

Isomeria espacial: geométrica

Resumo

O estudo da **isomeria plana** esclareceu-nos muito a respeito do motivo pelo qual compostos de mesma fórmula molecular possuem propriedades físicas e químicas diferentes, na medida em que mostrou a diferença entre a **estrutura plana da cadeia** desses compostos, chamados de isômeros.

No entanto, ficaram mais dúvidas sobre compostos que possuem tanto fórmulas moleculares como fórmulas estruturais planas iguais, contudo, apresentam propriedades físicas e químicas diferentes. Assim, descobriu-se a existência de diferenças entre eles que apenas podem ser observadas em dimensões espaciais, e surgiu o que chamamos de **isomeria espacial** ou **estereoisomeria**.

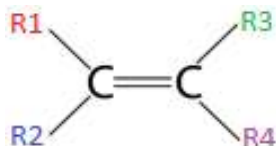
Esse tipo de isomeria se divide entre **GEOMÉTRICA** ou **CIS-TRANS** (sobre a qual aprenderemos neste material) e **ÓPTICA** (a ser vista posteriormente).

A isomeria **GEOMÉTRICA** ou **CIS-TRANS** pode ocorrer em 2 tipos de compostos:

Cadeia aberta com ligação dupla:

Condições de ocorrência:

- I. Ter ligação dupla na cadeia;
- II. Possuir grupos radicais distintos no mesmo carbono da dupla, ou seja, $R1 \neq R2$ e $R3 \neq R4$.

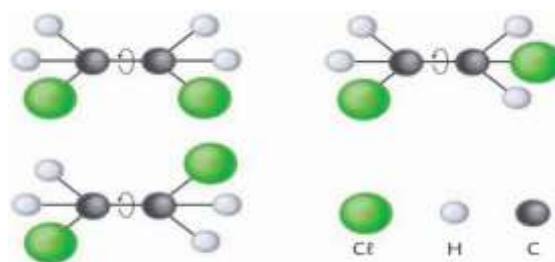


Nestes compostos, a ligação dupla impede a rotação entre os átomos de carbono, que existe quando a ligação entre eles é simples.

Exemplo₁:

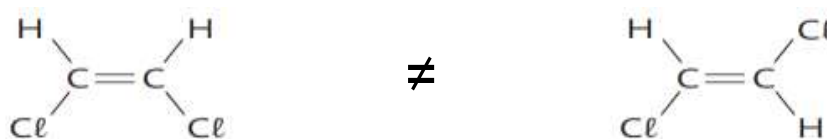
1,2-dicloroetano $\rightarrow C_2H_4Cl_2$

Ao girarmos um dos carbonos na molécula do 1,2-dicloroetano, a molécula continua a mesma, não altera sua conformação espacial nem suas propriedades.



Exemplo₂:

Observe agora a molécula de 1,2-dicloroeteno abaixo:

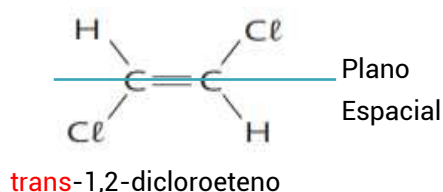
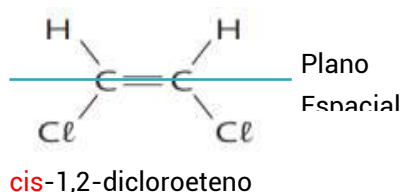


Como a molécula do 1,2-dicloroeteno não possui essa livre rotação, devido à ligação dupla entre carbonos, motivo pelo qual as 2 estruturas abaixo já representam compostos diferentes, com propriedades físicas e químicas diferentes.

