

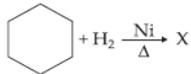
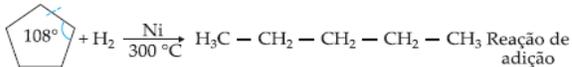
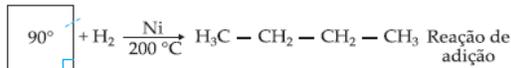
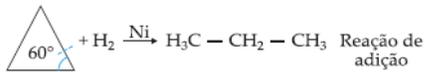
## Ciclo Alcanos ou Ciclanos

### CICLANOS

Hidrocarbonetos saturados cíclicos.

A) **Fórmula Geral:**  $C_nH_{2n}$

B) **Reação com  $H_2$**

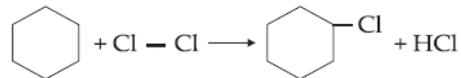
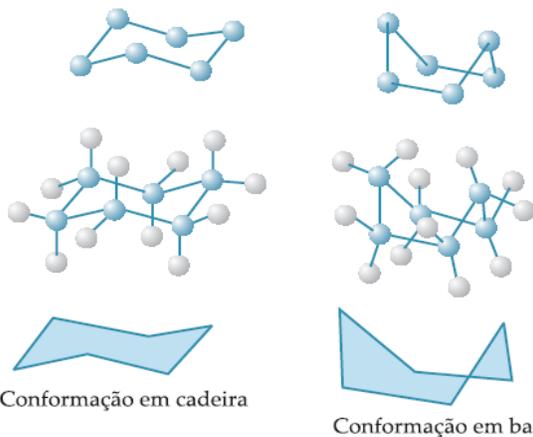


C) **Teoria das Tensões de Bayer**

Ângulo de estabilidade total  $\rightarrow 109^\circ 28'$

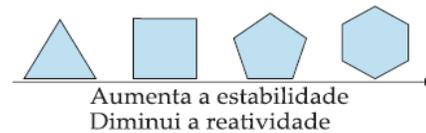
D) **Teoria de Sachse e Mohr**

- I) Os átomos do ciclo-hexano não são coplanares
- II) Apresentam forma de barco e forma de cadeira
- III) Apresentam reação de substituição



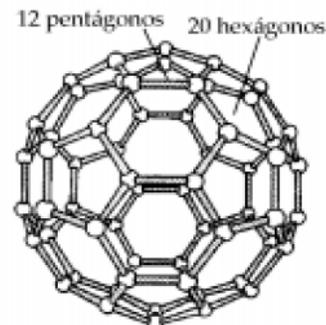
Reação de substituição

E) **Relação de Estabilidade entre os Ciclanos**



F) **Aplicação dos Ciclanos**

### FULERENOS



*Bola de futebol*

Os pesquisadores norte-americanos Robert Curt e Richard Smalley e o britânico Harold Kroto foram premiados com o Nobel de Química de 1996 pela descoberta de uma molécula de carbono chamada fulereno, em 1985.

O fulereno é uma molécula de carbono com a forma de uma bola de futebol feita de gomos.

A pesquisa do fulereno foi estimulada pela descoberta, há alguns anos, de moléculas de 20 a 30 átomos de carbono na atmosfera de alguns planetas, explica o vice-diretor do Instituto de Química da Universidade de São Paulo, Paulo Sérgio dos Santos.

Segundo Santos, daí para frente se tentou produzir esse tipo de molécula em laboratório. O objetivo era descobrir quais eram suas propriedades e utilidade.

O grupo de pesquisadores vencedores do Nobel produziu essas moléculas usando como ingrediente o grafite. O grafite é um tipo de molécula formada unicamente por átomos de carbono.

“No grafite, os átomos de carbono se ligam entre si formando uma estrutura que lembra uma tela de galinheiro. Isto é, são vários hexágonos ligados entre si formando uma espécie de plano”, diz Santos.

O fulereno é uma molécula formada por 60 átomos de carbono.

“Imagine que o grafite é como uma tela de galinheiro. Imagine agora que a tela se quebra em vários pedaços e que alguns deles se unem sem deixar nenhuma ponta livre. O

resultado disso é o fulereno, cuja configuração é exatamente igual à de uma bola de futebol”, explica Santos.

Segundo o professor da USP, a única forma de unir os 60 átomos sem deixar nenhuma ponta livre é unir pentágonos e hexágonos. “É exatamente assim que acontece com os gomos de uma bola de futebol. Apenas hexágonos jamais fechariam a bola. Só pentágonos também não.”

“Assim, o que começou com uma simples curiosidade terminou na descoberta da mais perfeita molécula em termos de simetria.”

A molécula é tão simétrica que, anos antes da sua descoberta, o engenheiro e filósofo americano Buckminster Fuller (o nome fulereno é uma homenagem a ele) já a havia imaginado.

“Hoje abriu-se um campo muito grande, pois descobriu-se que derivados dos fulerenos têm propriedades supercondutoras.”

