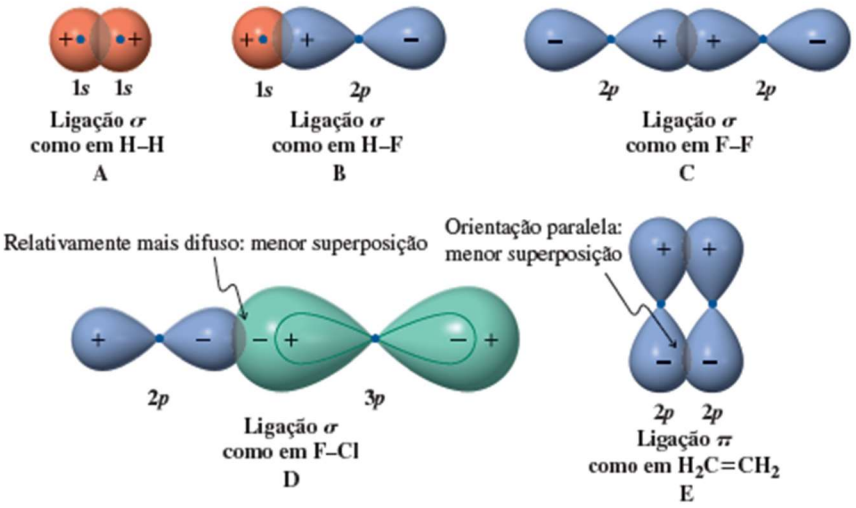
e) sp^2 e sp^3

Comentários:

Como mencionado no enunciado, os átomos de carbono no diamante fazem quatro ligações simples, já o carbono grafite realiza uma ligação dupla. Como vimos anteriormente, o carbono apresenta hibridização sp^3 quando faz quatro ligações simples, e sp^2 quando faz uma ligação dupla, logo a hibridização do carbono diamante é sp^3 e do carbono grafite é sp^2.

2.2.2 - Ligações σ e π

Como já mencionado, o carbono pode fazer ligações simples, duplas e triplas. As ligações simples são denominadas: ligações sigma (σ). Já as ligações duplas e triplas possuem uma e duas componentes pi (π), respectivamente. Mas por que essas ligações possuem características diferentes? Pois bem! Os orbitais p têm direcionalidade e por isso eles podem se alinharem no eixo internuclear (A, B, C e D) ou perpendiculares ao eixo (E), figura abaixo.



Ligações entre orbitais atômicos.[6]

Na figura acima, temos exemplos de ligações σ em A (orbital 1s com 1s), em B (orbital 1s e 2p) em C (orbital 2p e 2p) e em D (orbital 2p com 3p) e ligação π (orbital 2p com 2p). Você se lembra que falamos que os orbitais possuem uma melhor interação quando são do mesmo tamanho e energia? Isso pode ser visualizado na figura acima, note que em D há uma menor superposição, pois, o orbital 3p tem maior energia e tamanho que o 2p.

[6] Vollhardt, P e Schore, N. Química Orgânica. Ed. 3, 2013, 30.

Mas como ocorre a formação da ligação π? Vamos começar a explicação, utilizando a molécula do eteno que apresenta quatro ligações C–H e uma ligação C–C. Como vimos anteriormente, para o carbono formar ligações ele precisa sofre hibridização e o máximo de ligações que ele pode fazer é quatro. Logo, quando ele se liga a quatro átomos diferentes, ele sofre hibridização do tipo sp^3, quando ele se liga a três átomos diferentes, é do tipo sp^2 e, quando se liga a dois átomos, é do tipo sp.

Pois bem! Quando o carbono faz quatro ligações com quatro átomos diferentes, ou seja, quando a hibridização é do tipo sp^3, todas as ligações são simples (σ). Isso já está bem claro! Agora o que temos que entender é como são feitas as ligações π. De início, a condição necessária para fazer uma ligação π é ter pelo menos um orbital p com um elétron. Logo, podemos concluir que apenas carbonos com hibridização sp^2 e sp podem fazer ligação π, já que na configuração sp^3 todos os orbitais p se hibridizaram. De outro modo, nas configurações sp^2 e sp ainda restam orbitais p não hibridizados. Então, podemos ter ligações π quando o carbono se liga a dois átomos diferentes (fazendo uma ligação tripla ou duas duplas) ou quando o carbono se liga com três átomos diferentes (fazendo uma ligação dupla). Para entendemos melhor, vamos estudar a molécula do eteno e do etino.

Como já discutido, na hibridização sp^2, o carbono utiliza dois dos seus três orbitais p para hibridizarem, sobrando, desta forma, um orbital p puro. E na hibridização sp, utiliza-se apenas um orbital p, restando, portanto, dois orbitais p puros. O eteno possui dois carbonos e cada carbono se liga a três átomos diferentes, logo a hibridização de cada carbono é do tipo sp^2. Assim, cada carbono terá três orbitais híbridos sp^2 para fazer as ligações σ (Csp^2–Csp^2, para uma ligação C–C, e Csp^2–H1s para as três ligações C–H) e um orbital p para fazer a ligação π. Observe, na figura abaixo como seria a representação dessas ligações.

Representação das ligações do eteno.[7]

Na molécula do etino, os dois carbonos da estrutura apresentam dois orbitais híbridos sp que fazem ligações σ (Csp–Csp, para ligação C-C, e Csp–H1s para a ligação C–H). Este arranjo deixa dois orbitais p com um elétron em cada carbono, o que permite a formação de duas ligações π. Os orbitais p são paralelos entre si e com isso as duas ligações π também serão paralelas entre si. Na figura abaixo, podemos observar que o etino possui uma nuvem eletrônica acima e outra abaixo do plano da ligação σ e uma nuvem eletrônica na frente e outra atrás do plano.

[7] http://web.ccead.puc-rio.br/condigital/mvsl/Sala%20de%20Leitura/conteudos/SL_quimica_organica.pdf. Acessado em 29 de ago. 2018

Representação do etino. [8]

Até o momento, sabemos que ligações σ são formadas por orbitais híbridos e a ligações π por orbitais p, mas qual é a contribuição s e p de cada ligação para a força total da ligação dupla ou tripla? A dupla ligação tem um componente σ e um componente π, sendo mais forte que uma ligação simples (mas não duas vezes mais forte, já que a ligação π é mais fraca que a σ).

(CESPE – Perito Criminal/Química - POLÍCIA CIENTÍIFICA-PE -2016) No trabalho forense, um ensaio que auxilia a avaliação de grupo funcional em amostras é o teste de bromo, capaz de indicar a presença do grupo funcional alceno. A respeito da estrutura eletrônica da ligação C=C, é correto afirmar que ela é formada) pela interação σ entre dois orbitais não hibridizados *p* e pela interação π entre dois orbitais com hibridização *sp²*.

b) pela interação π entre dois orbitais com hibridização *sp* e pela interação π entre dois orbitais não hibridizados *p*.

c) pela interação σ entre dois orbitais com hibridização *sp²* e pela interação π entre dois orbitais não hibridizados *p*.

d) pela interação σ entre dois orbitais com hibridização *sp²* e pela interação σ entre dois orbitais não hibridizados *p*.

e) pela interação σ entre dois orbitais com hibridização *sp³* e pela interação π entre dois orbitais com hibridização *sp²*.

Comentários

A ligação C=C é formada por uma ligação σ e uma ligação π. A ligação σ é formada pela interação dos orbitais hibrido sp^2 de cada átomo de carbono e a ligação π é formada pelas interações dos orbitais p de cada carbono.

(UTFPR - Químico - UTFPR - 2015) O metano é um dos compostos mais abundantes de todos os compostos do ciclo do carbono. É formado principalmente quando os compostos que contêm carbono se decompõem, na ausência de ar (condições anaeróbias). Sobre a hibridização e as ligações do metano é correto afirmar que:

[8] http://web.ccead.puc-rio.br/condigital/mvsl/Sala%20de%20Leitura/conteudos/SL_quimica_organica.pdf. Acessado em 29 de ago. 2018

a) todos os três orbitais sp^3 do átomo de carbono da molécula de metano têm igual energia, pois os elétrons de valência do carbono estão distribuídos igualmente entre si.

b) ligações σ que envolvem orbitais híbridos sp^3 de carbono são mais fortes do que as ligações que envolvem orbitais não híbridos 2s ou 2p.

c) cada ligação C-H é uma ligação σ em que um orbital 1s semipreenchido de hidrogênio se sobrepõe a um orbital p semipreenchido de carbono.

d) os eixos dos orbitais híbridos sp do metano apontam para os vértices de um tetraedro.

e) a teoria de ligação de valência se baseia na sobreposição em fase dos orbitais semipreenchidos dos átomos conectados, e os orbitais híbridos do carbono na molécula de metano apresentam a configuração eletrônica $1s^2 2s^2 2p_x^1 2p_y^1$.

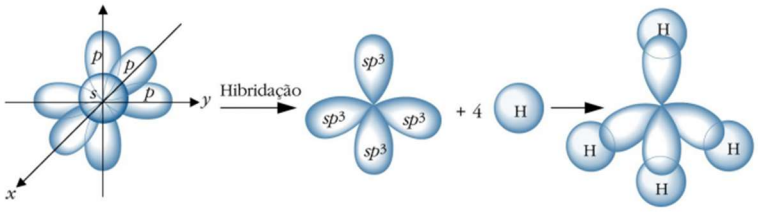
Comentários

Questão perniciosa. Por isso, vamos analisar com calma cada uma de suas alternativas.

Letra A: incorreta. Todos os orbitais sp^3 do carbono do metano têm igual energia. No entanto, são 4 orbitais e não três como é afirmado. Erro sútil que poderia enganar o aluno pouco atento.

Letra B: correta. Se pensássemos somente na energia dos orbitais atômicos, julgaríamos a alternativa incorreta, pois orbitais híbridos tem energia intermediária entre os orbitais que o originaram, conforme ilustrado abaixo.

No entanto, outros aspectos precisam ser considerados. O primeiro deles é que não estamos analisando a energia do átomo de carbono, mas sim os orbitais moleculares responsáveis pelas ligações entre carbono e hidrogênio do CH_4. Além disso, devemos ter em mente que a força de uma ligação covalente se relaciona também com a sobreposição dos orbitais atômicos envolvidos. Sendo assim, quanto maior for a sobreposição, mais forte será a ligação e menor será sua energia. Ao apresentar hibridização sp^3, o carbono realiza 4 ligações covalentes com sobreposição frontal (sobreposição efetiva) com os orbitais s dos hidrogênios, conforme ilustrado abaixo.



Hibridização sp^3 do metano. [9]

[9] BARBOSA, L. C. A. Introdução à Química Orgânica. 2011, 7.

Admitindo que o carbono é tetravalente, sabemos que, caso ele não apresente hibridização sp^3, pelo menos uma de suas 4 ligações será pi (π), oriunda de orbitais não hibridizados, na qual a sobreposição é lateral, menos efetiva, o que enfraquece a ligação.

Outro fator a ser observado que confirma essa tendência é a repulsão dos pares de elétrons. Segundo o modelo da repulsão dos pares de elétrons da camada de valência (RPECV ou VSEPR), quanto mais afastados estão os pares de elétrons, menor será a energia de repulsão eletrônica. Sob esse aspecto, notamos que os pares de elétrons na hibridização sp^3 estão mais distantes entre si do que em carbonos que apresentam duplas ligações, em que, pelo menos dois pares, estão muito próximos, ambos na região interátomos. Sendo assim, a menor repulsão dos pares de elétrons na hibridização sp^3 contribui para uma maior estabilização e, consequentemente, para a formação de ligações mais fortes.

Letra C: incorreta. Como no metano o carbono apresenta hibridização, não será seus orbitais p que participarão da ligação, mas sim os orbitais sp^3.

Letra D: incorreta. Embora os orbitais do carbono do metano apontem para os vértices de um tetraedro, a sua hibridização é sp^3 e não sp.

Letra E: incorreta. Embora não seja foco desta aula, a teoria de ligação de valência explica a ligação química como resultado da sobreposição de orbitais atômicos e emparelhamento de elétrons. No entanto, a distribuição eletrônica apresentada está incorreta por não apresentar a hibridização e os 4 elétrons desemparelhados, o que permitiria a formação de 4 ligações sigma de mesma energia.

2.2.3- Geometria molecular

Até aqui vimos que existem orbitais com tamanhos e energias diferentes, os orbitais atômicos s, p e os orbitais atômicos híbridos sp^3, sp^2 e sp. Também vimos que o carbono pode fazer ligações simples (σ), dupla (uma σ e outra π) e tripla (uma σ e duas π). Agora, precisamos saber qual a distância, a força e o ângulo entre as ligações, essas informações são importantes para saber a geometria da molécula.

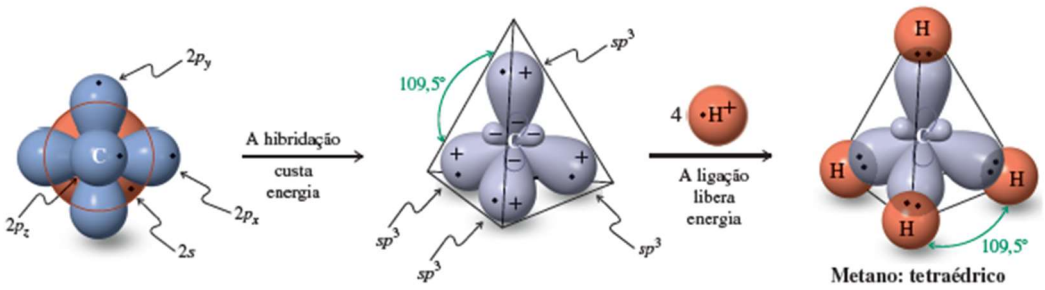
O comprimento de uma ligação C–H depende da hibridização do átomo de carbono. A ligação σ é a que define o comprimento da ligação por conta do entrosamento linear. Sabemos que as ligações σ do carbono são de orbitais híbridos sp^3, sp^2 ou sp. Sabemos ainda que esses orbitais são diferentes e que, quanto maior o caráter s, menor e mais forte será a ligação.

Vejamos, o orbital s tem o formato de uma esfera e está mais próximo do núcleo atômico que o orbital p, que tem o formato de um haltere. Por conta disso, quanto maior for o caráter s do orbital hibrido, mais curta vai ser a ligação. Deste modo, as ligações σ (sp^3: 25% de caráter s e 75% de caráter p) são maiores que as ligações duplas (sp^2: 33,3% de caráter s e 66,7% de caráter p), que por sua vez, são maiores que as ligações triplas (sp: 50% de caráter s e 50% de caráter p).

Agora que aprendemos a identificar e determinar o tamanho das ligações em carbonos, vamos explorar a distribuição no espaço dos orbitais em torno do núcleo do átomo de carbono. Essa distribuição espacial é denominada de arranjo espacial dos orbitais. Mas como podemos determiná-la? Para respondermos essa pergunta, precisamos saber o ângulo da ligação, ele também depende do orbital hibridizado usado pelo o carbono na ligação. Quanto maior o caráter s no orbital, maior o ângulo da ligação.

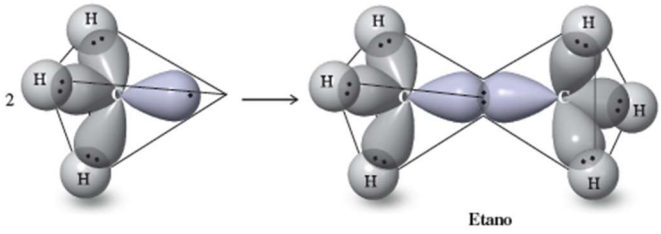
Para entender melhor essa ideia, vamos utilizar o metano, um modelo mais simples, para explicar o ângulo, o arranjo e a geometria das moléculas. De início, sabemos que os elétrons, partículas subatômicas de carga negativa, se repelem, fazendo com que fiquem o mais longe possível entre si. No metano, as quatro ligações

são iguais, mesma natureza, força e comprimento. A figura geométrica em que os quatro orbitais sp^3, preenchidos por pares de elétrons, ficam os mais afastados possível um dos outros é o arranjo tetraédrico. Os ângulos formados por suas ligações são **109,5°** e sua geometria é dita **tetraédrica**. Isso pode ser observado na figura abaixo.



Hibridização do carbono para criar orbitais sp^3, que vão se ligar a quatro hidrogênios e formar o metano que possui uma geometria tetraédrica.[10]

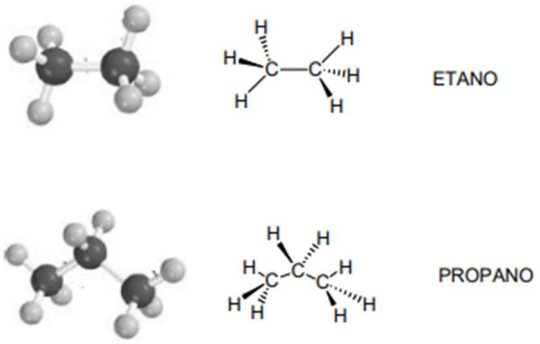
Da mesma forma, é importante destacar que esse modelo se aplica a todos os compostos orgânicos que apresentam hibridização sp^3 e arranjos proximos de um tetraédico. Por exemplo, o etano ilustrado na figura abaixo.



Sobreposição dos orbitais sp^3 para formarem as ligação C-H e a ligação C-C do etano.[11]

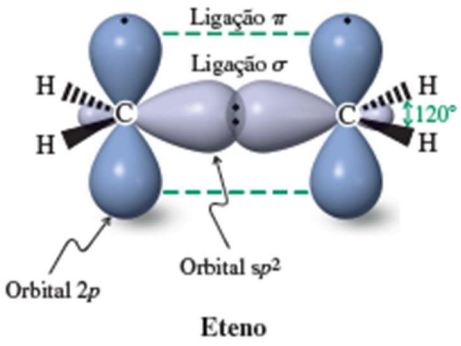
Esse conceito é bem mais facilmente vizualizado no modelo de vareta e bola, apresentado na figura abaixo, em que o traço representa uma ligação no plano, o traço achurado representa uma ligação para fora do plano e, por fim, o traço segmentado corresponde a ligação para trás do plano.

[10] Vollhardt, P e Schore, N. Química Orgânica. 2013, 34.
[11] Vollhardt, P e Schore, N. Química Orgânica. 2013, 34.



Representação do etano e propano pelos modelos de bolha e o de perspectiva.[12]

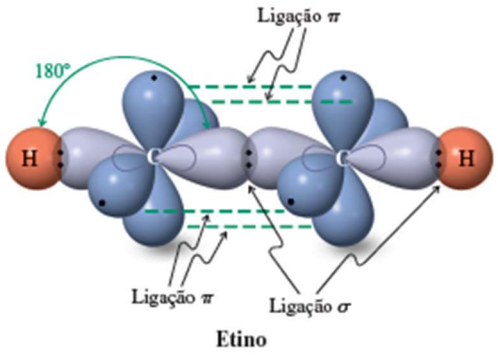
Assim como os orbitais sp^3, os orbitais sp^2 também sofrem repulsão das cargas entre seus elétrons. Deste modo, os orbitais sp^2 se posicionam no centro de um triângulo equilátero e o orbital p fica perpendicular ao plano desse triangulo. Tomemos como exemplo o eteno, figura abaixo, que apresenta geometria trigonal plana com ângulo de 120°.



Ligação dupla do eteno. [13]

Quando temos carbonos com hibridização sp, a geometria que melhor posiciona os orbitais é a linear, pois é nessa configuração que as duas nuvens eletrônicas estarão o mais afastadas possível, conforme apresentado na figura abaixo.

[12] http://web.ccead.puc-rio.br/condigital/mvsl/Sala%20de%20Leitura/conteudos/SL_quimica_organica.pdf. Acessado em 20 de ago. 2018.
[13] Vollhardt, P e Schore, N. Química Orgânica. 2013, 35.



Ligação tripla do etino. [14]

Uma vez que a geometria molecular está relacionada com o número de pares de elétrons ligantes, as moléculas orgânicas podem ter apenas três tipos de geometria, e quando se tratar de moléculas muito grandes se fala em geometria do carbono. Deste modo, a geometria é linear para carbonos com hibridização sp, trigonal plana para carbonos sp^2 e tetraédrica para carbonos sp^3. A tabela abaixo mostra uma comparação das ligações simples, duplas e triplas.

Comparação das ligações simples, duplas e triplas.[15]

Ligação	Hibridização	caráter s (%)	Ângulo de ligação	Comprimento de ligação C–C (Å)	Comprimento de ligação C–H (Å)
C–C	sp^3	25	109,5°	1,54	1,10
C=O	sp^2	33	120°	1,33	1,08
C≡C	sp	50	180°	1,20	1,06

[a] $1Å = 10^{-10}$ m.

Comparação da hibridização, geometria e ângulo entre as ligações simples, duplas e triplas.

Número de ligações feitas pelo carbono	Ligações feita pelo carbono	Hibridização	Geometria	Ângulo entre as ligações
4		sp^3	Tetraédrica	109,5°
3		sp^2	Trigonal plana	120°
2		*sp*	Linear	180°
2		*sp*	Linear	180°

[14] Vollhardt, P e Schore, N. Química Orgânica. 2013, 35.
[15] Adaptado de BRUICE, P. Y. Química Orgânica, v. 1, 2006, 37.

(COSEAC - Técnico de Laboratório/Área: Química - UFF - 2015) O hidrocarboneto que apresenta todos os átomos de carbono com orientação espacial tetraédrica é:

a) eteno.

b) benzeno.

c) etino.

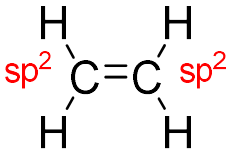
d) prop-1,2-dieno.

e) metil-propano.

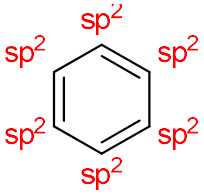
Comentários

Na tabela acima é mostrado um resumo das ligações feitas pelo carbono com respectivas hibridizações, geometrias e ângulos de ligações. Com isso, fica fácil resolver a questão. Vejamos:

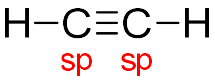
Eteno: cada carbono faz três ligações → hibridização sp^2 → geométrica = trigonal planar



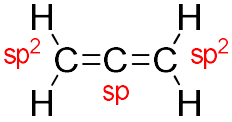
Benzeno: cada carbono faz três ligações → hibridização sp^2 → geométrica = trigonal planar



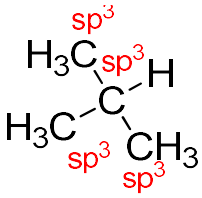
Etino: cada carbono faz duas ligações → hibridização sp → geométrica = linear



Prop-1,2-dieno: os carbonos terminais fazem três ligações → hibridização sp^2 → geométrica = trigonal plana. Já o carbono central faz duas ligações → hibridização sp → geométrica = linear



Metil-propano: os quatro carbonos fazem quatro ligações cada um → hibridização sp^3 → geometria tetraédrica



Assim, a alternativa correta é a letra E.

(CENTRO - Químico - ANVISA - 2013) HCN é um gás que foi muito utilizado nas câmaras dos campos de concentração, na Alemanha nazista, para o extermínio de seres humanos. Sabe-se que o mesmo se combina com a hemoglobina e, por sua vez, causa a morte da pessoa por asfixia, pelo fato de a estrutura sanguínea não conseguir se combinar ao O2 oriundo da inspiração. Em solução aquosa forma um ácido fraco. Assinale a alternativa que possui a geometria molecular e o tipo de ligação intramolecular, respectivamente.

a) Angular e covalente.

b) Linear e covalente.

c) Linear e iônica.

d) Linear e coordenada.

e) Angular e iônica.

Comentários

Na molécula de HCN, o carbono faz uma ligação simples com o átomo de hidrogênio e uma ligação tripla com o átomo de nitrogênio (H-C≡N), desta forma, concluímos que a hibridização do carbono é *sp* e, como já mostrado anteriormente, carbonos com hibridização *sp* possuem geometria linear. Além disso, vimos anteriormente que o carbono faz ligação covalente. Desta forma, a alternativa B é a correta.

3.3- Teoria do Orbital Molecular (TOM)

A **TLV** também apresentou limitações, mas com o desenvolvimento da mecânica quântica e com os estudos de eletrônicos e magnéticos dos compostos surgiu a **Teoria do Orbital Molecular (TOM)**. Nessa teoria os elétrons são descritos por funções de onda e se encontram em orbitais atômicos. Assim, a ligação química é formada pela combinação linear de cada orbital atômico gerando os orbitais moleculares que se distribui por toda molécula. Com essa teoria facilitou o estudo de muitas reações orgânicas.

Como um orbital atômico é definido por uma função de onda elas podem sofrer interferências construtivas e destrutivas, isso gera os orbitais HOMO (orbitais ligantes de menor energia) e LUMO (orbitais antiligantes de maior energia), respectivamente. Portanto *n* orbitais atômicos se combinam para gerar *n* orbitais moleculares. Essa combinação e a energia dos orbitais envolvidos e representado por um diagrama de energia como o da figura abaixo.

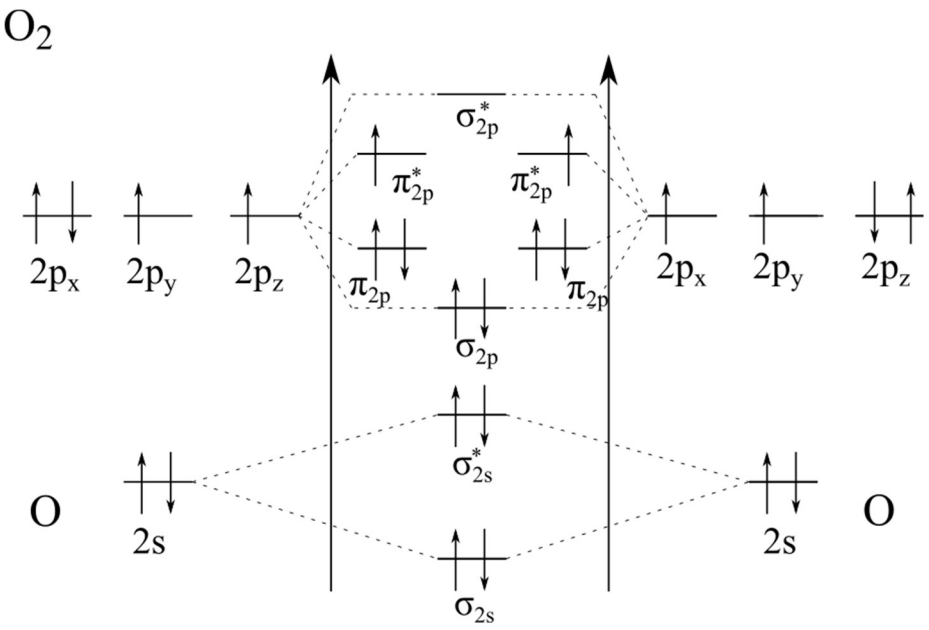


Diagrama de energia na TOM para o gás oxigênio (O_2)

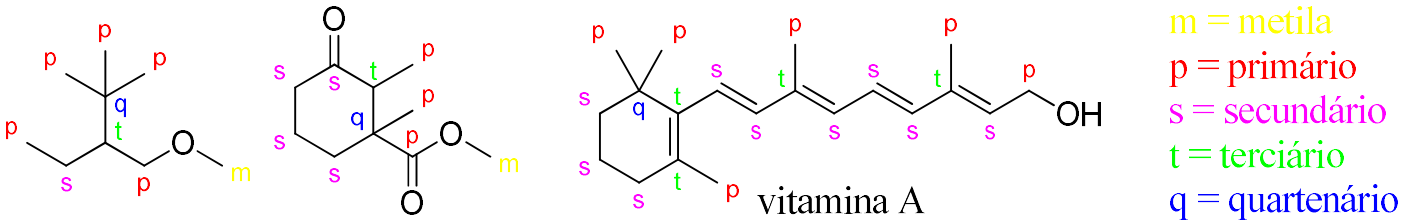
O diagrama de energia sempre apresenta todos os orbitais da camada de valência. Na figura acima está apresentado o diagrama de energia para a molécula do O_2. Cada oxigênio tem configuração eletrônica $1s^2 2s^2 2p^4$, sendo representado apenas a camada com n = 2. Para os três orbitais p de cada oxigênio formou-se seis orbitais moleculares, três ligantes (σ_{2p} e π_{2p}) e três antiligantes (σ^*_{2p} e π^*_{2p}). Os conceitos de σ e π permaneceria da TLV. Além disso, essa teoria é a única que explicou o caráter paramagnético (elétrons desemparelhados do oxigênio).

Caso Teoria do Orbital Molecular (TOM) esteja previsto em seu conteúdo programático, discutiremos esse assunto mais a fundo em uma outra aula.

4- Classificação do átomo de carbono na cadeia carbônica

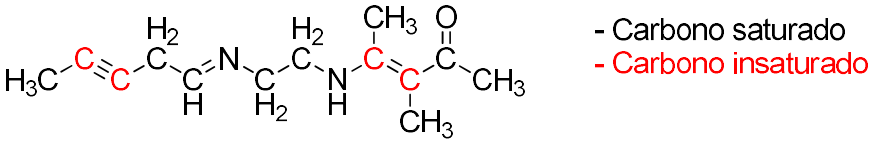
Como já mencionado, o carbono apresenta a capacidade de fazer ligações com outros carbonos, formando cadeia carbônicas, e com átomos de outros elementos químicos. Devido à essa capacidade, o carbono pode apresentar ramificações nas cadeias carbônicas. De acordo com o número de carbonos ligados diretamente ao carbono sp^3 (aquele que realiza 4 ligações simples), ele pode ser classificado em **metílico, primário, secundário, terciário ou quaternário**.

O carbono metílico não está ligado a nenhum carbono, a exemplo do carbono do metano ou do cloro-metano. O carbono primário está localizado na extremidade da cadeia carbônica e por isso se liga com um único átomo de carbono. O carbono secundário se localiza no meio da cadeia carbônica e está ligado a dois outros átomos de carbono, o terciário a três e o quaternário a quatro. Essas variações podem ser visualizadas na figura abaixo.