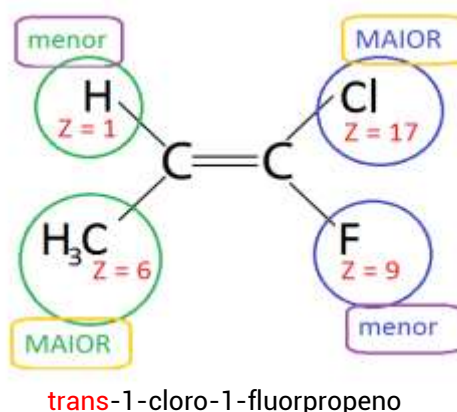
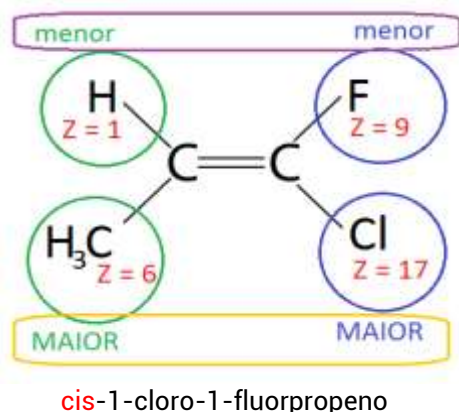
Já que se trata de compostos diferentes, recebem nomes diferentes, da seguinte maneira:

- **CIS + nome do composto:** quando **ligantes iguais** estiverem do **mesmo lado** do plano espacial ou quando o **ligante de menor número atômico** de um dos carbonos estiver do **mesmo lado** do plano espacial que o ligante de menor número atômico do outro carbono.
- **TRANS + nome do composto:** quando **ligantes iguais** estiverem em **lados opostos** do plano espacial ou quando o **ligante de menor número atômico** de um dos carbonos estiver no **lado oposto** ao do ligante de menor número atômico do outro carbono.

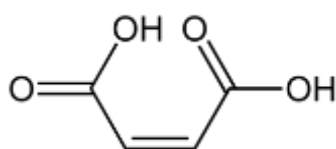
Utilizando o exemplo₂:



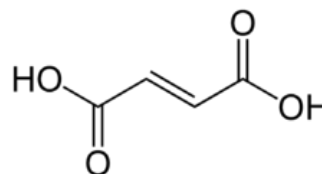
Exemplo₃:



Exemplo₄:



ácido **cis**-butenodioico ou ácido maleico



ácido **trans**-butenodioico ou ácido fumárico

Obs.: O composto cis é aquele em que os hidrogênios estão para o mesmo lado, formando uma conformação espacial menos simétrica que na trans, em que os hidrogênios estão em lados opostos.

Importante à beça:

A isomeria **CIS-TRANS** foi inicialmente designada para compostos em que $R_1=R_4$ e $R_2=R_4$ ou $R_1=R_4$ e $R_2=R_3$. Por isso, estabeleceu-se a **ISOMERIA E-Z** para indicar os casos em que **não há igualdade entre ligantes** de um e de outro carbono da dupla, da seguinte maneira:

- **Z + nome do composto:** quando o ligante de **menor número atômico** de um dos carbonos estiver do **mesmo lado** do plano espacial que o ligante de menor número atômico do outro carbono.
- **E + nome do composto:** quando o ligante de **menor número atômico** de um dos carbonos estiver no **lado oposto** ao do ligante de menor número atômico do outro carbono.

Exemplos:

Z-1-cloro-1-fluorpropeno e **E**-1-cloro-1-fluorpropeno

Z-11-retinal e **E**-11-retinal

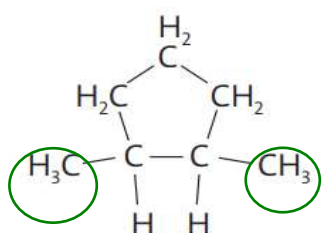
No entanto, hoje em dia usamos mais a isomeria CIS-TRANS até mesmo para estes casos, como abordado inicialmente, sendo o isômero **Z** correspondente ao **CIS** e o **E**, ao **TRANS**.