## Resumindo temas:

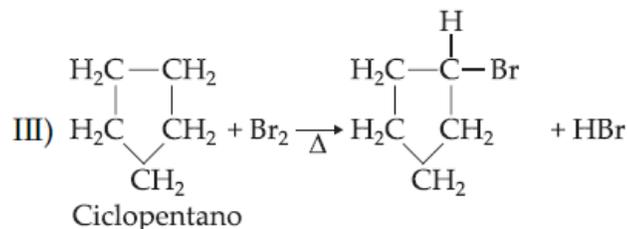
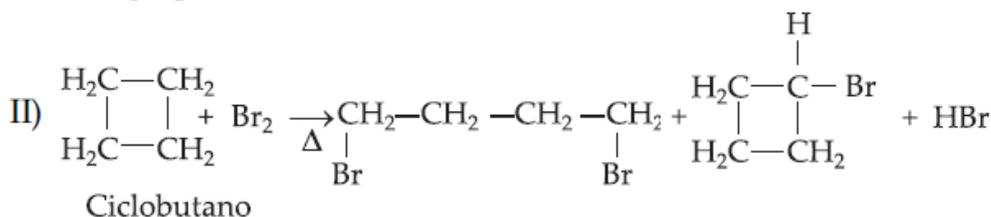
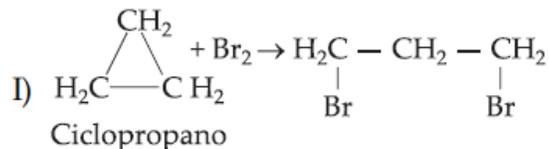
Reagente Ciclano	H <sub>2</sub>	Br <sub>2</sub>	HBr
	$\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$ Adição (Ni; 120 °C)	$\begin{array}{c} \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 \\   \qquad \qquad   \\ \text{Br} \qquad \qquad \text{Br} \end{array}$ Adição	$\begin{array}{c} \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 \\   \qquad \qquad   \\ \text{H} \qquad \qquad \text{Br} \end{array}$ Adição
	$\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$ Adição (Ni; 200 °C)	$\begin{array}{c} \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 \\   \qquad \qquad \qquad   \\ \text{Br} \qquad \qquad \qquad \text{Br} \end{array}$ Adição	$\begin{array}{c} \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 \\   \qquad \qquad \qquad   \\ \text{H} \qquad \qquad \qquad \text{Br} \end{array}$ Adição
	$\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$ Adição (Pt; 300 °C)	$\begin{array}{c} \text{Cyclopentane ring} \\   \\ \text{Br} \end{array} + \text{HBr}$ Substituição	Não há reação.
	$\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$ Adição muito difícil	$\begin{array}{c} \text{Cyclohexane ring} \\   \\ \text{Br} \end{array} + \text{HBr}$ Substituição	Não há reação.

## EXERCÍCIOS DE APLICAÇÃO

01 Considerando os seguintes compostos: ciclopropano, ciclobutano e ciclopentano, podemos afirmar que:

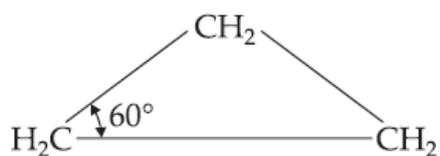
- a) o mais estável é o ciclobutano e o mais reativo é o ciclopropano.
- b) o mais estável é o ciclopropano e o mais reativo é o ciclobutano.
- c) o mais reativo é o ciclopropano e o mais estável é o ciclopentano.
- d) o mais reativo é o ciclopentano e o mais estável é o ciclopropano.
- e) não podemos distinguir qualquer diferença nestes termos entre os compostos dados.

02 (Fuvest-SP) Cicloalcanos sofrem reação de bromação conforme mostrado a seguir:

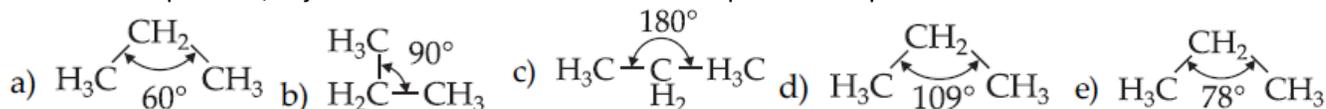


- a) Considerando os produtos formados em I, II e III, o que se pode afirmar a respeito da estabilidade relativa dos anéis com três, quatro e cinco átomos de carbono? Justifique.
- b) Dê o nome de um dos compostos orgânicos formados nessas reações.

03 (FCC-SP) Na hidrogenação do composto:



obtem-se um produto, cuja estrutura é mais corretamente representada pela fórmula:



04 Segundo a teoria de Bayer, o composto mais estável deveria ser o:

- a) ciclopropano
- b) ciclobutano
- c) ciclopentano
- d) cicloexano

**05 (UERJ-RJ)** Hidrocarbonetos de fórmula geral  $C_nH_{2n}$  podem ser diferenciados pelo teste de Bayer. Tal teste consiste na reação desses hidrocarbonetos com solução neutra diluída de permanganato de potássio -  $KMnO_4$  - que possui coloração violeta. Só haverá descolorimento da solução se o hidrocarboneto for insaturado. Considere hidrocarbonetos contendo 5 átomos de carbono, que se enquadrem na fórmula geral  $C_nH_{2n}$ .

a) Indique a fórmula estrutural de um hidrocarboneto com cadeia normal que reage positivamente ao teste de Bayer e justifique sua resposta.

b) Dentre os hidrocarbonetos que não reagem ao teste, um apresenta isomeria geométrica e outro possui apenas carbonos secundários.

Cite seus nomes oficiais.

**06 (PUC-RJ)** O brometo de ciclopentila pode ser obtido pela reação de:

a) pentano + HBr

b) ciclopentano +  $Br_2$

c) ciclopentano + HBr

d) brometo de ciclopropila +  $CH_3CH_2Br$

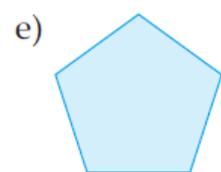
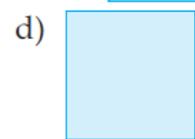
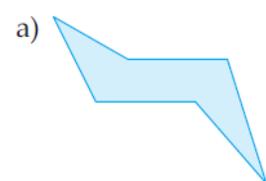
e) brometo de ciclobutila +  $CH_3Br$

**07** Quando se faz a monocloração do metil ciclopropano obtêm-se 4 isômeros

a) Represente as estruturas destes 4 isômeros (planos e espaciais)

b) Escreva seus nomes.