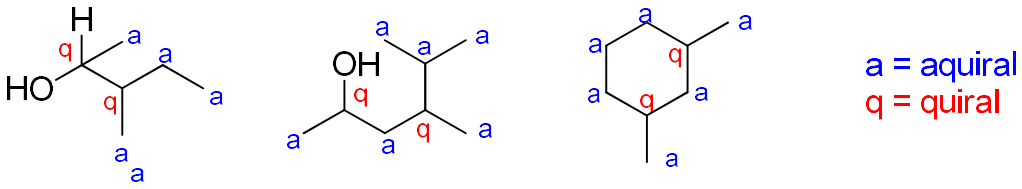
Exemplos de carbonos primários, secundários, terciários e quartenários.

Vimos anteriormente que o carbono pode fazer ligações σ e/ou π com outro átomo de carbono. Dessa forma, o mesmo pode ser classificado como **saturado** ou **insaturado** de acordo com o tipo de ligação que apresentar. Nas situações em que o carbono apresenta ligação π, é classificado como insaturado. Por outro lado, caso não apresente nenhuma ligação π, então é classificado como saturado. No exemplo da figura abaixo, note os carbonos saturados em preto e os insaturados em vermelho. É importante ressaltar que embora carbonos possam apresentar dupla ligação ou tripla ligação com outros átomos diferentes do carbono, a exemplo do nitrogênio ou do oxigênio, eles não serão classificados como insaturados. Isto é, a instauração só se configura com a presença de ligação dupla ou tripla entre carbonos, beleza?!



Exemplos de carbonos insaturados.

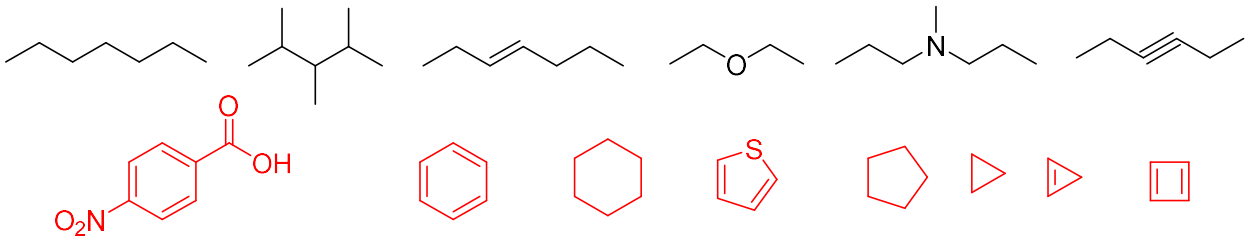
Além disso, o carbono pode ser classificado em quiral ou não quiral. Ele é classificado como quiral quando realiza quatro ligações com quatro substituintes (grupos) diferentes, veja os exemplos da figura abaixo. Em outra aula, vamos aprofundar esses conceitos.



Exemplos de carbonos quirais e aquirais.

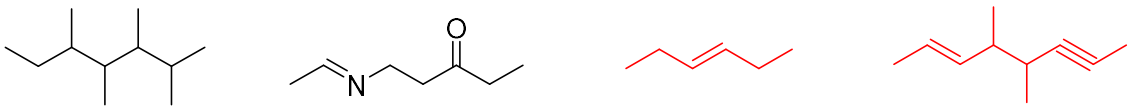
Além de classificar os carbonos, também podemos classificar uma cadeia carbônica de acordo com vários critérios:

a) **Quanto ao sentido do percurso:** em função da presença de ciclo, a cadeia é classificada em **cíclica** ou **acíclica**.



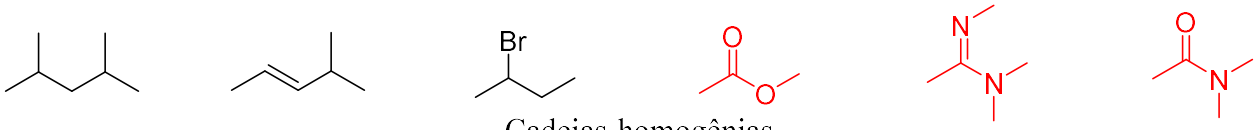
- Compostos de cadeias acíclicas
- Compostos de cadeias cíclicas

b) **Quanto à saturação:** vocês se lembram que os carbonos podem ser classificados em saturados e insaturados? Muito bem! Ao classificarmos cadeias carbônicas, usamos o mesmo raciocínio. As cadeias insaturadas são as que possuem pelo menos dois átomos de carbonos ligados entre si por uma ligação múltipla (dupla ou tripla). Nesse sentido, podem ser classificadas como **saturadas** ou **insaturadas**.



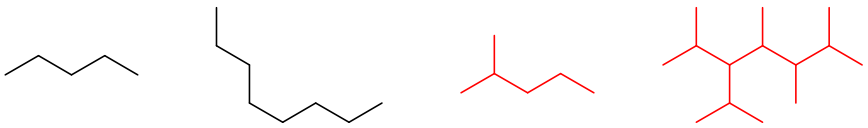
- Compostos saturados
- Compostos insaturados

c) **Quanto à natureza:** alguns compostos orgânicos podem apresentar **heteroátomos** (heteroátomos são átomos diferentes de carbono e hidrogênio) presentes na cadeia, e por conta disso as cadeias podem ser classificadas como **homogêneas** e **heterogêneas**. Além disso, caso uma cadeia cíclica contenha heteroátomo, geralmente é chamada de heterocíclico.



- Cadeias homogênias
- Cadeias heterogênias

d) Por último, as cadeias carbônicas podem ainda ser classificadas em **ramificadas** ou **não ramificadas**. As cadeias não ramificadas são as que apresentam apenas carbonos primários e secundários, possuindo apenas duas extremidades. Já a ramificada possui mais de duas extremidades e, por isso, apresentam pelo menos um carbono terciário ou quaternário.



- Cadeias normais
- Cadeias ramificadas

(IFSul 2018) Leia o texto abaixo e responda à questão.

A qualidade da gasolina é definida de acordo com o índice de octanagem do combustível. A gasolina é uma mistura de hidrocarbonetos que variam sua cadeia carbônica de quatro a doze átomos de carbono (gasolina automotiva) e de cinco a dez átomos de carbono (gasolina de aviação), a média de átomos de carbono geral das cadeias é de oito carbonos. As gasolinas que possuem alto índice de isoctano são considerados combustíveis de alta qualidade e poder de combustão. A equação não-balanceada abaixo representa a reação de combustão do isoctano:

$$CH_3C(CH_3)_2CH_2CH(CH_3)_2 + O_2 \rightarrow H_2O + CO_2 \quad \Delta H = -11{,}5 \text{ kcal/mol}$$

O isoctano é um hidrocarboneto que apresenta cadeia carbônica

A) normal e insaturada.

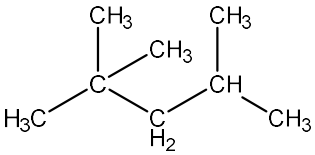
B) ramificada e saturada.

C) ramificada e insaturada.

D) normal e saturada.

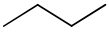
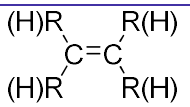
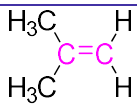
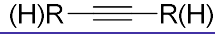
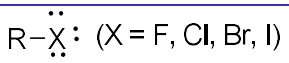
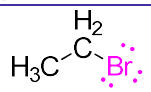
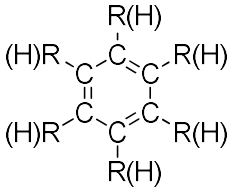
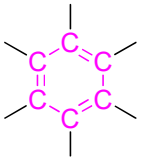
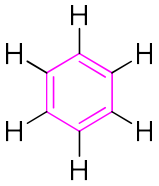
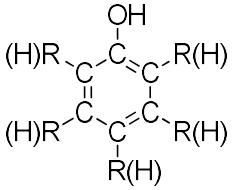
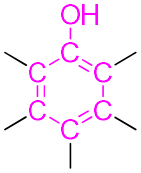
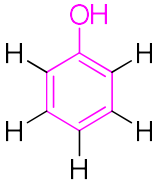
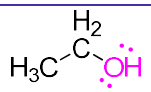
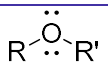
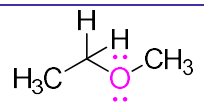
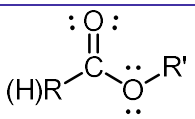
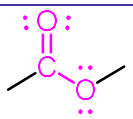
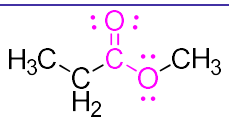
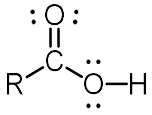
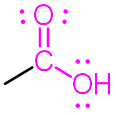
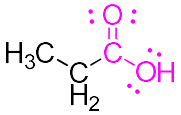
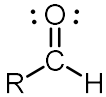
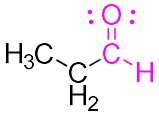
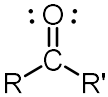
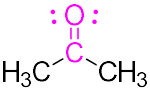
Comentários

O isoctano possui uma cadeia ramificada, pois possui ramificações, e é saturado porque só faz ligações simples entre os átomos de carbono.

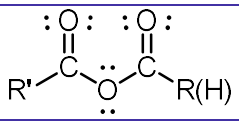
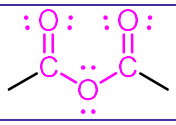
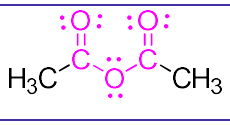
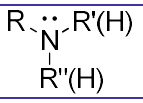
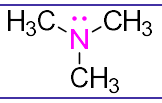
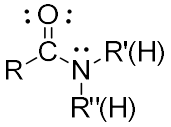
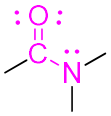
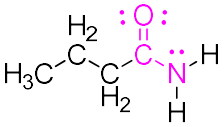
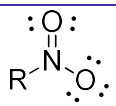
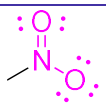
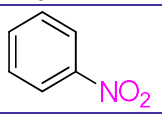


O carbono se liga com muitos elementos e com ele próprio para formar uma ampla variedade de substâncias, que são classificadas em **grupos funcionais**. Esses, por sua vez, consistem em agrupamentos de substâncias orgânicas que guardam entre si semelhanças estruturais e propriedades físicos químicas. **Esse tipo de classificação se baseia no tipo de substituinte ligado ao átomo de carbono**. Para um melhor entendimento, analise a tabela abaixo com a estrutura geral e grupo funcional de cada classe de compostos orgânicos, as quais certamente você deve saber de cor e salteado.

Grupos funcionais [16]

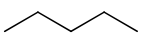
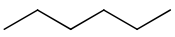
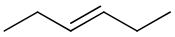
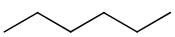
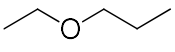
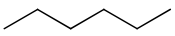
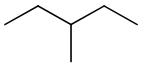
Classe do Composto	Estrutura geral[a]	Grupo funcional	Exemplo
Alcanos	R-H	Nenhum	
Alcenos			
Alcinos			
Haletos orgânicos			
Aromáticos			
Fenóis			
Álcoois			
Éter			
Éster			
Ácido Carboxílicos			
Aldeídos			
Cetonas			

[16] Adaptado de Vollhardt, P e Schore, N. Química Orgânica. 2013, 69.

Anidridos			
Amina			
Amida			
Nitrila	R−C≡N :	—C≡N :	H3C−C≡N :
Isonitrilas	R−N≡C	R−N≡C	H3C−N≡C
Nitrocompostos			

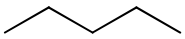
[a]A letra R representa um grupo alquila (segmento de cadeia carbônica). Grupo alquila diferente são distinguidos pela adição de apóstrofos à letra R: R, R', R".

Classificação das cadeias carbônicas.

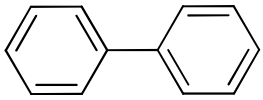
Classificação da cadeia carbônica		Definição	Exemplos
Qual o percurso?	acíclicos	Cadeia aberta	
	cíclicos	Cadeia fechada	
Os carbonos fazem ligação π entre si?	saturado	Quanto se tem apenas ligações simples entre átomos de carbono	
	insaturado	Quando se tem ligações π entre átomos de carbono	
O carbono se liga com quais elementos?	homogenia	Quando o carbono não faz ligações com outros elementos (Ex.: O, N, S, Se e Te) além do hidrogênio ou halogênios	
	heterogenia	Quando o carbono faz ligações com outros elementos (Ex.: O, N, S, Se e Te), exceto os halogênios	
Os carbonos são primários, secundários ou terciários?	Não ramificada	Quando está ligado apenas com carbonos primário ou secundário	
	Ramificada	Quando está ligado a carbonos terciário e/ou quaternários	

(CESGRANRIO - Técnico de Perfuração e Poços Júnior - Petrobras - 2014) De acordo com o tipo de cadeia, com o tipo de ligações e com o arranjo dos átomos, os hidrocarbonetos podem apresentar diferentes classificações.

Associe os hidrocarbonetos com as suas classificações.

I 

II

III 

P - Hidrocarboneto aromático polinuclear com núcleos condensados.

Q - Hidrocarboneto aromático policíclico com núcleos isolados.

R - Hidrocarboneto saturado que possui cinco átomos de carbono.

S - Hidrocarboneto não ramificado que possui oito átomos de hidrogênio.

As associações corretas são:

a) I - R, II - S, III - P

b) I - R, II - S, III - Q

c) I - Q, II - R, III - Q

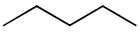
d) I - P, II - R, III - P

e) I - S, II - Q, III – P

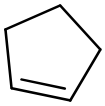
Comentários

As carbônicas podem ser classificadas de diversas maneiras, na tabela acima está resumido para nos ajudar. Com isso podemos resolver a questão.

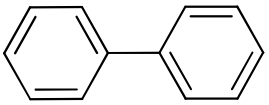
I: Hidrocarboneto com formula molecular C_5H_{12}, de cadeia acíclica, saturada, homogêneo e não ramificada.



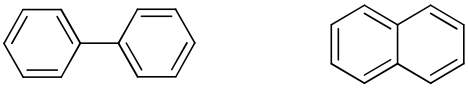
II: Hidrocarboneto com formula molecular C_5H_8, de cadeia cíclica, insaturada, homogenia e não ramificada.



III: Hidrocarboneto com formula molecular $C_{12}H_{10}$, de cadeia cíclica, insaturada, homogenia e ramificada.



Cadeias policíclica ou polinuclear apresentam pelo menos dois ciclos ou anéis. Além disso, é importante saber que núcleos isolados são diferentes de núcleos condensados. Vejam o exemplo:



núcleo isolado núcleo condensado

Assim, a letra B é a correta.

5- Propriedade físicas e químicas dos compostos orgânicos

5.1- Hidrocarbonetos

Os compostos orgânicos mais simples, constituídos apenas por carbono e hidrogênio, são chamados de hidrocarbonetos. Vamos ver a seguir as várias subclasses de hidrocarbonetos:

5.1.1- Alcanos

Os alcanos são hidrocarbonetos saturados de cadeia aberta. Eles se caracterizam por apresentar **fórmula geral C_nH_{2n+2},** sendo que *n* é o número de átomos de carbono que compõe o composto químico. Por exemplo, o butano possui quatro carbonos, então n = 4 logo o número de hidrogênios é igual a 2n+2 = 10. Portanto, sua formula molecular é C_4H_{10}.

Os alcanos são hidrocarbonetos **alifáticos,** suas **moléculas são saturadas,** desprovidas de grupo funcional, **apolares** e **pouco reativos**. Além disso, possuem **densidade menor que a da água**.

O ponto de ebulição dos alcanos varia de acordo com o número de carbonos. Quanto maior a molécula, maior a superfície de nuvens eletrônicas disponíveis para interações com outras moléculas. Os alcanos não ramificados tem um aumento do ponto de ebulição com o aumento do peso molecular. Quando comparamos duas cadeias com mesmo número de carbonos, o ponto de ebulição diminui com o aumento de ramificações da cadeia.

O ponto de fusão é uma propriedade física muito importante na identificação e caracterização de compostos orgânicos, principalmente para avaliar a pureza. Estruturas simétricas resultam em pontos de fusão um pouto mais elevados. Os hidrocarbonetos cíclicos possuem ponto de ebulição e ponto de fusão

maior que os não cíclicos. Na figura abaixo, é possível visualizar no gráfico a variação da densidade, do ponto de fusão e ebulição dos alcanos com o aumento da cadeia carbônica.

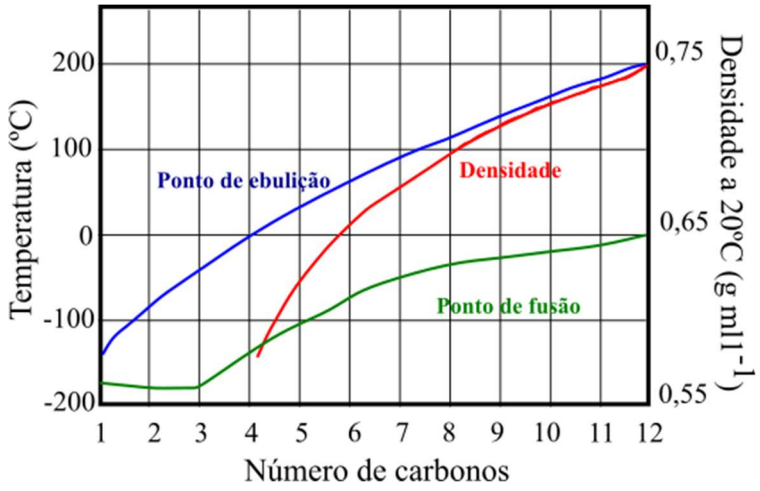


Gráfico da densidade e dos pontos de fusão e ebulição dos alcanos.[17]

Classificação das cadeias carbônicas

Classificação das cadeias carbônica		Definição	Exemplos
Qual o percurso?	acíclico	Cadeia aberta	
	cíclico	Cadeia fechada	
Os carbonos fazem ligação π entre si?	saturado	Quanto se tem apenas ligações simples entre átomos de carbono	
	insaturado	Quando se tem ligações π entre átomos de carbono	
O carbono se liga com quais elementos?	homogenia	Quando o carbono **não** faz ligações com outros elementos (Ex.: O, N, S, Se e Te) além do hidrogênio ou halogênios	
	heterogenia	Quando o carbono faz ligações com outros elementos (Ex.: O, N, S, Se e Te), exceto os halogênios	
Os carbonos são primários, secundários ou terciários?	Não ramificada	Quando está ligado apenas com carbonos primário ou secundário	
	Ramificada	Quando está ligado a carbonos terciário e/ou quaternários	

[17] Adaptado de http://www2.iq.usp.br/docente/lhc/disciplinas/qfl2340-2013/QFL-2340_2013_Aula_07_propriedades_fisicas.pdf. Acessado em 29 de ago. 2018

(IADES - Perito Criminal/Farmácia-Bioquímica - PCDF - 2016) (26/3/2016) Uma jovem de 18 anos de idade morreu após inalar gás de buzina de pressão. Ela estava reunida com amigos na própria casa, em um condomínio de classe média alta em São José do Rio Preto (SP), quando teria inalado a substância. A estudante chegou a ser socorrida pelo Corpo de Bombeiros, mas não resistiu e morreu no local.

Disponível em:

<http://www.correiobraziliense.com.br/app/noticia/brasil/2016/03/26/internas_polbraeco,524210/estudante-de-18-anos-morre-depois-inalar-gas-de-buzina-em-sao-paulo.shtml>.

Acesso em: 10 maio 2016, com adaptações.

De acordo com o centro de toxicologia do Hospital de Base de São José do Rio Preto, o gás de buzina é composto de butano e propano. O produto é também encontrado em isqueiros e sistemas de refrigeração de geladeiras e aparelhos de ar-condicionado. O aparelho, uma lata contendo o gás acoplada a uma buzina, é vendido para fazer barulho, mas acaba sendo inalado.

Disponível em:

<http://ultimosegundo.ig.com.br/brasil/2016-03-27/universitaria-morre-apos-inalar-gas-de-buzina-em-sao-jose-do-rio-preto.html>.

Acesso em: 10 maio 2016, com adaptações.

Em relação aos gases butano e propano, é correto afirmar que eles

a) pertencem à família dos alcanos, que são hidrocarbonetos saturados, contendo apenas ligações simples carbono-carbono.

b) são hidrocarbonetos insaturados, contendo ligação dupla carbono-carbono, e pertencem à família dos alcenos.

c) são hidrocarbonetos insaturados, contendo ligação tripla carbono-carbono, e pertencem à família dos alcinos.

d) pertencem à família dos alcenos, que são hidrocarbonetos saturados, contendo apenas ligações simples carbono-carbono.

e) são hidrocarbonetos saturados, contendo ligação dupla carbono-carbono, e pertencem à família dos alcinos.

Comentários

Na acima está resumido a classificação das cadeias carbônicas, o que facilita a resolução da questão.

Veremos a seguir que alcanos são hidrocarbonetos que apresentam apenas ligações simples entre átomos de carbono, alcenos apresenta pelo menos uma ligação dupla e alcino apresenta pelo menos uma ligação tripla. Logo, a alternativa A é a correta.

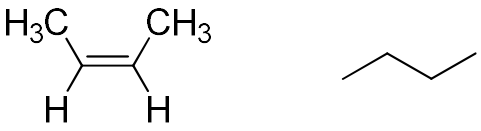
5.1.2- Alcenos

Os alcenos assim como os alcanos são moléculas **apolares,** eles se dissolvem em solventes apolares ou em solventes de baixa polaridade. Além disso, possuem a **densidade menor que a água**. O ponto de ebulição dos alcenos são próximos aos dos alcanos, já o ponto de fusão diferencia um pouco, observe na tabela abaixo.

Propriedades físicas e químicas do 1-hexeno e do hexano.[18]

	$H_2C=CH(CH_2)_3CH_3$	$CH_3–CH_2(CH_2)_3CH_3$
	1-Hexeno	Hexano
Ponto de ebulição	63,4 °C	68,7 °C
Ponto de fusão	-139,8 °C	-95,3 °C
Densidade	0,673 g/mL	0,660 g/mL
Solubilidade em água	Insolúvel	Insolúvel
Momento de dipolo	0,46 D	0,085 D

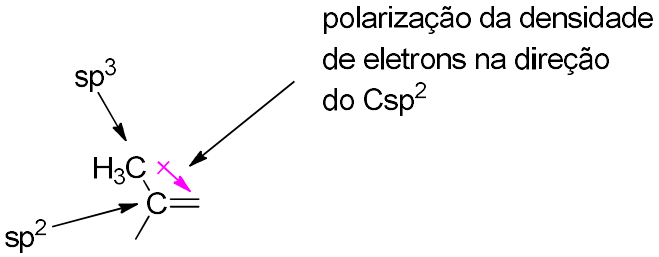
O momento de dipolo (polaridade) dos alcenos são maiores que os alcanos correspondentes. Na figura abaixo, temos como exemplos o buteno à esquerda (alceno) e o butano à direita (alcano).



$\mu = 0{,}25$ D $\qquad\qquad$ $\mu = 0$ D

Comparação do momento de dipolo de alcenos e alcanos.

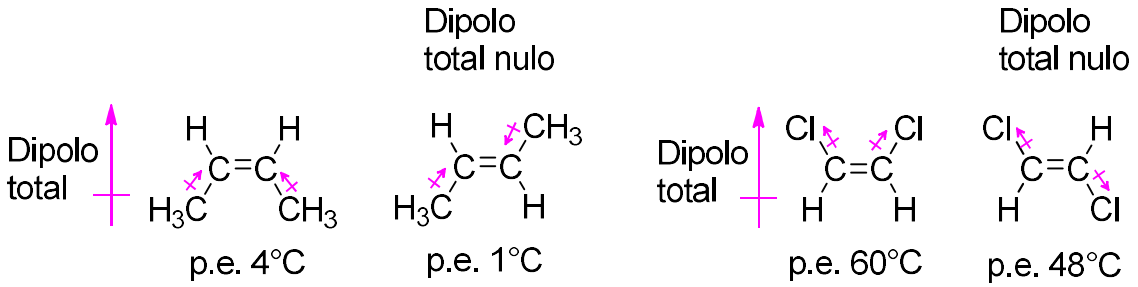
Isso acontece porque os carbonos sp^2 são um pouco mais eletronegativos que os carbonos sp^3. Logo, qualquer ligação C sp^2-C sp^3 possui um pequeno dipolo na ligação, no qual o C sp^3 possui um caráter positivo e o C sp^2 possui um caráter negativo, configurando uma certa polarização da ligação. Veja na figura abaixo.



Polarização da densidade eletrônica em alcenos.

[18] Adaptado de http://www2.iq.usp.br/docente/lhc/disciplinas/qfl2340-2013/QFL-2340_2013_Aula_07_propriedades_fisicas.pdf. Acessado em 29 de ago. 2018

Os alquenos podem ter configuração cis ou trans. Em geral, os cis substituídos são mais polares que os trans substituídos e, com isso, apresentam o ponto de ebulição ligeiramente mais elevados que os trans correspondentes. Observe alguns exemplos na figura abaixo, em que os cis substituídos estão à direita de cada par de substâncias.



Polarização em alquenos: Csp^2 puxa elétrons do Csp^3.[19]

(IBFC – Perito Criminal - POLÍCIA CIENTÍFICA - PR - 2017) Em relação às moléculas dos hidrocarbonetos metano e etileto, analise as afirmativas:

I. O metano (CH_4) tem quatro ligações covalentes C – H. Como todas as quatro ligações têm o mesmo comprimento e todos os ângulos de ligação são os mesmos (109,5º), podemos concluir que as quatro ligações no metano são idênticas.

II. No metano, a ausência de átomos parcialmente carregados pode ser explicada pela eletronegatividade similar do carbono e do hidrogênio, que faz com que tais átomos compartilhem seus elétrons ligantes igualmente.

III. Na molécula de etileno, para se ligar a três átomos, cada carbono hibridiza três orbitais atômicos.

Está correto o que se afirma em:

a) I e II, apenas

b) I, apenas

c) I, II e III

d) III, apenas

e) I e III, apenas

Comentários

Afirmativa I: verdadeira. Conforme estudamos, um carbono saturado, com 4 ligações simples, hibridiza quatro orbitais, 1 s e 3 p (sp^3), para formar quatro ligações idênticas caso os 4 ligantes sejam iguais como é

[19] Adaptado de Vollhardt, P e Schore, N. Química Orgânica. 2013, 453.

o caso do CH_4. Para que os elétrons das ligações se distanciem o máximo possível, seguindo o modelo de repulsão VSEPR, as ligações se organizam formando ângulos de 109,5°, formando um tetraedro em que cada hidrogênio está em um de seus vértices e o carbono no centro da figura geométrica.

Afirmativa II: verdadeira. As eletronegatividades do carbono (2,5) e do hidrogênio (2,1) são diferentes, no entanto são relativamente próximas, o que ajuda a explicar a ausência de átomos parcialmente carregados. Por isso, a afirmativa não está incorreta porque usou o termo "similar" e não "idêntica". Como não são idênticas, existe uma certa polarização da ligação C-H, mas ela é pequena, o que torna a alternativa questionável. De certo, o principal responsável pela apolaridade de hidrocarbonetos é a anulação dos dipolos (setas indicando forças de atração no sentido dos átomos mais eletronegativos em cada ligação), o que é permitido pela geometria molecular tetratédrica.

Afirmativa III: verdadeira. No etileno, $H_2C{=}CH_2$, o carbono faz três ligações sigma com energias próximas e uma ligação pi. Para formar três ligações semelhantes, ele apresenta hibridização sp^2, ou seja, hibridiza três orbitais: 1 *s* e 2 *p*.

5.1.3- Alcinos

Os alcinos apresentam o ponto de ebulição semelhante aos alcenos e alcanos correspondentes. Também possuem densidade semelhantes e são **insolúveis em água**. Veja um comparativo de algumas propriedades dos alcanos, alcenos e alcinos na tabela abaixo.

Ponto de ebulição e densidade do 1-hexino, 1-hexeno e do hexano.[20]

	$HC{\equiv}C(CH_2)_3CH_3$	$H_2C{=}CH(CH_2)_3CH_3$	$CH_3{-}CH_2(CH_2)_3CH_3$
	1-Hexino	**1-Hexeno**	**Hexano**
Ponto de ebulição	71,3 °C	63,4 °C	68,7 °C
Densidade	0,7155 g/mL	0,6731 g/mL	0,6603 g/mL

(FACISA 2014) Indique a alternativa que apresenta uma série isóloga de compostos orgânicos.

A) Etino, etano, eteno

B) Eteno, etino, etano

C) Etano, etino, eteno

D) Etino, eteno, etano

E) Etano, etano, eteno

[20] Adaptado de http://www2.iq.usp.br/docente/lhc/disciplinas/qfl2340-2013/QFL-2340_2013_Aula_07_propriedades_fisicas.pdf. Acessado em 29 de ago. 2018

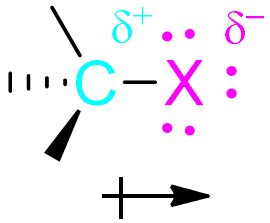
Comentários

Quando uma série de composto possui a mesma função orgânica, mas diferem entre si pelo número de hidrogênios, os compostos são denominados **isólogos**. Assim, a série seria etano, eteno e etino ou etino, eteno e etano, respeitando dessa forma ou uma ordem crescente ou decrescente de números de carbono.

Em suma, a alternativa D é a correta.

5.2- Haletos orgânicos

Os haletos orgânicos são formados por hidrocarbonetos e halogênios (F, Cl, Br e I). Esses compostos possuem propriedades físicas bem diferentes dos alcanos correspondentes. Os halogênios são muito eletronegativos, por isso se tem uma densidade eletrônica deslocada para o halogênio deixando o com uma carga parcial negativa e o carbono com uma carga parcial positiva. A figura abaixo ilustra a polaridade dos haletos orgânicos.



Caráter da ligação C-X (X = F, Cl, Br e I).

A densidade de haletos de alquila é maior do que a da água em muitos casos. O ponto de fusão dos haletos orgânicos, geralmente, é maior que dos alcanos correspondentes, isso ocorre devido a polarização da ligação C-X (X = F, Cℓ, Br e I), já que os halogênios são átomos com elevada eletronegatividade. A presença de polos acaba por aumentar a atração entre moléculas. Ademais, quanto maior o tamanho do raio de X (haleto), maior as interações de London, menor a força da ligação C-X, maior o comprimento da ligação C-X com o mesmo R, e maior o ponto de ebulição. A tabela abaixo apresenta alguns exemplos.

