

Prof. Marcus Ennes

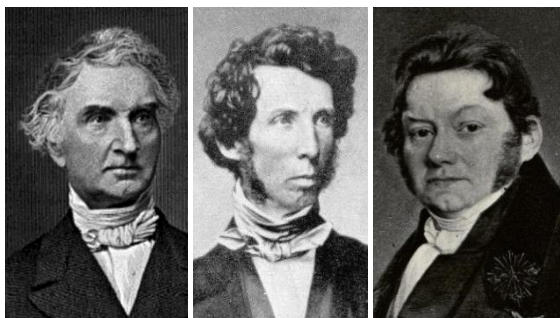
Prof. Felipe Garcia

Química Orgânica

UNIDADE 70: Isomeria plana

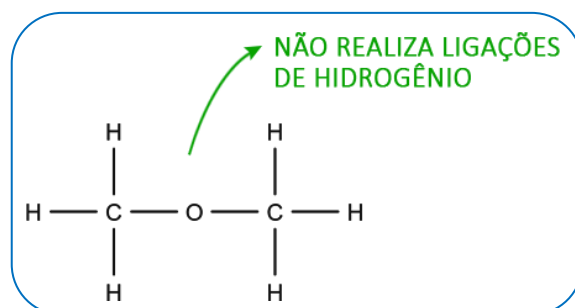
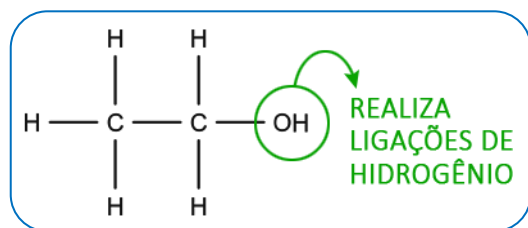
Uma das descobertas mais importantes da química envolve as propriedades das substâncias. Pode-se dizer que os primeiros passos consistentes da isomeria foram dados pelos químicos alemães Justus von Liebig (1803-1873) e Friedrich Wöhler (1800-1882), quando os mesmos perceberam, em 1824, que duas substâncias diferentes poderiam apresentara mesma composição. Os primeiros compostos nos quais percebeu-se isto foram o fulmanato de prata (Ag-CNO) e o cianato de prata (Ag-NCO).

Após essa descoberta, em 1828, Wöhler, em sua última etapa de síntese da ureia, observou que o reagente, cianato de amônio (NH_4OCN) apresentava a mesma composição da ureia ($\text{CO}(\text{NH}_2)_2$). Tal fato foi relatado a um terceiro químico, o sueco Jöns Jacob Berzelius (1779-1848), que propôs, em 1830, que substâncias de mesma composição podem ter seus átomos se dispondo de maneira diferente, e criou o termo "isômero", derivado do grego "iso", que significa igual, e "mero", que significa parte. Isômero significa então "partes iguais".



Isomeria plana

Na natureza existem alguns compostos que possuem a mesma fórmula molecular, porém exibem estruturas diferentes, o que gera propriedades físicas e químicas completamente diferentes. Podemos citar como exemplos o etanol e o metoximetano, ambos de fórmula molecular $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$. O etanol possui ponto de ebulição em torno dos 78°C , enquanto o metoximetano entra em ebulição em -23°C . Essa diferença entre os pontos de ebulição pode ser justificada pelas diferentes estruturas, como veremos a seguir:



Ambos os compostos possuem a mesma fórmula molecular, porém, exibem estruturas diferentes, mais precisamente em relação às

funções orgânicas exibidas, o que gera interações intermoleculares diferentes.

Isomeria pode ser definida como o fenômeno em que substâncias de mesma fórmula molecular possuem propriedades físico-químicas diferentes, que resultam de estruturas diferentes.

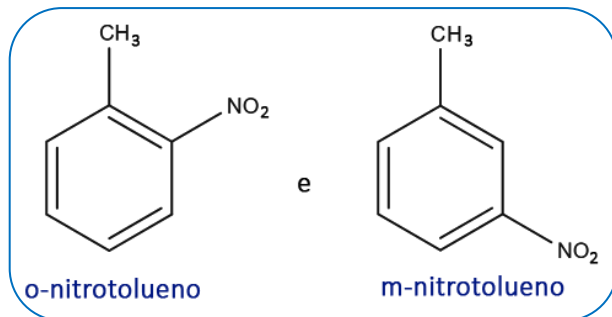
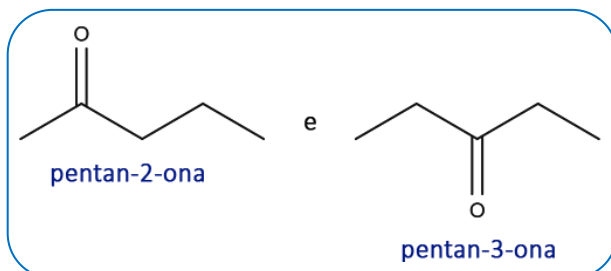
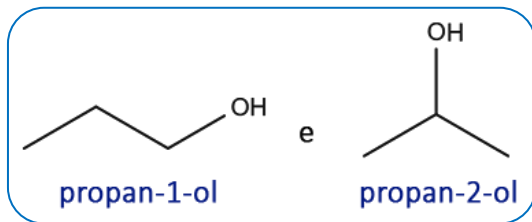
Podemos classificar a isomeria plana em cinco casos: Isomeria de posição, isomeria de cadeia, isomeria de função, tautomeria e metameria.