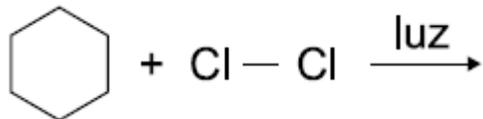
**08 (Unip-SP)** O composto que reage mais facilmente com hidrogênio é:



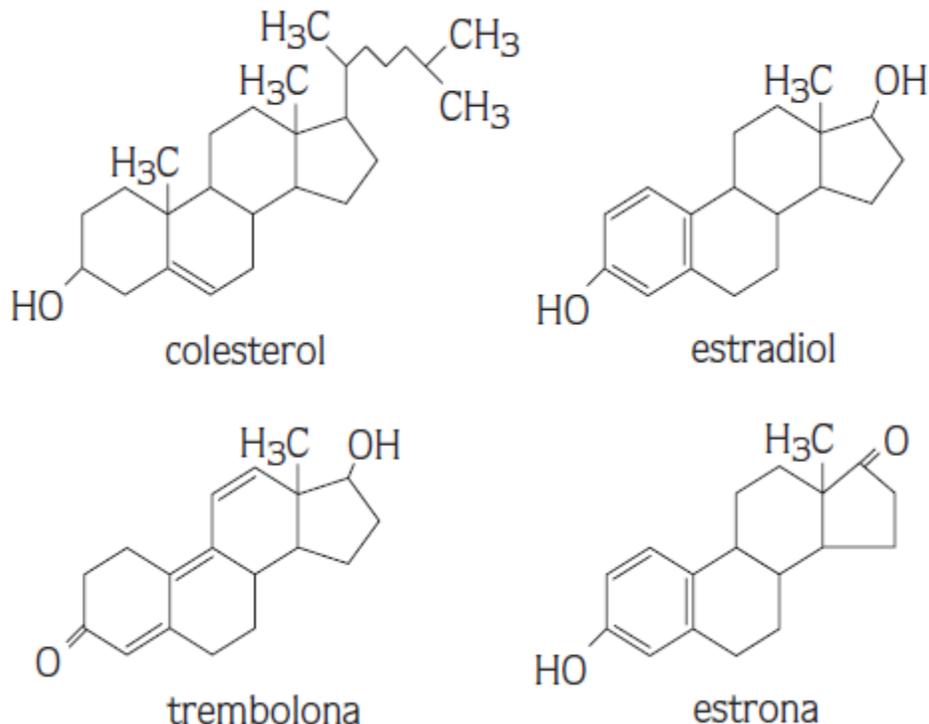
09 O ângulo de maior estabilidade do carbono, em que não há tensões nas ligações, é:

- a) 109°28'      b) 108°      c) 90°      d) 60°      e) 45°

10 Complete a reação:



11 (FUVEST-SP) Estão representados a seguir quatro esteróides:



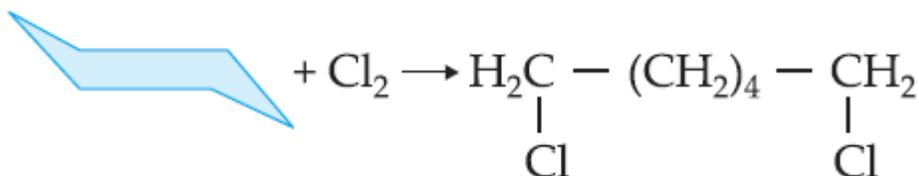
a) Quais dentre eles são isômeros? Explique.

b) Considerando que o colesterol é um composto insaturado, que reação poderia ocorrer, em condições apropriadas, se este fosse tratado com bromo ( $\text{Br}_2$ )?

12 (UEG-GO) Os compostos orgânicos estão presentes em todos os processos do nosso cotidiano e, por meio das reações químicas, vários outros compostos são produzidos. Analise as seguintes reações químicas:

( ) A obtenção de energia a partir de derivados do petróleo é feita por meio de uma reação denominada combustão. A queima completa de 29 g de butano, utilizado como gás de cozinha, produz 11,2 litros de  $\text{CO}_2$ , nas condições normais.

( ) O cicloexano, em sua conformação "cadeira", sofre halogenação por meio de reações de adição, por ser esta a forma mais estável, de acordo com a equação a seguir:



( ) A nitração do tolueno ocorre segundo o mecanismo de substituição eletrofílica, produzindo o m-nitrotolueno, pois o grupo nitro é desativante e metadirigente.

**13 (PUC-SP)** Assinale entre os processos abaixo o que não é uma reação de adição:

- a) Ciclobuteno + Cloreto de hidrogênio.
- b) Metilpropeno + Água.
- c) Pentano + Cloro.
- d) Etino + Brometo de hidrogênio.
- e) Butadieno - 1,3 + Cloro.

**14 (ITA-SP)** Explique por que a temperatura de hidrogenação de cicloalcanos, catalisada por níquel metálico, aumenta com o aumento da qualidade de átomos de carbono presentes nos cicloalcanos.

**15** Em relação à adição em ciclanos, assinale a(s) alternativa(s) correta(s):

- (01) A adição de bromo ao ciclopropano ocorre na presença de catalisador e aquecimento e produz 1,2-dibromopropano.
- (02) A adição de cloro ao ciclohexano ocorre na presença de níquel metálico e forte aquecimento e produz 1,6-diclorohexano.
- (04) O ciclohexano não sofre reação de adição, independentemente da presença de catalisador ou aquecimento, porque a molécula é muito estável, já que o ângulo entre todas as ligações carbono-carbono é de  $109^\circ 28'$ .
- (08) O ciclobutano sofre reação de adição de hidrogênio na presença de níquel e aquecimento produzindo butano.
- (16) O ciclopentano sofre preferencialmente reação de substituição, já que o ângulo entre as ligações carbono-carbono é de  $108^\circ (\cong 109^\circ 28')$ , o que proporciona grande estabilidade à molécula.
- (32) Um mol de cicloheptano sofre reação de substituição na presença de 1 mol de  $\text{Cl}_2(\text{g})$ , níquel e aquecimento, produzindo um mol de 1,2-diclorocicloheptano.

O somatório das afirmativas corretas é:

- a) 07
- b) 10
- c) 31
- d) 28
- e) 56

**16** Assinale a alternativa em que os compostos sofrem exclusivamente reações de substituição.

- a) ciclopentano e ciclohexano
- b) ciclopropano e ciclobutano
- c) ciclopentano e ciclobutano
- d) ciclohexano e ciclobutano
- e) cicloheptano e ciclohexano

**17 (Fuvest-SP)** Duas substâncias diferentes têm fórmula molecular  $\text{C}_6\text{H}_{12}$ . Uma delas, quando submetida a atmosfera de hidrogênio, na presença de um catalisador, reage com o gás e a outra, não.