Ponto de ebulição dos haletos orgânicos.[21]

Ponto de ebulição (°C)						
R	X=	H	F	Cl	Br	I
CH_3		-161,7	-78,4	-24,2	3,6	42,4
CH_3CH_2		-88,6	-37,7	12,3	38,4	72,3
$CH_3(CH_2)_2$		-42,1	-2,5	46,6	71,0	102,5
$CH_3(CH_2)_3$		-0,5	32,5	78,4	101,6	130,5
$CH_3(CH_2)_4$		36,1	62,8	107,8	129,6	157,0
$CH_3(CH_2)_7$		125,7	142,0	182,0	200,3	225,5

[21] Adaptado de Vollhardt, P e Schore, N. Química Orgânica. 2013, 216.

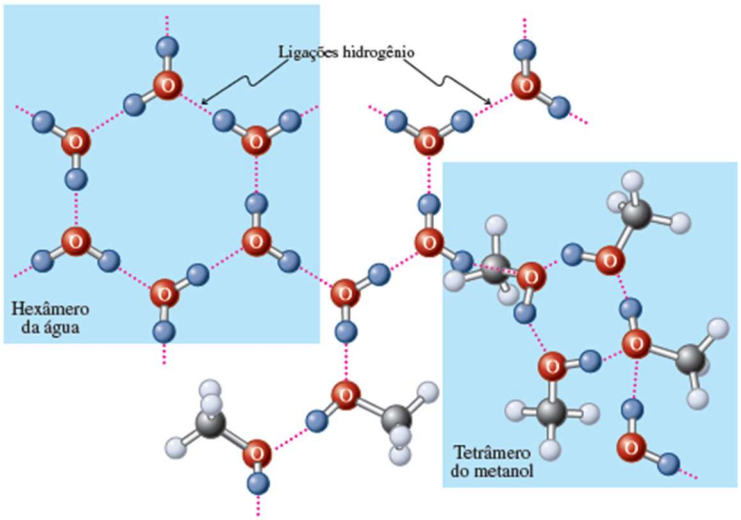
5.3- Álcoois

Os álcoois apresentam interações intermoleculares fortes do tipo "ponte de hidrogênio" (**hidrogênio ligado a FON** – Flúor, Oxigênio ou Nitrogênio, que são átomos muito eletronegativos) ou ligações de hidrogênio, aumentado a polarização da molécula pela presença dessa ligação. A maior polarização da molécula, mesmo que localmente, resulta numa maior interação entre as moléculas, maiores forças intermoleculares, ou seja, se faz necessário uma maior força ou energia para separá-las, resultando em pontos de ebulição mais altos que hidrocarbonetos e haletos orgânicos correspondentes, dados esses que podem ser comparados na tabela abaixo.

Propriedades físicas de álcoois, haletos orgânicos e alcanos correspondentes selecionados.[22]

Composto	Nome IUPAC	Nome Comum	Ponto de fusão (°C)	Ponto de ebulição (°C)	Solubilidade em H_2O em 23 °C
CH_3OH	Metanol	Álcool metílico	-97,8	65,0	infinita
CH_3Cl	Clorometano	Cloreto de metileno	-97,7	-24,2	0,74 g/100 mL
CH_4	Metano		-182,5	-161,7	3,5 mL(gás)/100 mL
CH_3CH_2OH	Etanol	Ácool etílico	-114,7	78,5	infinita
CH_3CH_2Cl	Cloroetano	Cloreto de etila	-136,4	12,3	0,447 g/100 mL
CH_3CH_3	Etano		-183,3	-88,6	4,7 mL(gás)/100 mL
$CH_3CH_2CH_2OH$	1-Propanol	Álcool propílico	-126,5	97,4	infinita
$CH_3CH_2CH_3$	Propanol		-187,7	-42,1	6,5 mL(gás)/100 mL
$CH_3CH_2CH_2CH_2OH$	1-Butanol	Álcool butílico	-89,5	117,3	8,0 g/100 mL
$CH_3(CH_2)_4OH$	1-Pentanol	Álcool pentílico	-79	138	2,2 g/100 mL

[22] Adaptado de Vollhardt, P e Schore, N. Química Orgânica. 2013, 290.

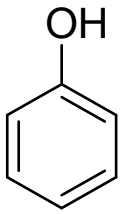


Ligações de hidrogênio ou "pontes de hidrogênio" em uma solução de metanol em água.[23]

Os álcoois possuem uma polaridade na molécula por causa de ligação C-OH. O oxigênio é eletronegativo e isso causa uma polarização na ligação O-H de maneira que o oxigênio tenha uma carga parcial positiva. Com isso, os álcoois de cadeia longa possuem um caráter **polar** e **apolar**. Logo, quanto maior a cadeia de hidrocarbonetos mais apolar será a molécula. Além disso, os álcoois também são solúveis em solventes polares, como a água.

5.4- Fenóis

Os fenóis são compostos orgânicos que possuem um grupo OH ligado ao anel aromático. Veja o exemplo na figura abaixo. A maioria dos fenóis são **sólidos** e **pouco solúveis em água**. Por conta do grupo OH, os fenóis podem fazer **ligações de hidrogênio** entre si e com isso possuem interações intermoleculares fortes. Por conta das interações moleculares fortes esses compostos possuem altos pontos de fusão e ebulição. Exploraremos, em outra aula, mais detalhadamente a classe dos fenóis.



Fenol.

[23] Vollhardt, P e Schore, N. Química Orgânica. 2013, 291.

5.5- Éteres

Os éteres são moléculas **polares**, entretanto, é observado apenas ligações do tipo **dipolo-dipolo fracas**. O ponto de ebulição dos éteres é próximo a dos hidrocarbonetos e menores que os álcoois de mesmo peso molecular, veja na tabela abaixo.

Ponto de ebulição dos éteres em comparação com álcoois correspondentes.[24]

Éter	Ponto de ebulição (°C)	Álcool	Ponto de ebulição (C°)
CH_3OCH_3	-23,0	CH_3OH	78,5
$CH_3OCH_2CH_3$	10,8	$CH_3CH_2CH_2OH$	82,4
$CH_3CH_2OCH_2CH_3$	34,5	$CH_3(CH_2)_3OH$	117,3
$(CH_3CH_2CH_2CH_2)O$	142	$CH_3(CH_2)_7OH$	194,5

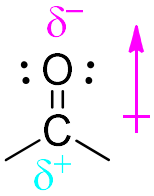
Os éteres podem formar ligações de hidrogênio com a água e por isso os dois menores membros da série são solúveis em água e quanto maior for a for a cadeia de hidrocarbonetos menor será a solubilidade de éteres em água, vejam na tabela abaixo.

Solubilidade de éteres em água.[25]

Nº Carbonos	Fórmula	Solubilidade
2	CH_3OCH_3	solúvel
3	$CH_3CH_2OCH_3$	solúvel
4	$CH_3CH_2CH_2OCH_3$	Pouco solúvel (10 g/100 g de H_2O)
5	$CH_3CH_2CH_2CH_2OCH_3$	Quase insolúvel (1,9 g/100 g de H_2O)
6	$CH_3CH_2CH_2CH_2O\ CH_2CH_3$	insolúvel (0,25 g/100 g de H_2O)

5.6- Aldeídos e cetonas

Os aldeídos e cetonas são moléculas **polares** por causa do dipolo da ligação C=O. Essa diferença de carga pode ser vista na molécula da figura abaixo. Aldeídos e cetonas possuem densidade menor que a da água.

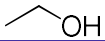


Dipolo da ligação C=O dos aldeídos e cetonas.

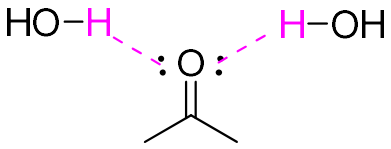
[24] Adaptado de http://www2.iq.usp.br/docente/lhc/disciplinas/qfl2340-2013/QFL-2340_2013_Aula_07_propriedades_fisicas.pdf. Acessado em 29 de ago. 2018
[25] Adaptado de http://www2.iq.usp.br/docente/lhc/disciplinas/qfl2340-2013/QFL-2340_2013_Aula_07_propriedades_fisicas.pdf. Acessado em 29 de ago. 2018

Devido a essa alta polaridade, os aldeídos e as cetonas apresentam pontos de ebulição mais elevados que alcenos ou alcanos com massas e formas moleculares semelhantes. Como os aldeídos e cetonas **não fazem ligação de hidrogênio** os mesmos possuem ponto de ebulição menores que os álcoois correspondentes. Vejam na tabela abaixo os pontos de ebulição de cetonas, aldeídos, alcenos e dos álcoois correspondentes.

Pontos de ebulição de cetonas, aldeídos, alcenos e dos álcoois correspondentes.[26]

	Ponto de ebulição (°C)	Momento de dipolo (μ)
	-47,4	0,4
	20,8	2,7
	78,3	1,7
	-69,9	0,5
	56,5	2,7
	82,3	1,7

Aldeídos e cetonas com cadeia carbônica pequena são solúveis em água, pois o oxigênio da carbonila pode fazer ligações de hidrogênio com os hidrogênios da água. A solubilidades de aldeídos e cetonas em água diminui à medida que o número de carbonos aumenta, pois, o caráter apolar aumenta com o aumento da cadeia carbônica.



Ligação de hidrogênio do oxigênio da carbonila com o hidrogênio da água.[27]

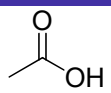
A acetona (propanona) e a 2-butanona, por exemplo, são usadas como solventes pois dissolvem a água e uma variedade de compostos orgânicos. Além disso, possuem ponto de ebulição baixo e podem ser facilmente separados de outros compostos menos voláteis.

5.7- Ácidos carboxílicos

Os ácidos carboxílicos com cadeia carbônica menores são líquidos. Por outro lado, em geral, os aromáticos e dicarboxílicos são sólidos. Os ácidos carboxílicos possuem alto ponto de ebulição, possuem odores ácidos e perfumantes. Os elevados pontos de ebulição dos ácidos carboxílicos são explicados pela polaridade e principalmente porque eles fazem ligações de hidrogênio. Dessa forma, o ponto de ebulição desses compostos é considerado mais altos que outros compostos com massa molecular aproximada, veja na tabela abaixo.

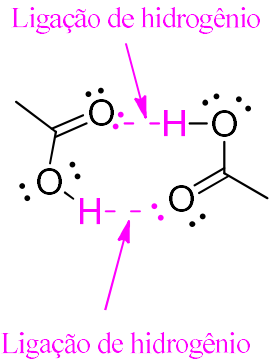
[26] Adaptação de Loudon, M. Parise, J. Organic Chemistry, 2016, 952
[27] Adaptação de Loudon, M. Parise, J. Organic Chemistry, 2016, 952

Ponto de ebulição ácido acético comparado com outros compostos correspondentes.[28]

Nome do composto	Estrutura	Ponto de ebulição (ºC)
Ácido acético		117,9
Álcool isopropílico		82,3
Acetona		56,5
Isobutileno		-6,9

Os ácidos carboxílicos mais simples são muito solúveis em água porque o oxigênio da carbonila pode fazer ligação de hidrogênio com o hidrogênio da água.

Os ácidos podem formarem dímeros em líquido puro e soluções de solventes próticos (lembrando que um dímero é qualquer estrutura derivada de duas unidades menores idênticas), figura abaixo.



Ligação de hidrogênio do dímero do ácido acético.[29]

5.8- Ésteres

Os ésteres são compostos polares com ponto de ebulição próximos aos dos aldeídos e cetonas correspondentes e menos elevados que álcoois e fenóis. Os ésteres de baixo peso molecular são voláteis e possuem aromas agradáveis. Além disso, eles são utilizados na indústria como solvente, por exemplo o acetato de etila (ponto de ebulição 77°C) e o acetato de butila (ponto de ebulição 127°C). Já os ésteres de peso molecular mais elevado e baixa volatilidade são usados como aditivos para aumentar a flexibilidade de polímeros.

Os ésteres não fazem ligação de hidrogênio intramolecular, possuem densidade menor do que da água e são insolúveis em água.

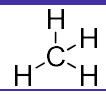
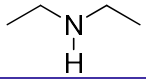
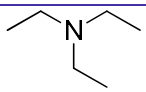
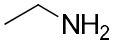
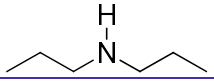
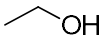
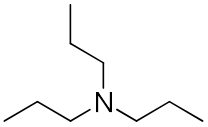
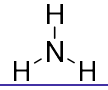
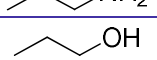
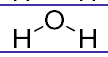
---

[28] Adaptado de http://www2.iq.usp.br/docente/lhc/disciplinas/qfl2340-2013/QFL-2340_2013_Aula_07_propriedades_fisicas.pdf. Acessado em 29 de ago. 2018
[29] Adaptado de http://www2.iq.usp.br/docente/lhc/disciplinas/qfl2340-2013/QFL-2340_2013_Aula_07_propriedades_fisicas.pdf. Acessado em 29 de ago. 2018

5.9- Aminas

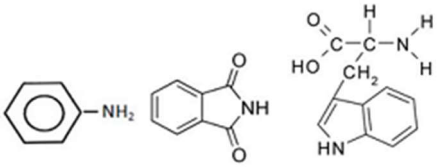
As aminas também fazem ligações de hidrogênio como os álcoois, porém são ligações mais fracas, pois o nitrogênio é menos eletronegativo que o oxigênio. E por isso os pontos de fusão e ebulição são relativamente mais baixos e a solubilidade em água é menor se comparados com os dos álcoois. As aminas menores são solúveis em água e em álcoois correspondentes. Com o aumento da cadeia carbônica, a solubilidade em água decresce rapidamente. Em virtude disso, as aminas maiores são insolúveis em água. Vejam na tabela abaixo com as propriedades físicas de aminas, álcoois e alcanos correspondentes.

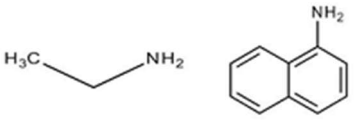
Propriedades físicas de aminas, álcoois e alcanos.[30]

Composto	Ponto de Fusão (ºC)	Ponto de ebulição (ºC)	Composto	Ponto de Fusão (ºC)	Ponto de ebulição (ºC)
	-182,5	-161,7		-93	7,4
H_3C-NH_2	-93,5	-6,3		-117,2	2,9
H_3C-OH	-97,5	65,0		-48	56,3
H_3C-CH_3	-183,3	-88,6		-114,7	89,3
	-81	16,6		-40	110
	-114,41	78,5		-94	155
	-187,7	-42,1		-77,7	-33,4
	-83	47,8		0	100
	-126,2	97,4			

[30] Adaptado de Vollhardt, P e Schore, N. Química Orgânica. 2013, 977.

(CETRO - Químico - ANVISA - 2013) Observe as estruturas abaixo.





Assinale a alternativa que apresenta as estruturas que correspondem a aminas.

a) I, II e III, apenas.

b) I, II e IV, apenas.

c) I, IV e V, apenas.

d) II, III e V, apenas.

e) III, IV e V, apenas.

Comentários

As cinco estruturas são nitrogenadas, ou seja, possuem nitrogênio em sua estrutura, entretanto as estruturas I, IV e V são aminas e as estruturas II e III são amidas. As amidas se diferenciam das aminas por possuírem um oxigênio ligado ao carbono nitrogenado, vejam o exemplo abaixo.

Amida Amina

5.10- Amidas

As amidas possuem caráter sintéticos, são derivadas de ácidos carboxílicos e dificilmente são encontradas na natureza. Elas são polares devido à presença do grupo C=O. As amidas primárias podem fazer ligações de hidrogênio entre si. Devido à alta polaridade, as amidas possuem pontos de fusão e ebulição muito elevados, superiores aos dos ácidos carboxílicos correspondentes. A polaridade das amidas interfere na solubilidade das mesmas, as mais simples são solúveis em água e pouco solúveis em solventes apolares. Em geral, as amidas são solúveis em álcool e éter.

A densidade das amidas é maior que a da água. A metanamida, por exemplo, a amida mais simples, apresenta densidade igual a 1,146 g/ml na temperatura de 4°C.

Na tabela abaixo estão resumidas as propriedades físicas e químicas dos compostos orgânicos. Ela servirá, portanto, como uma ferramenta de revisão. Lembre-se de correlacionar pontos de fusão (PF) e ebulição (PE) com o tipo de ligação intermolecular presente. Quanto mais forte for essas ligações, maiores serão os PE e PF.

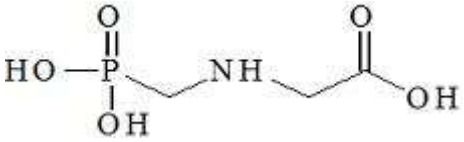
Propriedades físicas e químicas dos compostos orgânicos.[31]

Grupos funcionais	Polaridade	Forças intermoleculares	Pontos de fusão e de ebulição	Solubilidade em água	Densidade em relação à água	Reatividade ou caráter
Hidrocarbonetos	Apolares	Van der Waals	Baixos	Insolúveis	Menor	Baixa reatividade
Haletos orgânicos	Apolar ou fracamente polar	Dipolo permanente e induzido	Mais altos que os dos alcanos	Insolúveis	Menor, com algumas exceções	Alta reatividade
Álcoois	Parte polar e parte apolar	Ponte de hidrogênio	Maiores que os de hidrocarbonetos. Quanto maior o PM o PE e PF	Até 4 C: solúveis	Menor para monoálcoois	Anfótero muito fraco
Fenóis	A maioria é polar	Pontes de hidrogênio	Médios	Pouco solúveis	Maior	Caráter ácido
Éter	Fracamente polar	Dipolo permanente e induzido	Próximos aos alcanos	Pouco solúveis	menor	Anfótero muito fraco
Aldeídos	Polar	Dipolo permanente e induzido	Mais baixos que os álcoois	Até 4 C: solúveis	Menor para os mais simples	Alta reatividade
Cetonas	Mais polar que os aldeídos	Dipolo permanente e induzido	Menores que os de aldeídos e menores que os de álcoois	Até 4 C: solúveis (mais que os aldeídos)	Menor para os mais simples	Alta reatividade
Ácidos carboxílicos	Muito polar	Pontes de hidrogênio	Maiores que os de aldeídos e menores que os de álcoois	Até 4 C: totalmente solúveis	Menor para os mais simples	Alta reatividade
Ésteres	polar	Dipolo permanente e induzido	Mais baixos que os de álcoois	Éster simples: parcialmente solúveis	Menor para os mais simples	Francamente básico
Anidridos	polar	Dipolo permanente induzido	Mais baixos que os de álcoois	Pouco solúvel	Maior	Mais reativos que os ácidos
Haletos de ácido	polar	Dipolo permanente e induzido	Maiores que os de ésteres e menores que os de ácidos	Pouco solúvel	Maior	Alta reatividade

[31] Adaptado de http://cpcs.sites.ufms.br/files/2013/04/Q_Organica-P1-Aula_3a-Propridades-Fisicas.pdf. Acessado em 2 de set. 2018

Aminas	Polar	Ligação de hidrogênio (primárias e secundárias)	Maiores que os de alcanos e menores que os de álcoois	Até 5 C: solúveis, depois praticamente insolúveis	Menor para alifáticas e maior para aromáticas	Básico
Amidas	Muito polar	Ligação de hidrogênio	Maiores que os de ácidos carboxílicos	As mais simples são solúveis	Maior	Fracamente básico
Nitrilas	Polar	Dipolo permanente e induzido	Maiores que os de álcoois	Insolúveis	Em geral maior	Fracamente básico
Isonitrilas	Polar	Dipolo permanente e induzido	Maiores que os de álcoois	Parcialmente solúveis	Em geral maior	Fracamente básico
Nitrocompostos	Muito polar	Dipolo permanente e induzido	Maiores que os álcoois	Insolúveis	Maior	Alta reatividade

(CENTRO - Químico - ANVISA - 2013) A substância representada abaixo é mais conhecida pelo nome usual de Glifosato®, a qual atua como um herbicida não-seletivo, de aplicação pós-emergente, de baixa toxicidade para os humanos. Até o ano de 2011 representava 60% da fatia das vendas no mercado mundial.



Assinale a alternativa que contém a função orgânica presente na molécula acima:

a) Álcool.

b) Amida.

c) Ácido sulfônico.

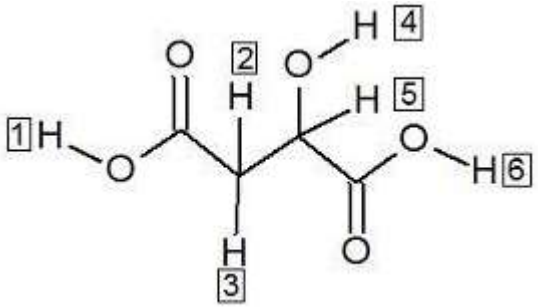
d) Hidrocarboneto.

e) Aminoácido.

Comentários

Os aminoácidos são ácidos carboxílicos que contêm uma função amina.

(CENTRO - Químico - ANVISA - 2013) A presença do ácido málico garante o gosto amargo de algumas frutas, dentre elas as maçãs-verdes. A fórmula estrutural desta substância é apresentada abaixo e na mesma foram numerados os seus respectivos átomos de hidrogênio. Em relação a esses últimos, assinale a alternativa que contém aqueles que são responsáveis pela ionização da molécula quando colocada em meio aquoso.



a) 1 e 6

b) 2 e 3

c) 4 e 5

d) 1 e 2

e) 3 e 6

Comentários

A função ácido carboxílico possui hidrogênio hidrolisável. Os hidrogênios 1 e 6 fazem parte da função orgânica ácido carboxílico logo são responsáveis pela a ionização da molécula.

QUESTÕES COMENTADAS

1. (CEPERJ – Professor/Ciências – SEDUC-RJ- 2013) Considere a charge e o texto abaixo e responda à questão.

(Jornal O Dia – 25/03/2013)

A partícula denominada quark é uma das partículas fundamentais do Universo (a outra é o lépton, constituinte dos elétrons). Os quarks se caracterizam por estarem no núcleo atômico, mais precisamente nos prótons e nos nêutrons, uma vez que os prótons e os nêutrons são nada mais que uniões de quarks de determinadas cargas e massas.

O carbono radioativo ($_6C^{14}$) utilizado pelos cientistas em seus experimentos de "rastreamento" é um isótopo do carbono comum ($_6C^{12}$), isto é, apresenta mesmo número atômico (Z) e diferentes números de massa (A). O carbono radioativo apresenta a seguinte constituição:

a) 6 prótons, 6 nêutrons e 6 elétrons

b) 14 prótons, 8 nêutrons e 6 elétrons

c) 6 prótons, 8 nêutrons e 6 elétrons

d) 8 prótons, 14 nêutrons e 6 elétrons

e) 8 prótons, 6 nêutrons e 8 elétrons

Comentários

Como sabemos, isótopos são elementos químicos de um mesmo átomo que se diferenciam pelo número de nêutrons. Vimos em aulas passadas que o número de prótons é igual ao número atômico (Z) e, quando o átomo é neutro, o número de elétrons é igual ao número atômico. Logo para determinar o número de nêutrons utilizaremos a seguinte fórmula:

Número de massa (A) = número de nêutrons (N)+número de prótons (P)

$$A = N + P$$

$$14 = N + 6$$

$$N = 8$$

Assim, temos 6 prótons, 8 nêutrons e 6 elétrons.

2. (CENTRO - Químico - ANVISA - 2013) Metano e água têm, respectivamente, massas molares iguais a 16 e 18g mol^{-1}, ou seja, são muito próximas. No entanto, o estado físico predominante dessas substâncias, em condições ambiente, são bem diferentes: a primeira é um gás e a segunda um líquido. Tal diferença pode ser explicada pela geometria molecular, assim como pela polaridade de ambas. Assinale a alternativa que possui, a relação correta entre a geometria molecular e a força de atração intermolecular do metano e da água, respectivamente.

a) Metano: angular e dipolo induzido/ Água: angular e dipolo permanente.

b) Metano: tetraédrica e dipolo induzido/ Água: angular e ligação de hidrogênio (ponte).

c) Metano: piramidal e dipolo induzido/ Água: angular e ligação de hidrogênio (ponte).

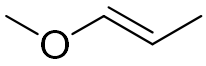
d) Metano: tetraédrica e dipolo permanente/ Água: angular e ligação de hidrogênio (ponte).

e) Metano: tetraédrica e dipolo induzido/ Água: linear e ligação de hidrogênio (ponte).

Comentários

O metano possui geometria tetraédrica e a água possui geometria angular. A força de atração intermolecular será estudada no decorrer do capítulo e em outras aulas, por hora, devemos saber que as moléculas do metano se interagem por forças do tipo dipolo induzido e as moléculas de água por ligação de hidrogênio (ponte). Assim, a alternativa correta é a letra B.

3. (CONSULPLAN – Químico – MAPA - 2014) Quantos carbonos estão com seus orbitais hibridizados no tipo sp^3 no composto apresentado?



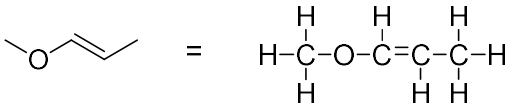
a) 1.

b) 2.

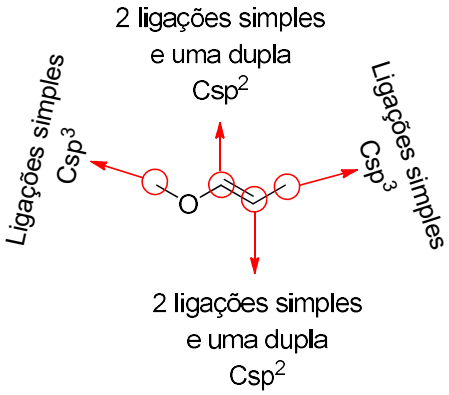
c) 3.

d) 4.

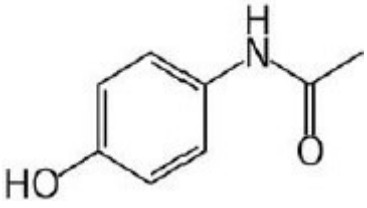
Comentários



Vimos que o átomo de carbono apresenta hibridização sp^3 quando realiza ligações com quatro átomos diferentes. Vimos ainda que o carbono apresenta hibridização sp^2 quando realiza ligações com três átomos diferentes. Logo, o composto apresentado possui dois carbonos com hibridização do tipo sp^3 e dois do tipo sp^2. Observem nos destaques realizados na estrutura abaixo:



4. (UNESC 2017) O acetaminofeno, popularmente conhecido como paracetamol, é um dos fármacos mais importantes utilizado no tratamento da dor leve a moderada quando não há necessidade de efeito anti-inflamatório. Analisando a fórmula estrutural plana do acetaminofeno. O número de átomos de carbono com hibridização sp^3, sp^2 e sp, dos átomos de carbono desse composto, é, respectivamente:



A) 5; 2; 1

B) 6; 1; 1

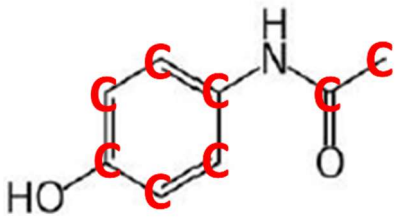
C) 1; 7; 0

D) 1; 5; 2

E) 2; 6; 0

Comentários

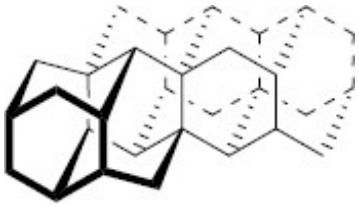
O carbono é sp^3 ao fazer quatro ligações simples; é sp^2 ao realizar uma ligação dupla; e é sp se fizer uma ligação tripla ou duas ligações duplas. Assim, podemos dizer que, na molécula acima, temos 1 carbono sp^3, 7 carbonos sp^2 e nenhum carbono sp. Lembre-se que, na representação por bastão, utilizada acima, cada extremidade e cada ponto de inflexão da estrutura correspondem a um carbono, conforme assinalado abaixo em vermelho. Além disso, a tetravalência (as 4 ligações) do carbono são completadas com hidrogênios que também são omitidos na representação por bastão.



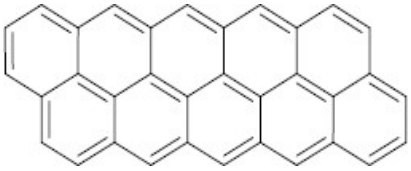
Desta forma, a letra C é a alternativa correta.

5. (CESMAC - 2019) O carbono é encontrado na natureza em diferentes arranjos e estruturas. O carbono diamante (Cdiam), possui alto valor agregado e é formado sob alta pressão, possuindo estrutura onde o carbono realiza quatro ligações simples. Já o carbono grafite (Cgraf) possui valor agregado muito baixo, comparado ao seu alótropo diamante e realiza ligações duplas conjugadas. As representações das estruturas dos átomos de carbono nos diferentes alótropos, diamante e grafite, estão representadas abaixo.

Diamante



Grafite



A partir das estruturas citadas e do enunciado da questão, podemos afirmar que a hibridização dos átomos de carbono presentes no diamante e no grafite são, respectivamente:

a) sp^3 e sp

b) sp^2 e sp^2

c) sp^3 e sp^2

d) sp^3 e sp^3

e) sp^2 e sp^3

Comentários

Como mencionado no enunciado, os átomos de carbono no diamante fazem quatro ligações simples, já o carbono grafite realiza uma ligação dupla. Como vimos anteriormente, o carbono apresenta hibridização sp^3 quando faz quatro ligações simples, e sp^2 quando faz uma ligação dupla, logo a hibridização do carbono diamante é sp^3 e do carbono grafite é sp^2.

6. (CESPE – Perito Criminal/Química - POLÍCIA CIENTÍIFICA-PE -2016) No trabalho forense, um ensaio que auxilia a avaliação de grupo funcional em amostras é o teste de bromo, capaz de indicar a presença do grupo funcional alceno. A respeito da estrutura eletrônica da ligação C=C, é correto afirmar que ela é formada) pela interação σ entre dois orbitais não hibridizados *p* e pela interação π entre dois orbitais com hibridização sp^2.

b) pela interação π entre dois orbitais com hibridização *sp* e pela interação π entre dois orbitais não hibridizados *p*.

c) pela interação σ entre dois orbitais com hibridização sp^2 e pela interação π entre dois orbitais não hibridizados *p*.

d) pela interação σ entre dois orbitais com hibridização sp^2 e pela interação σ entre dois orbitais não hibridizados *p*.

e) pela interação σ entre dois orbitais com hibridização sp^3 e pela interação π entre dois orbitais com hibridização sp^2.