Cadeia fechada (Isomeria **Bayeriana**):

Condição de ocorrência:

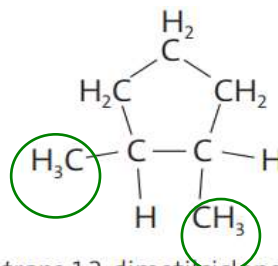
Em pelo menos dois átomos de carbono do ciclo, devemos encontrar **dois grupos radicais distintos entre si**. Nestes compostos, o que impede a rotação entre os átomos de carbono é o fato de a cadeia ser fechada.

Exemplo₁:



cis-1,2-dimetilciclopentano

Mesmo lado do plano



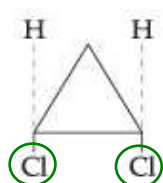
trans-1,2-dimetilciclopentano

Lados opostos do plano

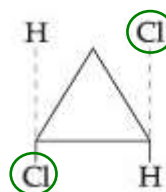
Já que se trata de compostos diferentes, recebem nomes diferentes, da seguinte maneira:

- **CIS + nome do composto:** quando **ligantes iguais** estiverem do **mesmo lado** do plano;
- **TRANS + nome do composto:** quando **ligantes iguais** estiverem em **lados opostos** do plano espacial.

Exemplo₂:



cis-1,2-dicloropropano



trans-1,2-dicloropropano

Importante à beça:

- **Cis:**

Menos estável: devido à existência de **2 radicais iguais do mesmo lado**, seus pares eletrônicos se repelem com maior intensidade. Isso cria um momento dipolar diferente de zero, o que reduz sua estabilidade;

Menos simétrico;

MAIOR ponto de ebulição.

- **Trans:**

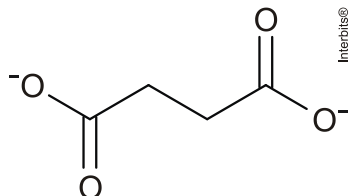
Mais estável: devido à existência de 2 radicais iguais em lados opostos, seus pares eletrônicos se repelem com menor intensidade. Isso cria um momento dipolar igual a zero, o que aumenta sua estabilidade;

Mais simétrico;

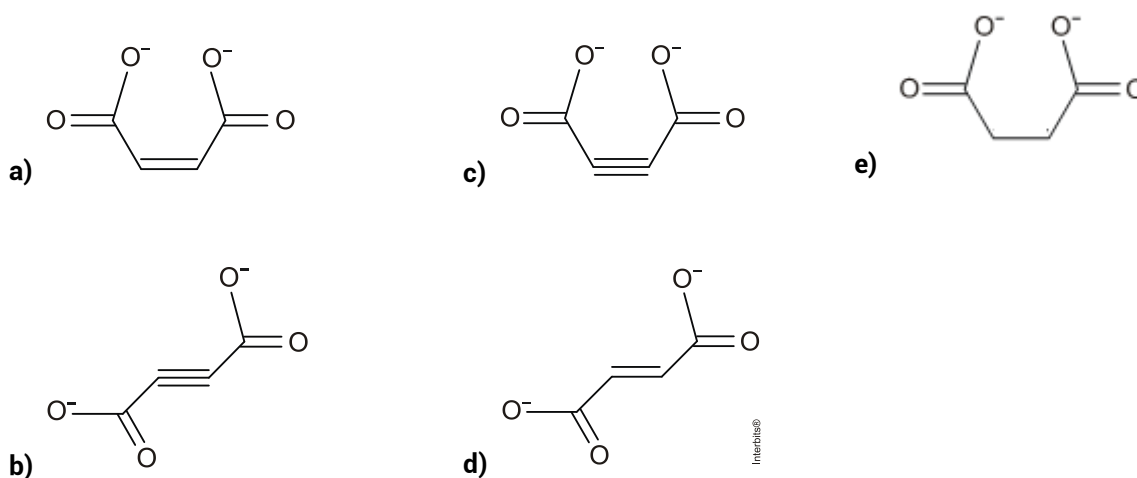
MENOR ponto de ebulição.