- a) Qual é a razão desta diferença de comportamento?
- b) Escreva uma fórmula estrutural possível para cada uma dessas substâncias.

**18** A teoria da tensão de Baeyer para os ciclanos estabelecida em 1885 pode ser resumida no seguinte ponto:

“Quanto maior a tensão entre os ângulos de ligação dos carbonos na molécula, ou seja, quanto mais os ângulos se afastarem de  $109^\circ 28'$ , mais instável será o ciclano. Já, quanto mais os ângulos entre as ligações dos carbonos se aproximarem de  $109^\circ 28'$ , menor será a tensão e o ciclano será mais estável.”

Explique, com base nessa teoria, como varia a estabilidade nos primeiros 3 compostos da série homóloga dos ciclanos.

**19** Como os cientistas Sachse e Mohr conseguiram explicar o fato de os ciclanos com 6 ou mais carbonos serem muito estáveis apesar de o ângulo entre as ligações – previsto teoricamente por Baeyer para moléculas coplanares – se afastar progressivamente dos  $109^\circ 28'$  considerado ideal?

**20** Explique o que ocorre com a molécula do ciclopropeno que torna essa substância tão instável em relação aos demais ciclenos.

21 Em relação aos ciclanos e ciclenos, assinale as afirmativas corretas.

(01) Os ciclanos que possuem de 3 a 5 carbonos na cadeia são mais reativos que os alcenos, apesar de possuírem apenas ligações simples entre carbonos.

(02) Os ciclanos que possuem 6 ou mais carbonos na cadeia são muito *estáveis*; pode-se dizer que são menos reativos que os alcanos.

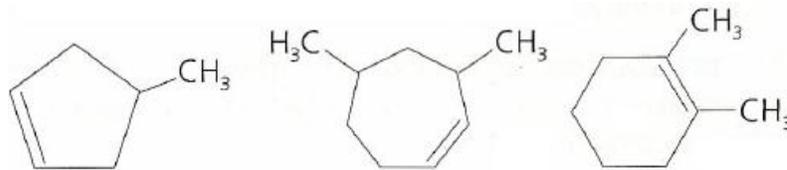
(04) A explicação para a grande reatividade de alguns ciclanos e a grande estabilidade de outros está na tensão entre os ângulos das ligações carbono-carbono que é alta em moléculas coplanares e baixa em estruturas espaciais.

(08) Segundo a teoria de Baeyer, os átomos de carbono dos ciclanos com 6 ou mais carbonos ocupam planos diferentes no espaço de modo que o ângulo de ligação entre eles é de exatamente  $109^\circ$  e  $28'$  (o mais *estável*).

(16) Os ciclenos são mais *estáveis* que os ciclanos porque a ligação dupla entre carbonos torna a molécula mais resistente ao rompimento da cadeia,

(32) Da mesma forma que os ciclanos, os ciclenos com 6 ou mais átomos de carbono apresentam estrutura espacial não-coplanar de modo que o ângulo das ligações é de aproximadamente  $109^\circ 28'$ .

(64) Os nomes oficiais dos compostos esquematizados a seguir são, respectivamente: 4-metil-ciclopenteno, 1,3-dimetilciclohept-4-eno e dimetilciclohexeno.



Soma ( )

22 Os ciclanos com 3 e 4 carbonos apresentam alta ou baixa tensão angular? Que tipo de reação eles costumam sofrer?

23 Os ciclanos com 5 e 6 carbonos apresentam alta ou baixa tensão angular? Que tipo de reação eles costumam sofrer?

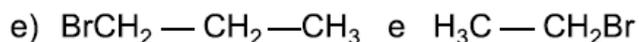
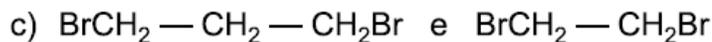
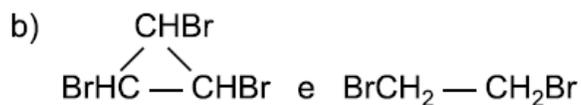
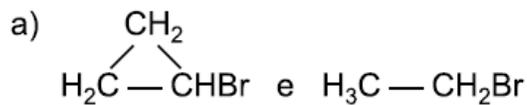
24 Escreva a fórmula estrutural do produto obtido na reação (caso ela aconteça) do ciclopropano com:

- a)  $H_2$
- b)  $Br_2$
- c)  $HBr$

25 Escreva os produtos da reação de bromo ( $Br_2$ ) com:

- a) ciclopropano;
- b) ciclohexano.

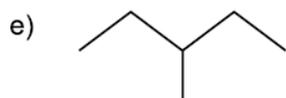
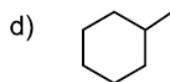
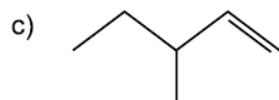
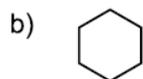
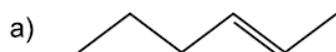
26 (UERJ-RJ) Tanto o ciclopropano como o etileno reagem com o HBr. Os derivados resultantes devem ser, respectivamente:



27 (UFMG-MG) Um hidrocarboneto apresenta as seguintes características:

- I. não decora uma solução de  $\text{Br}_2$  em  $\text{CCl}_4$ .
- II. sua molécula contém um átomo de carbono terciário.
- III. sua fórmula molecular é  $\text{C}_6\text{H}_{12}$ .