Comentários

A ligação C=C é formada por uma ligação σ e uma ligação π. A ligação σ é formada pela interação dos orbitais hibrido sp^2 de cada átomo de carbono e a ligação π é formada pelas interações dos orbitais p de cada carbono.

7. (UTFPR - Químico - UTFPR - 2015) O metano é um dos compostos mais abundantes de todos os compostos do ciclo do carbono. É formado principalmente quando os compostos que contêm carbono se decompõem, na ausência de ar (condições anaeróbias). Sobre a hibridização e as ligações do metano é correto afirmar que:

a) todos os três orbitais sp^3 do átomo de carbono da molécula de metano têm igual energia, pois os elétrons de valência do carbono estão distribuídos igualmente entre si.

b) ligações σ que envolvem orbitais híbridos sp^3 de carbono são mais fortes do que as ligações que envolvem orbitais não híbridos 2s ou 2p.

c) cada ligação C-H é uma ligação σ em que um orbital 1s semipreenchido de hidrogênio se sobrepõe a um orbital p semipreenchido de carbono.

d) os eixos dos orbitais híbridos sp do metano apontam para os vértices de um tetraedro.

e) a teoria de ligação de valência se baseia na sobreposição em fase dos orbitais semipreenchidos dos átomos conectados, e os orbitais híbridos do carbono na molécula de metano apresentam a configuração eletrônica $1s^2 2s^2 2p_x^1 2p_y^1$.

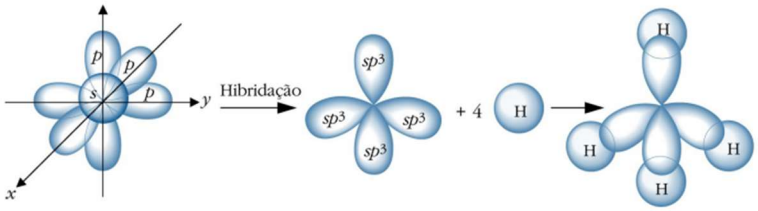
Comentários

Questão perniciosa. Por isso, vamos analisar com calma cada uma de suas alternativas.

Letra A: incorreta. Todos os orbitais sp^3 do carbono do metano têm igual energia. No entanto, são 4 orbitais e não três como é afirmado. Erro sútil que poderia enganar o aluno pouco atento.

Letra B: correta. Se pensássemos somente na energia dos orbitais atômicos, julgaríamos a alternativa incorreta, pois orbitais híbridos tem energia intermediária entre os orbitais que o originaram, conforme ilustrado abaixo.

No entanto, outros aspectos precisam ser considerados. O primeiro deles é que não estamos analisando a energia do átomo de carbono, mas sim os orbitais moleculares responsáveis pelas ligações entre carbono e hidrogênio do CH_4. Além disso, devemos ter em mente que a força de uma ligação covalente se relaciona também com a sobreposição dos orbitais atômicos envolvidos. Sendo assim, quanto maior for a sobreposição, mais forte será a ligação e menor será sua energia. Ao apresentar hibridização sp^3, o carbono realiza 4 ligações covalentes com sobreposição frontal (sobreposição efetiva) com os orbitais s dos hidrogênios, conforme ilustrado abaixo.



Hibridização sp^3 do metano. [32]

Admitindo que o carbono é tetravalente, sabemos que, caso ele não apresente hibridização sp^3, pelo menos uma de suas 4 ligações será pi (π), oriunda de orbitais não hibridizados, na qual a sobreposição é lateral, menos efetiva, o que enfraquece a ligação.

Outro fator a ser observado que confirma essa tendência é a repulsão dos pares de elétrons. Segundo o modelo da repulsão dos pares de elétrons da camada de valência (RPECV ou VSEPR), quanto mais afastados estão os pares de elétrons, menor será a energia de repulsão eletrônica. Sob esse aspecto, notamos que os pares de elétrons na hibridização sp^3 estão mais distantes entre si do que em carbonos que apresentam duplas ligações, em que, pelo menos dois pares, estão muito próximos, ambos na região interátomos. Sendo assim, a menor repulsão dos pares de elétrons na hibridização sp^3 contribui para uma maior estabilização e, consequentemente, para a formação de ligações mais fortes.

Letra C: incorreta. Como no metano o carbono apresenta hibridização, não será seus orbitais p que participarão da ligação, mas sim os orbitais sp^3.

Letra D: incorreta. Embora os orbitais do carbono do metano apontem para os vértices de um tetraedro, a sua hibridização é sp^3 e não sp.

Letra E: incorreta. Embora não seja foco desta aula, a teoria de ligação de valência explica a ligação química como resultado da sobreposição de orbitais atômicos e emparelhamento de elétrons. No entanto, a distribuição eletrônica apresentada está incorreta por não apresentar a hibridização e os 4 elétrons desemparelhados, o que permitiria a formação de 4 ligações sigma de mesma energia.

8. (COSEAC - Técnico de Laboratório/Área: Química - UFF - 2015) O hidrocarboneto que apresenta todos os átomos de carbono com orientação espacial tetraédrica é:

a) eteno.

[32] BARBOSA, L. C. A. Introdução à Química Orgânica. 2011, 7.

b) benzeno.

c) etino.

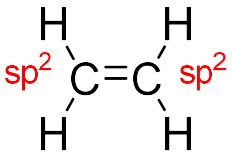
d) prop-1,2-dieno.

e) metil-propano.

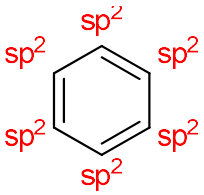
Comentários

Na tabela acima é mostrado um resumo das ligações feitas pelo carbono com respectivas hibridizações, geometrias e ângulos de ligações. Com isso, fica fácil resolver a questão. Vejamos:

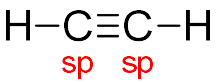
Eteno: cada carbono faz três ligações → hibridização sp^2 → geométrica = trigonal planar



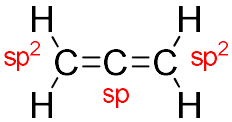
Benzeno: cada carbono faz três ligações → hibridização sp^2 → geométrica = trigonal planar



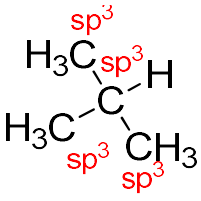
Etino: cada carbono faz duas ligações → hibridização *sp* → geométrica = linear



Prop-1,2-dieno: os carbonos terminais fazem três ligações → hibridização sp^2 → geométrica = trigonal plana. Já o carbono central faz duas ligações → hibridização *sp* → geométrica = linear



Metil-propano: os quatro carbonos fazem quatro ligações cada um → hibridização sp^3 → geometria tetraédrica



Assim, a alternativa correta é a letra E.

9. (CENTRO - Químico - ANVISA - 2013) HCN é um gás que foi muito utilizado nas câmaras dos campos de concentração, na Alemanha nazista, para o extermínio de seres humanos. Sabe-se que o mesmo se combina com a hemoglobina e, por sua vez, causa a morte da pessoa por asfixia, pelo fato de a estrutura sanguínea não conseguir se combinar ao O2 oriundo da inspiração. Em solução aquosa forma um ácido fraco. Assinale a alternativa que possui a geometria molecular e o tipo de ligação intramolecular, respectivamente.

a) Angular e covalente.

b) Linear e covalente.

c) Linear e iônica.

d) Linear e coordenada.

e) Angular e iônica.

Comentários

Na molécula de HCN, o carbono faz uma ligação simples com o átomo de hidrogênio e uma ligação tripla com o átomo de nitrogênio (H-C≡N), desta forma, concluímos que a hibridização do carbono é *sp* e, como já mostrado anteriormente, carbonos com hibridização *sp* possuem geometria linear. Além disso, vimos anteriormente que o carbono faz ligação covalente. Desta forma, a alternativa B é a correta.

10. (IFSul 2018) Leia o texto abaixo e responda à questão.

A qualidade da gasolina é definida de acordo com o índice de octanagem do combustível. A gasolina é uma mistura de hidrocarbonetos que variam sua cadeia carbônica de quatro a doze átomos de carbono (gasolina automotiva) e de cinco a dez átomos de carbono (gasolina de aviação), a média de átomos de carbono geral das cadeias é de oito carbonos. As gasolinas que possuem alto índice de isoctano são considerados combustíveis de alta qualidade e poder de combustão. A equação não-balanceada abaixo representa a reação de combustão do isoctano:

$$CH_3C(CH_3)_2CH_2CH(CH_3)_2 + O_2 \rightarrow H_2O + CO_2 \quad \Delta H = -11{,}5 \text{ kcal/mol}$$

O isoctano é um hidrocarboneto que apresenta cadeia carbônica

A) normal e insaturada.

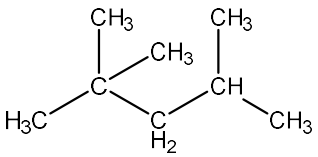
B) ramificada e saturada.

C) ramificada e insaturada.

D) normal e saturada.

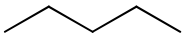
Comentários

O isoctano possui uma cadeia ramificada, pois possui ramificações, e é saturado porque só faz ligações simples entre os átomos de carbono.

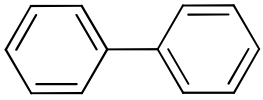


11. (CESGRANRIO - Técnico de Perfuração e Poços Júnior - Petrobras - 2014) De acordo com o tipo de cadeia, com o tipo de ligações e com o arranjo dos átomos, os hidrocarbonetos podem apresentar diferentes classificações.

Associe os hidrocarbonetos com as suas classificações.

I 

II

III 

P - Hidrocarboneto aromático polinuclear com núcleos condensados.

Q - Hidrocarboneto aromático policíclico com núcleos isolados.

R - Hidrocarboneto saturado que possui cinco átomos de carbono.

S - Hidrocarboneto não ramificado que possui oito átomos de hidrogênio.

As associações corretas são:

a) I - R, II - S, III - P

b) I - R, II - S, III - Q

c) I - Q, II - R, III - Q

d) I - P, II - R, III - P

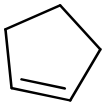
e) I - S, II - Q, III – P

Comentários

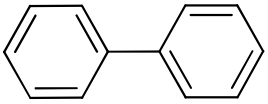
As carbônicas podem ser classificadas de diversas maneiras, na tabela acima está resumido para nos ajudar. Com isso podemos resolver a questão.

I: Hidrocarboneto com formula molecular C_5H_{12}, de cadeia acíclica, saturada, homogêneo e não ramificada.

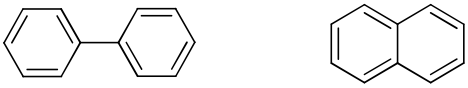
II: Hidrocarboneto com formula molecular C_5H_8, de cadeia cíclica, insaturada, homogenia e não ramificada.



III: Hidrocarboneto com formula molecular $C_{12}H_{10}$, de cadeia cíclica, insaturada, homogenia e ramificada.



Cadeias policíclica ou polinuclear apresentam pelo menos dois ciclos ou anéis. Além disso, é importante saber que núcleos isolados são diferentes de núcleos condensados. Vejam o exemplo:



núcleo isolado núcleo condensado

Assim, a letra B é a correta.

12. (IADES - Perito Criminal/Farmácia-Bioquímica - PCDF - 2016) (26/3/2016) Uma jovem de 18 anos de idade morreu após inalar gás de buzina de pressão. Ela estava reunida com amigos na própria casa, em um condomínio de classe média alta em São José do Rio Preto (SP), quando teria inalado a substância. A estudante chegou a ser socorrida pelo Corpo de Bombeiros, mas não resistiu e morreu no local.

Disponível em:

<http://www.correiobraziliense.com.br/app/noticia/brasil/2016/03/26/internas_polbraeco,524210/estudante-de-18-anos-morre-depois-inalar-gas-de-buzina-em-sao-paulo.shtml>.

Acesso em: 10 maio 2016, com adaptações.

De acordo com o centro de toxicologia do Hospital de Base de São José do Rio Preto, o gás de buzina é composto de butano e propano. O produto é também encontrado em isqueiros e sistemas de refrigeração de geladeiras e aparelhos de ar-condicionado. O aparelho, uma lata contendo o gás acoplada a uma buzina, é vendido para fazer barulho, mas acaba sendo inalado.

Disponível em:

<http://ultimosegundo.ig.com.br/brasil/2016-03-27/universitaria-morre-apos-inalar-gas-de-buzina-em-sao-jose-do-rio-preto.html>.

Acesso em: 10 maio 2016, com adaptações.

Em relação aos gases butano e propano, é correto afirmar que eles

a) pertencem à família dos alcanos, que são hidrocarbonetos saturados, contendo apenas ligações simples carbono-carbono.

b) são hidrocarbonetos insaturados, contendo ligação dupla carbono-carbono, e pertencem à família dos alcenos.

c) são hidrocarbonetos insaturados, contendo ligação tripla carbono-carbono, e pertencem à família dos alcinos.

d) pertencem à família dos alcenos, que são hidrocarbonetos saturados, contendo apenas ligações simples carbono-carbono.

e) são hidrocarbonetos saturados, contendo ligação dupla carbono-carbono, e pertencem à família dos alcinos.

Comentários

Na acima está resumido a classificação das cadeias carbônicas, o que facilita a resolução da questão.

Veremos a seguir que alcanos são hidrocarbonetos que apresentam apenas ligações simples entre átomos de carbono, alcenos apresenta pelo menos uma ligação dupla e alcino apresenta pelo menos uma ligação tripla. Logo, a alternativa A é a correta.

13. (IBFC – Perito Criminal - POLÍCIA CIENTÍFICA - PR - 2017) Em relação às moléculas dos hidrocarbonetos metano e etileto, analise as afirmativas:

I. O metano (CH_4) tem quatro ligações covalentes C – H. Como todas as quatro ligações têm o mesmo comprimento e todos os ângulos de ligação são os mesmos (109,5º), podemos concluir que as quatro ligações no metano são idênticas.

II. No metano, a ausência de átomos parcialmente carregados pode ser explicada pela eletronegatividade similar do carbono e do hidrogênio, que faz com que tais átomos compartilhem seus elétrons ligantes igualmente.

III. Na molécula de etileno, para se ligar a três átomos, cada carbono hibridiza três orbitais atômicos.

Está correto o que se afirma em:

a) I e II, apenas

b) I, apenas

c) I, II e III

d) III, apenas

e) I e III, apenas

Comentários

Afirmativa I: verdadeira. Conforme estudamos, um carbono saturado, com 4 ligações simples, hibridiza quatro orbitais, 1 s e 3 p (sp^3), para formar quatro ligações idênticas caso os 4 ligantes sejam iguais como é o caso do CH_4. Para que os elétrons das ligações se distanciem o máximo possível, seguindo o modelo de repulsão VSEPR, as ligações se organizam formando ângulos de 109,5°, formando um tetraedro em que cada hidrogênio está em um de seus vértices e o carbono no centro da figura geométrica.

Afirmativa II: verdadeira. As eletronegatividades do carbono (2,5) e do hidrogênio (2,1) são diferentes, no entanto são relativamente próximas, o que ajuda a explicar a ausência de átomos parcialmente carregados. Por isso, a afirmativa não está incorreta porque usou o termo "similar" e não "idêntica". Como não são idênticas, existe uma certa polarização da ligação C-H, mas ela é pequena, o que torna a alternativa questionável. De certo, o principal responsável pela apolaridade de hidrocarbonetos é a anulação dos dipolos (setas indicando forças de atração no sentido dos átomos mais eletronegativos em cada ligação), o que é permitido pela geometria molecular tetratédrica.

Afirmativa III: verdadeira. No etileno, $H_2C{=}CH_2$, o carbono faz três ligações sigma com energias próximas e uma ligação pi. Para formar três ligações semelhantes, ele apresenta hibridização sp^2, ou seja, hibridiza três orbitais: 1 *s* e 2 *p*.

14. (FACISA 2014) Indique a alternativa que apresenta uma série isóloga de compostos orgânicos.

A) Etino, etano, eteno

B) Eteno, etino, etano

C) Etano, etino, eteno

D) Etino, eteno, etano

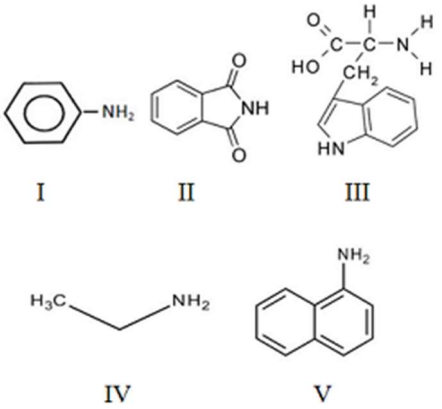
E) Etano, etano, eteno

Comentários

Quando uma série de composto possui a mesma função orgânica, mas diferem entre si pelo número de hidrogênios, os compostos são denominados isólogos. Assim, a série seria etano, eteno e etino ou etino, eteno e etano, respeitando dessa forma ou uma ordem crescente ou decrescente de números de carbono.

Em suma, a alternativa D é a correta.

15. (CETRO - Químico - ANVISA - 2013) Observe as estruturas abaixo.



Assinale a alternativa que apresenta as estruturas que correspondem a aminas.

a) I, II e III, apenas.

b) I, II e IV, apenas.

c) I, IV e V, apenas.

d) II, III e V, apenas.

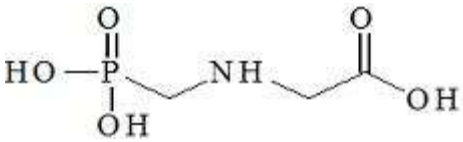
e) III, IV e V, apenas.

Comentários

As cinco estruturas são nitrogenadas, ou seja, possuem nitrogênio em sua estrutura, entretanto as estruturas I, IV e V são aminas e as estruturas II e III são amidas. As amidas se diferenciam das aminas por possuírem um oxigênio ligado ao carbono nitrogenado, vejam o exemplo abaixo.

Amida Amina

16. (CENTRO - Químico - ANVISA - 2013) A substância representada abaixo é mais conhecida pelo nome usual de Glifosato®, a qual atua como um herbicida não-seletivo, de aplicação pós-emergente, de baixa toxicidade para os humanos. Até o ano de 2011 representava 60% da fatia das vendas no mercado mundial.



Assinale a alternativa que contém a função orgânica presente na molécula acima:

a) Álcool.

b) Amida.

c) Ácido sulfônico.

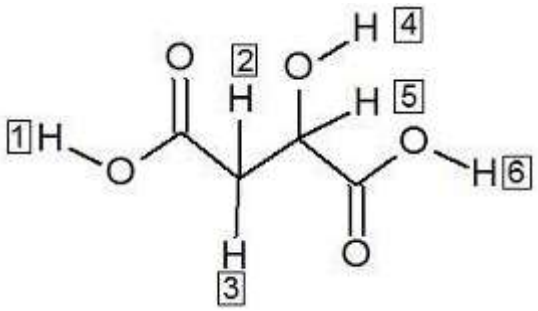
d) Hidrocarboneto.

e) Aminoácido.

Comentários

Os aminoácidos são ácidos carboxílicos que contêm uma função amina.

17. (CENTRO - Químico - ANVISA - 2013) A presença do ácido málico garante o gosto amargo de algumas frutas, dentre elas as maçãs-verdes. A fórmula estrutural desta substância é apresentada abaixo e na mesma foram numerados os seus respectivos átomos de hidrogênio. Em relação a esses últimos, assinale a alternativa que contém aqueles que são responsáveis pela ionização da molécula quando colocada em meio aquoso.



a) 1 e 6

b) 2 e 3

c) 4 e 5

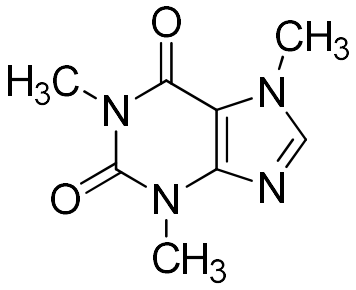
d) 1 e 2

e) 3 e 6

Comentários

A função ácido carboxílico possui hidrogênio hidrolisável. Os hidrogênios 1 e 6 fazem parte da função orgânica ácido carboxílico logo são responsáveis pela a ionização da molécula.

18. (COVEST – Químico - UFPE - 2015) A cafeína é um composto presente em diversos tipos de bebidas com propriedades estimulantes. Considerando a fórmula estrutural plana da molécula da cafeína, assinale a alternativa correta.



a) Possui apenas carbonos com hibridação sp^3.

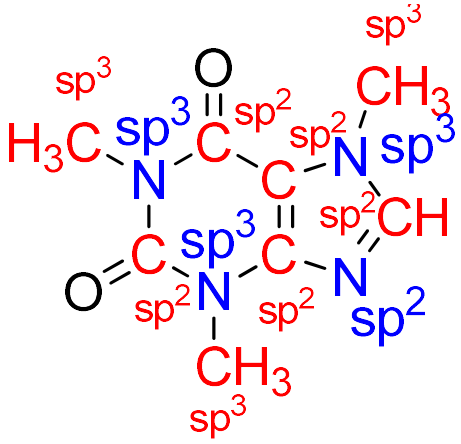
b) Possui um dos átomos de nitrogênio com hibridação sp^2.

c) O anel de 6 membros é aromático.

d) Possui a funcionalidade cetona.

e) Possui um carbono quiral.

Comentários

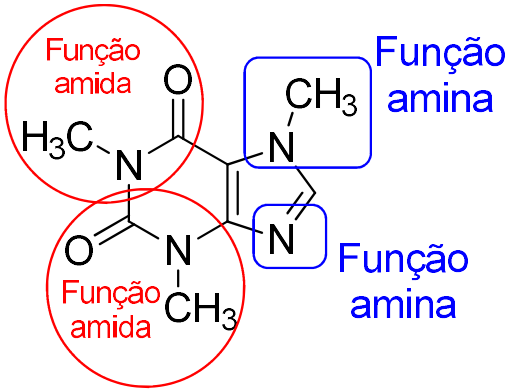


Letra A: incorreta. Pela figura nota-se que há carbonos com a hibridização sp^2.

Letra B: correta. Conforme demonstrado na figura acima.

Letra C: incorreta. Na AULA 11, estudaremos aromaticidade. Mas para resolver está questão é importante saber que sistemas ciclos são considerados aromáticos quando segue a regra de Hückel: o número de elétrons π = 4n + 2 elétrons (n = 0, 1, 2, 3,...)

Letra D: incorreta. Observe nas figuras abaixo as funções presentes na molécula.



Letra E: incorreta. Conforme podemos observar na estrutura, não há nenhum carbono ligado a quatro substituintes diferentes.

19. (CONCURSO PÚBLICO UFMG /2015) O químico alemão F. A. Kekulé propôs que a "Química Orgânica é o ramo da Química que estuda os compostos do carbono". Essa proposição está correta, no entanto, não basta ter carbono em sua estrutura para ser um composto orgânico. Assim, assinale a alternativa que NÃO CONTÉM APENAS compostos orgânicos:

a) $C_{10}H_{22}$, C_2H_6O, CH_4

b) C_2H_6O, CH_2O_3, C_6H_6

c) C_2H_6S, $C_{10}H_{20}$, C_3H_7NO

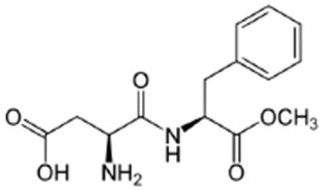
d) C_6H_6O, $C_6H_{12}O_6$, $C_2H_4O_2$

Comentários

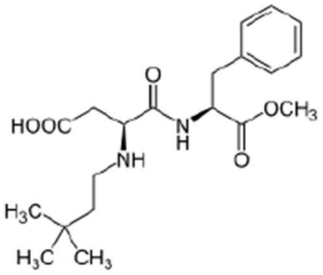
Os compostos orgânicos são formados por uma cadeia carbônica, exceto o CH_4 que o carbono faz quatro ligações com hidrogênio. Por isso o CH_2O_3 não é considerado orgânico pois o carbono não faz ligação com outro carbono e nem com hidrogênios. Assim, a alternativa correta é a letra B.

20. (CESGRANRIO – Técnico Químico de Petróleo Júnior – Petrobras - 2018) Adoçantes são substâncias de origem natural ou sintética que vêm sendo utilizados em substituição ao açúcar (sacarose). Integrante da primeira geração dos edulcorantes, o Aspartame, descoberto em 1965, é cerca de 200 vezes mais doce que o açúcar comum. Porém, seu uso é bastante controverso devido a efeitos do seu consumo regular. Com o passar dos anos, uma segunda geração de adoçantes foi descoberta. Entre eles, está o Neotame, aproximadamente 7000 vezes superior à doçura da sacarose e 30 vezes à do Aspartame.

A seguir são apresentadas as fórmulas estruturais do Aspartame e do Neotame:



Aspartame



Neotame

A alternativa que contém a função orgânica que NÃO está presente na estrutura do Aspartame e do Neotame é

a) amina

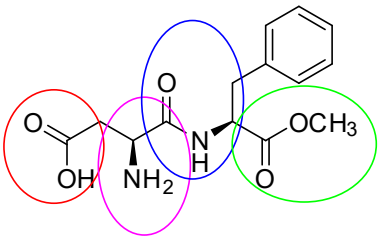
b) amida

c) álcool

d) éster

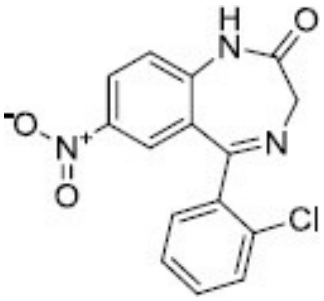
e) ácido carboxílico

Comentários



- ácido carboxílico
- amina
- amida
- éster

21. (CESMAC 2018) O clonazepam, composto pertencente à classe de benzodiazepinas, possui como principal propriedade terapêutica uma leve inibição do sistema nervoso central, apresentando efeitos anticonvulsivante, relaxante muscular e tranquilizante. No Brasil, é comercializado com o nome de Rivotril e já foi o medicamento de tarja preta mais comercializado do país. Sua estrutura está representada a seguir:



A partir da estrutura do clonazepam, foram realizadas três afirmações:

1) todos os carbonos da molécula possuem hibridização sp^2.

2) a estrutura possui apenas um carbono primário.

3) a molécula possui fórmula elementar $C_{15}H_{10}ClN_3O_3$.

Está(ão) correta(s) a(s) afirmativa(s):

A) 1 apenas.

B) 2 apenas.

C) 3 apenas.

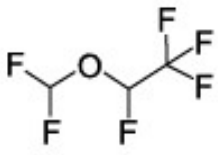
D) 2 e 3 apenas.

E) 1, 2 e 3.

Comentários

A molécula do clonazepam possui 14 carbonos com hibridização sp^2 e um com hibridização sp^3. Logo, a alternativa 1 está errada. Como a molécula possui dois cíclicos aromáticos e um não aromático, e todos os carbonos estão envolvidos nos ciclos, ela não possui, portanto, carbonos primários. E a fórmula molecular da molécula é $C_{14}H_{10}ClN_3O_3$. Com isso, a única alternativa correta é a 3.

22. (UEFS 2018) A fórmula a seguir representa a estrutura molecular do anestésico geral desflurano.



desflurano

O número de átomos de hidrogênio presente na molécula desse anestésico é

A) 1.

B) 2.

C) 3.

D) 4.

E) 5.

Comentários

Sabemos que cada átomo de carbono faz quatro ligações e, quando representamos a fórmula estrutural condensada, os átomos de carbono e os átomos de hidrogênio a eles ligados são omitidos. Assim, podemos dizer que na molécula de desflurano estão omitidos dois hidrogênios, um em cada um dos dois átomos de carbono ligados ao oxigênio.

23. (CESGRANRIO- Analista de Comercialização e Logística Júnior – Biocombustível – Petrobras - 2010) Assim como o petróleo, o gás natural é encontrado em reservatórios subterrâneos em muitos lugares do planeta, tanto em terra quanto no mar, sendo considerável o número de reservatórios que contêm gás natural associado ao petróleo. Nestes casos, o gás recebe a designação de gás natural associado. Assim, o gás natural, como encontrado na natureza, é uma mistura variada de hidrocarbonetos gasosos cujo componente preponderante é sempre o metano. O gás natural não associado apresenta os maiores teores de metano, enquanto o gás natural associado apresenta proporções significantes de etano, propano, butano e hidrocarbonetos mais pesados.

No que diz respeito à hibridização dos átomos de carbono dos hidrocarbonetos citados no texto, sabe-se que

a) apenas o metano tem hibridização do tipo sp^3.

b) todos têm hibridização do tipo sp^3.

c) todos têm hibridização do tipo sp^2.

d) o propano e o butano têm hibridização dos tipos sp^2e sp^3.

e) o propano e o butano têm hibridização dos tipos sp, sp^2 e sp^3.

Comentários

Para resolver está questão podemos analisar novamente a tabela abaixo

Número de ligações feitas pelo carbono	Ligações feita pelo carbono	Hibridização	Geometria	Ângulo entre as ligações
4		sp^3	Tetraédrica	109,5º
3		sp^2	Trigonal plana	120º
2		sp	Linear50	180º

2	=C=	sp	Linear	180

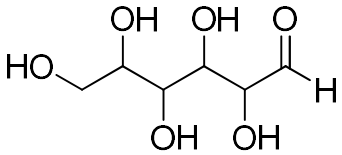
Comparação da hibridização, geometria e ângulo entre as ligações simples, duplas e triplas.

Os hidrocarbonetos são formados apenas por ligações simples, logo a hibridização é sp^3.

Etano
Propano

Butano

24. (UNIUV- Químico - Prefeitura da União da Vitória/PR - 2015) O monossacarídeo glicose possui uma fórmula molecular com seis carbonos, doze hidrogênios e seis oxigênios. Pode ser considerado como a principal fonte de energia para as células. Sua estrutura pode ser representada por:



Com base na estrutura da glicose, indique a afirmação verdadeira:

a) Na estrutura da glicose, a única função apresentada é a do álcool;

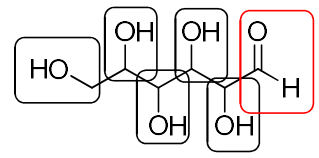
b) Apresenta apenas carbonos secundários;

c) Só apresenta carbonos simétricos;

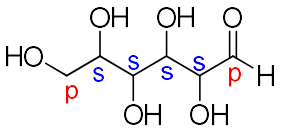
d) Possui carbonos assimétricos;

e) Apresenta apenas carbonos terciários.