Exercícios

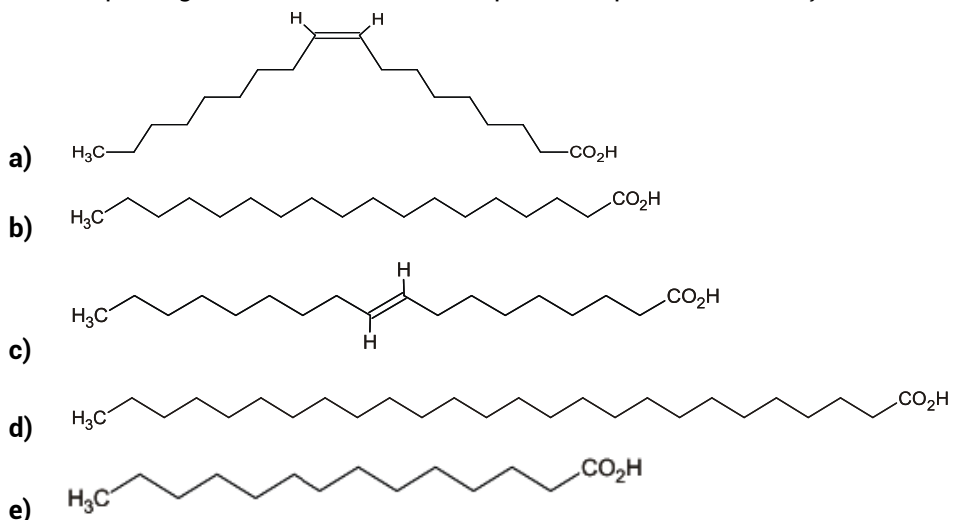
1. Em uma das etapas do ciclo de Krebs, ocorre uma reação química na qual o íon succinato é consumido. Observe a fórmula estrutural desse íon:



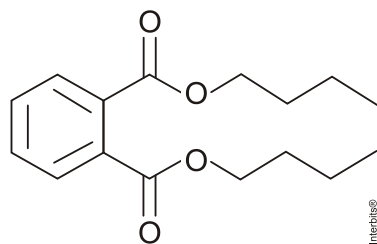
Na reação de consumo, o succinato perde dois átomos de hidrogênio, formando o íon fumarato. Sabendo que o íon fumarato é um isômero geométrico *trans*, sua fórmula estrutural corresponde a:



2. As gorduras de origem animal são constituídas principalmente por gorduras saturadas, colesterol e gorduras *trans*. Nos últimos anos, o termo "*gordura trans*" ganhou uma posição de destaque no dia a dia em função da divulgação de possíveis malefícios à saúde decorrentes de seu consumo. Esse tipo de gordura, que se encontra em alimentos como leite integral, queijos gordos, carne de boi e manteiga, pode aumentar os níveis do colesterol prejudicial ao organismo humano. Nesse tipo de gordura, a fórmula do composto ao qual a denominação *trans* faz referência é

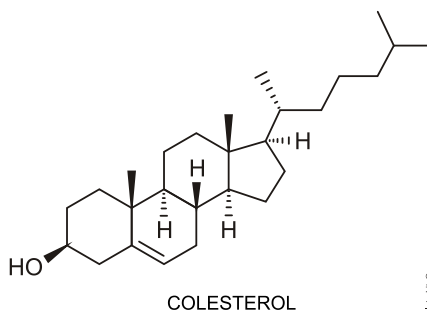


3. Analise as informações a seguir.
Em 2001, algumas indústrias brasileiras começaram a abolir voluntariamente o uso dos plastificantes ftalatos em brinquedos e mordedores, entre muitos outros itens fabricados em PVC flexível destinados à primeira infância, pois os ftalatos causam uma série de problemas à saúde, incluindo danos ao fígado, aos rins e aos pulmões, bem como anormalidades no sistema reprodutivo e no desenvolvimento sexual, sendo classificados como prováveis carcinogênicos humanos. A fórmula a seguir representa a estrutura do dibutilftalato, principal substância identificada nas amostras estudadas, que pode causar esses efeitos irreversíveis muito graves quando inalado, ingerido ou posto em contato com a pele.



