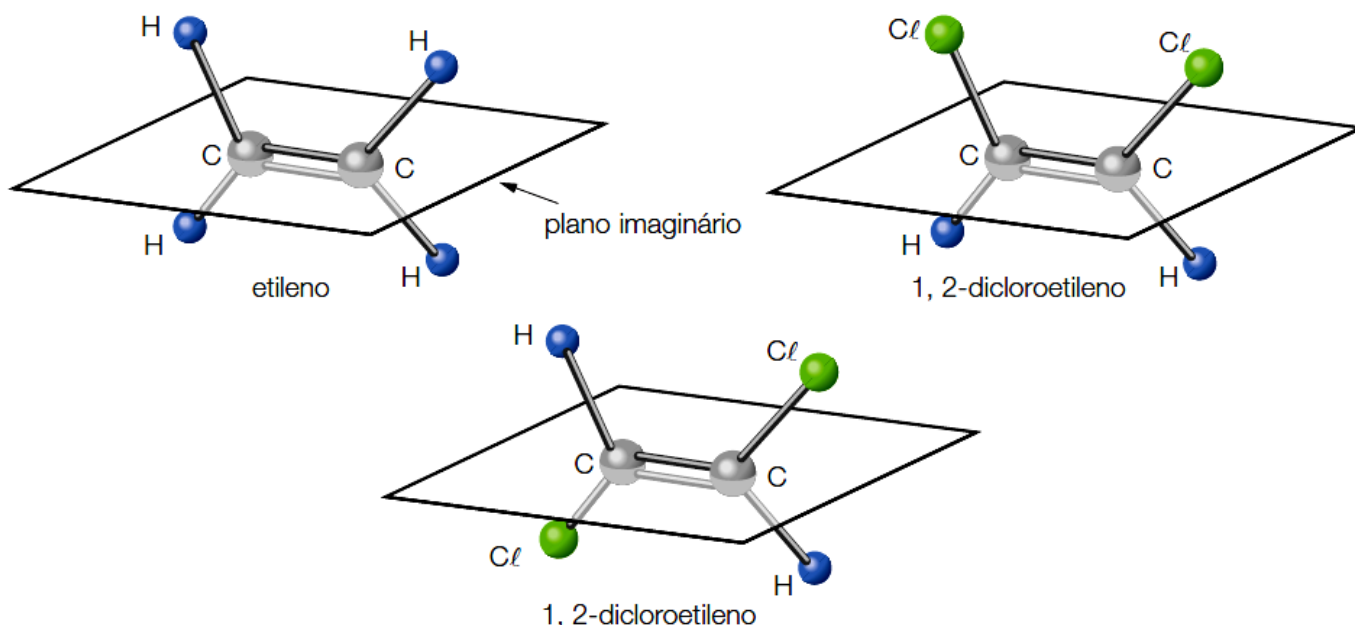


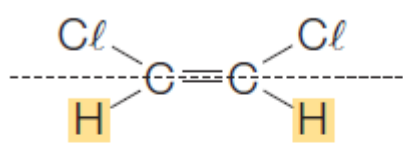
APOSTILA DE QUÍMICA ORGÂNICA – 1º BIMESTRE

TEORIA 16 – ISOMERIA GEOMÉTRICA (CIS-TRANS)

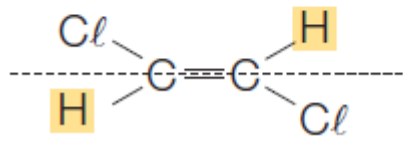
Quando dois hidrogênios, um de cada carbono do etileno (ou eteno), são substituídos por dois átomos de cloro, formam-se duas estruturas diferentes com a mesma fórmula molecular: $C_2H_2Cl_2$.



As fórmulas estruturais podem ser feitas da seguinte forma:



Note que os 2 átomos de H estão do mesmo lado do plano imaginário, sendo esta disposição denominada **cis**: **cis-1,2-dicloroetileno (ou cis-1,2-dicloroeteno)**.