Comentários

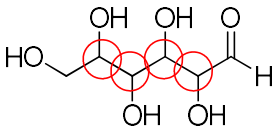


- Álcool
- Aldeído



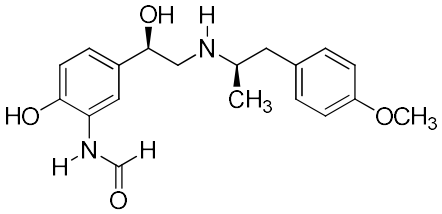
- Primário
- Secundário

Carbonos assimétricos (também chamados de carbonos quirais) não possuem plano de simetria, ou seja, o carbono está ligado à quatro ligantes diferentes. Com isso podemos dizer que a molécula de monossacarídeo glicose possui quatro carbonos quirais, conforme destacado abaixo.



Desta forma, a letra correta é a D.

25. (UFPA – Técnico administrativo em educação/Químico – EFPA - 2016) A análise da fórmula estrutural abaixo permite identificar as funções orgânicas



a) amina e éster.

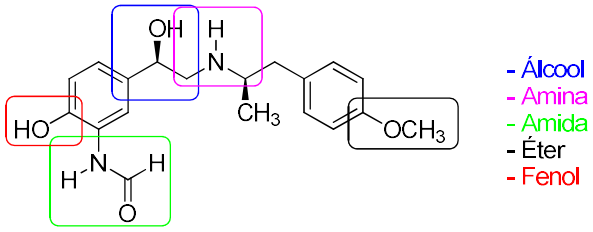
b) fenol e amida.

c) aldeído e éter.

d) cetona e alceno.

e) álcool e ácido carboxílico.

Comentários



26. (CESPE – Perito Criminal – PC-MA – 2018) Acerca de átomos e substâncias orgânicas, assinale a opção correta.

a) Átomos de carbono sempre fazem ligações simples com átomos de hidrogênio.

b) A reatividade de uma substância orgânica depende do número de átomos de carbono de sua molécula, mas independe de como esses átomos estão organizados na cadeia.

c) As substâncias orgânicas são necessariamente substâncias naturais.

d) Substâncias orgânicas formam soluções neutras, independentemente da presença de átomos de oxigênio ou nitrogênio em suas moléculas.

e) Os átomos de carbono podem formar uma, duas, três ou quatro ligações químicas.

Comentários

Letra A: correta. Átomos de carbono sempre fazem ligações simples com átomos de hidrogênio, pois, este é monovalente.

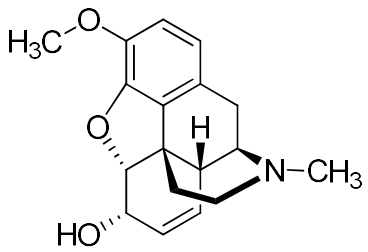
Letra B: incorreta. A reatividade de uma substância orgânica depende de como os átomos estão organizados na cadeia.

Letra C: incorreta. Existem substâncias orgânicas sintetizadas.

Letra D: incorreta. Estudamos a função orgânica ácido carboxílico, que, de acordo com seu nome, apresenta caráter ácido.

Letra E: incorreta. Os átomos de carbono sempre fazem quatro ligações químicas.

27. (CESPE – Perito Criminal/Química - Polícia Científica de Pernambuco-PE - 2016)



codeína

A codeína, cuja estrutura química está representada na figura precedente, e o princípio ativo de medicamentos utilizados no tratamento de dor moderada. Com relação a estrutura química da codeína, e correto afirmar que ela e constituída por

a) um átomo de nitrogênio com hibridização sp^2 e oito átomos de carbono com hibridização sp^2.

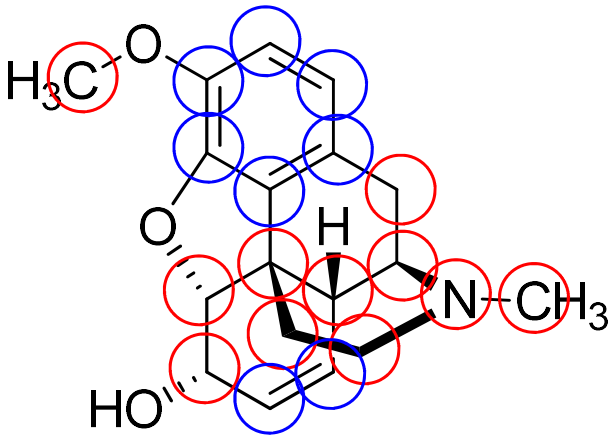
b) um átomo de nitrogênio com geometria trigonal plana e oito átomos de carbono com hibridização sp^2.

c) um átomo de nitrogênio com geometria piramidal e oito átomos de carbono com hibridização sp^2.

d) um átomo de nitrogênio com hibridização sp^2 e oito átomos de carbono com geometria trigonal plana. E um átomo de nitrogênio com geometria piramidal e dez átomos de carbono com hibridização sp^2.

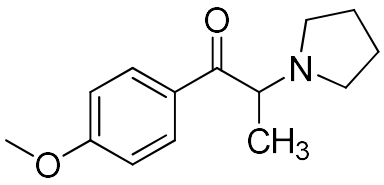
Comentários

Vimos que as ligações simples do carbono são formadas por orbitais híbridos sp^3, ligação dupla por orbitais híbridos sp^2, e ligações triplas por orbitais híbridos sp. O mesmo se aplica ao nitrogênio. O nitrogênio faz três ligações simples na codeína e possui um par de elétrons não ligantes, logo, possui geometria piramidal.



- hibridização sp^3
- hibridização sp^2

28. (CESPE – Perito Criminal/Química - Polícia Científica de Pernambuco-PE - 2016)



MOPPP

Nessa figura, apresenta-se a estrutura química do MOPPP, uma catinona modificada que, devido a suas propriedades psicoativas, e utilizada como droga de recreação. A respeito da estrutura desse composto, e correto afirmar que ele apresenta os grupos funcionais

a) amida, cetona e éster.

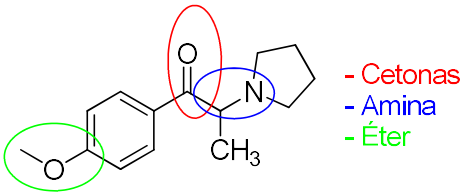
b) amina, anidrido e acetal.

c) cetona, éster e imina.

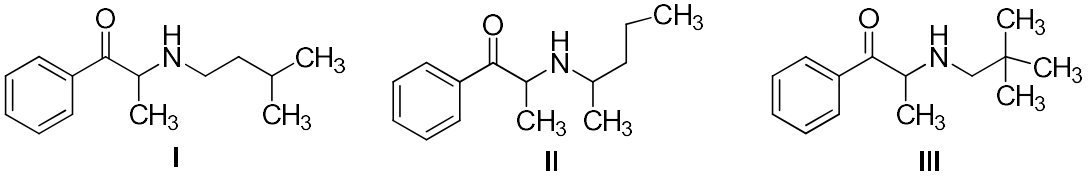
d) aldeído, éter e imina.

e) amina, cetona e éter.

Comentários



29. (CESPE – Perito Criminal/Química - Polícia Científica de Pernambuco-PE - 2016)



Comumente, fabricantes de drogas sintéticas introduzem um novo grupo funcional ou uma nova cadeia na estrutura química de uma droga ilícita conhecida, a fim de burlar a fiscalização. Com base nas estruturas de catinonas modificadas apresentadas nas figuras precedentes, assinale a opção que corresponde, respectivamente, a cadeia alquílica que caracteriza as estruturas I, II e III.

a) neopentila; n-pentila; sec-pentila

b) n-pentila; isopentila; terc-pentila

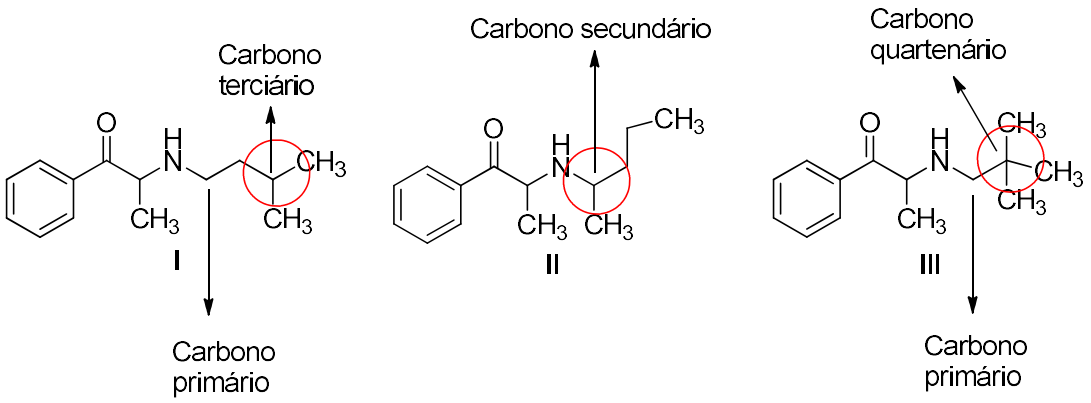
c) sec-pentila; isopentila; n-pentila

d) isopentila; sec-pentila; neopentila

e) terc-pentila; sec-pentila; isopentila

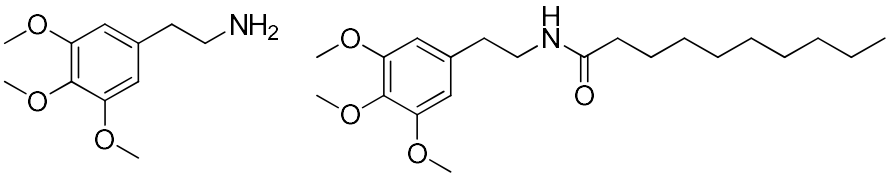
Comentários

O prefixo iso- é utilizado para indicar ramificação em um carbono primário (sendo que a ramificação possui um carbono terciário) terminal, o prefixo sec- é utilizado para indicar ramificação em carbono secundário, tec- para indicar a ramificação em carbonos terciários e neo- para indicar a ramificação em carbonos primários (sendo que a ramificação possui um carbono quaternário).



Dito isto, a alternativa correta é a letra D.

30. (CESPE – Perito Criminal/Química - Polícia Científica de Pernambuco-PE - 2016)



mescalina composto 1

As figuras precedentes mostram as estruturas químicas da mescalina, substância natural com propriedades alucinógenas, e do composto I, análogo a ela. Comparado a mescalina, e correto afirmar que o composto I apresenta

a) menor solubilidade em água e maior afinidade por gorduras.

b) maior solubilidade em água e maior afinidade por gorduras.

c) maior solubilidade em água e menor afinidade por gorduras.

d) nenhuma alteração na solubilidade em água e na afinidade por gorduras.

e) menor solubilidade em água e menor afinidade por gorduras.

Comentários

Letra A: correta. A água tem caráter polar, enquanto a gordura, apolar. Portanto, quanto menor solubilidade em água e maior afinidade por gorduras.

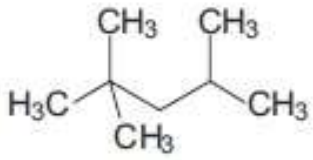
Letra B: incorreta. No contexto de solubilização, podemos entender afinidade e solubilidade como termos sinônimos. Semelhantes dissolvem semelhantes, a molécula de água é polar e gorduras são apolares, o composto 1 apresenta uma cadeia carbônica maior que a mescalina, dessa forma, ela apresenta um caráter apolar maior e por isso será menos solúvel em água.

Letra C: incorreta. O composto 1 apresenta uma menor solubilidade em água e maior afinidade por gorduras.

Letra D: incorreta. Como o composto 1 apresenta uma cadeia carbônica diferenciada da mescalina, espera-se alterações na solubilidade em água e na afinidade em gordura.

Letra E: incorreta. O composto 1 apresenta uma maior afinidade por gorduras.

31. (UNESP 2016/2) Analise a fórmula que representa a estrutura do iso-octano, um derivado de petróleo componente da gasolina.



De acordo com a fórmula analisada, é correto afirmar que o iso-octano

A) é solúvel em água.

B) é um composto insaturado.

C) conduz corrente elétrica.

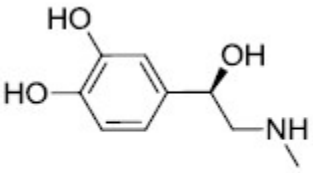
D) apresenta carbono assimétrico.

E) tem fórmula molecular C_8H_{18}.

Comentários

Os hidrocarbonetos são compostos apolares, logo não são solúveis em água que é polar. Lembre-se da velha máxima: "semelhante dissolve semelhante". O iso-octano é um hidrocarboneto saturado, não possui ligações duplas ou triplas, não possui carbono assimétrico e não conduz corrente elétrica. Como vimos na aula sobre ligações químicas, moléculas apolares não tendem a produzir íons em água (ionizar) e não conduzem, portanto, corrente elétrica. A fórmula molecular da molécula é C_8H_{18} (não se esqueçam de contabilizar os carbonos e hidrogênios omitidos na estrutura do enunciado).

32. (UDESC 2016/2) A molécula de epinefrina foi primeiramente isolada em sua forma pura em 1897 e sua estrutura foi determinada em 1901. Ela é produzida na glândula adrenal (daí vem o seu nome usual, adrenalina) como um único enantiômero.



Epinefrina

Analisando a estrutura da molécula de epinefrina, é incorreto afirmar que:

A) o átomo de nitrogênio está ligado a dois carbonos de configuração sp^3.

B) apresenta ligações covalentes polares e apolares, em sua estrutura.

C) os três átomos de oxigênio estão ligados a carbonos e hidrogênios por meio de ligações covalentes polares.

D) possui 17 ligações sigma (σ) e três ligações pi (π).

E) suas moléculas podem formar ligações de hidrogênio entre si.

Comentários

Letra A: correta. Carbonos que fazem quatro ligações simples possuem hibridização sp^3, o nitrogênio está ligado a dois carbonos que realizam 4 ligações simples, portanto, os mesmos apresentam hibridização sp^3.

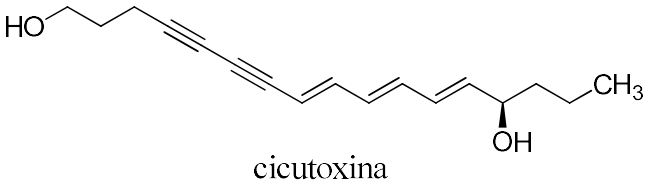
Letra B: correta. As ligações C-C e C-H são ligações covalentes apolares e as ligações C-O, N-H, C-N e N-H são ligações covalentes polares, já que em uma ligação entre dois átomos diferentes sempre haverá diferença de eletronegatividade.

Letra C: correta. Como já explicado no item B ligações C-O e O-H são covalente polares.

Letra D: incorreto. Ligações simples são formadas por ligações sigma e ligações duplas, por uma ligação sigma e outra ligação pi, logo a molécula Epinefrina possui 26 ligações sigma e 3 ligações pi.

Letra E: correta. Como vimos na aula sobre ligações químicas, moléculas com ligações O-H possuem interações intermoleculares do tipo ligação de hidrogênio.

33. (CESPE – Perito Criminal/Química - Polícia Científica de Pernambuco-PE - 2016)



cicutoxina

A cicutoxina, cuja molécula está representada na figura precedente, é uma substância venenosa encontrada em plantas de espécies apiáceas do gênero cicuta. Com base em sua estrutura química, assinale a opção correta.

a) A cicutoxina apresenta baixa solubilidade em solventes apolares.

b) Na cicutoxina, os carbonos envolvidos nas ligações triplas são angulares.

c) A cicutoxina apresenta o grupo funcional álcool cujo oxigênio tem a mesma hibridização dos oxigênios de um grupo funcional éster.

d) A cicutoxina possui seis carbonos com geometria trigonal-plana.

e) Os carbonos ligados aos átomos de oxigênio da cicutoxina são piramidais.

Comentários

Letra A: incorreta. A cicutoxina possui duas hidroxilas, o que torna suas extremidades mais polares. No entanto, ela também possui uma cadeia carbônica grande o que confere caráter mais apolar à molécula. Desta forma, espera-se que a mesma apresente alta solubilidade em solventes apolares.

Letra B: incorreta. A geometria molecular presente nos carbonos que realizam a ligação tripla é linear.

Letra C: incorreta. O oxigênio do álcool tem hibridização sp^3, já os oxigênios do éster, que fazem ligações dupla, possui hibridização sp^2 e o que faz ligação simples apresenta hibridização sp^3.

Letra D: correta. Ligações duplas → carbonos com ligações sp^2 → geometria trigonal-plana

Letra E: incorreta. Os carbonos ligados aos átomos de oxigênio apresentam geometria tetraédrica.

34. (IADES - Perito Criminal/Químico - Polícia Civil/DF - 2016) O 5-amino-2,3-di-hidro-1,4-ftalazinadiona, comumente chamado de luminol, é um composto que, em determinadas condições, pode fazer parte de uma reação quimiluminescente. Essa substância reage com quantidades muito pequenas de sangue. A respectiva sensibilidade pode chegar a 1/1.000.000.000, mesmo em locais com azulejos, pisos cerâmicos ou de madeira, os quais tenham sido lavados.

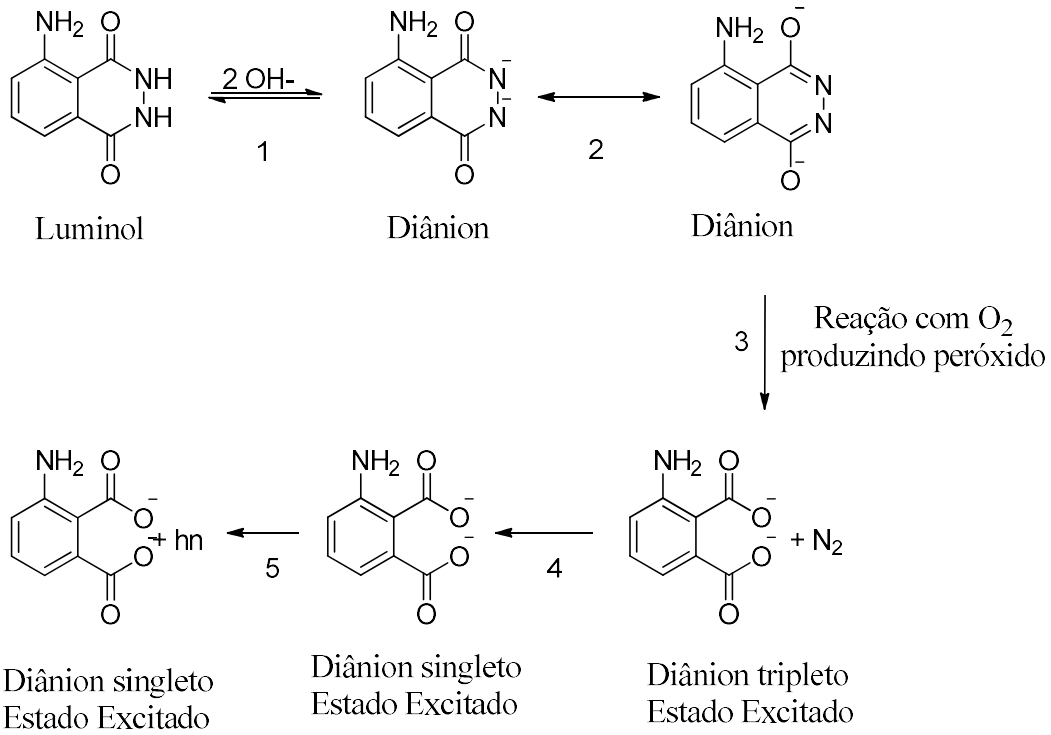


Figura: Mecanismo esquemático da oxidação de luminol por base em meio aquoso.

INMAN, K., RUDIN, N. Principles and Practice of Forensic Science: The Profession of Forensic Science. Flórida: CRC Press, 2000, com adaptações.

Em relação à molécula do luminol, assinale a alternativa correta.

a) Possui sete átomos de carbono hibridizados em sp^2.

b) Possui dois anéis aromáticos condensados.

c) Apresenta o grupo funcional dos aldeídos.

d) Tem massa molecular de 177,16 g mol^{-1}.

e) A amina é terciária.

Comentários

A molécula de luminol possui seis carbonos de hibridização sp_2, um anel aromático e apresenta três grupos funcionais amina (primarias).

Massa molecular do luminol: [(C: 8*12,01= 96,08) + (H: 7*1,01 = 7,07) + (O: 2*15,99 = 31,98) + (N: 3*14,01 = 42,03)] = 177,16 g mol^{-1}.

35. (UFRGS 2014) A levedura *Saccharomyces cerevisiae* é responsável por transformar o caldo de cana em etanol. Modificações genéticas permitem que esse micro-orgarnismo secrete uma substância chamada farneseno, em vez de etanol. O processo produz, então, um combustível derivado de cana-de-açúcar, com todas as propriedades essenciais do diesel de petróleo, com as vantagens de ser renovável e não conter enxofre.

Considere as seguintes afirmações a respeito do farneseno.

I - A fórmula molecular do farneseno é $C_{16}H_{24}$.

II - O farneseno é um hidrocarboneto acíclico insaturado.

III - O farneseno apresenta apenas um único carbono secundário.

Quais estão corretas?

A) Apenas I.

B) Apenas II.

C) Apenas III.

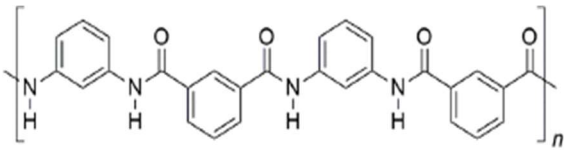
D) Apenas I e II.

E) I, II e III.

Comentários

O farneseno é um hidrocarboneto acíclico e insaturado, possui 5 carbonos primários, 7 secundários e 3 terciários, e sua fórmula molecular é $C_{15}H_{21}$. Desta forma, a alternativa correta é a letra B.

36. (CESMAC - 2019) O NOMEX é um polímero resistente às chamas e considerada a fibra mais utilizada na confecção de roupas para bombeiros e pilotos. Esse polímero foi patenteado na década de 1960, e é obtido através de reação de condensação entre os monômeros 1,3-diaminobenzeno e cloreto do ácido isoftálico. Um fragmento do NOMEX está descrito abaixo.



Qual(is) tipo(s) de hibridização os átomos de carbono apresentam na estrutura do polímero NOMEX?

a) sp^3 e sp

b) sp

c) sp, sp^2 e sp^3

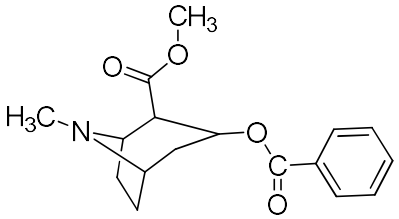
d) sp^2

e) sp^2 e sp^3

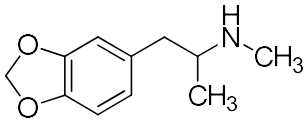
Comentários

Os carbonos da molécula do NOMEX possuem hibridização sp^2 pois todos os carbonos fazem uma ligação dupla.

37. (FUNCAB - Perito Criminal/Química - Polícia Científica - RO - 2014) A cocaína tem o aspecto de um pó branco e cristalino (o sal é o hidrocloreto de cocaína) e pode ser consumida de várias formas, mas o modo mais comum é pela aspiração da droga, que, normalmente, se apresenta sob forma de pó. O ecstasy é conhecido como droga do amor e normalmente é consumido através de comprimidos, via oral, apesar de poder ser utilizado via intravenenosa. As estruturas químicas de cocaína e ecstasy estão representadas abaixo e a alternativa que apresenta as funções orgânicas nessas duas substâncias, respectivamente, é:



cocaína



ecstasy

a) amida e éster/ amida e éster

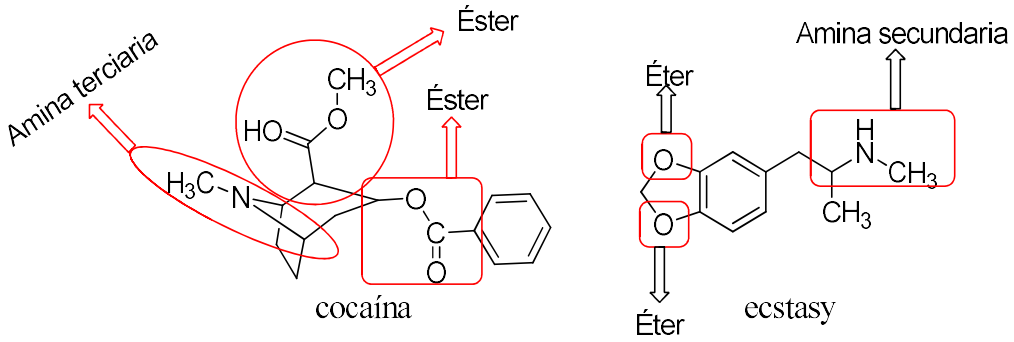
b) amida e ácido/ amida e éter

c) amina e ácido/ amina e éter

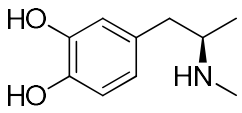
d) amida e cetona/ amina e cetona

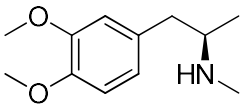
e) amina e éster/ amina e éter

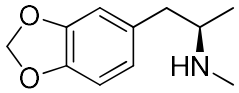
Comentários

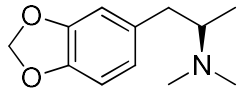


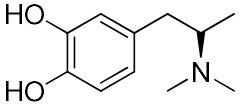
38. (FUNCAB - Perito Criminal - Secretaria de Estado de Segurança Pública/SE - 2014) A droga ilícita conhecida como "ecstasy" é uma pílula cujo princípio ativo é o composto Metilenodioxi-N-metilanfetamina. A estrutura química desse composto é apresentada na alternativa:

a) 

b) 

c) 

d) 

e) 

Comentários

Metilenodioxi-N-metilanfetamina:

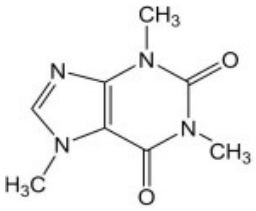
Metileno = metila

Di = dois, Oxi = oxigênio. Logo possui uma melila e dois oxigênios.

Não pode ser nem a letra A e nem a letra E, que possuem duas hidroxilas. Também não pode ser a letra B pois, cada oxigênio está ligado a uma metila. Desta forma, restaram letras C e D.

"N" é usado para nomenclatura de aminas substituídas. Como esta N-metila deve apresentar apenas um grupo metil ligado a amina, então a resposta correta será a Letra C.

39. (URCA – 2018) A cafeína tem a seguinte estrutura molecular:



Sobre a molécula da cafeína podemos afirmar corretamente:

a) Apresenta três carbonos com hibridização do tipo sp^3

b) Apresenta três carbonos quirais

c) Apresenta 4 ligações do tipo (π) e 12 ligações do tipo (σ)

d) Tem fórmula molecular $C_8H_9N_4O_2$

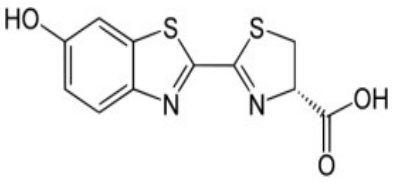
e) Os seus átomos de nitrogênio apresentam um forte caráter ácido de Lewis.

Comentários

A cafeína possui 3 carbonos com hibridização sp^3 e 5 com hibridização sp^2, não possui carbonos quirais (carbonos ligados a quatro substituintes diferentes são quirais), possui 4 ligações pi e 26 ligações pi. Tem fórmula molecular $C_8H_{10}N_4O_2$. Os átomos de nitrogênio apresentam caráter básico, propriedade também presente em compostos orgânicos e que discutiremos em mais detalhes em outra aula.

40. (UNESC – 2017) Leia o texto abaixo e responda à 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.



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.

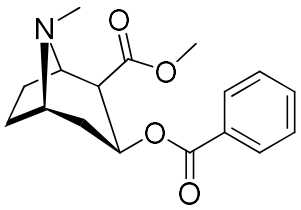
c) I e III, apenas.

d) I, II e III.

Comentários

A molécula de luciferina possui 6 ligações pi, 9 carbonos com hibridização sp^2 e dois átomos de carbono com hibridização sp^3, e fórmula molécula $C_{11}H_8N_2O_3S_2$. Desta forma, a letra A é a alternativa correta.

41. (FUNCAB - Perito Criminal - Secretaria de Estado de Segurança Pública/SE - 2014) Abaixo está representada a estrutura da cocaína. As funções químicas presentes em sua estrutura estão apresentadas corretamente em qual alternativa?



a) Amina primária e éster

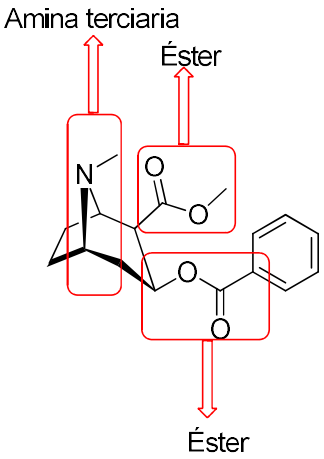
b) Amina secundária e éster

c) Amina primária e fenol

d) Amida e éter

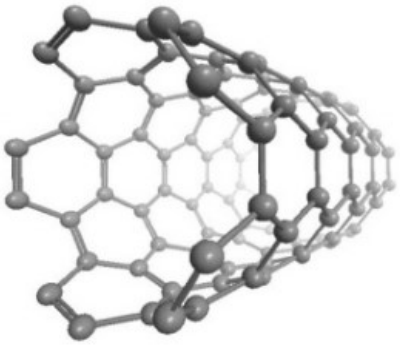
e) Amina terciária e éster

Comentários



42. (UNITAU - 2016) Provavelmente, um dos materiais mais fortes já sintetizados pelo homem são os nanotubos de carbono, com resistência à tração até 100 vezes superior ao aço, e com 1/6 do seu peso.

Várias indústrias já utilizam esse material, incorporando-o em ferramentas de corte metálicas e cerâmicas, com porcentagens da ordem de 1-5% em massa, uma vez que o nanotubo aumenta a vida útil do fio da lâmina de corte. Os nanotubos são como folhas enroladas na forma de tubos de um plano de átomos de carbono. Como têm diâmetros na escala nanométrica, são denominados nanotubos. A imagem abaixo ilustra um nanotubo de carbono.