Em relação ao dibutilftalato, é correto afirmar que é um composto orgânico

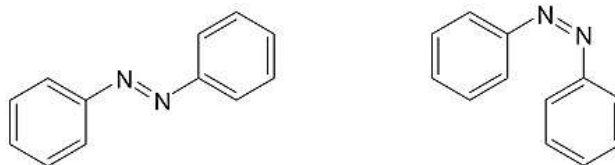
- da função dos éteres.
 - de cadeia alifática.
 - de fórmula molecular $C_{16}H_{22}O_4$.
 - de elevada solubilidade em água.
 - de isomeria cis-trans.
4. As gorduras trans devem ser substituídas em nossa alimentação. São consideradas ácidos graxos artificiais mortais e geralmente são provenientes de alguns produtos, tais como: óleos parcialmente hidrogenados, biscoitos, bolos confeitados e salgados. Essas gorduras são maléficas porque são responsáveis pelo aumento do colesterol "ruim" LDL, e também reduzem o "bom" colesterol HDL, causando mortes por doenças cardíacas.



Com respeito a essas informações, assinale a afirmação verdadeira.

- As gorduras trans são um tipo especial de gordura que contém ácidos graxos saturados na configuração trans.
- Na hidrogenação parcial, tem-se a redução do teor de insaturações das ligações carbono-carbono.
- Colesterol é um fenol policíclico de cadeia longa.
- Ácido graxo é um ácido carboxílico (COH) de cadeia alifática.
- O colesterol apresenta um grupamento funcional amina.

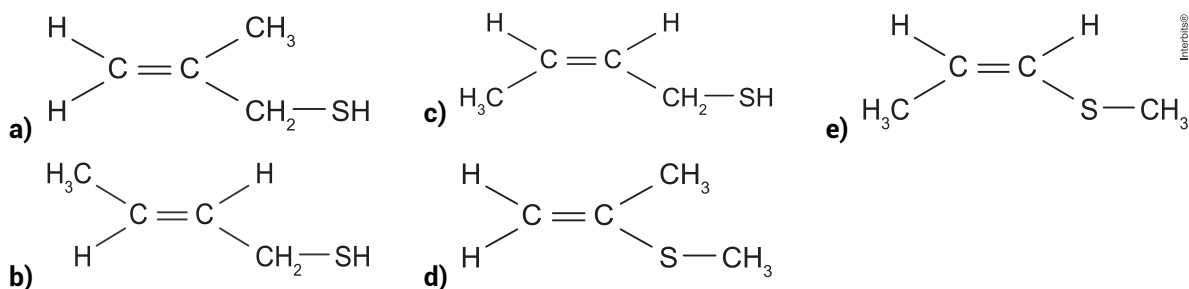
5. Na representação abaixo, encontram-se as estruturas de duas substâncias com as mesmas fórmulas moleculares.



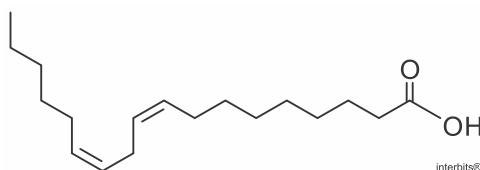
Essas substâncias guardam uma relação de isomeria:

- de cadeia.
 - de posição.
 - de função.
 - geométrica.
 - compensação
6. Assinale a alternativa que preenche corretamente as lacunas do enunciado abaixo, na ordem em que aparecem.
O cis-1,2-dicloroeteno é uma molécula _____, e o seu isômero trans apresenta _____ ponto de ebulição por ser uma molécula _____.
- apolar – maior – polar
 - apolar – menor – polar
 - polar – mesmo – polar
 - polar – maior – apolar
 - polar – menor – apolar
7. Em algumas regiões brasileiras, é comum se encontrar um animal com odor característico, o zorrilho. Esse odor serve para proteção desse animal, afastando seus predadores. Um dos feromônios responsáveis por esse odor é uma substância que apresenta isomeria *trans* e um grupo tiol ligado à sua cadeia.