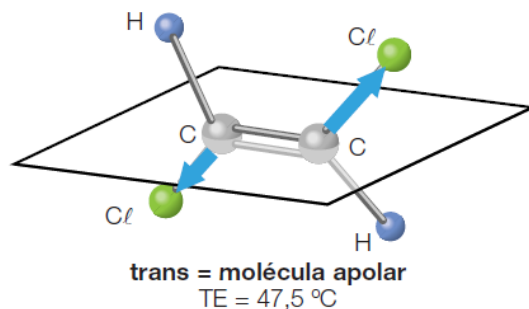
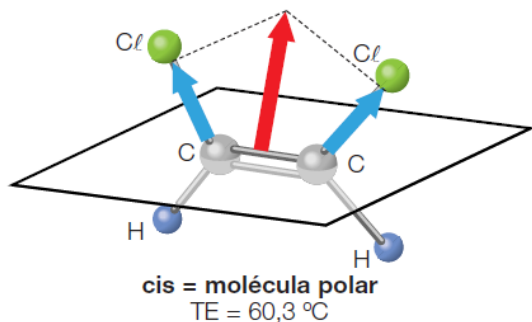


Note que os 2 átomos de H estão em lados opostos do plano imaginário, sendo esta disposição denominada **trans**: **trans-1,2-dicloroetileno (ou trans-1,2-dicloroeteno)**.

As diferentes disposições espaciais dos átomos provocam alterações nas propriedades físicas desses compostos, como, por exemplo, na temperatura de ebulição, isso porque tais mudanças acarretam diferença de polaridade das moléculas.

Quando os ligantes de uma dupla $C = C$ são átomos ou grupo de átomos muito eletronegativos, pode haver considerável diferença de polarização ao redor da dupla se compararmos os isômeros *cis* e *trans*.

A título de exemplo, consideremos o *cis*-1,2-dicloroeteno e o *trans*-1,2-dicloroeteno. A soma vetorial dos momentos de dipolo das ligações não é nula no *cis*, que é **polar**, mas é nula no *trans*, que é **apolar**:

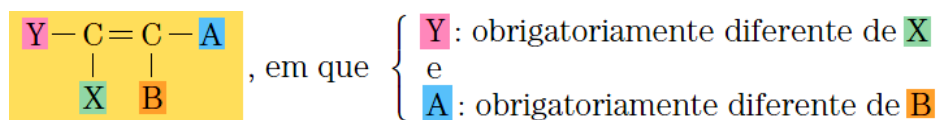


Como o *cis*-1,2-dicloroeteno é polar, as interações entre as moléculas desse composto são mais fortes que entre as moléculas do isômero *trans*. Assim, para romper tais interações, será necessária uma maior temperatura, ou seja, a temperatura de ebulição do *cis*-1,2-dicloroeteno é maior que o do *trans*-1,2-dicloroeteno.

Ocorrência de isomeria geométrica para compostos acíclicos (compostos de cadeia aberta)

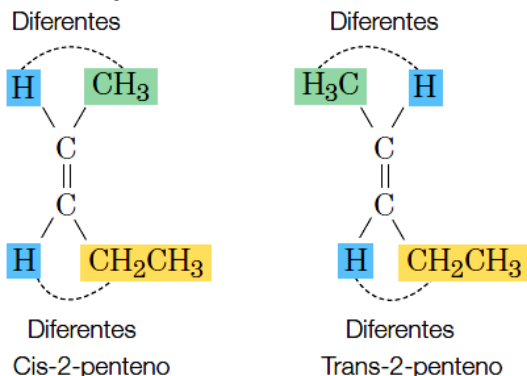
Os compostos acíclicos devem apresentar pelo menos uma dupla ligação entre carbonos, e cada um dos carbonos da dupla deve apresentar grupos ligantes diferentes.