Considerando a química do carbono, assinale a afirmativa INCORRETA.

a) Dentre as possíveis hibridações apresentadas pelo átomo de carbono (hibridação sp^3, sp^2 e sp), os átomos de carbono no nanotubo têm orbitais com hibridação sp^2.

b) As ligações químicas entre os átomos de carbono no nanotubo são similares às ligações encontradas na estrutura do grafite.

c) A hibridação sp^3 tem geometria tetraédrica, a hibridação sp^2 tem geometria trigonal plana ou triangular, e a hibridação sp tem geometria linear.

d) Na hibridação sp^3, o átomo de carbono faz quatro ligações π; na hibridação sp^2 são duas ligações e uma ligação π; na hibridação sp são duas ligações π e duas ligações π.

e) Os ângulos entre os orbitais híbridos sp são iguais a 180°, nos orbitais sp^2, são iguais a 120°, nos orbitais sp^3, são iguais a 109°28'.

Comentários

Na hibridização sp^3, o átomo de carbono realiza quatro ligações sigmas (σ); na hibridização sp^2, o átomo de carbono realiza três ligações sigmas e uma ligação pi (π); já na hibridização sp, o átomo de carbono realiza duas ligações pi e duas sigmas. Assim, a alternativa D é a correta.

43. (Vunesp - Perito Criminal - Polícia Civil SP - 2013) O composto representado pela fórmula condensada

C_2H_5 (COO) C_2H_5

é um(a)

a) cetona.

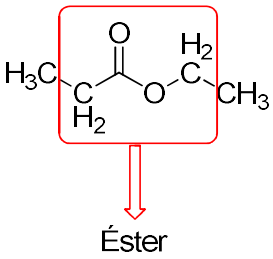
b) éter.

c) éster.

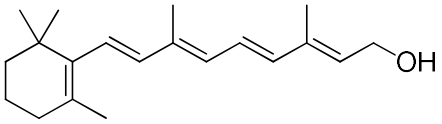
d) aldeído.

e) ácido carboxílico.

Comentários



44. (Vunesp – Perito Criminal - Polícia Civil/SP - 2014) A vitamina A, também chamada de retinol, é encontrada em alimentos de origem animal e vegetal. Sua estrutura está representada a seguir:



Retinol

A função orgânica presente na estrutura do retinol é

a) amina.

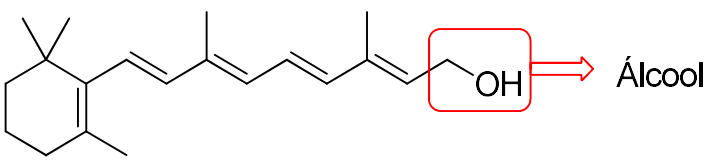
b) cetona.

c) aldeído.

d) álcool.

e) ácido carboxílico.

Comentários



45. (FGV – Perito Criminal Polícia Civil/MA - 2012) Os trabalhos revolucionários sobre o grafeno valeram o prêmio Nobel de Física de 2010 aos cientistas Konstantin Novoselov e Andre Geim, e sua extraordinária estrutura oferece aos cientistas um vasto campo de aplicações, que vão desde a criação

de baterias de carregamento ultra-rápido até processadores centenas de vezes mais velozes do que os que conhecemos hoje.

O grafeno consiste em uma folha planar de átomos de carbono densamente compactados em uma grade de duas dimensões, com espessura de apenas um átomo, reunidos em uma estrutura cristalina hexagonal. (Em http://en.wikipedia.org/wiki/Graphene, acessado em 23/11/2012)

A partir do texto, é correto afirmar que os átomos de carbono no grafeno:

a) apresentam uma hibridação sp^3 que permite a formação da estrutura cristalina hexagonal.

b) formam uma estrutura cristalina hexagonal com hibridação sp^2

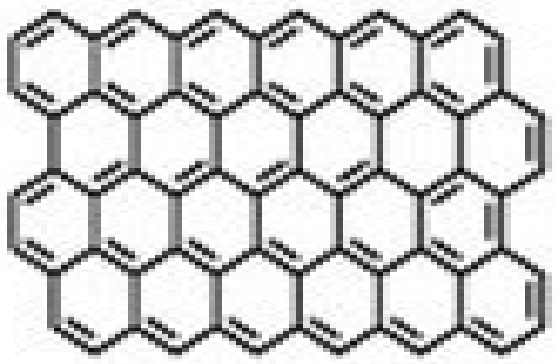
c) formam uma superestrutura linear contínua compactada com hibridação sp.

d) formam uma rede cristalina que combina as hibridações planares sp e sp^2 entrelaçadas entre si.

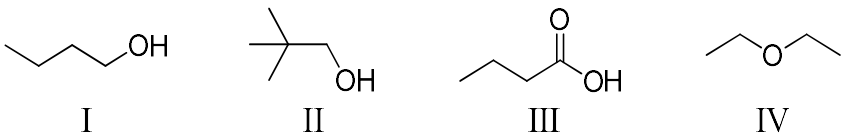
e) apresentam-se como uma estrutura monomolecular ultrapura onde não há hibridismo dos átomos de carbono.

Comentários

A figura abaixo representa a estrutura do grafeno, como podem ver os átomos de carbonos formam uma estrutura cristalina hexagonal, em que todos os carbonos fazem ligação dupla, logo possuem hibridização sp^2.



46. (NUCEPE - Perito Criminal/Química - Polícia Civil-PI - 2008) Baseando-se nas estruturas dos compostos apresentados a seguir, é INCORRETO afirmar que:



I II III IV

a) A ordem crescente de ebulição dos compostos é: IV<II<I<III.

b) As moléculas do composto IV podem associar-se entre si através da ligação hidrogênio.

c) O nome dos compostos de I a IV são, respectivamente, álcool butílico, álcool terc-butílico, ácido butanóico e éter dietílico.

d) Os compostos II e III são muito miscíveis em água.

e) O composto IV pode ser miscível em solventes orgânicos, como, por exemplo, no CH_2C_{l2}.

Comentários

Letra A: correta. Os álcoois e ácidos fazem ligação de hidrogênio e, por isso, possuem ponto de ebulição maiores. Além disso, entre os dois álcoois apresentados, o I apresenta maior ponto de ebulição por não apresentar ramificação.

Letra B: incorreta. O composto IV é um éter e não faz ligação de hidrogênio entre suas moléculas.

Letra C: correta.

Letra D: correta. Os compostos II e III são muito miscíveis em água por apresentarem elevado caráter polar.

Letra E: correta. Embora o éter possua um oxigênio (átomo mais eletronegativo que o carbono), o polo negativo é formado no centro da molécula, sendo suas duas extremidades simétricas e apolares, conferindo uma certa apolaridade à esse composto. Por isso, a substância IV pode ser solubilizada por solventes com certa apolaridade como o CH_2C_{l2}.

47. (CESGRANRIO – Técnico Químico – LIQUIGÁS - 2014) A solubilidade em água de um composto é determinada por: "semelhante dissolve semelhante". Essa regra foi baseada nas propriedades das moléculas em que solventes polares dissolvem substâncias polares, e os solventes apolares, substâncias apolares.

Dentre as substâncias abaixo, a mais solúvel em água é o(a)

a) ácido etanoico

b) benzeno

c) dióxido de carbono

d) propanona

e) tetracloreto de carbono

Comentários

Semelhante dissolve semelhante. Quanto maior a cadeia carbônica, mais apolar é o composto. E quanto mais ligações C-O, mais polar é a molécula, além da possibilidade do oxigênio fazer ligação de hidrogênio com a água. O composto mais solúvel em água é o ácido etanoico pois, possui um maior caráter polar. Tendo isto em vista, a letra A é alternativa correta.

48. (IBFC - Professor de Educação Básica - Nível I - Grau A - Química - SEE-MG - 2015) O carbono-14 é um isótopo radioativo do carbono, que ocorre naturalmente na natureza. Como os seres vivos estão sempre absorvendo carbono, sua proporção em relação aos outros isótopos de carbono em um ser vivo é constante; porém, com a morte deste e fim da absorção de carbono, essa proporção se reduz. Assim, é possível, por meio dessa proporção, realizar a datação de objetos antigos. Assinale a alternativa correta em relação a esse elemento.

a) Do ponto de vista de reações químicas, todos os isótopos de carbono são iguais.

b) O carbono-14 recebe esse nome porque possui massa atômica igual a 14.

c) O carbono-14 recebe esse nome porque possui número atômico igual a 14.

d) Por possuir carbono-14, qualquer amostra de carbono presente em um ser que esteja vivo irá emitir pequenas doses de radiação.

Comentários

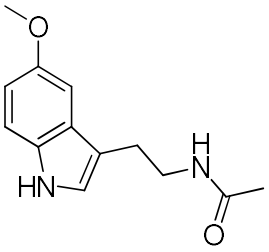
Letra A: incorreta. Os isótopos possuem o mesmo número de prótons, mas diferem no número de massa e nêutrons).

Letra B: correta.

Letra C: incorreta. Isótopos se diferem no número de prótons não no número atômico)

Letra D: incorreta. Conforme estudamos, o carbono-14 é raramente encontrado na natureza, cerca de apenas 0,000000001%.

49. (IF-CE - Técnico de laboratório - Química - IF-CE - 2017) O hormônio melatonina, produzido pela glândula pineal, ajusta a resposta do organismo às condições de escuro, permitindo que haja uma adaptação às atividades e aos desempenhos noturnos de cada animal. Sobre a melatonina, é certo afirmar-se que



a) possui 4 carbonos sp^3.

b) possui funções amina, éter e cetona

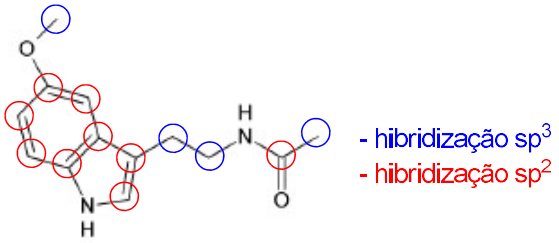
c) possui 1 carbono assimétrico.

d) possui fórmula molecular $C_{11}H_{12}N_2O_2$.

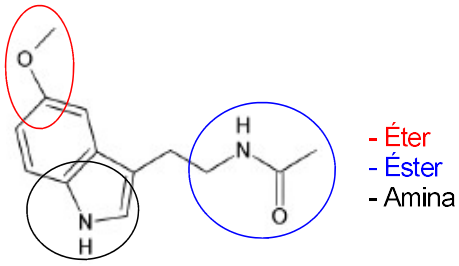
e) não possui ressonância.

Comentários

Letra A: correta. Observe os destaques na figura abaixo.



Letra B: incorreta. As funções presentes são éter, éster e amina (destaques na figura abaixo).



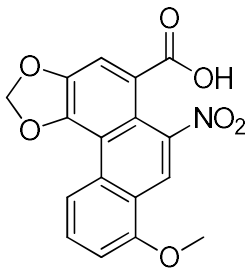
Letra C: incorreta. Carbono assimétrico é o mesmo que o carbono quiral. Vimos que um carbono quiral é aquele que faz quatro ligações com quatro grupos diferentes. Nota-se que os quatro carbonos com hibridização sp^3 desta molécula não são quirais pois, se ligam com dois ou mais hidrogênios.

Letra D: incorreta. Formula molecular $C_{13}H_{16}N_2O_2$.

Letra E: incorreta. O anel de seis membros é aromático e, por isso, apresenta ressonância.

50. (FGV – Professor/Química – SEDUC/AM – 2014) "Estudos revelam que o ácido aristolóquico, composto usado na produção de remédios fitoterápicos, causa mutações nas células de quem as consome, levando ao desenvolvimento de tumores. A partir de sequenciamento genético de pessoas com câncer e expostas às plantas da família Aristolochia os cientistas mostraram que ela provoca ainda mais mutações do que dois dos principais cancerígenos do meio ambiente: o tabaco e a radiação ultravioleta." (Fonte: http://oglobo..com/sociedade/ciencia/genetica. Acesso em 08/07/2014)

O ácido aristolóquico apresenta a fórmula estrutural:



a) aldeído, amina e éter

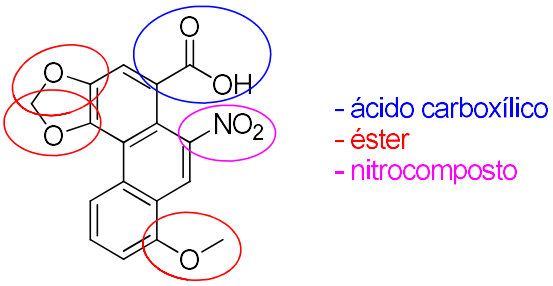
b) álcool,cetona e amina

c) álcool, cetona e amida

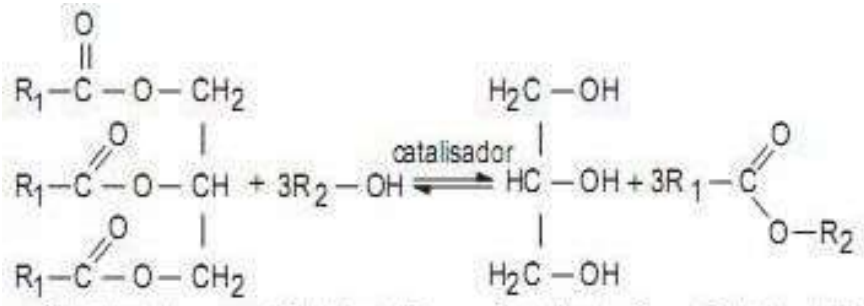
d) ácido carboxílico, nitrila e éster

e) ácido carboxílico, nitrocomposto e éter

Comentários



51. (CESGRANRIO – Analista – Petrobras - 2010) A reação de transesterificação para a produção de biodiesel tem caráter reversível, conforme mostrado a seguir.



Representação esquemática da reação de transesterificação

As funções orgânicas correspondentes às substâncias B e D são, respectivamente,

a) aldeído e éster.

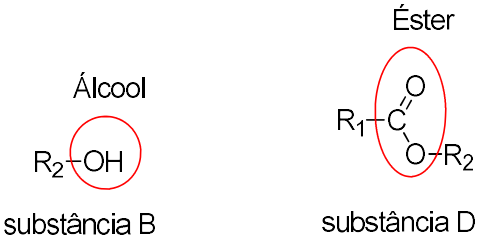
b) aldeído e cetona.

c) álcool e aldeído.

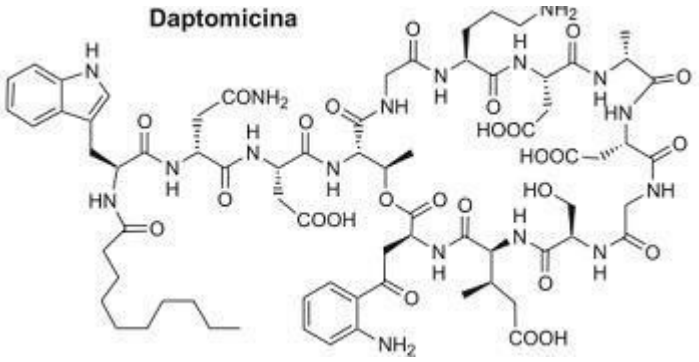
d) álcool e éster.

e) álcool e éter.

Comentários



52. (CEPERJ – Professor docente I/ Químico – SEDUC-RJ - 2015) A Daptomicina é um lipopeptídeo cíclico isolado do fungo *Streptomyces roseosporus*, que apresenta elevada atividade sobre bactérias resistentes. Este antibiótico foi recentemente aprovado pelo US-FDA para tratamento de infecções cutâneas graves, sendo comercializado pelo nome de Cubicin. Sua estrutura é mostrada a seguir:



Algumas das funções orgânicas presentes na estrutura da Daptomicina são:

a) cetona, álcool, aldeído, amina e amida

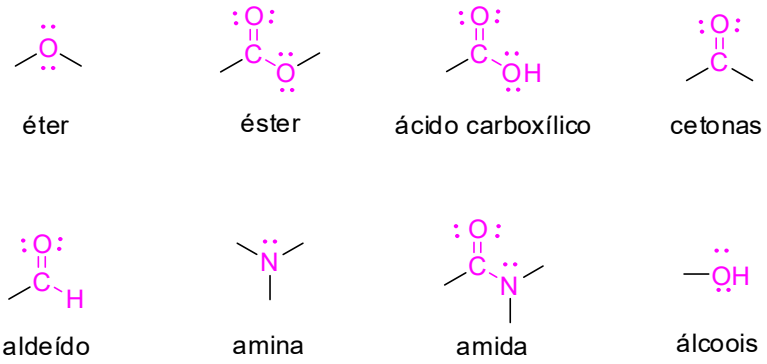
b) ácido carboxílico, éter, aldeído, amina e amida

c) álcool, amina, amida, ácido carboxílico e éster

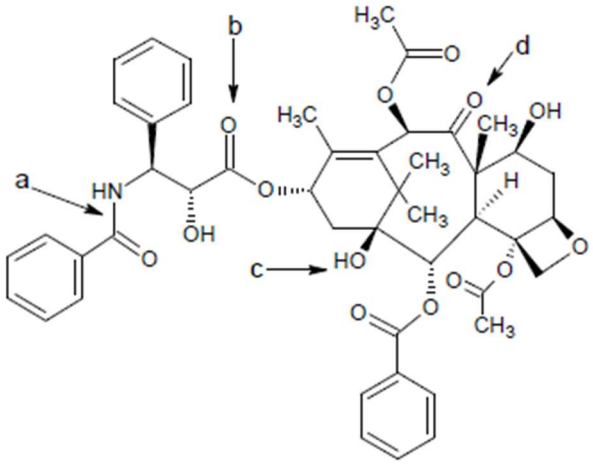
d) ácido carboxílico, amina, amida, éter e álcool

e) amina, amida, anidrido, álcool e éster

Comentários



53. (NUCEP – Professor/ Química – SEDUC-PI - 2015) A busca por medicamentos anticancerígenos tem aumentado com vistas a se encontrar tratamentos mais efetivos e seletivos, ou que visem à descoberta de novas estratégias que impeçam o avanço da doença. O Taxol® faz parte de um grupo das substâncias mais atrativas e promissoras como anticancerígenas de aplicação clínica, para grande variedade de câncer.



Taxol

As funções orgânicas presentes no Taxol representadas pelas letras a, b, c e d, são respectivamente:

a) cetona, cetona, álcool e cetona.

b) amina, éster, álcool e cetona.

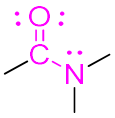
c) amida, éster, enol e éter.

d) amina, cetona, álcool e cetona.

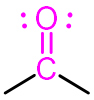
e) amida, éster, álcool e cetona.

Comentários

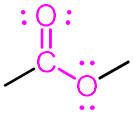
Função amida:



Função cetona:



Função éster:



Função éter:

Função álcool:

54. (VUNESP - Perito Criminal - PC-SP - 2013) O composto representado pela fórmula condensada

$C_2H_5(COO)C_2H_5$

é um(a)

a) cetona.

b) éter.

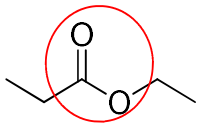
c) éster.

d) aldeído.

e) ácido carboxílico.

Comentários

A fórmula estrutural do composto está apresentada abaixo e a função orgânica presente no composto é um éster.



55. (UFPA - 2016) Um anel aromático tem estrutura plana porque seus carbonos têm hibridação

a) somente sp.

b) somente sp^2.

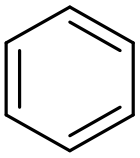
c) somente sp^3.

d) sp e sp^2 alternadas.

e) sp^2 e sp^3 alternadas.

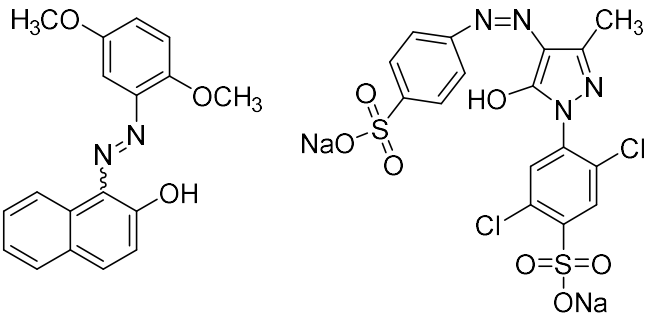
Comentários

Cada carbono do anel aromático realiza uma ligação pi e três ligações sigmas, portanto, hibridização sp^2. Vejam a estrutura do benzeno, um anel aromático.



56. (ACAFE – 2018) O corante de alimentos (Citrus Red 2) e o corante para pinturas (Yellow 2G) são representados pelas estruturas a seguir.

Estrutura do Citus Red 2 Estrutura do Yellow 2G



Considere os conceitos químicos e as informações fornecidas, e assinale a alternativa correta.

a) O corante Citrus Red 2 apresenta três anéis aromáticos.

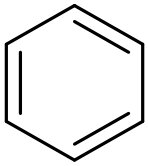
b) Dois carbonos presentes na molécula do corante Citrus Red 2 possuem hibridização sp.

c) Todos os carbonos presentes na molécula do corante Yellow 2G possuem hibridização sp3.

d) Citrus Red 2 e Yellow 2G apresentam, respectivamente, as seguintes fórmulas moleculares: $C_{18}H_{16}N_2O_3$ e $C_{16}H_{10}Na_2N_4O_7S_2$.

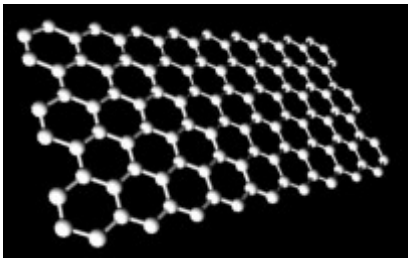
Comentários

O anel aromático é formado por uma estrutura cíclica de seis carbonos de hibridização sp^2, como apresentado na imagem a seguir.



Sendo assim, o corante Citrus Red 2 apresenta três anéis aromáticos.

57. (UNITAU - 2018) Possivelmente, um dos mais fortes materiais existentes é composto por um plano de átomos de carbono, com a estrutura do grafite. Um desses planos está representado na figura abaixo.



Quando um único plano da estrutura do grafite é isolado, esse plano é denominado grafeno. Uma das incríveis propriedades do grafeno é sua resistência, pois ele pode ser até 1500 vezes mais resistente do que o aço. Atualmente, diversos países estão investindo uma grande quantidade de dinheiro na

produção de grafeno, pois esse material já está sendo empregado para aumentar a resistência de equipamentos esportivos, de borrachas e de ferramentas de corte.

Assinale a alternativa INCORRETA a respeito do grafite.

a) Os átomos de carbono têm hibridação sp^2.

b) A estrutura apresenta átomos de carbono ligados, formando uma estrutura hexagonal planar.

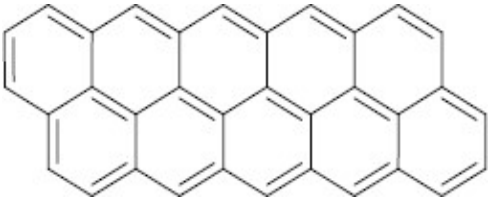
c) O grafite apresenta uma baixa energia de ligação entre os planos de átomos, do tipo intermolecular (Van der Walls).

d) Os átomos de carbono apresentam hibridação sp^3.

e) O grafite é um mineral, um dos alótropos do elemento químico carbono.

Comentários

Os átomos de carbono do grafite apresentam configuração , isto é, realizam uma ligação pi e três ligações sigmas, portanto, esses átomos apresentam hibridização sp^2. Vejam a estrutura do grafite abaixo.



LISTA DE QUESTÕES DA AULA

1. (CEPERJ – Professor/ Ciências – SEDUC-RJ- 2013) Considere a charge e o texto abaixo e responda à questão.

(Jornal O Dia – 25/03/2013)

A partícula denominada *quark* é uma das partículas fundamentais do Universo (a outra é o *lépton*, constituinte dos elétrons). Os *quarks* se caracterizam por estarem no núcleo atômico, mais precisamente nos prótons e nos nêutrons, uma vez que os prótons e os nêutrons são nada mais que uniões de *quarks* de determinadas cargas e massas.

O carbono radioativo ($_6C^{14}$) utilizado pelos cientistas em seus experimentos de "rastreamento" é um isótopo do carbono comum ($_6C^{12}$), isto é, apresenta mesmo número atômico (Z) e diferentes números de massa (A). O carbono radioativo apresenta a seguinte constituição:

a) 6 prótons, 6 nêutrons e 6 elétrons

b) 14 prótons, 8 nêutrons e 6 elétrons

c) 6 prótons, 8 nêutrons e 6 elétrons

d) 8 prótons, 14 nêutrons e 6 elétrons

e) 8 prótons, 6 nêutrons e 8 elétrons

2. (CENTRO – Químico – ANVISA - 2013) Metano e água têm, respectivamente, massas molares iguais a 16 e 18g mol^{-1}, ou seja, são muito próximas. No entanto, o estado físico predominante dessas substâncias, em condições ambiente, são bem diferentes: a primeira é um gás e a segunda um líquido. Tal diferença pode ser explicada pela geometria molecular, assim como pela polaridade de ambas. Assinale a alternativa que possui, a relação correta entre a geometria molecular e a força de atração intermolecular do metano e da água, respectivamente.

a) Metano: angular e dipolo induzido/ Água: angular e dipolo permanente.

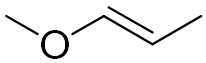
b) Metano: tetraédrica e dipolo induzido/ Água: angular e ligação de hidrogênio (ponte).

c) Metano: piramidal e dipolo induzido/ Água: angular e ligação de hidrogênio (ponte).

d) Metano: tetraédrica e dipolo permanente/ Água: angular e ligação de hidrogênio (ponte).

e) Metano: tetraédrica e dipolo induzido/ Água: linear e ligação de hidrogênio (ponte).

3. (CONSULPLAN – Químico – MAPA - 2014) Quantos carbonos estão com seus orbitais hibridizados no tipo sp^3 no composto apresentado?



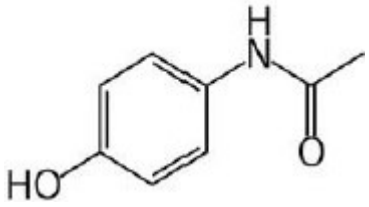
a) 1.

b) 2.

c) 3.

d) 4.

4. (UNESC 2017) O acetaminofeno, popularmente conhecido como paracetamol, é um dos fármacos mais importantes utilizado no tratamento da dor leve a moderada quando não há necessidade de efeito anti-inflamatório. Analisando a fórmula estrutural plana do acetaminofeno. O número de átomos de carbono com hidridização sp^3, sp^2 e sp, dos átomos de carbono desse composto, é, respectivamente:



A) 5; 2; 1

B) 6; 1; 1

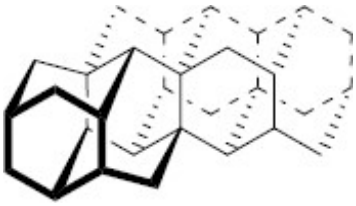
C) 1; 7; 0

D) 1; 5; 2

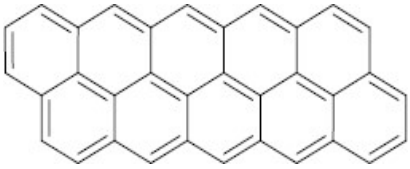
E) 2; 6; 0

5. CESMAC - 2019) O carbono é encontrado na natureza em diferentes arranjos e estruturas. O carbono diamante (Cdiam), possui alto valor agregado e é formado sob alta pressão, possuindo estrutura onde o carbono realiza quatro ligações simples. Já o carbono grafite (Cgraf) possui valor agregado muito baixo, comparado ao seu alótropo diamante e realiza ligações duplas conjugadas. As representações das estruturas dos átomos de carbono nos diferentes alótropos, diamante e grafite, estão representadas abaixo.

Diamante



Grafite



A partir das estruturas citadas e do enunciado da questão, podemos afirmar que a hibridização dos átomos de carbono presentes no diamante e no grafite são, respectivamente:

a) sp^3 e sp

b) sp^2 e sp^2

c) sp^3 e sp^2

d) sp^3 e sp^3

e) sp^2 e sp^3

6. (CESPE – Perito Criminal/Química - POLÍCIA CIENTÍIFICA-PE -2016) No trabalho forense, um ensaio que auxilia a avaliação de grupo funcional em amostras é o teste de bromo, capaz de indicar a presença do grupo funcional alceno. A respeito da estrutura eletrônica da ligação C=C, é correto afirmar que ela é formada) pela interação σ entre dois orbitais não hibridizados *p* e pela interação π entre dois orbitais com hibridização sp^2.

b) pela interação π entre dois orbitais com hibridização *sp* e pela interação π entre dois orbitais não hibridizados *p*.

c) pela interação σ entre dois orbitais com hibridização sp^2 e pela interação π entre dois orbitais não hibridizados *p*.

d) pela interação σ entre dois orbitais com hibridização sp^2 e pela interação σ entre dois orbitais não hibridizados *p*.

e) pela interação σ entre dois orbitais com hibridização sp^3 e pela interação π entre dois orbitais com hibridização sp^2.

7. (UTFPR - Químico - UTFPR - 2015) O metano é um dos compostos mais abundantes de todos os compostos do ciclo do carbono. É formado principalmente quando os compostos que contêm carbono se decompõem, na ausência de ar (condições anaeróbias). Sobre a hibridização e as ligações do metano é correto afirmar que:

a) todos os três orbitais sp^3 do átomo de carbono da molécula de metano têm igual energia, pois os elétrons de valência do carbono estão distribuídos igualmente entre si.

b) ligações σ que envolvem orbitais híbridos sp^3 de carbono são mais fortes do que as ligações que envolvem orbitais não híbridos 2s ou 2p.

c) cada ligação C-H é uma ligação σ em que um orbital 1s semipreenchido de hidrogênio se sobrepõe a um orbital p semipreenchido de carbono.

d) os eixos dos orbitais híbridos sp do metano apontam para os vértices de um tetraedro.

e) a teoria de ligação de valência se baseia na sobreposição em fase dos orbitais semipreenchidos dos átomos conectados, e os orbitais híbridos do carbono na molécula de metano apresentam a configuração eletrônica $1s^2 2s^2 2p_x^1 2p_y^1$.

8. (COSEAC - Técnico de Laboratório/Área: Química - UFF - 2015) O hidrocarboneto que apresenta todos os átomos de carbono com orientação espacial tetraédrica é:

a) eteno.

b) benzeno.

c) etino.

d) prop-1,2-dieno.

e) metil-propano.