A estrutura desse feromônio, que ajuda na proteção do zorrilho, é



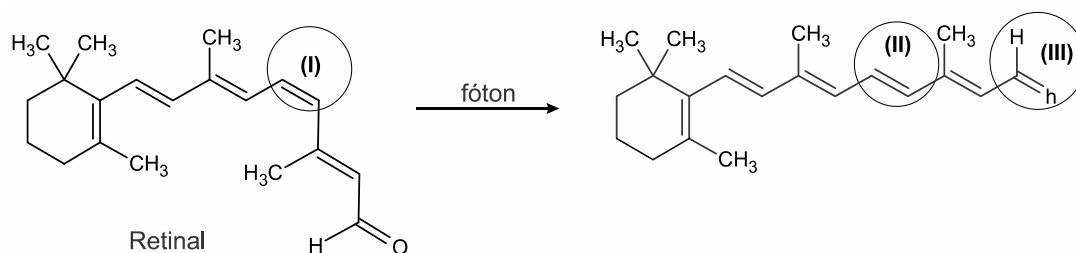
8. O ácido linoleico, essencial à dieta humana, apresenta a seguinte fórmula estrutural espacial:



Como é possível observar, as ligações duplas presentes nos átomos de carbono 9 e 12 afetam o formato espacial da molécula.

As conformações espaciais nessas ligações duplas são denominadas, respectivamente:

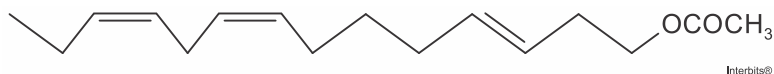
- cis e cis
 - cis e trans
 - trans e cis
 - trans e trans
 - tautomeria
9. O Retinal, molécula apresentada abaixo, associado à enzima rodopsina, é o responsável pela química da visão. Quando o Retinal absorve luz (fótons), ocorre uma mudança na sua geometria, e essa alteração inicia uma série de reações químicas, provocando um impulso nervoso que é enviado ao cérebro, onde é percebido como visão.



Entre as alternativas a seguir, assinale aquela em que a sequência I, II e III apresenta corretamente as geometrias das duplas ligações circuladas em I e II e a função química circulada em III.

- I - Cis II - Trans III - Aldeído
- I - Trans II - Cis III - Álcool
- I - Trans II - Trans III - Aldeído
- I - Trans II - Cis III - Aldeído
- I - Cis II - Trans III - Ácido carboxílico

10. A busca por substâncias capazes de minimizar a ação do inseto que ataca as plantações de tomate no Brasil levou à síntese e ao emprego de um feromônio sexual com a seguinte fórmula estrutural:



Uma indústria agroquímica necessita sintetizar um derivado com maior eficácia. Para tanto, o potencial substituto deverá preservar as seguintes propriedades estruturais do feromônio sexual: função orgânica, cadeia normal e isomeria geométrica original.

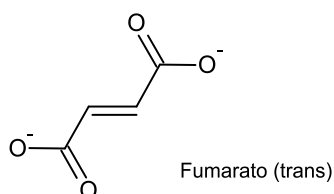
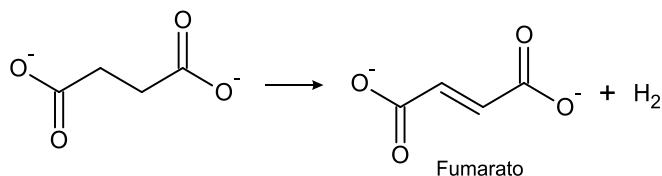
A fórmula estrutural do substituto adequado ao feromônio sexual obtido industrialmente é:

- a) CCCCC/C=C/C/C=C/C/C=C/COC(=O)C
- b) CCCCC/C=C/C/C=C/C/C=C/C(C)COC(=O)C
- c) CCCCC/C=C/C/C=C/C/C=C/COC(=O)C
- d) CCCCC/C=C/C/C=C/C/C=C/COC(=O)C
- e) CCCCC/C=C/C/C=C/C/C=C/COC(=O)C
- Interbits®