De acordo com o esquema:

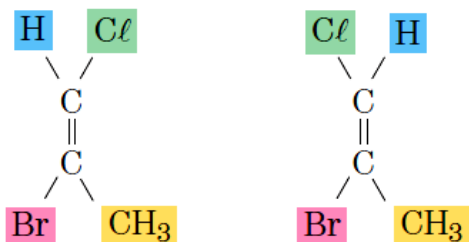


Vejamos alguns exemplos:

Para o 2-penteno:

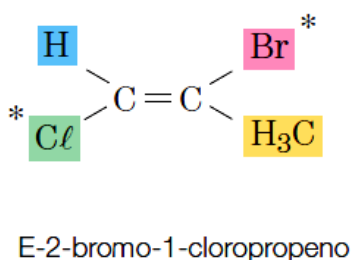
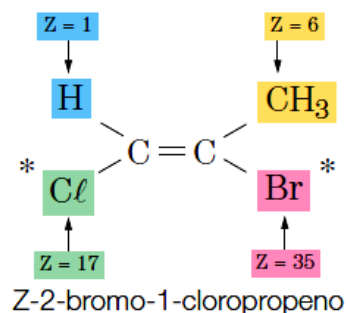


Para o 2-bromo-1-cloropropeno:



Neste caso, os dois isômeros geométricos não podem ser identificados pelos prefixos *cis* e *trans*, pois não apresentam nenhum ligante igual nos dois carbonos da dupla ligação. Em tais casos, devemos utilizar as designações **E** e **Z**.

O isômero **Z** é aquele que apresenta dois ligantes de cada C da >C=C< com os maiores números atômicos; o outro isômero será o **E**. No exemplo dado, temos:

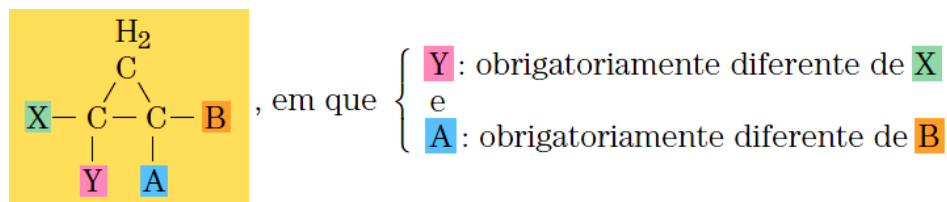


Observação: Em alguns exames vestibulares, o critério de ligantes com maior número atômico do mesmo lado do plano é usado para caracterizar o isômero **cis**, sendo o outro isômero considerado **trans**.

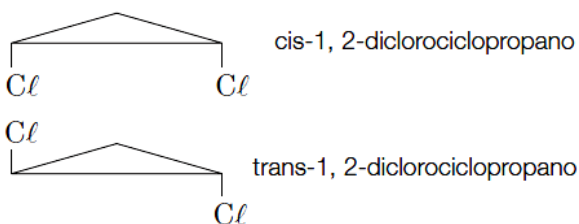
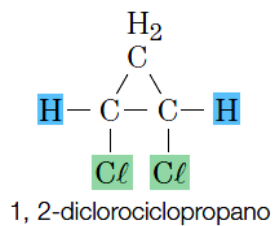
Ocorrência de isomeria geométrica para compostos cíclicos (compostos de cadeia fechada)

Os compostos cíclicos devem apresentar grupos ligantes diferentes em pelo menos dois carbonos do ciclo.

De acordo com o esquema:

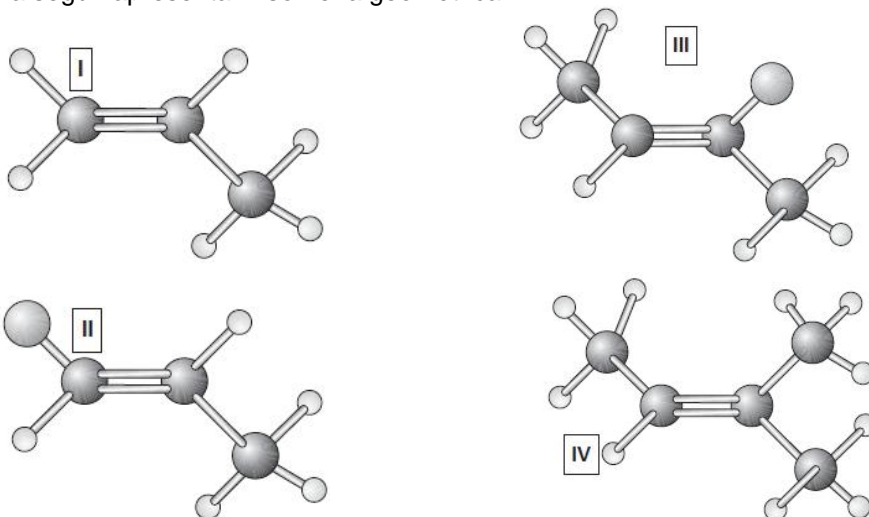


Vejamos um exemplo:



LISTA 16 – ISOMERIA GEOMÉTRICA (CIS-TRANS)

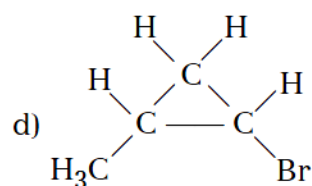
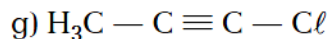
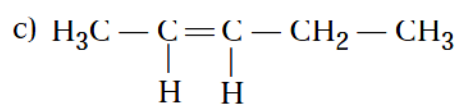
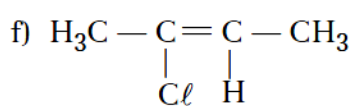
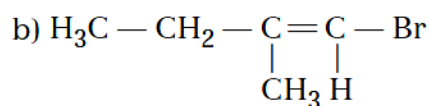
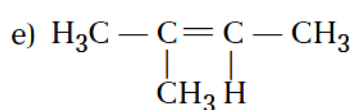
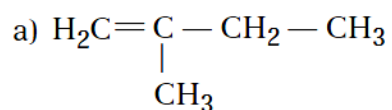
01. Quais moléculas a seguir apresentam isomeria geométrica?



02. Escreva as fórmulas de projeção dos isômeros geométricos do pent-2-eno.

03. O ácido butenodioico apresenta isomeria geométrica, sendo que seu isômero cis é denominado ácido maleico, e o seu isômero trans, ácido fumárico. Faça a fórmula estrutural plana do ácido butenodioico e represente as fórmulas de projeção dos isômeros cis e trans.

04. Considere as fórmulas planas dos seguintes compostos:



a) Quais compostos apresentam isomeria geométrica?

b) Faça a representação espacial dos isômeros de cada composto que apresenta isomeria geométrica.

05. Considere os hidrocarbonetos a seguir:

- a) 1-penteno;
- b) 2-penteno;
- c) 3-hexeno;
- d) 2-metil-1-penteno;
- e) 2-metil-2-penteno;
- f) 2-metil-3-hexeno;
- g) 1,1-dimetil-ciclopentano;
- h) 1,2-dimetil-ciclopentano.

Resolva:

a) Quais apresentam isomeria geométrica?

b) Escreva as fórmulas espaciais dos compostos que apresentam isomeria geométrica.

06. (FUVEST) – Quantos isômeros estruturais e geométricos, considerando também os cíclicos, são previstos com a fórmula molecular C_3H_5Cl ?

- a) 2.
- b) 3.
- c) 4.
- d) 5.
- e) 7.

07. Qual é o nome e a fórmula estrutural do aldeído de menor massa molar que apresenta isomeria geométrica?

08. (EFOA-MG) – Considere o 2-buteno.

a) Que tipo de isomeria o composto apresenta?

b) Escreva as fórmulas estruturais e os nomes dos isômeros.

09. (FUVEST) – A fórmula molecular C_4H_8 pode representar vários hidrocarbonetos. Dê a fórmula estrutural do:

I — isômero cis;

II — isômero trans;

III — cíclico não-ramificado;

IV — insaturado de cadeia ramificada.

10. (UNESP) – Apresenta isomeria geométrica:

a) 2-penteno.

b) 1,2-butadieno.

c) propeno.

d) tetrabromo-etileno.

e) 1,2-dimetil-benzeno.

11. (UFMG) – Escreva a fórmula estrutural e represente os isômeros *cis* e *trans* da cetona alifática (cadeia aberta) de menor massa molecular, que apresenta isomeria geométrica.

12. (UNICAMP) – Os hidrocarbonetos da série dos alquenos (alcenos) apresentam fórmula geral C_nH_{2n} .