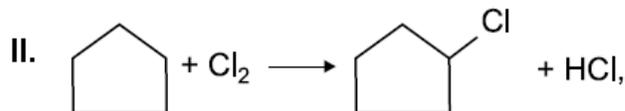
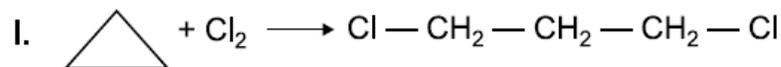
Uma fórmula estrutural possível para esse hidrocarboneto é:



28 Equacione:

- a) ciclopropano +  $\text{H}_2$
- b) ciclobutano +  $\text{Cl}_2$

29 (UFRGS-RS) A respeito das seguintes reações químicas



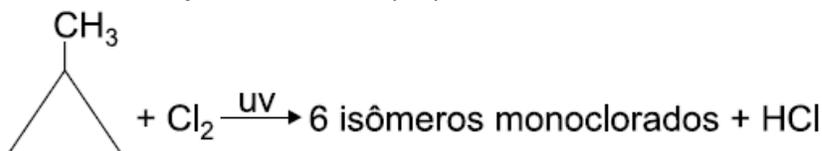
pode-se afirmar que:

- a) os ciclanos sofrem reações de adição e de substituição com igual facilidade.
- b) a cloração permite caracterizar a posição de ruptura do anel.
- c) o grau de insaturação pode ser medido pelo número de halogênios adicionados.
- d) a reação (I) é de adição e a (II) é de substituição.
- e) a reação (I) é de dupla-troca e a (II) é de simples troca.

30 Segundo Bayer, encontraríamos maior facilidade de adição no:

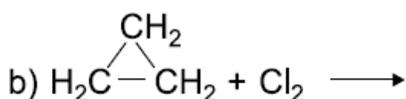
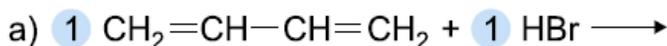
- a) ciclopropano.
- b) ciclobutano.
- c) ciclopentano.
- d) ciclohexano.

31 (UFU-MG) Quando se faz a monocloração do metil-ciclopropano obtêm-se seis isômeros:



- a) Represente as estruturas de três destes isômeros.
- b) Escreva os nomes de dois isômeros representados.

32 Complete as seguintes equações:



33 (Cesgranrio-RJ) Assinale, entre os ciclanos citados abaixo, aquele que, em uma reação de adição com  $\text{Br}_2$  nas condições adequadas, produzirá 1,3 - dibromobutano.

- a) metil - ciclopropano
- b) metil - ciclobutano
- c) etil - ciclopropano
- d) metil - propano
- e) ciclobutano

34 Equacione:

- a) a cloração do ciclopropano;
- b) a cloração do ciclo-hexano.

**35 (UFC-CE)** A estabilidade dos cicloalcanos cresce na seguinte ordem: ciclopropano < ciclobutano < ciclopentano.

Assinale a alternativa que explica esta diferença de estabilidade.

- a) Índice de octanos.
- b) Regra de Saytzeff.
- c) Força de van der Waals.
- d) Teoria da tensão dos anéis.
- e) Energia de ligação dos átomos.

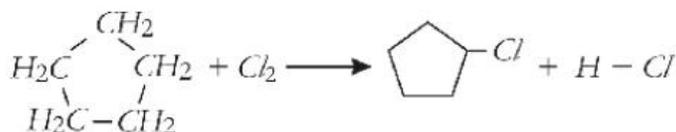
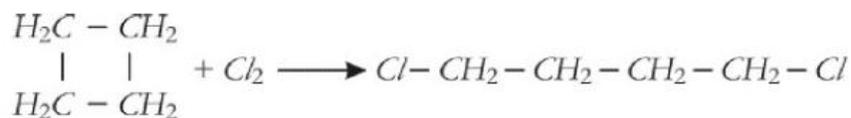
**36 (Ufersa-RN)** As reações de adição são características de compostos insaturados. Sobre estes tipos de reações podemos afirmar que:

- a) a reação de adição de bromo, Br<sub>2</sub>, ao eteno produz o 1,1-dibromoetano.
- b) a adição de haletos de hidrogênio, em particular o HBr na presença de peróxido orgânico, segue a regra de Markovnikov, ou seja, o hidrogênio do haleto liga-se ao átomo de carbono mais hidrogenado.
- c) na hidrogenação catalítica é fundamental a presença do catalisador, pois este torna a reação mais rápida e mais viável economicamente.
- d) a reatividade dos ciclanos perante reações de adição aumenta com o número de carbonos presentes na cadeia cíclica, assim o ciclohexano é mais reativo que o ciclopentano e este que o ciclobutano.

**37 (MACKENZIE-SP)** Dos compostos abaixo, o único em que ocorre reação de adição, em condições adequadas, é o:

- a) ciclohexano.
- b) ciclobutano.
- c) ciclopentano.
- d) dicloro-etano.
- e) tolueno.

**38 (UFPB-PB)** Considere os ciclanos representados nas reações abaixo, os quais são hidrocarbonetos cíclicos, saturados, cuja reatividade diminui e a estabilidade do anel aumenta, à medida que o ângulo das ligações C-C aproxima-se de 109°28'.



A partir dessas informações, identifique as proposições verdadeiras:

- (01) Ciclobutano sofre reação de adição.
- (02) Ciclopentano sofre reação de substituição.
- (04) Ciclopentano é mais reativo do que ciclobutano.
- (08) Ciclobutano é mais reativo do que ciclopentano.
- (16) Ciclobutano e ciclopentano comportam-se de forma diferente em relação ao cloro, devido a tensão do anel.

Soma ( )

**39** Quais as conformações que o ciclohexano assume? Discuta-as em termos de estabilidade.

**40** Complete as reações abaixo:

- a) ciclopropano + Cl<sub>2</sub> →
- b) ciclopropano + H<sub>2</sub> →
- c) ciclopropano + HX →
- d) ciclopentano + HI →
- e) ciclohexano + H<sub>2</sub> →
- f) ciclohexano + Cl<sub>2</sub> →

# GABARITO

01- Alternativa C

02-

a) Estabilidade,  $3C < 4C < 5C$ .

b) 1,3 dibromopropano; 1,4 dibromobutano; bromociclobutano; bromociclopentano

03- Alternativa D

04- Alternativa C

Seria o ciclopentano, que, segundo ele, apresenta o ângulo mais estável ( $108^\circ$ ), isto é, mais próximo de  $109^\circ 28'$ .