Isomeria de posição

Ocorre quando compostos que apresentam a mesma fórmula molecular exibem diferença na posição de um grupo funcional, de uma insaturação, ou de uma ramificação, sem alterar o tipo de cadeia nem a função orgânica apresentada pelo composto.

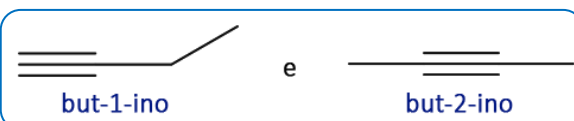
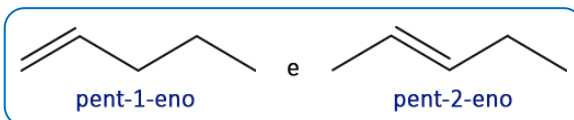
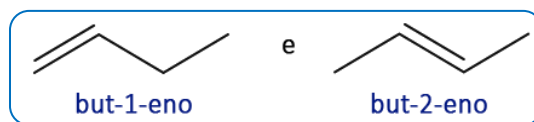
Mudando a posição do grupo funcional

Exemplos:



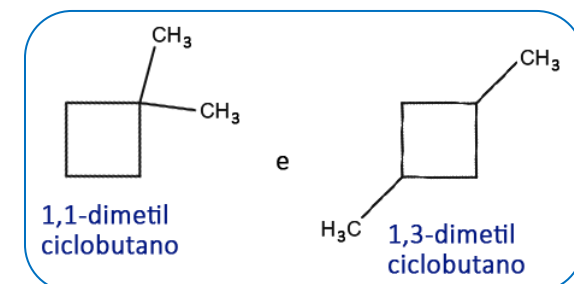
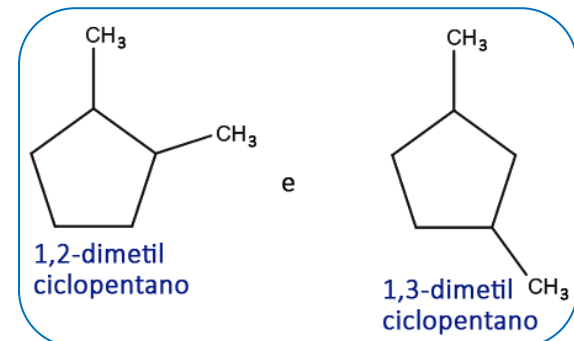
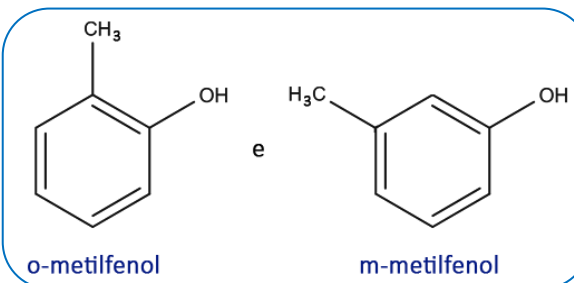
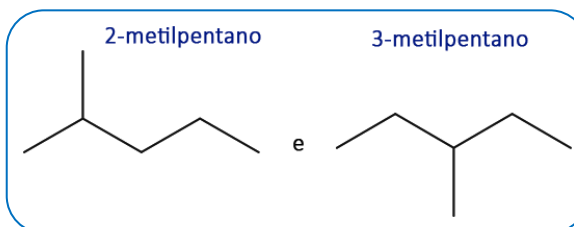
Mudando a posição da insaturação

Exemplos:



Mudando a posição da ramificação

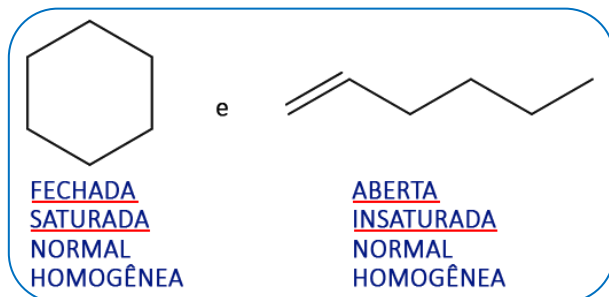
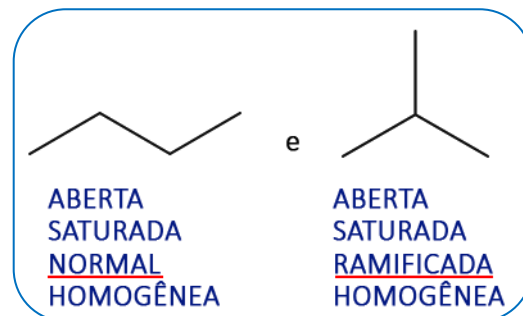
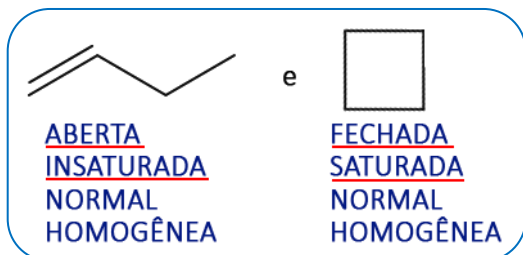
Exemplos:



Isomeria de cadeia

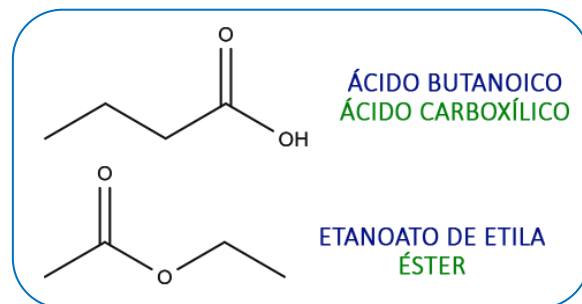
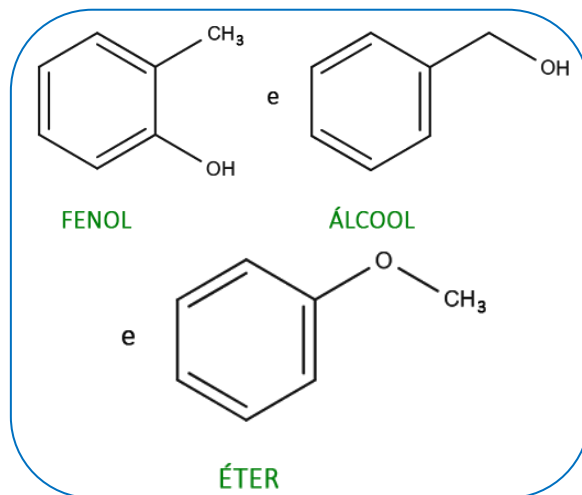
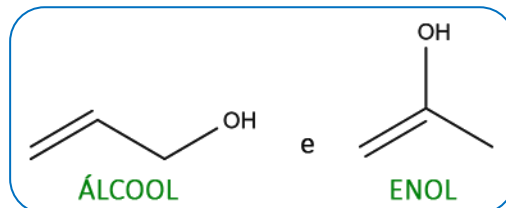
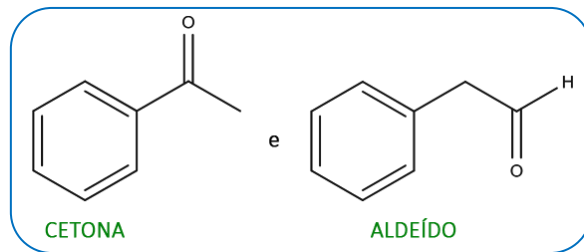
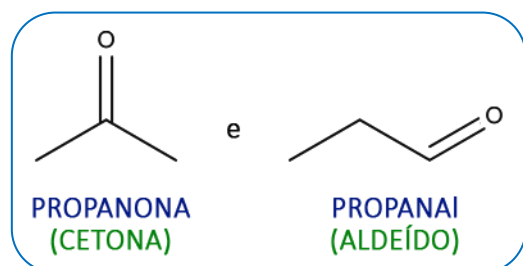
Ocorre quando compostos que apresentam a mesma fórmula molecular exibem cadeias com diferentes classificações, mantendo a função orgânica.

Exemplos:



Isomeria de função

Compostos que apresentam a mesma fórmula molecular, porém, diferem no tipo de função orgânica exibida. Temos neste tipo de isomeria pares que são mais comuns, como aldeído/cetona, álcool/éter e ác. carboxílico/éster.