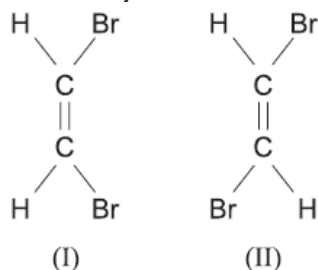
a) Represente a fórmula e dê o nome do segundo alceno da série.

b) Considerando os alcenos de 5 átomos de carbono de cadeia alifática (aberta) e normal, represente as fórmulas estruturais possíveis para esses alcenos.

13. (UNIFESP) – Solubilidade, densidade, ponto de ebulição (P.E.) e ponto de fusão (P.F.) são propriedades importantes na caracterização de compostos orgânicos. O composto 1,2-dicloroeteno apresenta-se na forma de dois isômeros, um com P.E. 60 °C e outro com P.E. 48 °C. Em relação a esses isômeros, é correto afirmar que o isômero:

- a) *cis* apresenta P.E. 60 °C.
- b) *cis* é o mais solúvel em solvente não polar.
- c) *trans* tem maior polaridade.
- d) *cis* apresenta fórmula molecular $C_2H_4Cl_2$.
- e) *trans* apresenta forças intermoleculares mais intensas.

14. (UNESP) – As moléculas de *cis*-dibromoeteno (I) e *trans*-dibromoeteno (II) têm a mesma massa molar e o mesmo número de elétrons, diferindo apenas no arranjo de seus átomos:



À temperatura ambiente, é correto afirmar que

- a) os dois líquidos possuem a mesma pressão de vapor.
- b) *cis*-dibromoeteno apresenta maior pressão de vapor.
- c) as interações intermoleculares são mais fortes em (II).
- d) *trans*-dibromoeteno é mais volátil.
- e) as duas moléculas são polares.

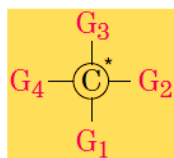
TEORIA 17 – ISOMERIA ÓPTICA

Isomeria óptica e assimetria molecular:

A condição necessária para a ocorrência de isomeria óptica é que a substância apresente assimetria.

O caso mais importante de assimetria molecular ocorre quando existir, na estrutura da molécula, pelo menos um carbono **assimétrico** ou **quiral** (do grego *cheir* = mão). Para que um átomo de carbono seja assimétrico, deve apresentar quatro grupos ligantes diferentes entre si. Na fórmula estrutural, o carbono quiral é indicado por um asterisco (*).

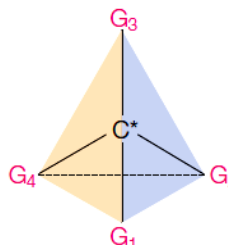
Genericamente, temos:



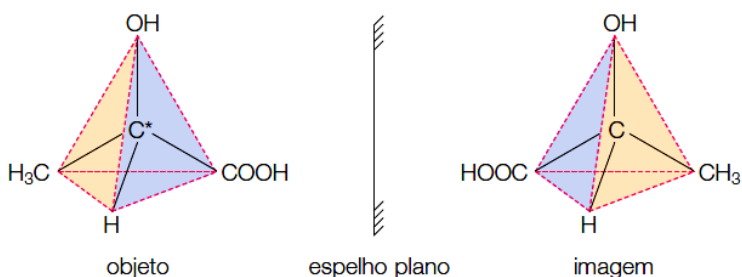
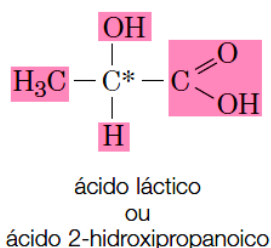
fórmula estrutural plana

em que:

$$G_1 \neq G_2 \neq G_3 \neq G_4$$



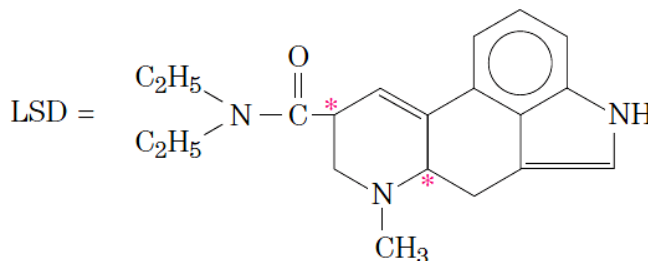
O ácido láctico, encontrado tanto no leite azedo quanto nos músculos, apresenta a seguinte fórmula estrutural.