05-

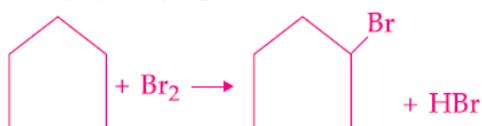
a)  $\text{CH}_2 = \text{CH} - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$  ou  $\text{CH}_3 - \text{CH} = \text{CH} - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$

Cadeia insaturada

b) 1,2 - dimetil - ciclopropano

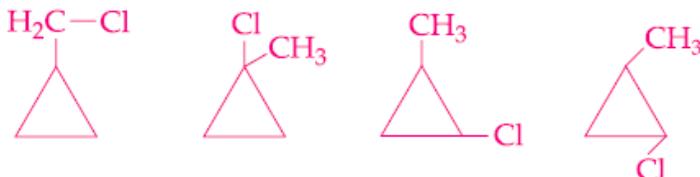
Ciclopentano

06- Alternativa B



07-

a)



b)

cloro ciclopropil metano

1 cloro 1 metil ciclopropano

1 cloro 2 metil ciclopropano (cis)

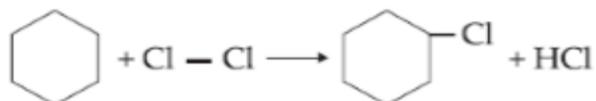
1 cloro 2 metil ciclopropano (trans)

08- Alternativa C

O ciclo mais reativo é o menos estável, ou seja, o ciclo com 3 carbonos.

09- Alternativa A

10-

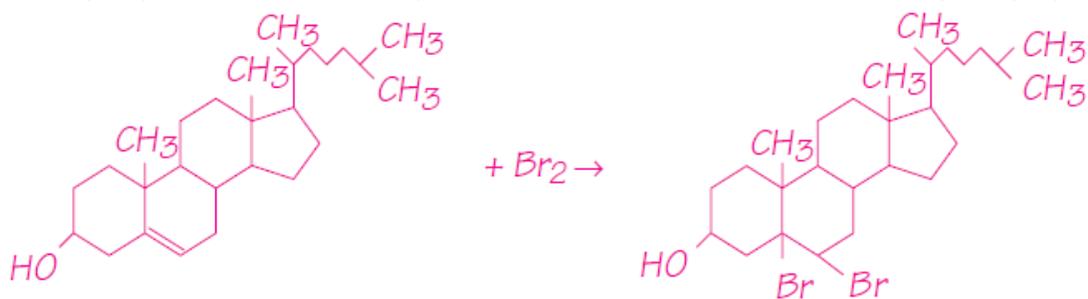


Reação de substituição

11-

a) Trembolona e estrona.

b) A reação que caracteriza um composto insaturado com bromo (Br<sub>2</sub>) em condições apropriadas é a reação de adição.

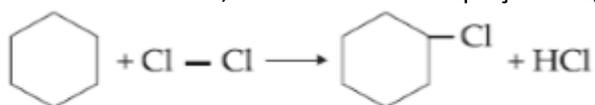


12-

(F) A obtenção de energia a partir de derivados do petróleo é feita por meio de uma reação denominada combustão. A queima completa de 29 g de butano, utilizado como gás de cozinha, produz 44,8 litros de CO<sub>2</sub>, nas condições normais.

$$29\text{g C}_4\text{H}_{10} \cdot \frac{1\text{mol C}_4\text{H}_{10}}{58\text{g C}_4\text{H}_{10}} \cdot \frac{4\text{mol CO}_2}{1\text{mol C}_4\text{H}_{10}} \cdot \frac{22,4\text{L CO}_2}{1\text{mol CO}_2} = 44,8\text{L CO}_2$$

(F) O cicloexano, em sua conformação "cadeira", sofre halogenação por meio de reações de substituição, por ser esta a forma mais estável, de acordo com a equação a seguir:



### Reação de substituição

(F) A nitração do tolueno ocorre segundo o mecanismo de substituição eletrofílica, produzindo o orto-nitrotolueno e para-nitrotolueno, pois o grupo metil é um ativante orto-para dirigente.

13- Alternativa

14-

Os cicloalcanos pequenos são relativamente instáveis, devido à grande tensão existente entre as ligações, quebram-se com mais facilidade e o hidrogênio consegue ser adicionado em temperaturas mais baixas. Com o aumento de tamanho, os cicloalcanos se tornam mais estáveis, a tensão entre as ligações é menor, e a hidrogenação torna-se mais difícil, exigindo temperaturas mais altas para que a reação se realize.

15- Alternativa D

(01) Falso. A adição de bromo ao ciclopropano não necessita de catalisador e aquecimento.

(02) Falso. Ciclo-hexano sofre reação de substituição.

(04) Verdadeiro

(08) Verdadeiro

(16) Verdadeiro

(32) Falso. A reação de substituição não necessita de catalisador e aquecimento.

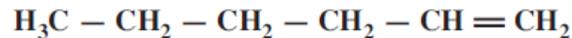
Soma: 04+08+16 = 28

16- Alternativa A

17-

a) A fórmula  $C_6H_{12}$  pode pertencer aos alquenos ou aos cicloalcanos, pois ambos apresentam fórmula geral  $C_nH_{2n}$ .  
Alqueno sofre adição.  
Cicloalcano de 6 carbonos apresenta anel estável, portanto não sofre adição.

b)