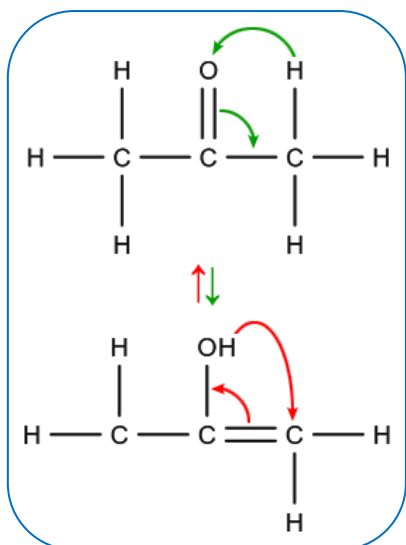


Tautomeria

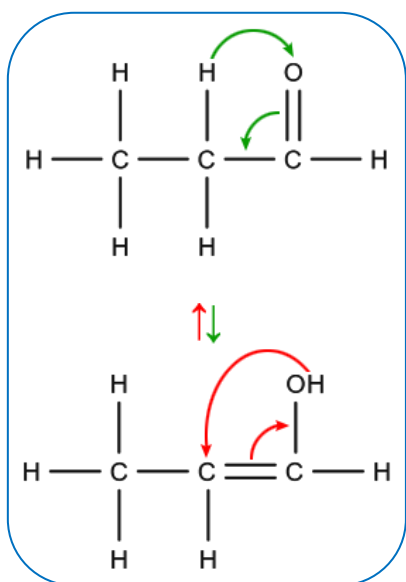
Também conhecida como isomeria dinâmica, ocorre quando dois compostos com a mesma fórmula molecular coexistem em um equilíbrio dinâmico, uma estrutura se convertendo na outra em equilíbrio por meio de um rearranjo estrutural. Os dois exemplos mais conhecidos dessa isomeria são a tautomeria ceto-enólica (equilíbrio entre cetona e enol) e a tautomeria aldo-enólica (equilíbrio entre aldeído e enol).

É importante observar que enóis não são estáveis, o que faz com que haja predominância das espécies aldeído e cetona dentro dos equilíbrios aldo-enólicos e ceto-enólicos, respectivamente.

Tautomeria ceto-enólica



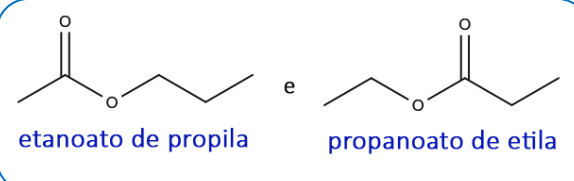
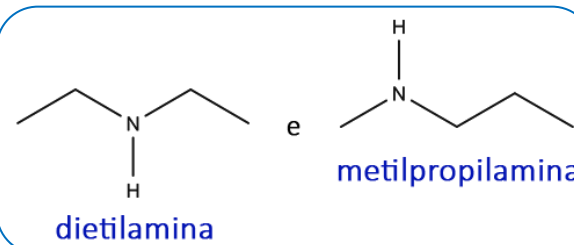
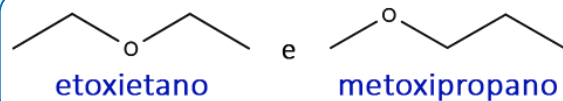
Tautomeria aldo-enólica



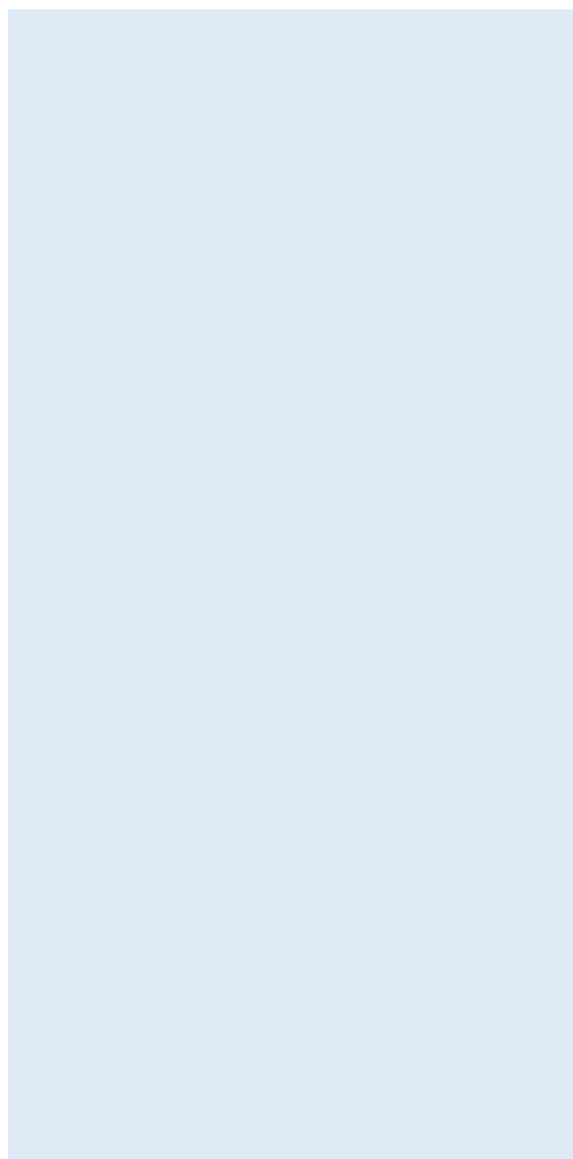
Metameria

Também chamada de isomeria de compensação, é um caso particular da isomeria de posição. Ocorre quando os compostos apresentam a mesma fórmula molecular e diferença na posição do heteroátomo presente na cadeia.