A presença de 1 carbono assimétrico (1 C*) determina a existência de dois isômeros opticamente ativos: o ácido d-láctico (dextrogiro) e o l-láctico (levogiro), que são química e fisicamente iguais e fisiologicamente diferentes, provocando o mesmo desvio angular, porém em sentidos opostos.

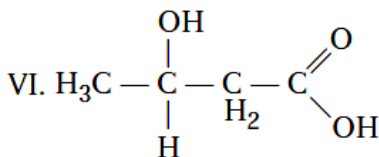
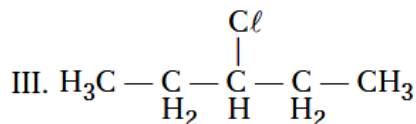
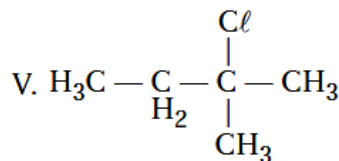
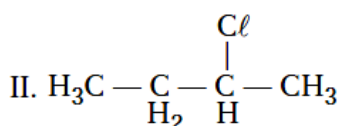
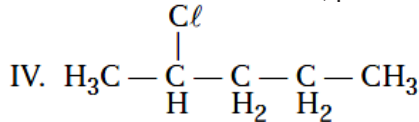
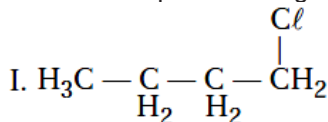
Moléculas assimétricas

Na maioria dos processos biológicos, somente um dos isômeros ópticos é ativo. Por exemplo, o isômero dextrogiro do LSD causa alucinações, ao passo que o isômero levogiro não produz nenhum efeito.

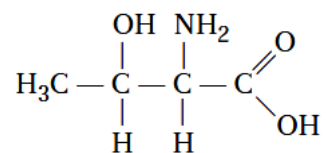


LISTA 17 – ISOMERIA ÓPTICA

01. Quais compostos a seguir apresentam carbono assimétrico e, portanto, isômeros ópticos?



02. A treonina é um aminoácido cuja estrutura é representada por



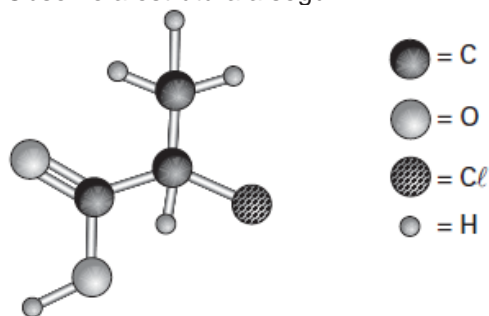
Com base nessa estrutura, responda:

a) Quais são as funções orgânicas presentes?

b) Qual o número de carbonos assimétricos?

INSTRUÇÃO PARA AS QUESTÕES DE 03 A 06

Observe a estrutura a seguir.



03. Quais funções orgânicas estão presentes na molécula?

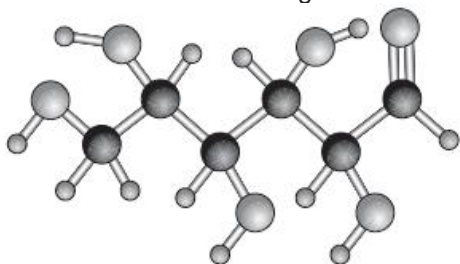
04. Escreva sua fórmula estrutural plana.

05. Escreva sua fórmula molecular.

06. Indique o carbono quiral.

INSTRUÇÃO PARA AS QUESTÕES 07 E 08

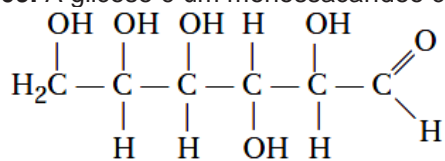
Observe a estrutura a seguir.



07. Quais funções estão presentes na molécula?

08. Indique o número de carbonos quirais.

09. A glicose é um monossacarídeo cuja fórmula molecular é $C_6H_{12}O_6$. Sua estrutura pode ser representada por



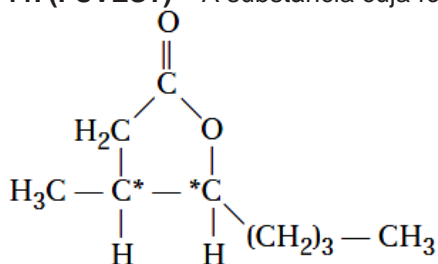
Com base na estrutura da glicose, responda:

a) Quais são as funções presentes?

b) Qual o número de carbonos assimétricos?

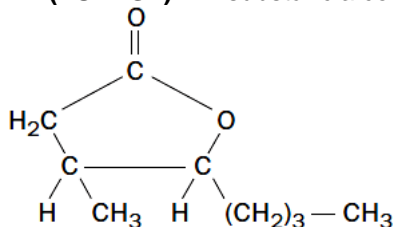
10. (FUVEST) – Construa a fórmula estrutural plana e dê o nome para o monoálcool acíclico saturado de menor massa molar que apresenta isomeria óptica.

11. (FUVEST) – A substância cuja fórmula é



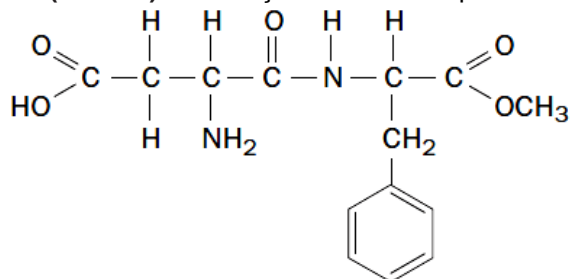
apresenta que função orgânica e quantos carbonos assimétricos?

12. (FUVEST) – A substância com a fórmula abaixo é:



- a) um éter cíclico, cuja molécula tem dois carbonos assimétricos.
- b) uma cetona cíclica, cuja molécula tem um carbono assimétrico.
- c) uma cetona cíclica, cuja molécula tem dois carbonos assimétricos.
- d) um éster cíclico, cuja molécula tem um carbono assimétrico.
- e) um éster cíclico, cuja molécula tem dois carbonos assimétricos.

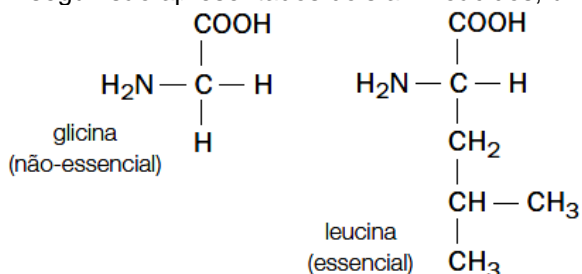
13. (UNESP) – O adoçante artificial aspartame tem fórmula estrutural



Sobre o aspartame, são feitas as seguintes afirmações:

- I — apresenta as funções éster e amida;
 II — não apresenta isomeria óptica;
 III — sua fórmula molecular é $\text{C}_{14}\text{H}_{13}\text{N}_2\text{O}_5$.
 Indique a(s) opção(ões) correta(s).

14. (UFRJ) – Os aminoácidos são moléculas orgânicas constituintes das proteínas. Eles podem ser divididos em dois grandes grupos: os essenciais, que não são sintetizados pelo organismo humano, e os não-essenciais. A seguir são apresentados dois aminoácidos, um de cada grupo:



a) A glicina pode ser denominada, pela nomenclatura oficial, de ácido amino etanoico. Por analogia, apresente o nome oficial da leucina.

b) Qual desses dois aminoácidos apresenta isomeria óptica? Justifique sua resposta.

15. (UNESP) – O ácido láctico, um produto do metabolismo humano, apresenta as seguintes características:

- fórmula molecular $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_3$;
 - é opticamente ativo;
 - é um composto que possui as funções álcool e ácido carboxílico.
- Escreva a fórmula estrutural e o nome oficial do ácido láctico.