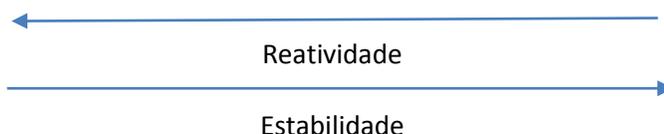
1-hexeno



ciclo-hexano

18-

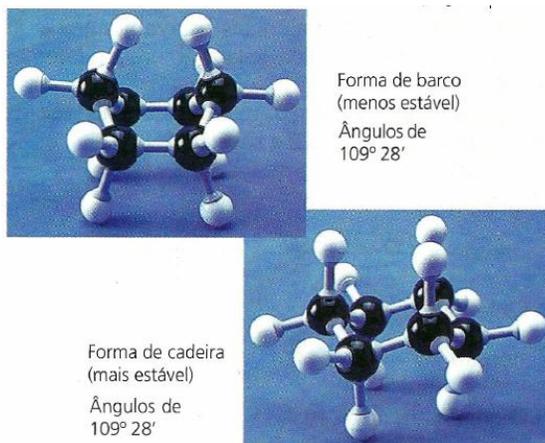
Ciclopropano < Ciclobutano < Ciclopentano



19-

"os átomos de carbono no ciclohexano (e nos ciclanos em geral) não estão todos em um mesmo plano, conforme dizia Baeyer, mas em planos diferentes, de forma que a molécula adquire uma configuração espacial capaz de anular as tensões entre as ligações".

De acordo com essa teoria, é possível construir dois modelos para o ciclo-hexano, ambos conservando os ângulos de  $109^{\circ}28'$  entre as ligações.



A molécula do ciclo-hexano em forma de cadeira ou de Z é mais estável porque os átomos de hidrogênio ligados aos carbonos ficam mais distantes uns dos outros. A molécula em forma de barco ou de Cadeira permite uma maior proximidade entre os átomos e, por isso, é mais instável.

20-

Os ciclenos de 3 a 5 carbonos são compostos instáveis devido à elevada tensão no ângulo de ligação entre os átomos de carbono.

No ciclopropeno, por exemplo, as ligações entre os átomos de carbono ocorrem num ângulo de  $60^{\circ}$ .

Sabemos, porém, que os átomos de carbono que estabelecem a ligação dupla (uma sigma e uma pi) sofrem hibridização  $Sp^2$  e que, nesse tipo de hibridização, o ângulo de ligação ideal é de  $120^{\circ}$ .

A diferença de  $60^{\circ}$  entre o real e o ideal explica a grande instabilidade da molécula, que só existe como produto intermediário em algumas reações químicas.

21- Soma: 01+02+04+32 = 39

(01) Verdadeiro.

(02) Verdadeiro.

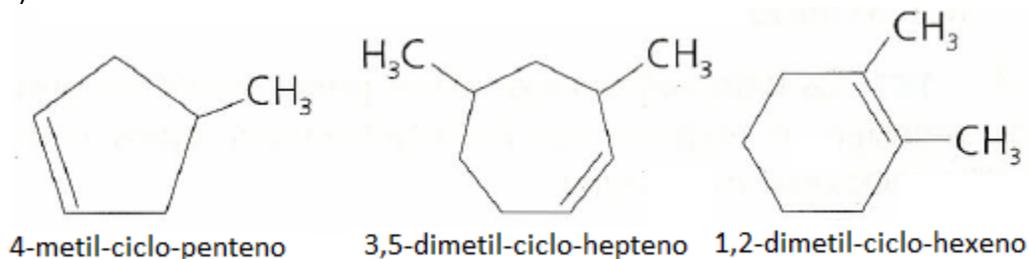
(04) Verdadeiro.

(08) Falso. Afirmação referente à teoria de Sachse.

(16) Falso. Os ciclanos são mais estáveis do que os ciclenos, já que a presença da dupla ligação dos ciclenos torna estes compostos mais reativos.

(32) Verdadeiro.

(64) Falso.



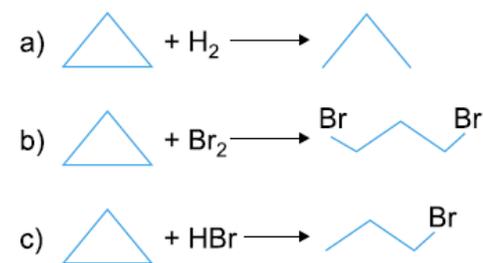
22-

Alta tensão. Sofrem reações de adição.

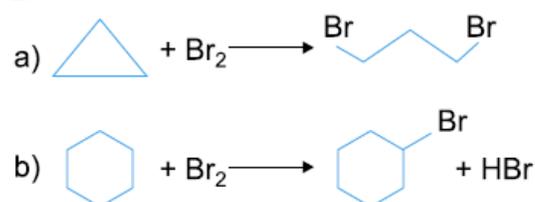
23-

Baixa tensão. Sofrem reações de substituição.

24-



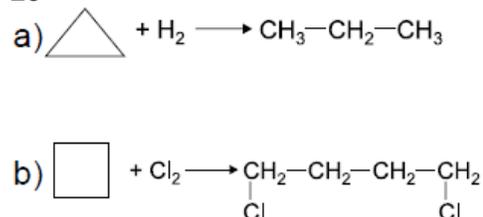
25-



26- Alternativa E

27- Alternativa D

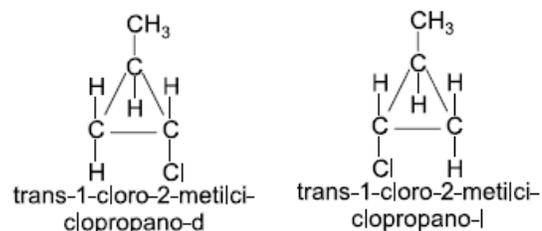
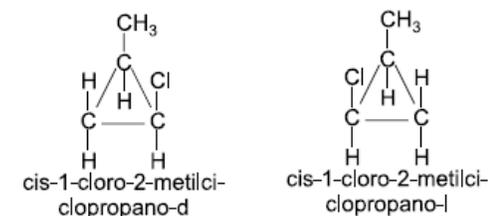
28-



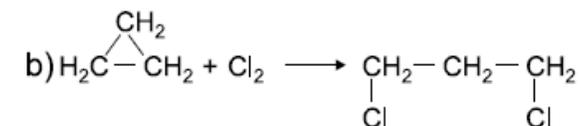
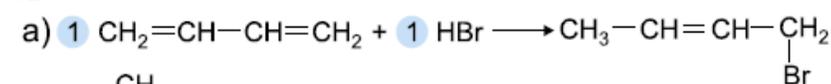
29- Alternativa D

30- Alternativa A

31-

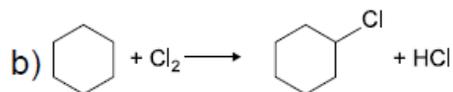
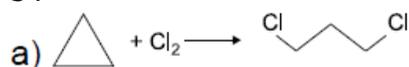


32-



33- Alternativa A

34-



35- Alternativa D

36- Alternativa C

37- Alternativa B

38-  $01+02+08+16 = 27$

(01) Verdadeiro.