9. (CENTRO - Químico - ANVISA - 2013) HCN é um gás que foi muito utilizado nas câmaras dos campos de concentração, na Alemanha nazista, para o extermínio de seres humanos. Sabe-se que o mesmo se combina com a hemoglobina e, por sua vez, causa a morte da pessoa por asfixia, pelo fato de a estrutura sanguínea não conseguir se combinar ao O_2 oriundo da inspiração. Em solução aquosa forma um ácido fraco. Assinale a alternativa que possui a geometria molecular e o tipo de ligação intramolecular, respectivamente.

a) Angular e covalente.

b) Linear e covalente.

c) Linear e iônica.

d) Linear e coordenada.

e) Angular e iônica.

10. (IFSul 2018) Leia o texto abaixo e responda à questão.

A qualidade da gasolina é definida de acordo com o índice de octanagem do combustível. A gasolina é uma mistura de hidrocarbonetos que variam sua cadeia carbônica de quatro a doze átomos de carbono (gasolina automotiva) e de cinco a dez átomos de carbono (gasolina de aviação), a média de átomos de carbono geral das cadeias é de oito carbonos. As gasolinas que possuem alto índice de isoctano são considerados combustíveis de alta qualidade e poder de combustão. A equação não-balanceada abaixo representa a reação de combustão do isoctano:

$CH_3C(CH_3)_2CH_2CH(CH_3)_2 + O_2 \rightarrow H_2O + CO_2 \quad \Delta H = -11{,}5$ kcal/mol

O isoctano é um hidrocarboneto que apresenta cadeia carbônica

A) normal e insaturada.

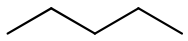
B) ramificada e saturada.

C) ramificada e insaturada.

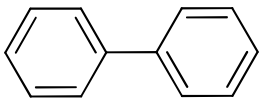
D) normal e saturada.

11. (CESGRANRIO - Técnico de Perfuração e Poços Júnior - Petrobras - 2014) De acordo com o tipo de cadeia, com o tipo de ligações e com o arranjo dos átomos, os hidrocarbonetos podem apresentar diferentes classificações.

Associe os hidrocarbonetos com as suas classificações.

I 

II

III 

P - Hidrocarboneto aromático polinuclear com núcleos condensados.

Q - Hidrocarboneto aromático policíclico com núcleos isolados.

R - Hidrocarboneto saturado que possui cinco átomos de carbono.

S - Hidrocarboneto não ramificado que possui oito átomos de hidrogênio.

As associações corretas são:

a) I - R, II - S, III - P

b) I - R, II - S, III - Q

c) I - Q, II - R, III - Q

d) I - P, II - R, III - P

e) I - S, II - Q, III – P

12. (IADES - Perito Criminal/Farmácia-Bioquímica - PCDF - 2016) (26/3/2016) Uma jovem de 18 anos de idade morreu após inalar gás de buzina de pressão. Ela estava reunida com amigos na própria casa, em um condomínio de classe média alta em São José do Rio Preto (SP), quando teria inalado a substância. A estudante chegou a ser socorrida pelo Corpo de Bombeiros, mas não resistiu e morreu no local.

Disponível em:

<http://www.correiobraziliense.com.br/app/noticia/brasil/2016/03/26/internas_polbraeco,524210/estudante-de-18-anos-morre-depois-inalar-gas-de-buzina-em-sao-paulo.shtml>.

Acesso em: 10 maio 2016, com adaptações.

De acordo com o centro de toxicologia do Hospital de Base de São José do Rio Preto, o gás de buzina é composto de butano e propano. O produto é também encontrado em isqueiros e sistemas de refrigeração de geladeiras e aparelhos de ar-condicionado. O aparelho, uma lata contendo o gás acoplada a uma buzina, é vendido para fazer barulho, mas acaba sendo inalado.

Disponível em:

<http://ultimosegundo.ig.com.br/brasil/2016-03-27/universitaria-morre-apos-inalar-gas-de-buzina-em-sao-jose-do-rio-preto.html>.

Acesso em: 10 maio 2016, com adaptações.

Em relação aos gases butano e propano, é correto afirmar que eles

a) pertencem à família dos alcanos, que são hidrocarbonetos saturados, contendo apenas ligações simples carbono-carbono.

b) são hidrocarbonetos insaturados, contendo ligação dupla carbono-carbono, e pertencem à família dos alcenos.

c) são hidrocarbonetos insaturados, contendo ligação tripla carbono-carbono, e pertencem à família dos alcinos.

d) pertencem à família dos alcenos, que são hidrocarbonetos saturados, contendo apenas ligações simples carbono-carbono.

e) são hidrocarbonetos saturados, contendo ligação dupla carbono-carbono, e pertencem à família dos alcinos.

13. (IBFC – Perito Criminal - POLÍCIA CIENTÍFICA - PR - 2017) Em relação às moléculas dos hidrocarbonetos metano e etileto, analise as afirmativas:

I. O metano (CH_4) tem quatro ligações covalentes C – H. Como todas as quatro ligações têm o mesmo comprimento e todos os ângulos de ligação são os mesmos (109,5°), podemos concluir que as quatro ligações no metano são idênticas.

II. No metano, a ausência de átomos parcialmente carregados pode ser explicada pela eletronegatividade similar do carbono e do hidrogênio, que faz com que tais átomos compartilhem seus elétrons ligantes igualmente.

III. Na molécula de etileno, para se ligar a três átomos, cada carbono hibridiza três orbitais atômicos. Está correto o que se afirma em:

a) I e II, apenas

b) I, apenas

c) I, II e III

d) III, apenas

e) I e III, apenas

14. (FACISA 2014) Indique a alternativa que apresenta uma série isóloga de compostos orgânicos.

A) Etino, etano, eteno

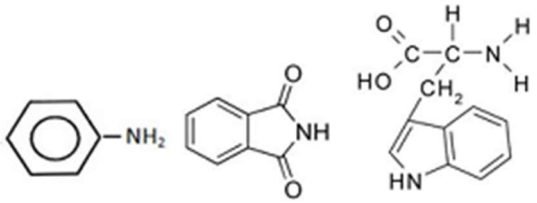
B) Eteno, etino, etano

C) Etano, etino, eteno

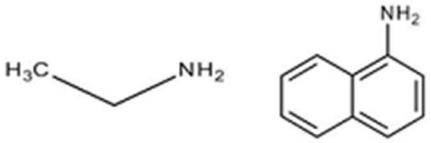
D) Etino, eteno, etano

E) Etano, etano, eteno

15. (CETRO - Químico - ANVISA - 2013) Observe as estruturas abaixo.



I II III



IV V

Assinale a alternativa que apresenta as estruturas que correspondem a aminas.

a) I, II e III, apenas.

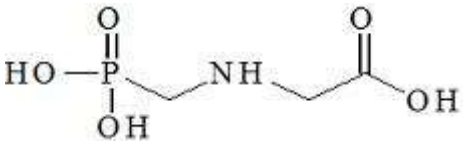
b) I, II e IV, apenas.

c) I, IV e V, apenas.

d) II, III e V, apenas.

e) III, IV e V, apenas.

16. (CENTRO - Químico - ANVISA - 2013) A substância representada abaixo é mais conhecida pelo nome usual de Glifosato®, a qual atua como um herbicida não-seletivo, de aplicação pós-emergente, de baixa toxicidade para os humanos. Até o ano de 2011 representava 60% da fatia das vendas no mercado mundial.



Assinale a alternativa que contém a função orgânica presente na molécula acima:

a) Álcool.

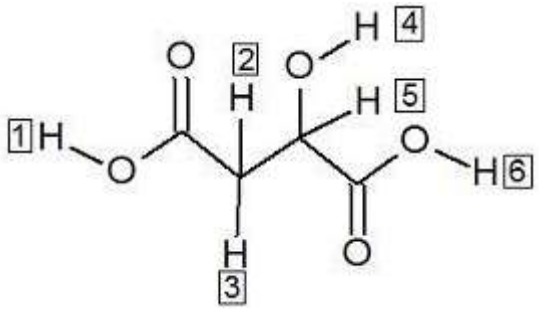
b) Amida.

c) Ácido sulfônico.

d) Hidrocarboneto.

e) Aminoácido.

17. (CENTRO - Químico - ANVISA - 2013) A presença do ácido málico garante o gosto amargo de algumas frutas, dentre elas as maçãs-verdes. A fórmula estrutural desta substância é apresentada abaixo e na mesma foram numerados os seus respectivos átomos de hidrogênio. Em relação a esses últimos, assinale a alternativa que contém aqueles que são responsáveis pela ionização da molécula quando colocada em meio aquoso.



a) 1 e 6

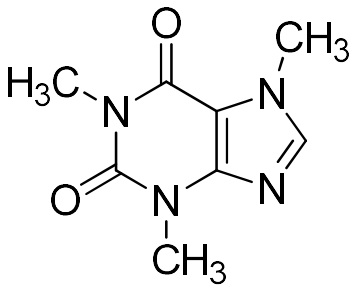
b) 2 e 3

c) 4 e 5

d) 1 e 2

e) 3 e 6

18. (COVEST – Químico - UFPE - 2015) A cafeína é um composto presente em diversos tipos de bebidas com propriedades estimulantes. Considerando a fórmula estrutural plana da molécula da cafeína, assinale a alternativa correta.



a) Possui apenas carbonos com hibridação sp^3.

b) Possui um dos átomos de nitrogênio com hibridação sp^2.

c) O anel de 6 membros é aromático.

d) Possui a funcionalidade cetona.

e) Possui um carbono quiral.

19. (CONCURSO PÚBLICO UFMG /2015) O químico alemão F. A. Kekulé propôs que a "Química Orgânica é o ramo da Química que estuda os compostos do carbono". Essa proposição está correta, no entanto, não basta ter carbono em sua estrutura para ser um composto orgânico. Assim, assinale a alternativa que NÃO CONTÉM APENAS compostos orgânicos:

a) $C_{10}H_{22}$, C_2H_6O, CH_4

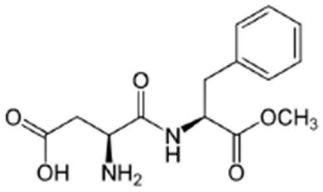
b) C_2H_6O, CH_2O_3, C_6H_6

c) C_2H_6S, $C_{10}H_{20}$, C_3H_7NO

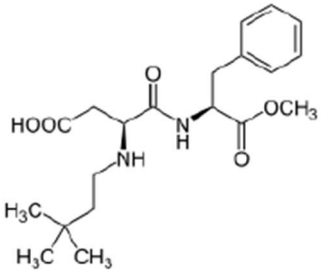
d) C_6H_6O, $C_6H_{12}O_6$, $C_2H_4O_2$

20. (CESGRANRIO – Técnico Químico de Petróleo Júnior – Petrobras - 2018) Adoçantes são substâncias de origem natural ou sintética que vêm sendo utilizados em substituição ao açúcar (sacarose). Integrante da primeira geração dos edulcorantes, o Aspartame, descoberto em 1965, é cerca de 200 vezes mais doce que o açúcar comum. Porém, seu uso é bastante controverso devido a efeitos do seu consumo regular. Com o passar dos anos, uma segunda geração de adoçantes foi descoberta. Entre eles, está o Neotame, aproximadamente 7000 vezes superior à doçura da sacarose e 30 vezes à do Aspartame.

A seguir são apresentadas as fórmulas estruturais do Aspartame e do Neotame:



Aspartame



Neotame

A alternativa que contém a função orgânica que NÃO está presente na estrutura do Aspartame e do Neotame é

a) amina

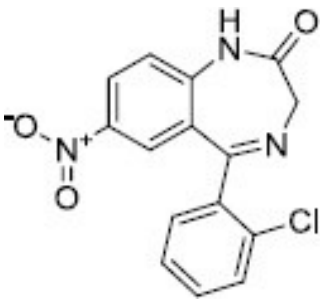
b) amida

c) álcool

d) éster

e) ácido carboxílico

21. (CESMAC 2018) O clonazepam, composto pertencente à classe de benzodiazepinas, possui como principal propriedade terapêutica uma leve inibição do sistema nervoso central, apresentando efeitos anticonvulsivante, relaxante muscular e tranquilizante. No Brasil, é comercializado com o nome de Rivotril e já foi o medicamento de tarja preta mais comercializado do país. Sua estrutura está representada a seguir:



A partir da estrutura do clonazepam, foram realizadas três afirmações:

1) todos os carbonos da molécula possuem hibridização sp^2.

2) a estrutura possui apenas um carbono primário.

3) a molécula possui fórmula elementar $C_{15}H_{10}ClN_3O_3$.

Está(ão) correta(s) a(s) afirmativa(s):

A) 1 apenas.

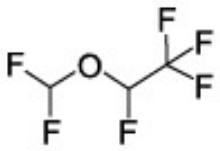
B) 2 apenas.

C) 3 apenas.

D) 2 e 3 apenas.

E) 1, 2 e 3.

22. (UEFS 2018) A fórmula a seguir representa a estrutura molecular do anestésico geral desflurano.



desflurano

O número de átomos de hidrogênio presente na molécula desse anestésico é

A) 1.

B) 2.

C) 3.

D) 4.

E) 5.

23. (CESGRANRIO- Analista de Comercialização e Logística Júnior – Biocombustível – Petrobras - 2010) Assim como o petróleo, o gás natural é encontrado em reservatórios subterrâneos em muitos lugares do planeta, tanto em terra quanto no mar, sendo considerável o número de reservatórios que contêm gás natural associado ao petróleo. Nestes casos, o gás recebe a designação de gás natural associado. Assim, o gás natural, como encontrado na natureza, é uma mistura variada de hidrocarbonetos gasosos cujo componente preponderante é sempre o metano. O gás natural não associado apresenta os maiores teores de metano, enquanto o gás natural associado apresenta proporções significantes de etano, propano, butano e hidrocarbonetos mais pesados.

No que diz respeito à hibridização dos átomos de carbono dos hidrocarbonetos citados no texto, sabe-se que

a) apenas o metano tem hibridização do tipo sp^3.

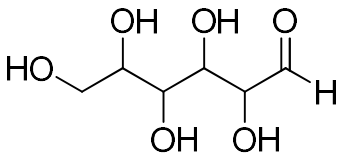
b) todos têm hibridização do tipo sp^3.

c) todos têm hibridização do tipo sp^2.

d) o propano e o butano têm hibridização dos tipos sp^2e sp^3.

e) o propano e o butano têm hibridização dos tipos sp, sp^2 e sp^3.

24. (UNIUV- Químico - Prefeitura da União da Vitória/PR - 2015) O monossacarídeo glicose possui uma fórmula molecular com seis carbonos, doze hidrogênios e seis oxigênios. Pode ser considerado como a principal fonte de energia para as células. Sua estrutura pode ser representada por:



Com base na estrutura da glicose, indique a afirmação verdadeira:

a) Na estrutura da glicose, a única função apresentada é a do álcool;

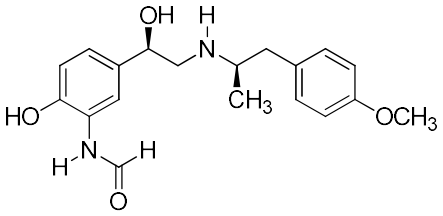
b) Apresenta apenas carbonos secundários;

c) Só apresenta carbonos simétricos;

d) Possui carbonos assimétricos;

e) Apresenta apenas carbonos terciários.

25. (UFPA – Técnico administrativo em educação/Químico – EFPA - 2016) A análise da fórmula estrutural abaixo permite identificar as funções orgânicas



a) amina e éster.

b) fenol e amida.

c) aldeído e éter.

d) cetona e alceno.

e) álcool e ácido carboxílico.

26. (CESPE – Perito Criminal – PC-MA – 2018) Acerca de átomos e substâncias orgânicas, assinale a opção correta.

a) Átomos de carbono sempre fazem ligações simples com átomos de hidrogênio.

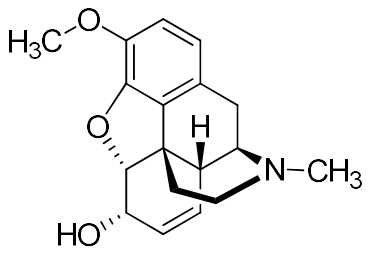
b) A reatividade de uma substancia orgânica depende do número de átomos de carbono de sua molécula, mas independe de como esses átomos estão organizados na cadeia.

c) As substancias orgânicas são necessariamente substâncias naturais.

d) Substancias orgânicas formam soluções neutras, independentemente da presença de átomos de oxigênio ou nitrogênio em suas moléculas.

e) Os átomos de carbono podem formar uma, duas, três ou quatro ligações químicas.

27. (CESPE – Perito Criminal/Química - Polícia Científica de Pernambuco-PE - 2016)



codeína

A codeína, cuja estrutura química está representada na figura precedente, e o princípio ativo de medicamentos utilizados no tratamento de dor moderada. Com relação a estrutura química da codeína, e correto afirmar que ela e constituída por

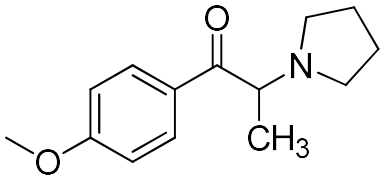
a) um átomo de nitrogênio com hibridização sp^2 e oito átomos de carbono com hibridização sp^2.

b) um átomo de nitrogênio com geometria trigonal plana e oito átomos de carbono com hibridização sp^2.

c) um átomo de nitrogênio com geometria piramidal e oito átomos de carbono com hibridização sp^2.

d) um átomo de nitrogênio com hibridização sp^2 e oito átomos de carbono com geometria trigonal plana. E um átomo de nitrogênio com geometria piramidal e dez átomos de carbono com hibridização sp^2.

28. (CESPE – Perito Criminal/Química - Polícia Científica de Pernambuco-PE - 2016)



MOPPP

Nessa figura, apresenta-se a estrutura química do MOPPP, uma catinona modificada que, devido a suas propriedades psicoativas, e utilizada como droga de recreação. A respeito da estrutura desse composto, e correto afirmar que ele apresenta os grupos funcionais

a) amida, cetona e éster.

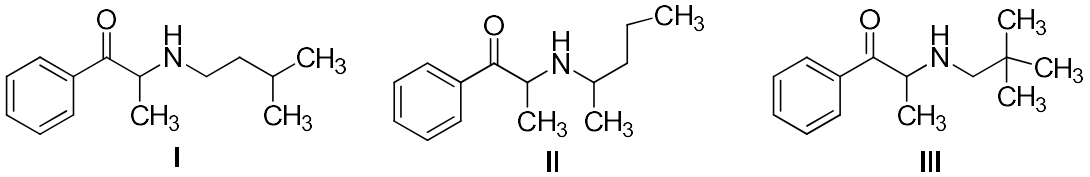
b) amina, anidrido e acetal.

c) cetona, éster e imina.

d) aldeído, éter e imina.

e) amina, cetona e éter.

29. (CESPE – Perito Criminal/Química - Polícia Científica de Pernambuco-PE - 2016)



I II III

Comumente, fabricantes de drogas sintéticas introduzem um novo grupo funcional ou uma nova cadeia na estrutura química de uma droga ilícita conhecida, a fim de burlar a fiscalização. Com base nas estruturas de catinonas modificadas apresentadas nas figuras precedentes, assinale a opção que corresponde, respectivamente, a cadeia alquílica que caracteriza as estruturas I, II e III.

a) neopentila; n-pentila; sec-pentila

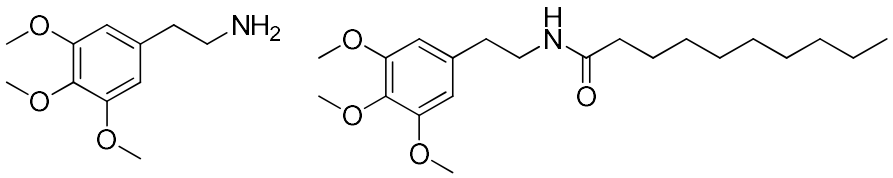
b) n-pentila; isopentila; terc-pentila

c) sec-pentila; isopentila; n-pentila

d) isopentila; sec-pentila; neopentila

e) terc-pentila; sec-pentila; isopentila

30. (CESPE – Perito Criminal/Química - Polícia Científica de Pernambuco-PE - 2016)



mescalina composto 1

As figuras precedentes mostram as estruturas químicas da mescalina, substância natural com propriedades alucinógenas, e do composto I, análogo a ela. Comparado a mescalina, e correto afirmar que o composto I apresenta

a) menor solubilidade em água e maior afinidade por gorduras.

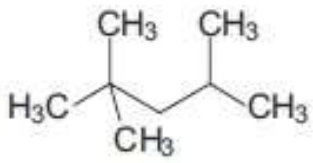
b) maior solubilidade em água e maior afinidade por gorduras.

c) maior solubilidade em água e menor afinidade por gorduras.

d) nenhuma alteração na solubilidade em água e na afinidade por gorduras.

e) menor solubilidade em água e menor afinidade por gorduras.

31. (UNESP 2016/2) Analise a fórmula que representa a estrutura do iso-octano, um derivado de petróleo componente da gasolina.



De acordo com a fórmula analisada, é correto afirmar que o iso-octano

A) é solúvel em água.

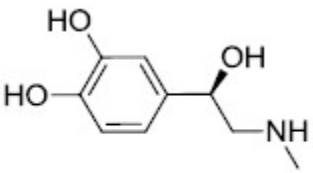
B) é um composto insaturado.

C) conduz corrente elétrica.

D) apresenta carbono assimétrico.

E) tem fórmula molecular C_8H_{18}.

32. (UDESC 2016/2) A molécula de epinefrina foi primeiramente isolada em sua forma pura em 1897 e sua estrutura foi determinada em 1901. Ela é produzida na glândula adrenal (daí vem o seu nome usual, adrenalina) como um único enantiômero.



Epinefrina

Analisando a estrutura da molécula de epinefrina, é incorreto afirmar que:

A) o átomo de nitrogênio está ligado a dois carbonos de configuração sp^3.

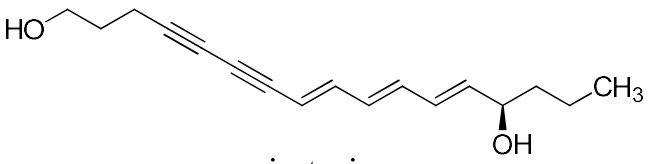
B) apresenta ligações covalentes polares e apolares, em sua estrutura.

C) os três átomos de oxigênio estão ligados a carbonos e hidrogênios por meio de ligações covalentes polares.

D) possui 17 ligações sigma (σ) e três ligações pi (π).

E) suas moléculas podem formar ligações de hidrogênio entre si.

33. (CESPE – Perito Criminal/Química - Polícia Científica de Pernambuco-PE - 2016)



cicutoxina

A cicutoxina, cuja molécula está representada na figura precedente, é uma substância venenosa encontrada em plantas de espécies apiáceas do gênero cicuta. Com base em sua estrutura química, assinale a opção correta.

a) A cicutoxina apresenta baixa solubilidade em solventes apolares.

b) Na cicutoxina, os carbonos envolvidos nas ligações triplas são angulares.

c) A cicutoxina apresenta o grupo funcional álcool cujo oxigênio tem a mesma hibridização dos oxigênios de um grupo funcional éster.

d) A cicutoxina possui seis carbonos com geometria trigonal-plana.

e) Os carbonos ligados aos átomos de oxigênio da cicutoxina são piramidais.

34. (IADES - Perito Criminal/Químico - Polícia Civil/DF - 2016) O 5-amino-2,3-di-hidro-1,4-ftalazinadiona, comumente chamado de luminol, é um composto que, em determinadas condições, pode fazer parte de uma reação quimiluminescente. Essa substância reage com quantidades muito pequenas de sangue. A respectiva sensibilidade pode chegar a 1/1.000.000.000, mesmo em locais com azulejos, pisos cerâmicos ou de madeira, os quais tenham sido lavados.

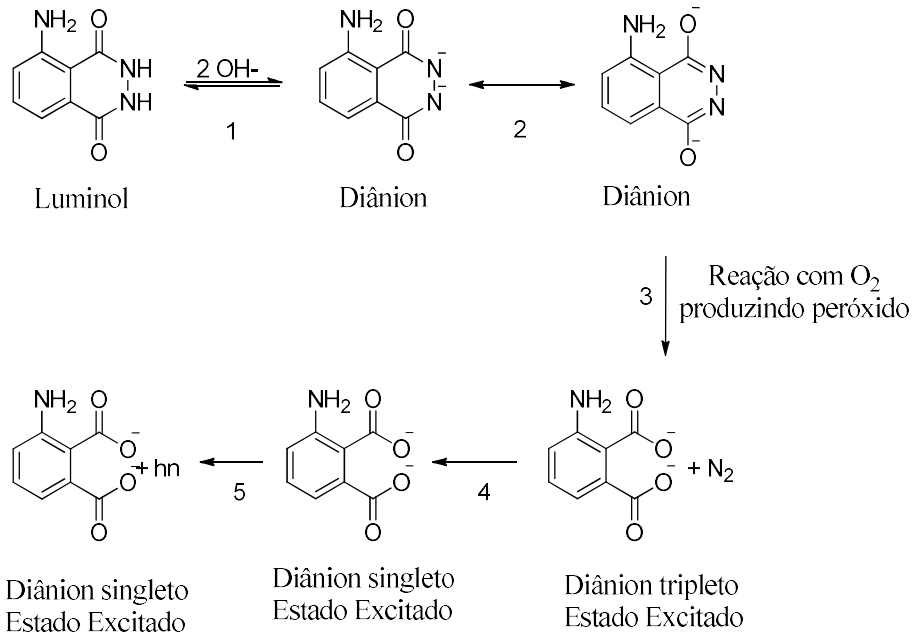


Figura: Mecanismo esquemático da oxidação de luminol por base em meio aquoso.

INMAN, K., RUDIN, N. Principles and Practice of Forensic Science: The Profession of Forensic Science. Flórida: CRC Press, 2000, com adaptações.

Em relação à molécula do luminol, assinale a alternativa correta.

a) Possui sete átomos de carbono hibridizados em sp^2.

b) Possui dois anéis aromáticos condensados.

c) Apresenta o grupo funcional dos aldeídos.

d) Tem massa molecular de 177,16 g mol^{-1}.

e) A amina é terciária.

35. (UFRGS 2014) A levedura *Saccharomyces cerevisiae* é responsável por transformar o caldo de cana em etanol. Modificações genéticas permitem que esse micro-orgarnismo secrete uma substância chamada farneseno, em vez de etanol. O processo produz, então, um combustível derivado de cana-de-açúcar, com todas as propriedades essenciais do diesel de petróleo, com as vantagens de ser renovável e não conter enxofre.

Considere as seguintes afirmações a respeito do farneseno.

I - A fórmula molecular do farneseno é $C_{16}H_{24}$.

II - O farneseno é um hidrocarboneto acíclico insaturado.

III - O farneseno apresenta apenas um único carbono secundário.

Quais estão corretas?

A) Apenas I.

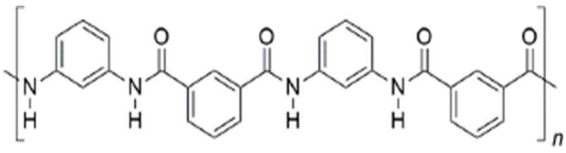
B) Apenas II.

C) Apenas III.

D) Apenas I e II.

E) I, II e III.

36. (CESMAC - 2019) O NOMEX é um polímero resistente às chamas e considerada a fibra mais utilizada na confecção de roupas para bombeiros e pilotos. Esse polímero foi patenteado na década de 1960, e é obtido através de reação de condensação entre os monômeros 1,3-diaminobenzeno e cloreto do ácido isoftálico. Um fragmento do NOMEX está descrito abaixo.



Qual(is) tipo(s) de hibridização os átomos de carbono apresentam na estrutura do polímero NOMEX?

a) sp^3 e sp

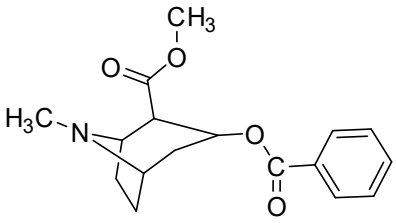
b) sp

c) sp, sp^2 e sp^3

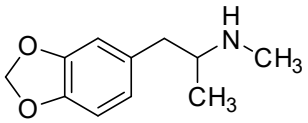
d) sp^2

e) sp^2 e sp^3

37. (FUNCAB - Perito Criminal/Química - Polícia Científica - RO - 2014) A cocaína tem o aspecto de um pó branco e cristalino (o sal é o hidrocloreto de cocaína) e pode ser consumida de várias formas, mas o modo mais comum é pela aspiração da droga, que, normalmente, se apresenta sob forma de pó. O ecstasy é conhecido como droga do amor e normalmente é consumido através de comprimidos, via oral, apesar de poder ser utilizado via intravenenosa. As estruturas químicas de cocaína e ecstasy estão representadas abaixo e a alternativa que apresenta as funções orgânicas nessas duas substâncias, respectivamente, é:



cocaína



ecstasy

a) amida e éster/ amida e éster

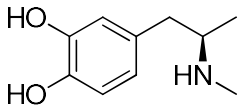
b) amida e ácido/ amida e éter

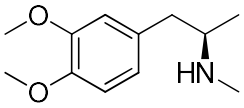
c) amina e ácido/ amina e éter

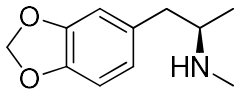
d) amida e cetona/ amina e cetona

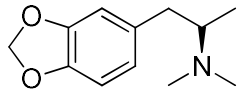
e) amina e éster/ amina e éter

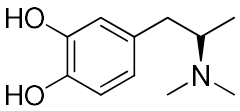
38. (FUNCAB - Perito Criminal - Secretaria de Estado de Segurança Pública/SE - 2014) A droga ilícita conhecida como "ecstasy" é uma pílula cujo princípio ativo é o composto Metilenodioxi-N-metilanfetamina. A estrutura química desse composto é apresentada na alternativa:

a) 

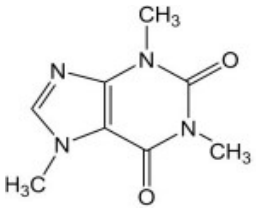
b) 

c) 

d) 

e) 

39. (URCA – 2018) A cafeína tem a seguinte estrutura molecular:



Sobre a molécula da cafeína podemos afirmar corretamente:

a) Apresenta três carbonos com hibridização do tipo sp^3

b) Apresenta três carbonos quirais

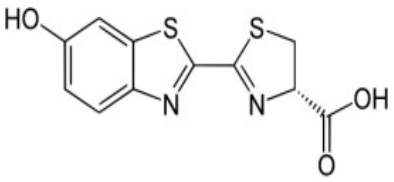
c) Apresenta 4 ligações do tipo (π) e 12 ligações do tipo (σ)

d) Tem fórmula molecular $C_8H_9N_4O_2$

e) Os seus átomos de nitrogênio apresentam um forte caráter ácido de Lewis.