Gabarito

1. D

Teremos:



Interblis®

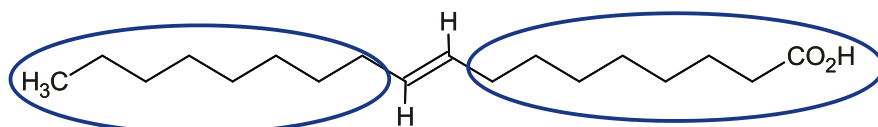
2. C

A presença de uma dupla ligação num átomo de carbono faz com que ele fique com duas valências livres, formando um ângulo de 120° (o carbono sofre uma hibridização do tipo sp^2).

A ligação π (π), que é responsável pela dupla ligação, impede a rotação dos átomos de carbono em volta de um eixo de referência.

Quando os ligantes de maior massa estiverem em semi-espacos opostos, teremos o isômero geométrico na forma **TRANS** (que significa do lado de lá, ou seja, opostos).

A fórmula do composto ao qual a denominação *trans* faz referência é:

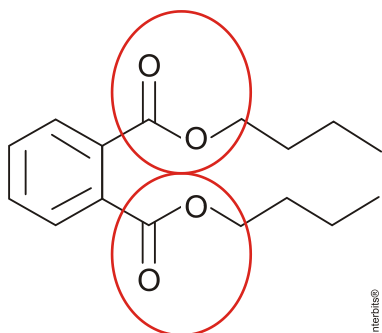


Ligantes de maior massa em lados opostos em relação à dupla ligação.

Interblis®

3. C

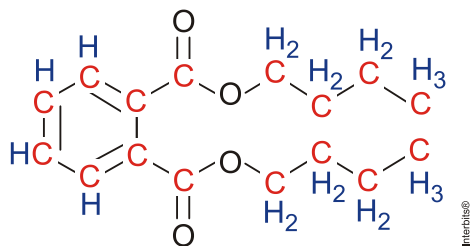
a) Incorreta. A função orgânica presente é o éster:



Interblis®

b) Incorreta. O composto apresenta cadeia aromática.

c) Correta. O dibutilftalato apresenta 16C, 22H e 4O.

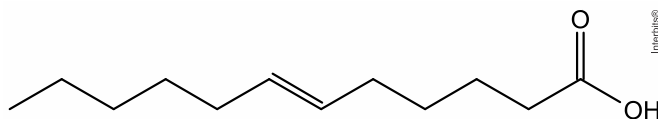


d) Incorreta. Os ésteres de baixa massa molecular são pouco solúveis em água e os demais são insolúveis.

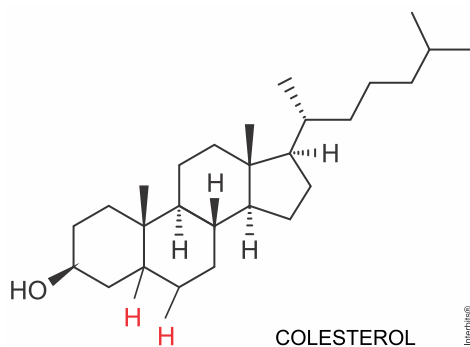
e) Incorreta. O composto não apresenta isomeria geométrica, pois esse tipo de isomeria ocorre em compostos insaturados de cadeia aberta ou cíclica que apresente ligantes diferentes unidos ao carbono da dupla.

4. B

a) Incorreta. As gorduras *trans* contêm ácidos graxos insaturados na sua configuração.



b) Correta. O produto da hidrogenação será:



Observe que ocorreu a entrada de 1 mol de H_2 e a quebra da ligação π .

c) Incorreta. O colesterol é um álcool policíclico.