(02) Verdadeiro.

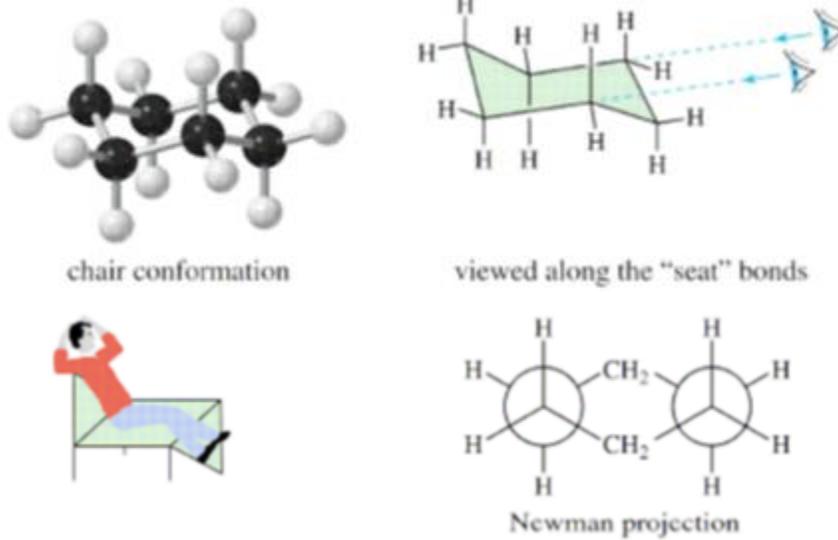
(04) Falso. O ciclobutano é mais reativo que do ciclopentano.

(08) Verdadeiro.

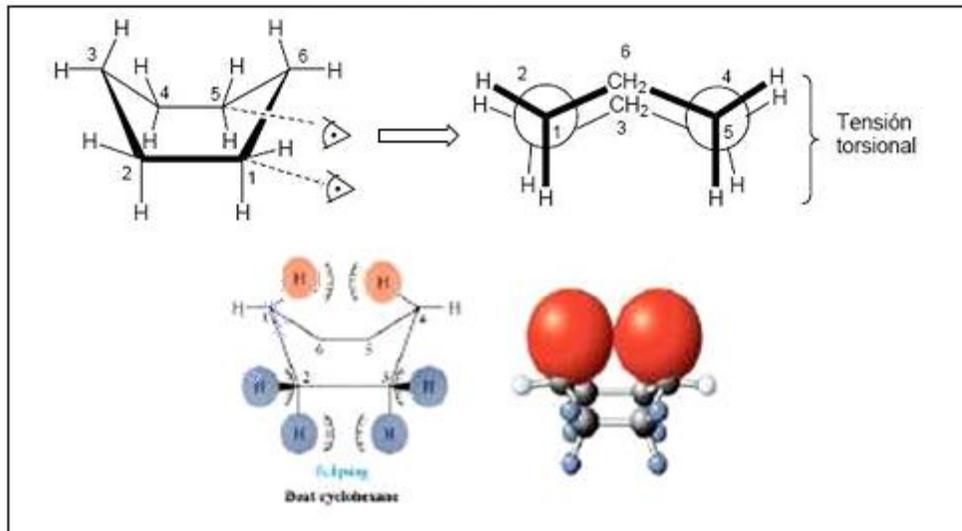
(16) Verdadeiro.

39-

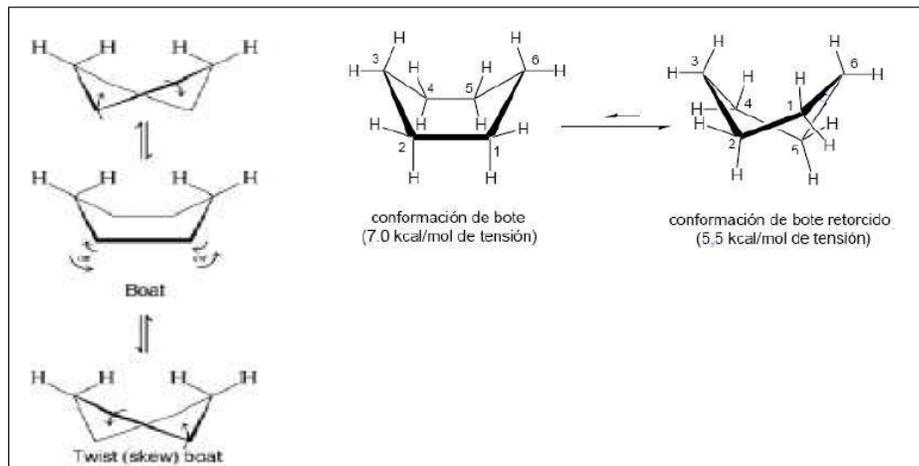
O ciclohexano apresenta uma conformação tipo cadeira, que não tem tensões angular e torsional.



Uma outra conformação do ciclohexano é a do tipo barco, que não possui tensão angular, mas possui uma energia mais elevada que a conformação cadeira devido à tensão torsional proporcionada pelo eclipsamento dos hidrogênios.



A conformação em barco torcido é mais estável do que a barco, já que a tensão torsional é menor.



40-