40. (UNESC – 2017) Leia o texto abaixo e responda à 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.



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

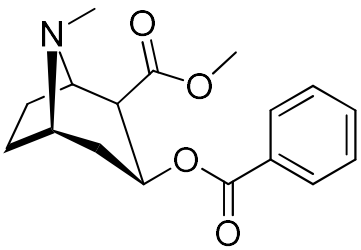
a) I e II, apenas.

b) II e III, apenas.

c) I e III, apenas.

d) I, II e III.

41. (FUNCAB - Perito Criminal - Secretaria de Estado de Segurança Pública/SE - 2014) Abaixo está representada a estrutura da cocaína. As funções químicas presentes em sua estrutura estão apresentadas corretamente em qual alternativa?



a) Amina primária e éster

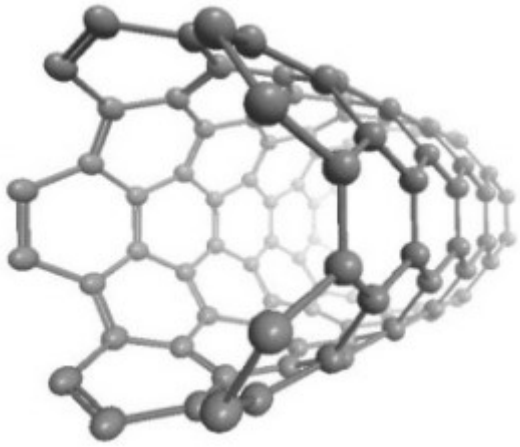
b) Amina secundária e éster

c) Amina primária e fenol

d) Amida e éter

e) Amina terciária e éster

42. (UNITAU – 2016) Provavelmente, um dos materiais mais fortes já sintetizados pelo homem são os nanotubos de carbono, com resistência à tração até 100 vezes superior ao aço, e com 1/6 do seu peso. Várias indústrias já utilizam esse material, incorporando-o em ferramentas de corte metálicas e cerâmicas, com porcentagens da ordem de 1-5% em massa, uma vez que o nanotubo aumenta a vida útil do fio da lâmina de corte. Os nanotubos são como folhas enroladas na forma de tubos de um plano de átomos de carbono. Como têm diâmetros na escala nanométrica, são denominados nanotubos. A imagem abaixo ilustra um nanotubo de carbono.



Considerando a química do carbono, assinale a afirmativa INCORRETA.

a) Dentre as possíveis hibridações apresentadas pelo átomo de carbono (hibridação sp^3, sp^2 e sp), os átomos de carbono no nanotubo têm orbitais com hibridação sp^2.

b) As ligações químicas entre os átomos de carbono no nanotubo são similares às ligações encontradas na estrutura do grafite.

c) A hibridação sp^3 tem geometria tetraédrica, a hibridação sp^2 tem geometria trigonal plana ou triangular, e a hibridação sp tem geometria linear.

d) Na hibridação sp^3, o átomo de carbono faz quatro ligações π; na hibridação sp^2 são duas ligações e uma ligação π; na hibridação sp são duas ligações π e duas ligações π.

e) Os ângulos entre os orbitais híbridos sp são iguais a 180°, nos orbitais sp^2, são iguais a 120°, nos orbitais sp^3, são iguais a 109°28'.

43. (Vunesp - Perito Criminal - Polícia Civil SP - 2013) O composto representado pela fórmula condensada

C_2H_5 (COO) C_2H_5

é um(a)

a) cetona.

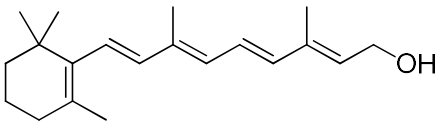
b) éter.

c) éster.

d) aldeído.

e) ácido carboxílico.

44. (Vunesp – Perito Criminal - Polícia Civil/SP - 2014) A vitamina A, também chamada de retinol, é encontrada em alimentos de origem animal e vegetal. Sua estrutura está representada a seguir:



Retinol

A função orgânica presente na estrutura do retinol é

a) amina.

b) cetona.

c) aldeído.

d) álcool.

e) ácido carboxílico.

45. (FGV – Perito Criminal Polícia Civil/MA - 2012) Os trabalhos revolucionários sobre o grafeno valeram o prêmio Nobel de Física de 2010 aos cientistas Konstantin Novoselov e Andre Geim, e sua extraordinária estrutura oferece aos cientistas um vasto campo de aplicações, que vão desde a criação de baterias de carregamento ultra-rápido até processadores centenas de vezes mais velozes do que os que conhecemos hoje.

O grafeno consiste em uma folha planar de átomos de carbono densamente compactados em uma grade de duas dimensões, com espessura de apenas um átomo, reunidos em uma estrutura cristalina hexagonal. (Em http://en.wikipedia.org/wiki/Graphene, acessado em 23/11/2012)

A partir do texto, é correto afirmar que os átomos de carbono no grafeno

a) apresentam uma hibridação sp^3 que permite a formação da estrutura cristalina hexagonal.

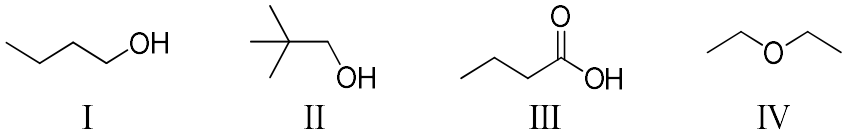
b) formam uma estrutura cristalina hexagonal com hibridação sp^2

c) formam uma superestrutura linear contínua compactada com hibridação sp.

d) formam uma rede cristalina que combina as hibridações planares sp e sp^2 entrelaçadas entre si.

e) apresentam-se como uma estrutura monomolecular ultrapura onde não há hibridismo dos átomos de carbono.

46. (NUCEPE - Perito Criminal/Química - Polícia Civil-PI - 2008) Baseando-se nas estruturas dos compostos apresentados a seguir, é INCORRETO afirmar que:



I II III IV

a) A ordem crescente de ebulição dos compostos é: IV<II<I<III.

b) As moléculas do composto IV podem associar-se entre si através da ligação hidrogênio.

c) O nome dos compostos de I a IV são, respectivamente, álcool butílico, álcool terc-butílico, ácido butanóico e éter dietílico.

d) Os compostos II e III são muito miscíveis em água.

e) O composto IV pode ser miscível em solventes orgânicos, como, por exemplo, no CH_2Cl_2.

47. (CESGRANRIO – Técnico Químico – LIQUIGÁS - 2014) A solubilidade em água de um composto é determinada por: "semelhante dissolve semelhante". Essa regra foi baseada nas propriedades das moléculas em que solventes polares dissolvem substâncias polares, e os solventes apolares, substâncias apolares.

Dentre as substâncias abaixo, a mais solúvel em água é o(a)

a) ácido etanoico

b) benzeno

c) dióxido de carbono

d) propanona

e) tetracloreto de carbono

48. (IBFC - Professor de Educação Básica - Nível I - Grau A - Química - SEE-MG - 2015) O carbono-14 é um isótopo radioativo do carbono, que ocorre naturalmente na natureza. Como os seres vivos estão sempre absorvendo carbono, sua proporção em relação aos outros isótopos de carbono em um ser vivo é constante; porém, com a morte deste e fim da absorção de carbono, essa proporção se reduz. Assim, é possível, por meio dessa proporção, realizar a datação de objetos antigos. Assinale a alternativa correta em relação a esse elemento.

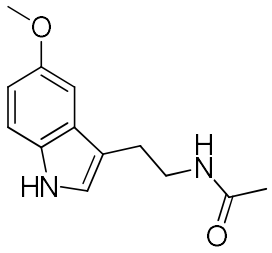
a) Do ponto de vista de reações químicas, todos os isótopos de carbono são iguais.

b) O carbono-14 recebe esse nome porque possui massa atômica igual a 14.

c) O carbono-14 recebe esse nome porque possui número atômico igual a 14.

d) Por possuir carbono-14, qualquer amostra de carbono presente em um ser que esteja vivo irá emitir pequenas doses de radiação.

49. (IF-CE - Técnico de laboratório - Química - IF-CE - 2017) O hormônio melatonina, produzido pela glândula pineal, ajusta a resposta do organismo às condições de escuro, permitindo que haja uma adaptação às atividades e aos desempenhos noturnos de cada animal. Sobre a melatonina, é certo afirmar-se que



a) possui 4 carbonos sp^3.

b) possui funções amina, éter e cetona

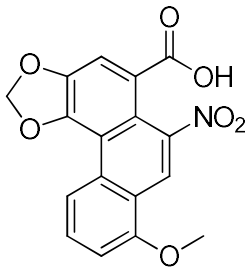
c) possui 1 carbono assimétrico.

d) possui fórmula molecular $C_{11}H_{12}N_2O_2$.

e) não possui ressonância.

50. (FGV – Professor/Química – SEDUC/AM – 2014) "Estudos revelam que o ácido aristolóquico, composto usado na produção de remédios fitoterápicos, causa mutações nas células de quem as consome, levando ao desenvolvimento de tumores. A partir de sequenciamento genético de pessoas com câncer e expostas às plantas da família Aristolochia os cientistas mostraram que ela provoca ainda mais mutações do que dois dos principais cancerígenos do meio ambiente: o tabaco e a radiação ultravioleta." (Fonte: http://oglobo..com/sociedade/ciencia/genetica. Acesso em 08/07/2014)

O ácido aristolóquico apresenta a fórmula estrutural:



a) aldeído, amina e éter

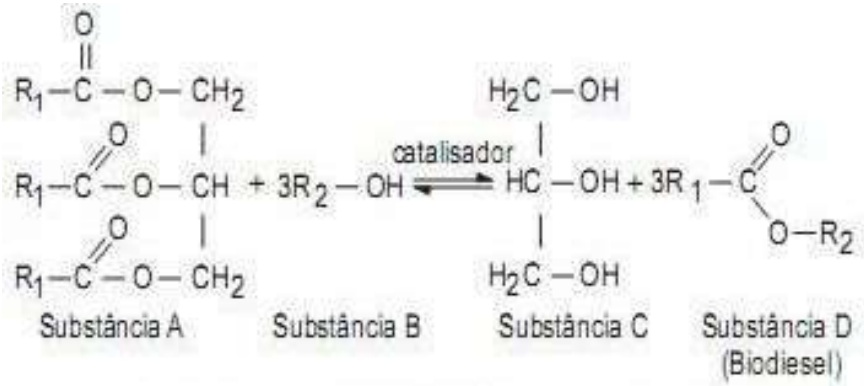
b) álcool,cetona e amina

c) álcool, cetona e amida

d) ácido carboxílico, nitrila e éster

e) ácido carboxílico, nitrocomposto e éter

51. (CESGRANRIO – Analista – Petrobras - 2010) A reação de transesterificação para a produção de biodiesel tem caráter reversível, conforme mostrado a seguir.



Representação esquemática da reação de transesterificação

As funções orgânicas correspondentes às substâncias B e D são, respectivamente,

a) aldeído e éster.

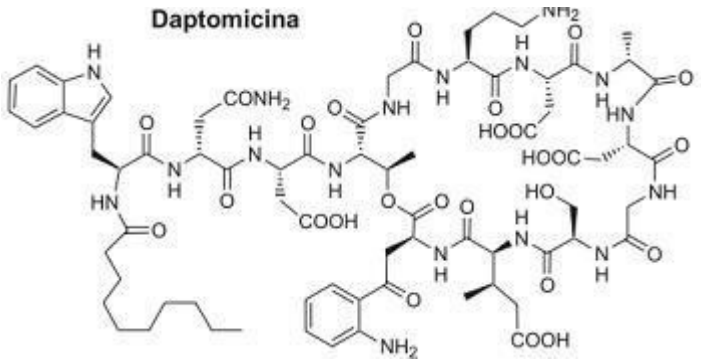
b) aldeído e cetona.

c) álcool e aldeído.

d) álcool e éster.

e) álcool e éter.

52. (CEPERJ – Professor docente I/ Químico – SEDUC-RJ - 2015) A Daptomicina é um lipopeptídeo cíclico isolado do fungo *Streptomyces roseosporus*, que apresenta elevada atividade sobre bactérias resistentes. Este antibiótico foi recentemente aprovado pelo US-FDA para tratamento de infecções cutâneas graves, sendo comercializado pelo nome de Cubicin. Sua estrutura é mostrada a seguir:



Algumas das funções orgânicas presentes na estrutura da Daptomicina são:

a) cetona, álcool, aldeído, amina e amida

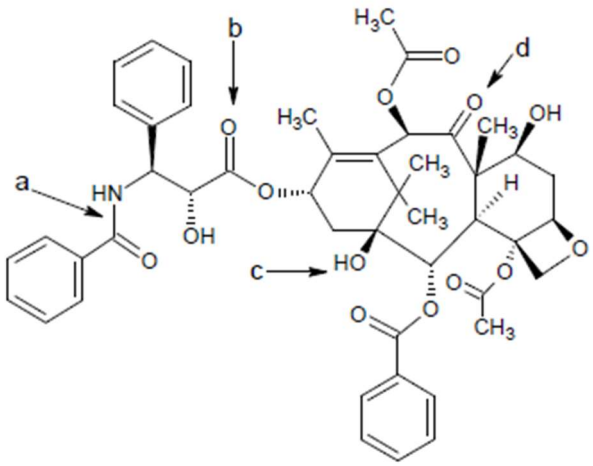
b) ácido carboxílico, éter, aldeído, amina e amida

c) álcool, amina, amida, ácido carboxílico e éster

d) ácido carboxílico, amina, amida, éter e álcool

e) amina, amida, anidrido, álcool e éster

53. (NUCEP – Professor/ Química – SEDUC-PI - 2015) A busca por medicamentos anticancerígenos tem aumentado com vistas a se encontrar tratamentos mais efetivos e seletivos, ou que visem à descoberta de novas estratégias que impeçam o avanço da doença. O Taxol® faz parte de um grupo das substâncias mais atrativas e promissoras como anticancerígenas de aplicação clínica, para grande variedade de câncer.



Taxol

As funções orgânicas presentes no Taxol representadas pelas letras a, b, c e d, são respectivamente:

a) cetona, cetona, álcool e cetona.

b) amina, éster, álcool e cetona.

c) amida, éster, enol e éter.

d) amina, cetona, álcool e cetona.

e) amida, éster, álcool e cetona.

54. (VUNESP – Perito Criminal – PC-SP - 2013) O composto representado pela fórmula condensada

$C_2H_5(COO)C_2H_5$

é um(a)

a) cetona.

b) éter.

c) éster.

d) aldeído.

e) ácido carboxílico.

55. (UFPA – 2016) Um anel aromático tem estrutura plana porque seus carbonos têm hibridação

a) somente sp.

b) somente sp^2.

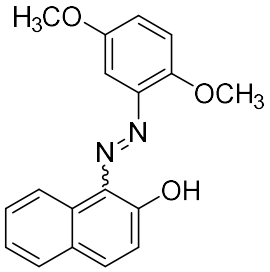
c) somente sp^3.

d) sp e sp^2 alternadas.

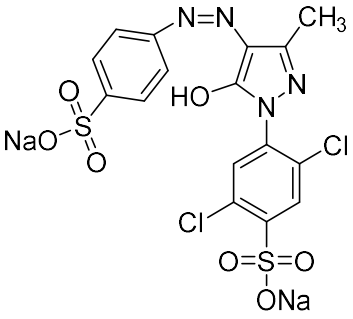
e) sp^2 e sp^3 alternadas.

56. (ACAFE – 2018) O corante de alimentos (Citrus Red 2) e o corante para pinturas (Yellow 2G) são representados pelas estruturas a seguir.

Estrutura do Citus Red 2



Estrutura do Yellow 2G



Considere os conceitos químicos e as informações fornecidas, e assinale a alternativa correta.

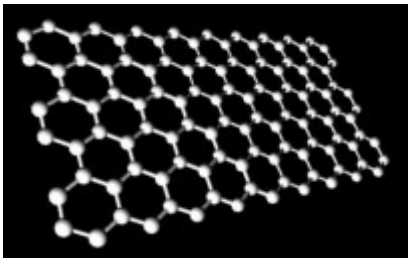
a) O corante Citrus Red 2 apresenta três anéis aromáticos.

b) Dois carbonos presentes na molécula do corante Citrus Red 2 possuem hibridização sp.

c) Todos os carbonos presentes na molécula do corante Yellow 2G possuem hibridização sp^3.

d) Citrus Red 2 e Yellow 2G apresentam, respectivamente, as seguintes fórmulas moleculares: $C_{18}H_{16}N_2O_3$ e $C_{16}H_{10}Na_2N_4O_7S_2$.

57. (UNITAU – 2018) Possivelmente, um dos mais fortes materiais existentes é composto por um plano de átomos de carbono, com a estrutura do grafite. Um desses planos está representado na figura abaixo.



Quando um único plano da estrutura do grafite é isolado, esse plano é denominado grafeno. Uma das incríveis propriedades do grafeno é sua resistência, pois ele pode ser até 1500 vezes mais resistente do que o aço. Atualmente, diversos países estão investindo uma grande quantidade de dinheiro na produção de grafeno, pois esse material já está sendo empregado para aumentar a resistência de equipamentos esportivos, de borrachas e de ferramentas de corte.

Assinale a alternativa INCORRETA a respeito do grafite.

a) Os átomos de carbono têm hibridação sp^2.

b) A estrutura apresenta átomos de carbono ligados, formando uma estrutura hexagonal planar.

c) O grafite apresenta uma baixa energia de ligação entre os planos de átomos, do tipo intermolecular (Van der Walls).

d) Os átomos de carbono apresentam hibridação sp^3.

e) O grafite é um mineral, um dos alótropos do elemento químico carbono.

GABARITO

1	C
2	B
3	B
4	C
5	C
6	C
7	B
8	E
9	B
10	B
11	B
12	A
13	C
14	D
15	C
16	E
17	A
18	B
19	B
20	C
21	C
22	B
23	B
24	D
25	B
26	A
27	C
28	E
29	D
30	A
31	E
32	D
33	D
34	D
35	B
36	D
37	E
38	C
39	A
40	A
41	E
42	D
43	C
44	D
45	B
46	B
47	A
48	B
49	A
50	E
51	D
52	C
53	E
54	C
55	B
56	A
57	D

PRINCIPAIS PONTOS DA AULA

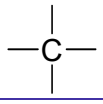
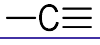
Com o fim da aula é importante que fique memorizado que as moléculas orgânicas são formadas por ligações covalentes e para explicas as ligações existem teorias que foram surgindo ao longo dos anos:

- RPENV: baseada nos conceitos de Lewis, prevê a geometria baseado na repulsão dos elétrons e possui muitas limitações.
- TLV: usa os conceitos de Lewis na quântica, a ligação é formada pela sobreposição dos orbitais, diferencia ligação σ e π, explica a geometria baseado na hibridização do carbono e também possui limitações.
- TOM: surgiu com a evolução da mecânica quântica, os orbitais são descritos por funções de onda, por conta das interferências construtivas e destrutivas gera os orbitais ligantes e antiligantes.

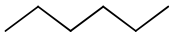
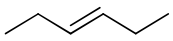
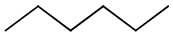
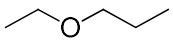
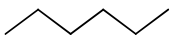
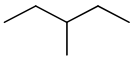
Depois de entender como são formadas as ligações é importante saber como são classificadas as cadeias carbônicas e quais são as principais funções orgânicas. Para melhor memorização o conteúdo de hibridização, ligação σ e π, geometria, classificação das cadeias carbônicas e funções orgânicas serão apresentados em forma de tabela.

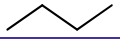
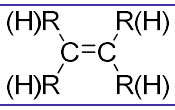
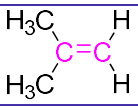
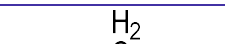
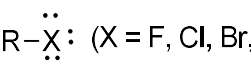
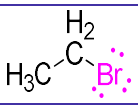
Como são formados os orbitais híbridos?				
1 orbital s	+	3 orbitais p	→	4 sp^3 orbitais híbridos
1 orbital s	+	2 orbitais p	→	3 sp^2 orbitais híbridos
1 orbital s	+	1 orbital p	→	2 sp orbitais híbridos

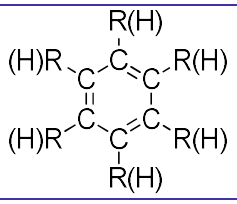
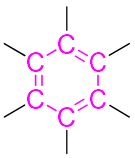
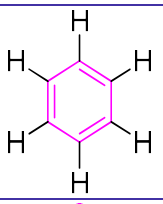
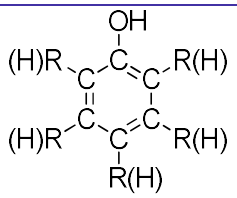
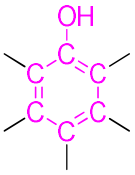
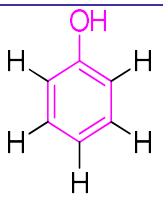
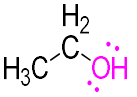
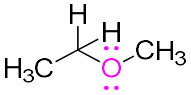
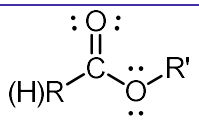
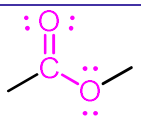
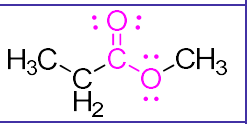
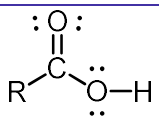
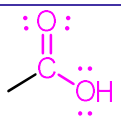
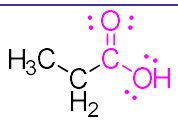
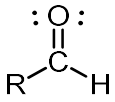
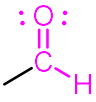
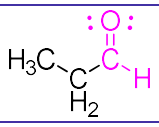
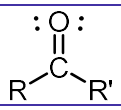
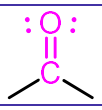
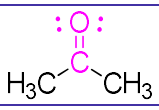
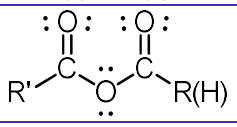
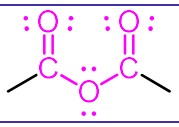
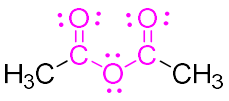
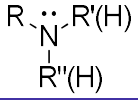
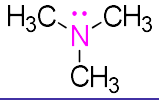
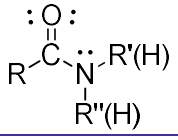
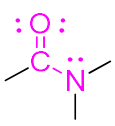
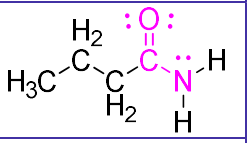
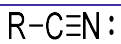
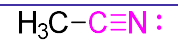
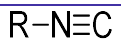
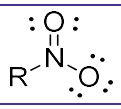
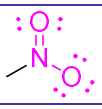
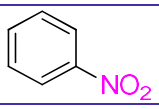
Relação das ligações σ e π com a hibridização						
Ligação Simples	=	1σ			→	Formada por um orbital sp^3
Ligação Dupla	=	1σ	+	1π	→	Formada por um orbital sp^2 e um orbital p
Ligação Tripla	=	1σ	+	2π	→	Formada por um orbital sp^2 e dois orbitais p

Relação da hibridização com a Geometria e Ângulo entre as ligações				
Número de ligações feitas pelo carbono	**Ligações feita pelo carbono**	**Hibridização**	**Geometria**	**Ângulo entre as ligações**
4		sp^3	Tetraédrica	109,5°
3		sp^2	Trigonal plana	120°
2		sp	Linear50	180°
2		sp	Linear	180

Como classificar o átomo de carbono?	
Qual o número de carbonos que o carbono de interesse está ligado?	**Classificação**
1	Primário
2	secundário
3	Terciário
4	Quaternário
Analise de substituintes	
diferentes	Quiral
iguais	Aquiral
Faz ligações π?	
sim	saturado
não	Insaturado

Como classificar as cadeias carbônicas?			
Classificação da cadeia carbônica		**Definição**	**Exemplos**
Qual o percurso?	acíclicos	Cadeia aberta	
	cíclicos	Cadeia fechada	
Os carbonos fazem ligação π entre si?	saturado	Quanto se tem apenas ligações simples entre átomos de carbono	
	insaturado	Quando se tem ligações π entre átomos de carbono	
O carbono se liga com quais elementos?	homogenia	Quando o carbono **não** faz ligações com outros elementos (Ex.: O, N, S, Se e Te) além do hidrogênio ou halogênios	
	heterogenia	Quando o carbono faz ligações com outros elementos (Ex.: O, N, S, Se e Te), exceto os halogênios	
Os carbonos são primários, secundários ou terciários?	Não ramificada	Quando está ligado apenas com carbonos primário ou secundário	
	Ramificada	Quando está ligado a carbonos terciário e/ou quaternários	

Funções Orgânicas			
Classe do Composto	**Estrutura geral[a]**	**Grupo funcional**	**Exemplo**
Alcanos	R-H	Nenhum	
Alcenos			
Alcinos			
Haletos orgânicos			

Aromáticos			
Fenóis			
Álcoois			
Éter			
Éster			
Ácido Carboxílicos			
Aldeídos			
Cetonas			
Anidridos			
Amina			
Amida			
Nitrila			
Isonitrilas			
Nitrocompostos			

Propriedade física e químicas das funções orgânicas:						
Grupos funcionais	**Polaridade**	**Forças intermoleculares**	**Pontos de fusão e de ebulição**	**Solubilidade em água**	**Densidade em relação à água**	**Reatividade ou caráter**
Hidrocarbonetos	Apolares	Van der Waals	Baixos	Insolúveis	Menor	Baixa reatividade
Haletos orgânicos	Apolar ou fracamente polar	Dipolo permanente e induzido	Mais altos que os dos alcanos	Insolúveis	Menor, com algumas exceções	Alta reatividade
Álcoois	Parte polar e parte apolar	Ponte de hidrogênio	Maiores que os de hidrocarbonetos. Quanto maior o PM o PE e PF	Até 4 C: solúveis	Menor para monoálcoois	Anfótero muito fraco
Fenóis	A maioria é polar	Pontes de hidrogênio	Médios	Pouco solúveis	Maior	Caráter ácido
Éter	Fracamente polar	Dipolo permanente e induzido	Próximos aos alcanos	Pouco solúveis	menor	Anfótero muito fraco
Aldeídos	Polar	Dipolo permanente e induzido	Mais baixos que os álcoois	Até 4 C: solúveis	Menor para os mais simples	Alta reatividade
Cetonas	Mais polar que os aldeídos	Dipolo permanente e induzido	Menores que os de aldeídos e menores que os de álcoois	Até 4 C: solúveis (mais que os aldeídos)	Menor para os mais simples	Alta reatividade
Ácidos carboxílicos	Muito polar	Pontes de hidrogênio	Maiores que os de aldeídos e menores que os de álcoois	Até 4 C: totalmente solúveis	Menor para os mais simples	Alta reatividade
Ésteres	polar	Dipolo permanente e induzido	Mais baixos que os de álcoois	Éster simples: parcialmente solúveis	Menor para os mais simples	Francamente básico
Anidridos	polar	Dipolo permanente induzido	Mais baixos que os de álcoois	Pouco solúvel	Maior	Mais reativos que os ácidos
Haletos de ácido	polar	Dipolo permanente e induzido	Maiores que os de ésteres e menores que os de ácidos	Pouco solúvel	Maior	Alta reatividade
Aminas	Polar	Ligação de hidrogênio (primárias e secundárias)	Maiores que os de alcanos e menores que os de álcoois	Até 5 C: solúveis, depois praticamente insolúveis	Menor para alifáticas e maior para aromáticas	Básico
Amidas	Muito polar	Ligação de hidrogênio	Maiores que os de ácidos carboxílicos	As mais simples são solúveis	Maior	Fracamente básico
Nitrilas	Polar	Dipolo permanente e induzido	Maiores que os de álcoois	Insolúveis	Em geral maior	Fracamente básico
Isonitrilas	Polar	Dipolo permanente e induzido	Maiores que os de álcoois	Parcialmente solúveis	Em geral maior	Francamente básico
Nitrocompostos	Muito polar	Dipolo permanente e induzido	Maiores que os álcoois	Insolúveis	Maior	Alta reatividade

ESSA LEI TODO MUNDO CONHECE:
PIRATARIA É CRIME.

Mas é sempre bom revisar o porquê e como você pode ser prejudicado com essa prática.

1.

Professor investe seu tempo para elaborar os cursos e o site os coloca à venda.

2.

Pirata divulga ilicitamente (grupos de rateio), utilizando-se do anonimato, nomes falsos ou laranjas (geralmente o pirata se anuncia como formador de "grupos solidários" de rateio que não visam lucro).

3.

Pirata cria alunos fake praticando falsidade ideológica, comprando cursos do site em nome de pessoas aleatórias (usando nome, CPF, endereço e telefone de terceiros sem autorização).

4.

Pirata compra, muitas vezes, clonando cartões de crédito (por vezes o sistema anti-fraude não consegue identificar o golpe a tempo).

5.

Pirata fere os Termos de Uso, adultera as aulas e retira a identificação dos arquivos PDF (justamente porque a atividade é ilegal e ele não quer que seus fakes sejam identificados).

6.

Pirata revende as aulas protegidas por direitos autorais, praticando concorrência desleal e em flagrante desrespeito à Lei de Direitos Autorais (Lei 9.610/98).

7.

Concurseiro(a) desinformado participa de rateio, achando que nada disso está acontecendo e esperando se tornar servidor público para exigir o cumprimento das leis.

8.

O professor que elaborou o curso não ganha nada, o site não recebe nada, e a pessoa que praticou todos os ilícitos anteriores (pirata) fica com o lucro.

Deixando de lado esse mar de sujeira, aproveitamos para agradecer a todos que adquirem os cursos honestamente e permitem que o site continue existindo.