Exemplos:



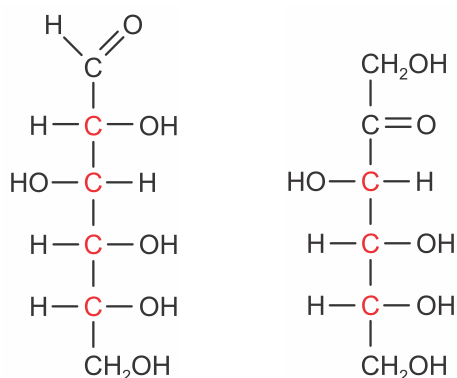
NOTAS:





ATIVIDADES PROPOSTAS

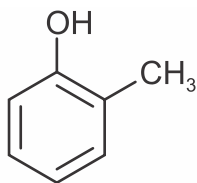
1) Os carboidratos exercem importante função energética e estrutural nos seres vivos. A seguir, são representados dois carboidratos:



Com base nas fórmulas estruturais apresentadas, é correto afirmar que eles são

- apolares.
- cetonas.
- aldeídos.
- polissacarídeos.
- isômeros de função.

2) A substância *o*-cresol apresenta vários isômeros estruturais. Sua fórmula estrutural é

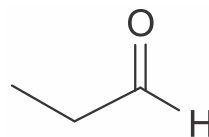


Assinale o único composto que não se caracteriza como isômero do *o*-cresol:

- 3-metil hidróxi benzeno.
- Álcool benzílico.
- 4-metil fenol.
- p*-toluil metanol.
- Metóxi benzeno.

3) Os feromônios de insetos são substâncias responsáveis pela comunicação química entre esses indivíduos. A extração de feromônios para uso agrônômico no lugar de pesticidas convencionais geralmente é inviável, pois são encontrados em baixa concentração nas

glândulas de armazenamento. Uma das formas de solucionar essa limitação é a síntese em laboratório dos próprios feromônios ou de isômeros que apresentem a mesma atividade. Suponha que o composto apresentado seja um feromônio natural e que seu tautômero seja um potencial substituto.



Com base na estrutura química desse feromônio, seu potencial substituto é representado pela substância:

-
-
-
-

4) Em uma unidade industrial, emprega-se uma mistura líquida formada por solventes orgânicos que apresentam a fórmula molecular $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$.

Entre os componentes da mistura, ocorre isomeria plana do seguinte tipo:

- cadeia
- função
- posição
- compensação

5) Um aluno, durante uma aula de química orgânica, apresentou um relatório em que indicava e associava alguns compostos orgânicos com o tipo de isomeria plana correspondente que eles apresentam. Ele fez as seguintes afirmativas acerca desses compostos e da isomeria correspondente:

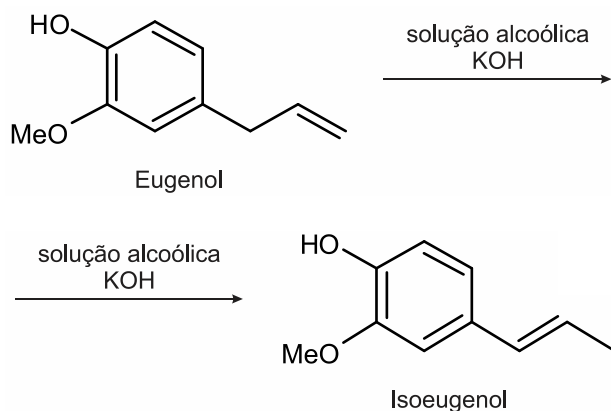
- I. os compostos butan-1-ol e butan-2-ol apresentam entre si isomeria de posição.
- II. os compostos pent-2-eno e 2 metilbut-2-eno apresentam entre si isomeria de cadeia.
- III. os compostos propanal e propanona apresentam entre si isomeria de compensação (metameria).
- IV. os compostos etanoato de metila e metanoato de etila apresentam entre si isomeria de função.

Das afirmativas feitas pelo aluno, as que apresentam a correta relação química dos compostos orgânicos citados e o tipo de isomeria plana correspondente são apenas

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

6) O eugenol e isoeugenol são isômeros que apresentam fórmula molecular $C_{10}H_{12}O_2$. O eugenol é um óleo essencial extraído do cravo-da-índia, apresenta propriedades anestésicas e pode ser convertido em seu isômero isoeugenol a partir da reação apresentada abaixo.

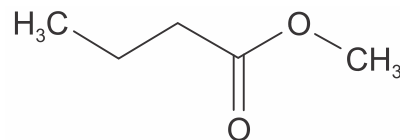
Considerando as estruturas do eugenol e isoeugenol, é CORRETO afirmar.



- a) São isômeros funcionais.
- b) São isômeros de cadeia.
- c) São isômeros ópticos.
- d) São isômeros de posição.
- e) São formas tautoméricas.

7) O butanoato de metila é um flavorizante de frutas utilizado na indústria alimentícia. A sua

fórmula estrutural está representada abaixo.



Analise a fórmula do butanoato de metila e assinale a alternativa que traz, respectivamente, um isômero de compensação e um de função desse flavorizante.

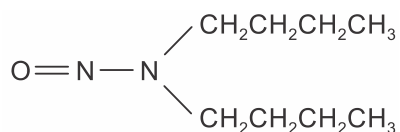
- a) CC(=O)OCC e CC(C)CC(=O)O
- b) CCOC(=O)C e CCCC(=O)O
- c) CCOC(=O)CCC e CCCCC(=O)O
- d) CC(=O)OCC e CCCCC(=O)O
- e) CC(=O)OCC e CCCC(=O)O

8) As abelhas utilizam a sinalização química para distinguir a abelha-rainha de uma operária, sendo capazes de reconhecer diferenças entre moléculas. A rainha produz o sinalizador químico conhecido como ácido 9-hidroxic-2-enoico, enquanto as abelhas-operárias produzem ácido 10-hidroxic-2-enoico. Nós podemos distinguir as abelhas-operárias e rainhas por sua aparência, mas, entre si, elas usam essa sinalização química para perceber a diferença. Pode-se dizer que veem por meio da química.

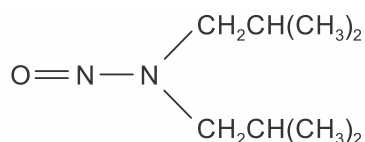
As moléculas dos sinalizadores químicos produzidas pelas abelhas rainha e operária possuem diferença na

- a) fórmula estrutural.
- b) fórmula molecular.
- c) identificação dos tipos de ligação.
- d) contagem do número de carbonos.
- e) identificação dos grupos funcionais.

9) Os nitritos são usados como conservantes químicos em alimentos enlatados e em presuntos, salsichas, salames, linguiças e frios em geral. Servem para manter a cor desses alimentos e proteger contra a contaminação bacteriana. Seu uso é discutido, pois essas substâncias, no organismo, podem converter-se em perigosos agentes cancerígenos, as nitrosaminas. Abaixo temos a representação de duas nitrosaminas:



dibutilnitrosamina



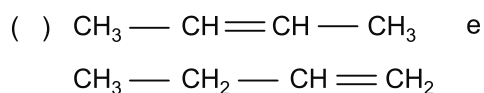
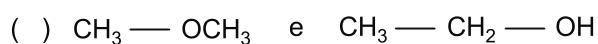
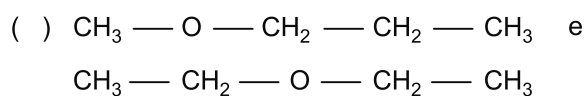
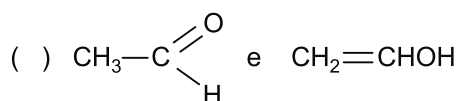
di-isobutilnitrosamina

Essas nitrosaminas são isômeras de

- a) cadeia.
- b) função.
- c) posição.
- d) tautomeria.

10) Relacione o tipo de isomeria com as estruturas apresentadas a seguir. Depois, assinale a alternativa que corresponda à sequência correta obtida:

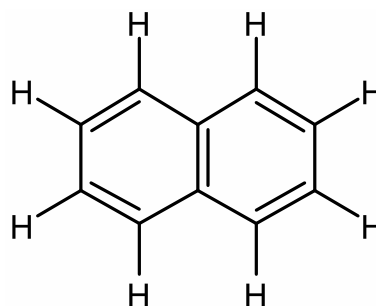
1. Tautomeria
2. Isomeria de posição
3. Metameria
4. Isomeria funcional



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

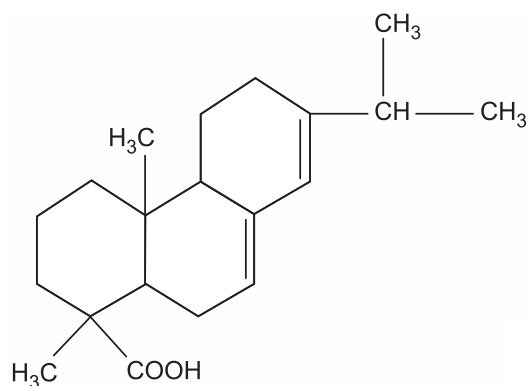
11) O naftaleno (C_{10}H_8), figura abaixo, frequentemente colocado em guarda-roupas para evitar infestações de traças e baratas, quando tratado com ácido sulfúrico concentrado, resulta na formação de vários isômeros.

Quantos isômeros monossustituídos podem ser formados nessa reação?



- a) 1
- b) 2
- c) 4
- d) 7
- e) 10

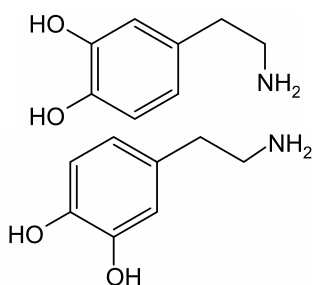
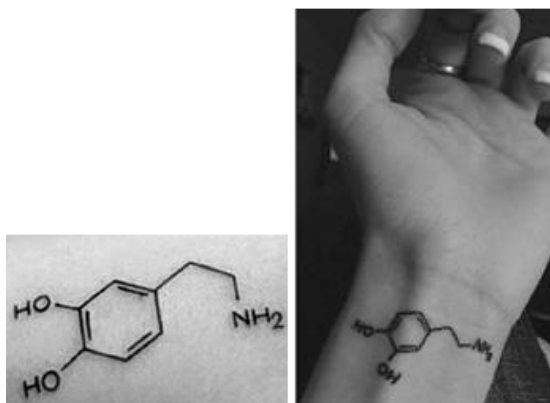
12) Quando um talho é feito na casca de uma árvore, algumas plantas produzem uma secreção chamada resina, que é de muita importância para a cicatrização das feridas da planta, para matar insetos e fungos, permitindo a eliminação de acetatos desnecessários. Um dos exemplos mais importantes de resina é o ácido abiético, cuja fórmula estrutural é apresentada a seguir.



Um isômero de função mais provável desse composto pertence à função denominada

- amina
- éster
- aldeído
- éter
- cetona

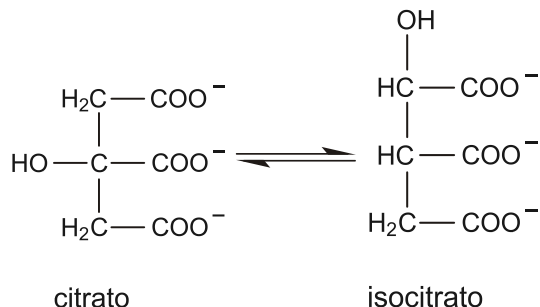
13) Atualmente, parece que a Química vem seduzindo as pessoas e tem-se observado um número cada vez maior de pessoas portando tatuagens que remetem ao conhecimento químico. As figuras a seguir mostram duas tatuagens muito parecidas, com as correspondentes imagens tatuadas mais bem definidas abaixo.



As imagens representam duas fórmulas estruturais, que correspondem a dois

- compostos que são isômeros entre si.
- modos de representar o mesmo composto.
- compostos que não são isômeros.
- compostos que diferem nas posições das ligações duplas.

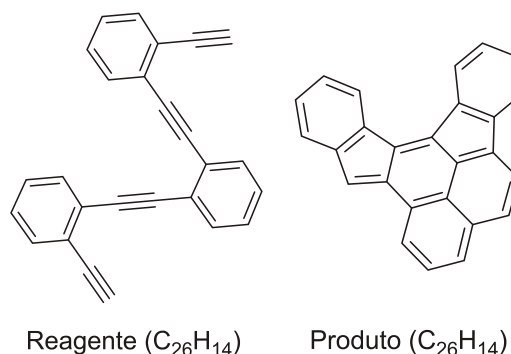
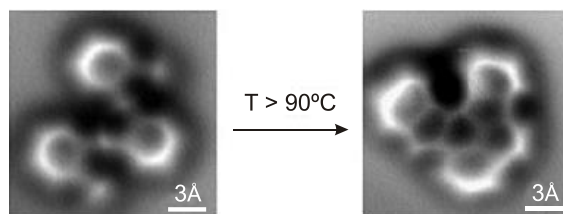
14) Em uma das etapas do ciclo de Krebs, a enzima aconitase catalisa a isomerização de citrato em isocitrato, de acordo com a seguinte equação química:



A isomeria plana que ocorre entre o citrato e o isocitrato é denominada de:

- cadeia
- função
- posição
- compensação

15) Em 2013, cientistas conseguiram pela primeira vez “fotografar” uma reação de rearranjo de uma molécula orgânica em resolução atômica ($3\text{\AA} = 3 \times 10^{-10} \text{ m}$), usando microscopia de força atômica. A imagem obtida é mostrada abaixo. A representação das estruturas do reagente e do produto, como se costuma encontrar em livros de química, também está mostrada abaixo, e a semelhança entre ambas é marcante.



Considere as seguintes afirmações a respeito desses compostos.

- Ambos são hidrocarbonetos aromáticos.
- Ambos têm na sua estrutura a presença de carbonos com geometria trigonal plana.

III. Reagentes e produtos são compostos isômeros.

Quais estão corretas?

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

16) O ácido butanoico é formado a partir da ação de micro-organismos sobre moléculas de determinadas gorduras, como as encontradas na manteiga. Seu odor característico é percebido na manteiga rançosa e em alguns tipos de queijo. São isômeros do ácido butanoico as substâncias

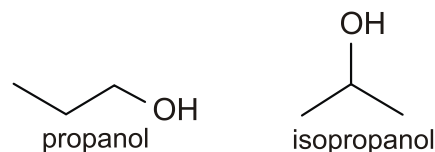
- a) butanal, butanona e ácido 2-metilbutanoico.
- b) acetato de metila, etóxi etano e butan-2-ol.
- c) butan-1-ol, acetato de etila e etóxi etano.
- d) ácido metilpropanoico, butanona e ácido pentanoico.
- e) acetato de etila, ácido metilpropanoico e propanoato de metila.

17) Motores a combustão interna apresentam melhor rendimento quando podem ser adotadas taxas de compressão mais altas nas suas câmaras de combustão, sem que o combustível sofra ignição espontânea. Combustíveis com maiores índices de resistência à compressão, ou seja, maior octanagem, estão associados a compostos com cadeias carbônicas menores, com maior número de ramificações e com ramificações mais afastadas das extremidades da cadeia. Adota-se como valor padrão de 100% de octanagem o isômero do octano mais resistente à compressão.

Com base nas informações do texto, qual dentre os isômeros seguintes seria esse composto?

- a) n-octano.
- b) 2,4-dimetil-hexano.
- c) 2-metil-heptano.
- d) 2,5-dimetil-hexano.
- e) 2,2,4-trimetilpentano.

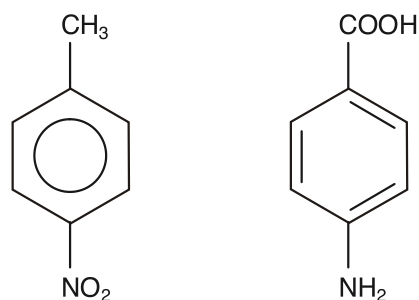
18) Abaixo, estão apresentadas as estruturas do propanol e do isopropanol. Apesar de apresentarem o mesmo grupo funcional, esses compostos podem conter algumas propriedades físicas e químicas diferentes.



A comparação das estruturas dos dois compostos permite concluir que

- a) ambos apresentam átomos de carbono com hibridização sp^3 .
- b) ambos são isômeros constitucionais.
- c) o propanol apresenta menor temperatura de ebulição.
- d) somente o isopropanol apresenta um carbono quiral.

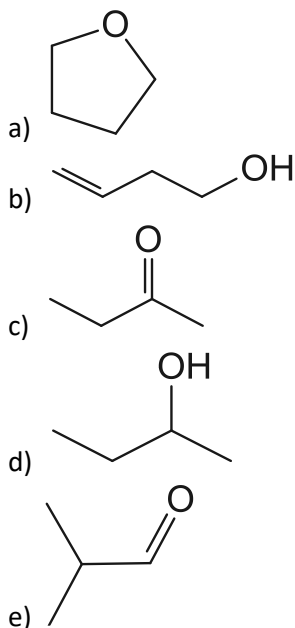
19) Os compostos *p*-nitrotolueno e ácido *p*-amino benzoico (também conhecido como PABA) possuem a mesma fórmula molecular, $C_7H_7NO_2$, porém apresentam fórmulas estruturais muito diferentes:



Suas propriedades também diferem bastante. Enquanto o *p*-nitrotolueno é um composto explosivo, o PABA é o ingrediente ativo de muitos protetores solares. Compostos como o PABA absorvem luz ultravioleta exatamente nos comprimentos de onda mais nocivos às células da pele. Esses compostos apresentam isomeria de:

- a) metameria.
- b) posição.
- c) função.
- d) tautomeria.
- e) cadeia.

20) Isômeros constitucionais são moléculas que apresentam a mesma fórmula molecular diferindo entre si, pela conectividade dos átomos que tomam parte da estrutura. Considerando a fórmula molecular C_4H_8O , assinale a alternativa que apresenta a estrutura que NÃO é isômera das demais.



GABARITOS

- 1) E
- 2) D
- 3) C
- 4) B
- 5) A
- 6) D
- 7) E
- 8) A
- 9) A
- 10) A
- 11) B
- 12) B
- 13) B
- 14) C
- 15) E
- 16) E
- 17) E
- 18) B
- 19) C
- 20) D