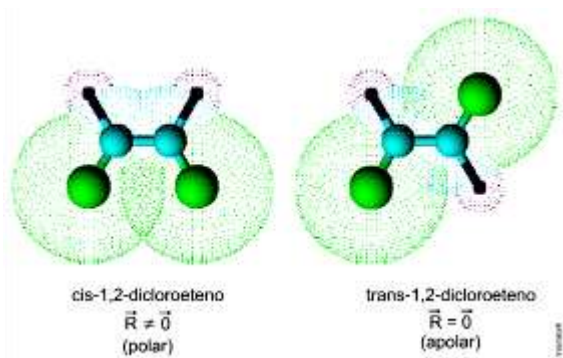
d) Incorreta. Ácido graxo é um ácido carboxílico, pois contém a carboxila ($-COOH$) de cadeia longa.

e) Incorreta. O colesterol não apresenta um grupo amina ($-NH_2$).

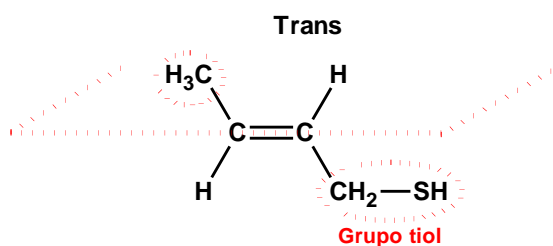
5. D

A isomeria geométrica ocorre modificação no arranjo espacial dos grupos ligados aos átomo de nitrogênio (cis = mesmo lado e trans = lados opostos).

6. E

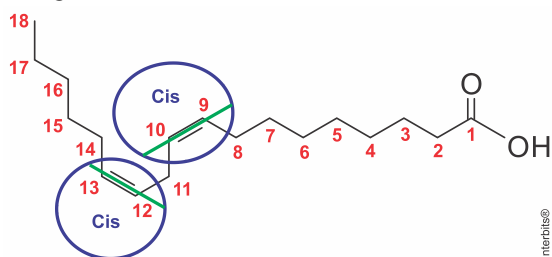


7. B



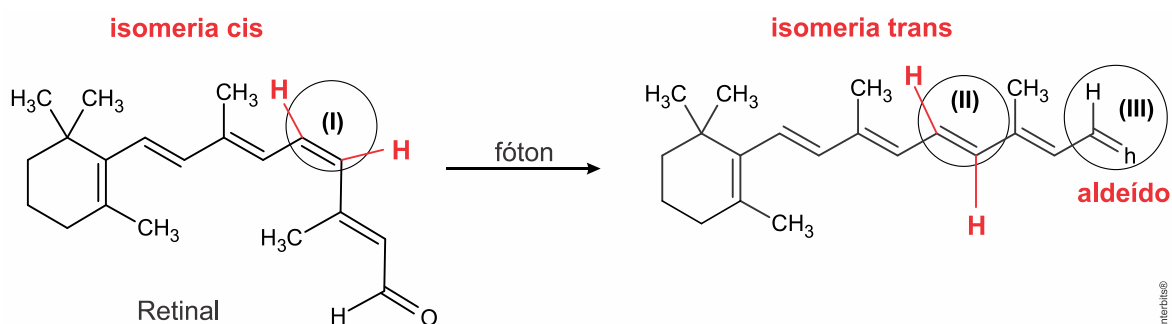
8. A

As conformações espaciais nessas ligações duplas são denominadas, respectivamente: cis e cis, pois os ligantes de maior massa estão do mesmo lado do plano de referência para os carbonos 9 e 12.



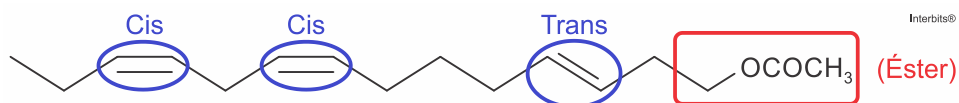
9. A

Teremos:



10. E

Fórmula do feromônio desenvolvido:



Função orgânica: éster de ácido carboxílico ou éster.

Cadeia carbônica: normal.

Isomeria geométrica: cis e trans.

Fórmula estrutural do substituto adequado, que apresenta estas características:

