

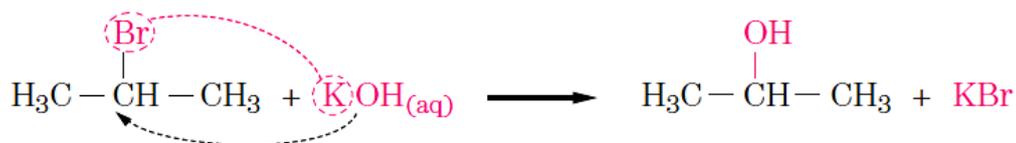
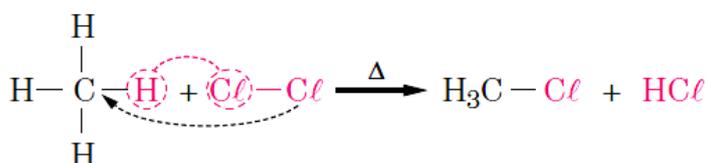
APOSTILA DE QUÍMICA ORGÂNICA – 2º BIMESTRE

TEORIA 18 – TIPOS DE REAÇÕES ORGÂNICAS

As reações orgânicas podem ser classificadas de várias maneiras. Alguns dos tipos mais comuns são: substituição, adição e eliminação.

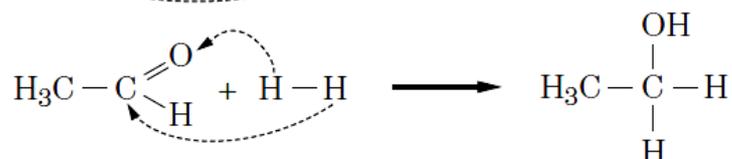
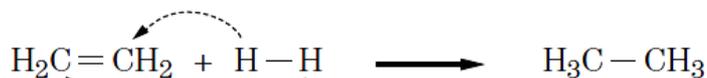
Reações de substituição

Nesse tipo de reação um átomo ou um grupo de átomos é substituído. Vejamos alguns exemplos:



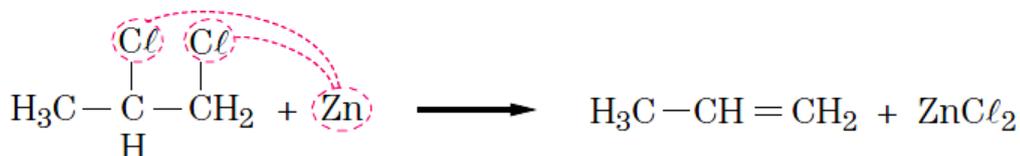
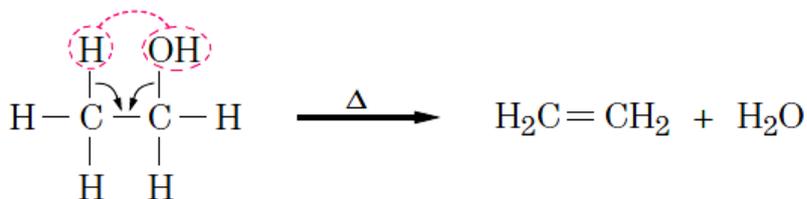
Reações de adição

Nesse tipo de reação temos a união de duas ou mais moléculas e a formação de um único produto. Veja alguns exemplos:



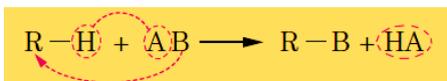
Reações de eliminação

Nesse tipo de reação ocorre uma diminuição na quantidade de átomos na molécula do reagente orgânico.



TEORIA 19 – REAÇÕES DE SUBSTITUIÇÃO

Nesse tipo de reação, ocorre a substituição de pelo menos um átomo de hidrogênio da molécula de um hidrocarboneto por outro átomo ou grupo de átomos. Essas reações podem ser representadas genericamente da seguinte maneira:



A notação R – H representa um hidrocarboneto que pode pertencer a uma das seguintes classes: alcanos, aromáticos e ciclanos com 5 ou mais carbonos.

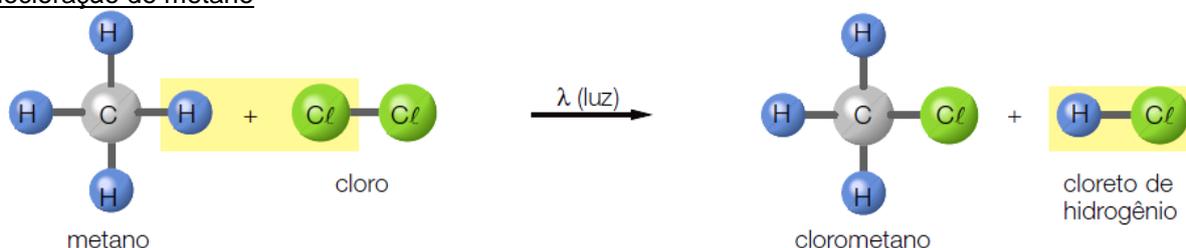
As principais reações de substituição são: halogenação, nitração, sulfonação, alquilação e acilação.

Halogenação

Nessas reações ocorre a substituição de átomo(s) de hidrogênio por átomo(s) de halogênio.

Essa reação ocorre com as substâncias simples dos halogênios: F₂, Cl₂, Br₂ e I₂; as mais comuns são a cloração (Cl₂) e a bromação (Br₂), pois as reações com F₂, devido à sua grande reatividade, são explosivas, enquanto as reações com I₂ são extremamente lentas.

a) Monocloração do metano

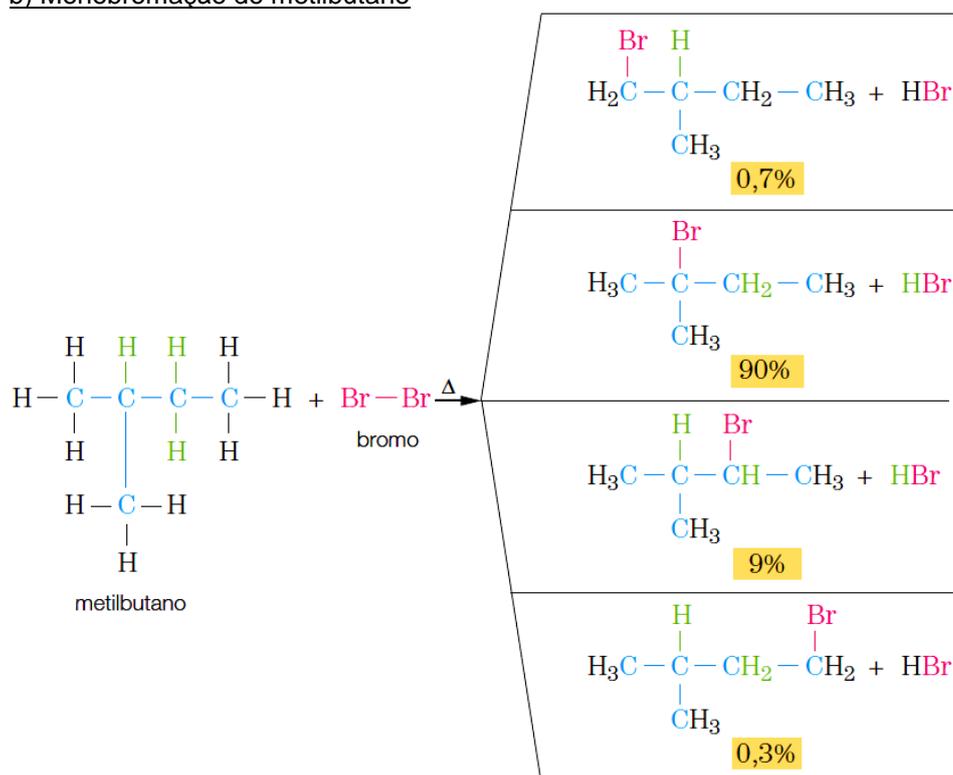


Obs.: Assim como é possível fazer uma monossustituição no metano, pode-se efetuar a substituição de todos os seus hidrogênios da mesma maneira.

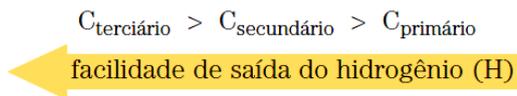
A substituição de um átomo de hidrogênio pode ocorrer em diferentes carbonos; assim, nessas reações obtém-se uma mistura de diferentes produtos orgânicos.

Veja um exemplo dessa situação na monobromação do metilbutano:

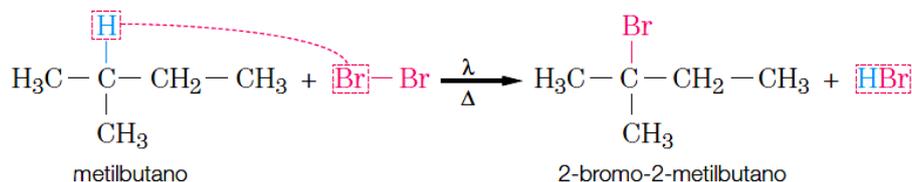
b) Monobromação do metilbutano



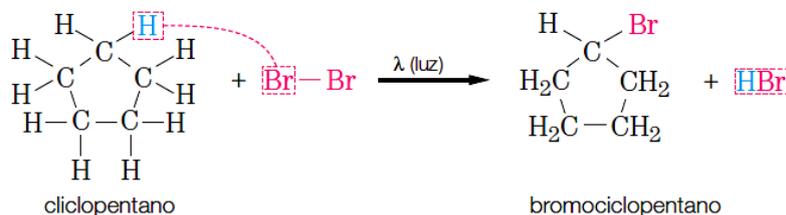
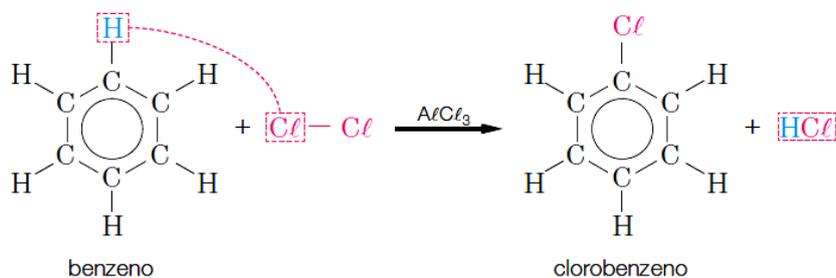
Vários fatores influem na porcentagem dos produtos obtidos nesse tipo de reação, mas pode-se fazer uma previsão de qual produto será formado em maior quantidade, por meio de uma regra de uso comum, que indica a ordem de facilidade com que um hidrogênio "sai" do hidrocarboneto:



No equacionamento de reações semelhantes a essa, é costume representar somente o produto obtido em maior quantidade. Assim, a reação de monobromação do metilbutano é normalmente representada da seguinte maneira:

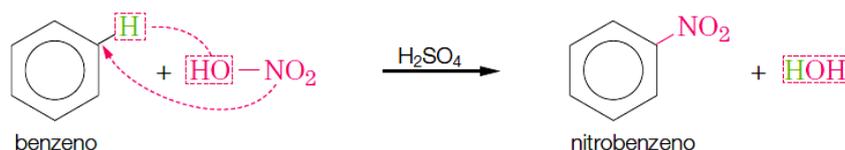
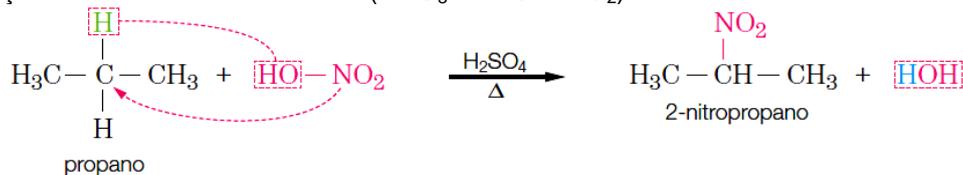


Vejamos mais alguns exemplos de monohalogenação:



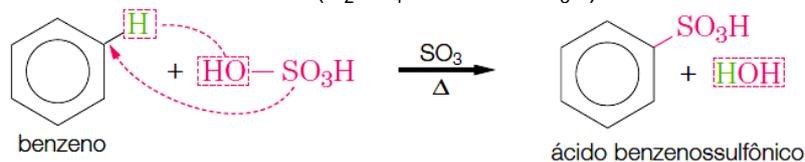
Nitração

Essa reação ocorre com o ácido nítrico (HNO_3 ou $\text{HO}-\text{NO}_2$).



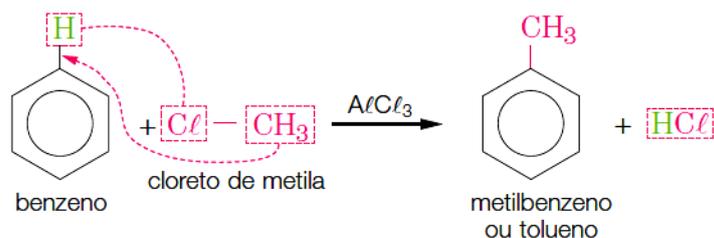
Sulfonação

Essa reação ocorre com o ácido sulfúrico (H_2SO_4 ou $\text{HO}-\text{SO}_3\text{H}$).



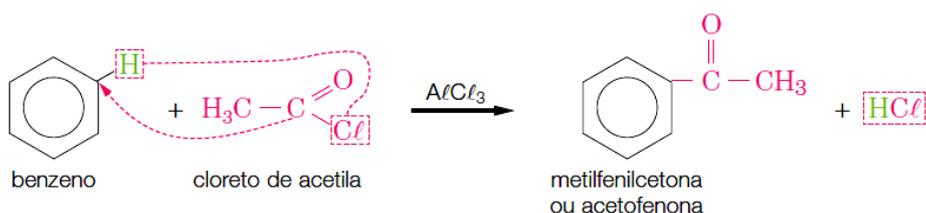
Alquilação

É a substituição de um ou mais hidrogênios do anel aromático por um ou mais radicais derivados de alcanos.



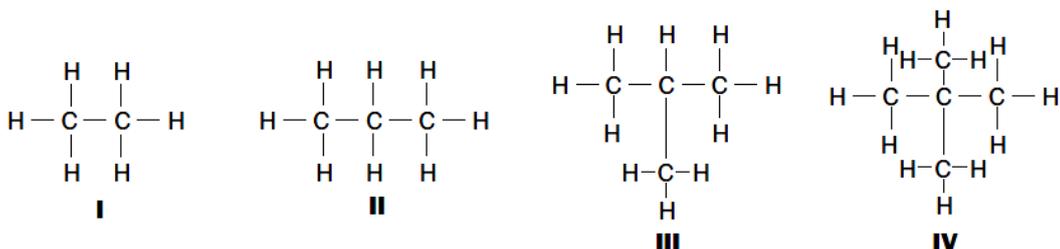
Acilação

É a substituição de um ou mais hidrogênios de um anel aromático por um ou mais radicais derivados de ácidos carboxílicos $(R-C(=O))$.

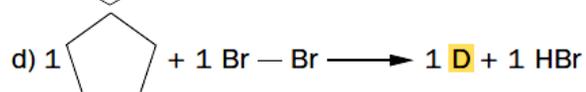
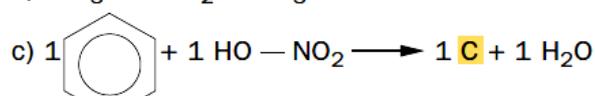
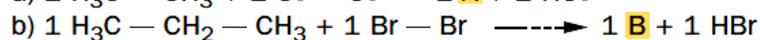
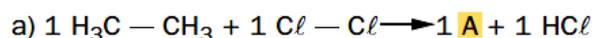


LISTA 19 – REAÇÕES DE SUBSTITUIÇÃO

01. Determine o número de compostos diferentes formados pela substituição de 1 H por 1 Cl nos seguintes alcanos:



02. Escreva a fórmula estrutural e o nome do composto orgânico que completa corretamente as equações a seguir:



03. A reação entre A orgânico e B inorgânico produziu, além de HCl, uma mistura dos seguintes compostos: 1-clorobutano e 2-clorobutano.

A respeito dessa reação:

a) Escreva as fórmulas estruturais planas dos produtos orgânicos.

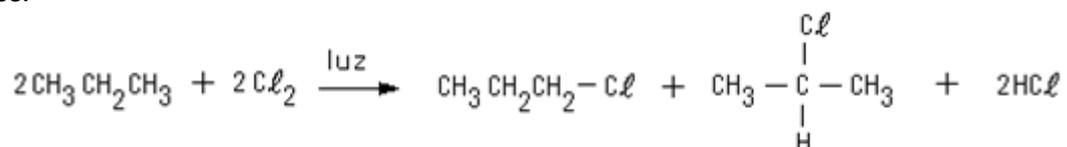
b) Indique qual dos compostos orgânicos apresenta carbono quiral.

c) Identifique o tipo de isomeria plana existente entre os produtos orgânicos.

d) Escreva as fórmulas dos reagentes.

e) Sabendo que a facilidade de substituição do H é $C_{\text{terciário}} > C_{\text{secundário}} > C_{\text{primário}}$, indique o produto orgânico formado em maior quantidade e equacione a reação de formação desse produto.

04. (FUVEST) – A reação do propano com cloro gasoso, em presença de luz, produz dois compostos monoclorados.



Na reação do cloro gasoso com 2,2-dimetilbutano, em presença de luz, o número de compostos monoclorados que podem ser formados e que não possuem, em sua molécula, carbono assimétrico é:

a) 1

b) 2

c) 3

d) 4

e) 5

05. Equacione as reações a seguir, indicando a fórmula estrutural do principal produto orgânico formado.

a) (mono) bromação do metilpropano;

b) (mono) nitração do propano;

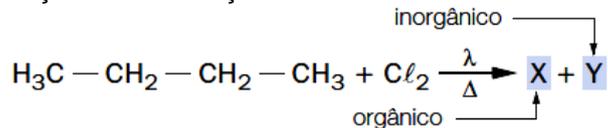
c) (mono) sulfonação do benzeno;

d) (mono) cloração do cicloexano;

e) benzeno + cloreto de etila;

f) benzeno + brometo de propanoíla $(\text{H}_3\text{C} - \text{CH}_2 - \text{C} \begin{array}{l} \text{=O} \\ \text{Br} \end{array})$

06. (Unisantos) – Considere a reação de substituição do butano:



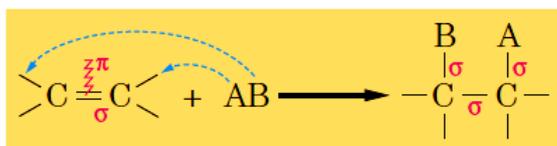
O nome do composto X é:

- a) cloreto de hidrogênio.
- b) 1-cloro-butano.
- c) 2-cloro-butano.

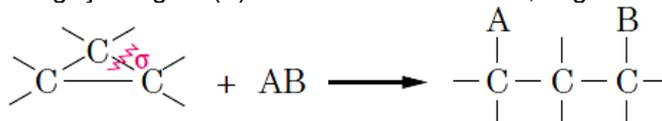
- d) 1, 1-dicloro-butano.
- e) 2, 2-dicloro-butano.

TEORIA 20 – REAÇÕES DE ADIÇÃO

Essas reações são características de hidrocarbonetos insaturados: alquenos, alquinos e dienos, e ocorrem com a quebra da ligação pi (π).

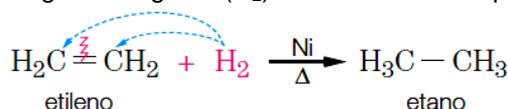


Obs.: Os ciclanos de três ou quatro carbonos, como apresentam anéis instáveis, também sofrem esse tipo de reação devido à quebra de uma ligação sigma (σ) entre carbonos do anel, originando compostos de cadeia aberta.

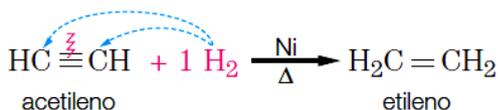


Hidrogenação catalítica

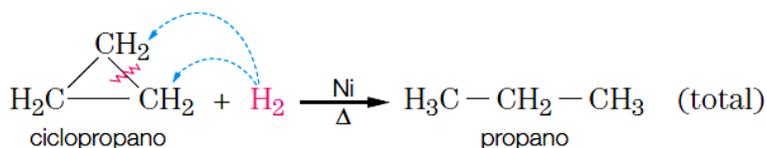
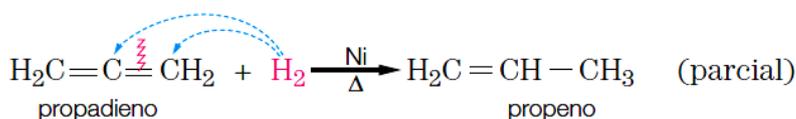
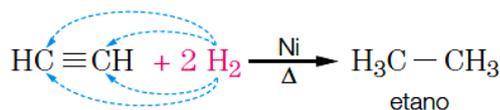
Essas reações ocorrem com o gás hidrogênio (H_2) e são catalisadas por metais, como: Ni, Pt, Pd.



a) Hidrogenação parcial

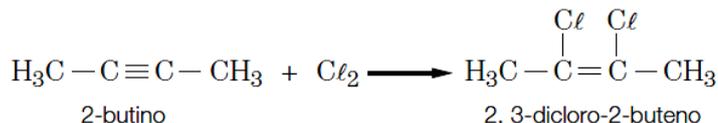
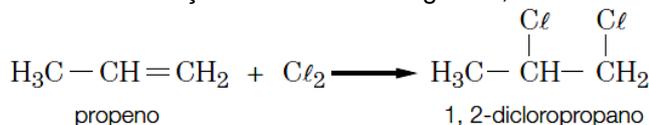


b) Hidrogenação total



Halogenação

Essa reação envolve os halogênios, sendo o cloro (Cl_2) e o bromo (Br_2) os mais utilizados.

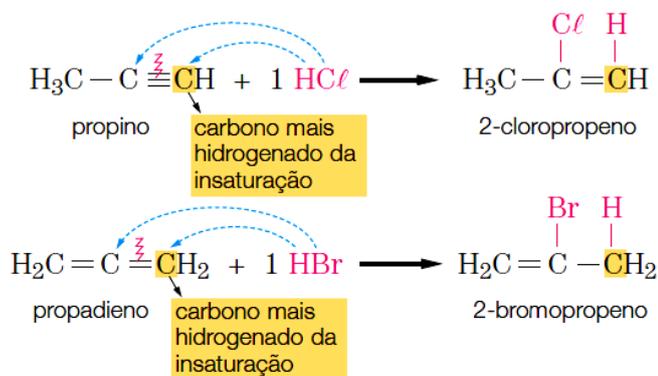


Adição de HX

Nesse tipo de reação, os reagentes mais comuns são o cloreto e o brometo de hidrogênio (HCl e HBr).

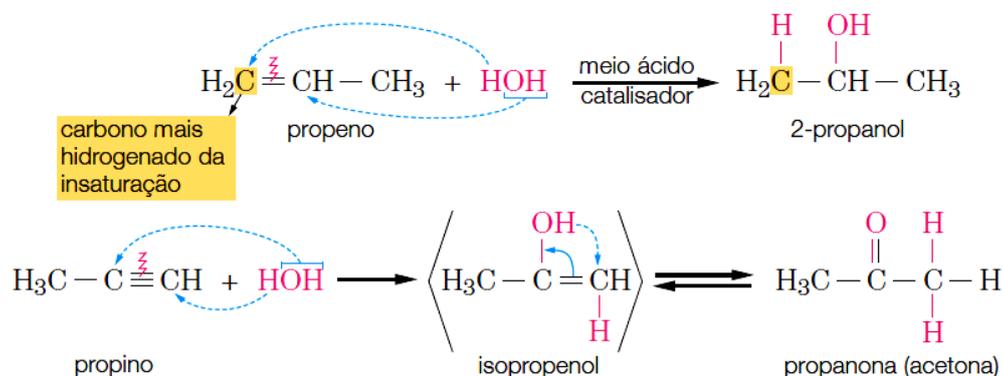
A adição do hidrogênio (H) e do halogênio (X) aos carbonos da insaturação obedece a uma regra experimental descoberta em 1868 pelo químico russo Markovnikov.

Regra de Markovnikov: o hidrogênio do HX adiciona-se ao carbono mais hidrogenado da dupla ou tripla ligação.



Reações de hidratação de alcenos e alcinos

Essas reações consistem na adição de água (H₂O ou HOH), na presença de catalisadores e em meio ácido, aos hidrocarbonetos alcenos e alcinos, e também obedecem à regra de Markovnikov, ou seja, o H se liga ao carbono mais hidrogenado da insaturação.

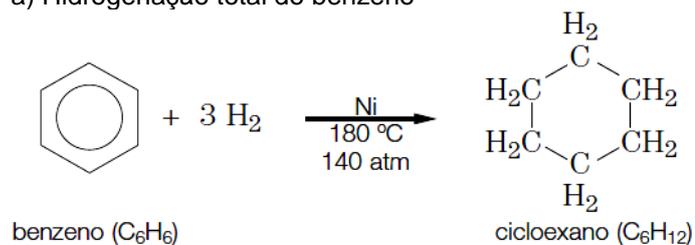


Se o grupo OH presente no enol estiver situado em carbono secundário, haverá a formação de uma cetona; entretanto, se o grupo OH estiver situado em carbono primário, irá formar-se um aldeído.

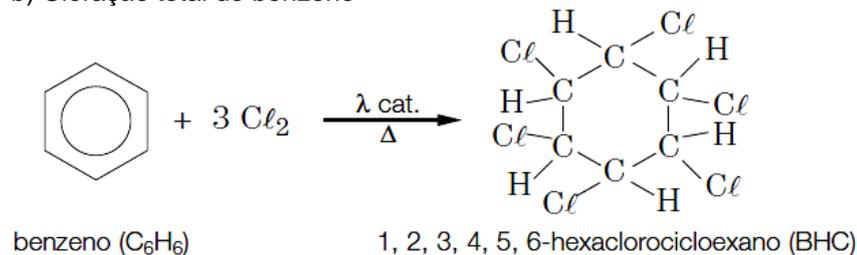
Adição em aromáticos

Os aromáticos, devido à ressonância, normalmente sofrem reações de substituição; porém, em condições energéticas ou em condições especiais, podem sofrer reações de adição. Veja os exemplos:

a) Hidrogenação total do benzeno



b) Cloração total do benzeno

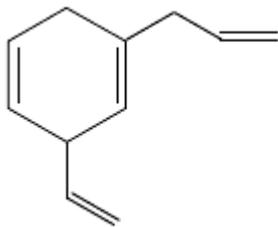


LISTA 20 – REAÇÕES DE ADIÇÃO

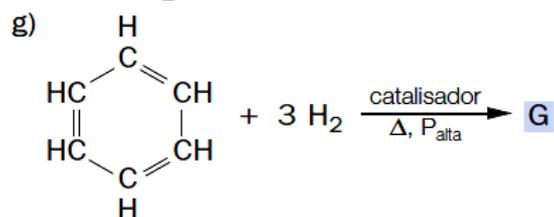
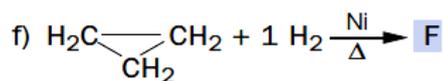
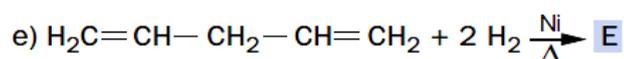
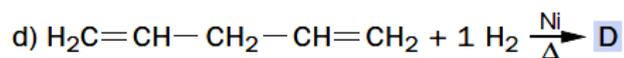
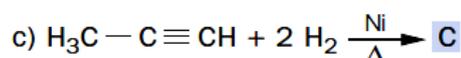
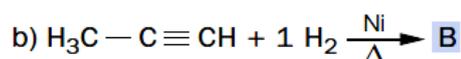
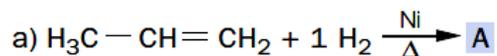
01. Considere a informação:

1 mol de dupla ligação adiciona 1 mol de H₂

Calcule a quantidade em mol de H₂ consumida na hidrogenação total do seguinte composto:



02. Complete as reações a seguir e indique o nome do produto formado:



03. Equacione as reações a seguir indicando a fórmula estrutural de cada substância da reação:

a) 1 mol de propeno + 1 mol de cloro

b) 1 mol de propeno + 1 mol de bromo

c) 1 mol de propino + 2 mol de cloro

d) 1 mol de ciclobutano + 1 mol de bromo

e) 1 mol de propadieno + 1 mol de bromo

f) 1 mol de benzeno + 3 mol de cloro

04. Escreva a fórmula estrutural e dê o nome do produto obtido pela adição de 1 mol de brometo de hidrogênio (HBr) aos compostos:

a) 1 mol de 1-buteno;

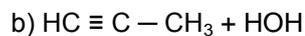
b) 1 mol de metilpropeno;

c) 1 mol de propino;

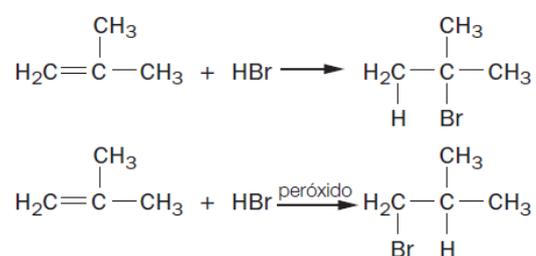
d) 1 mol de ciclobutano;

e) 1 mol de propadieno.

05. Complete as seguintes reações de hidratação:



06. (FUVEST) – A adição de HBr a um alceno pode conduzir a produtos diferentes caso, nessa reação, seja empregado o alceno puro ou o alceno misturado a uma pequena quantidade de peróxido.

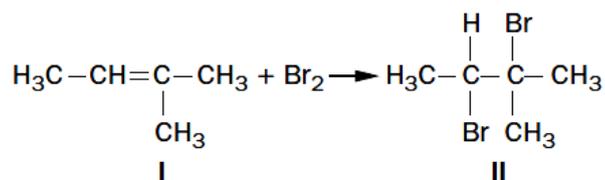


a) O 1-metilciclopenteno reage com HBr de forma análoga. Escreva, empregando fórmulas estruturais, as equações que representam a adição de HBr a esse composto na presença e na ausência de peróxido.

b) Dê as fórmulas estruturais dos metilciclopentenos isoméricos (isômeros de posição).

c) Indique o metilciclopenteno do item b que forma, ao reagir com HBr, quer na presença, quer na ausência de peróxido, uma mistura de metilciclopentanos monobromados, que são isômeros de posição. Justifique.

07. (UFRGS) – Uma reação típica dos alcenos é a adição de halogênios à ligação dupla, formando compostos dihalogenados vicinais, conforme exemplificado a seguir:



Em relação a essa equação, podemos afirmar que:

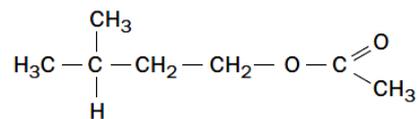
- a) o composto II apresenta dois carbonos assimétricos;
- b) o nome do produto formado é 2, 3-dibromo-3-metil-butano;
- c) o nome do composto I é 2-metil-buteno-2;
- d) o alceno pode apresentar isomeria geométrica;
- e) o nome do produto formado é 2, 3-dibromo-2-metil-propano.

08. (UFRJ) – Os alcenos, devido à presença de insaturação, são muito mais reativos do que os alcanos. Eles reagem, por exemplo, com haletos de hidrogênio tornando-se assim compostos saturados.

a) Classifique a reação entre um alceno e um haleto de hidrogênio.

b) Apresente a fórmula estrutural do produto principal obtido pela reação do HCl com um alceno de fórmula molecular C_6H_{12} que possui um carbono quaternário.

03. (VUNESP) – Sobre o aromatizante de fórmula estrutural

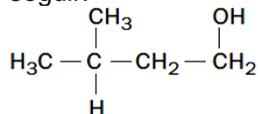


são feitas as seguintes afirmações:

I — A substância tem o grupo funcional éter.

II — A substância é um éster do ácido etanoico.

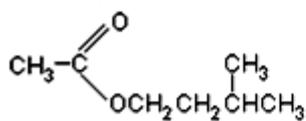
III — A substância pode ser obtida pela reação entre o ácido etanoico e o álcool de fórmula estrutural dada a seguir:



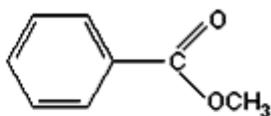
Estão corretas as afirmações:

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

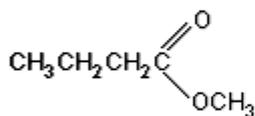
04. (FUVEST) – O cheiro agradável das frutas deve-se, principalmente, à presença de ésteres. Esses ésteres podem ser sintetizados no laboratório, pela reação entre um álcool e um ácido carboxílico, gerando essências artificiais, utilizadas em sorvetes e bolos. Abaixo estão as fórmulas estruturais de alguns ésteres e a indicação de suas respectivas fontes.



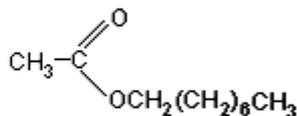
banana



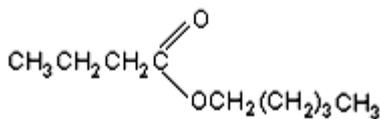
kiwi



maçã



laranja



morango

A essência, sintetizada a partir do ácido butanoico e do metanol, terá cheiro de

- a) banana. b) kiwi. c) maçã. d) laranja. e) morango.

05. (FUVEST) – Considere a reação representada abaixo:



Se, em outra reação, semelhante à primeira, a mistura de ácido acético e metanol for substituída pelo ácido 4-hidroxibutanoico, os produtos da reação serão água e um

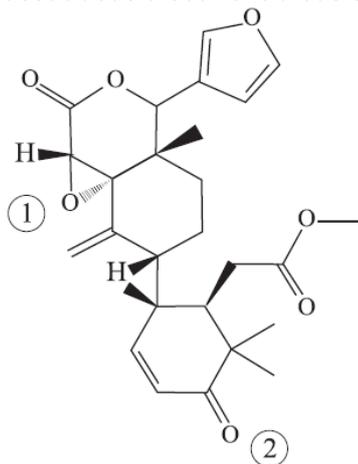
- a) ácido carboxílico insaturado com 4 átomos de carbono por molécula.
 b) éster cíclico com 4 átomos de carbono por molécula.
 c) álcool com 4 átomos de carbono por molécula.
 d) éster cíclico com 5 átomos de carbono por molécula.
 e) álcool com 3 átomos de carbono por molécula.

06. (UERJ) – Muitos produtos, como por exemplo balas e chicletes, contêm no rótulo a informação de que possuem flavorizantes, substâncias que imitam sabor e odor de frutas. O etanoato de isobutila, flavorizante de morango, é uma delas.

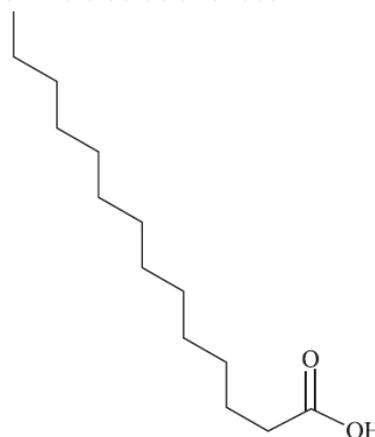
a) Escreva a fórmula estrutural plana do etanoato de isobutila e indique a função química a que pertence.

b) Sabendo-se que o etanoato de isobutila pode ser obtido pela reação entre o ácido etanoico e um álcool, escreva a equação química correspondente à sua obtenção.

07. (UFABC 2009) – Andiroba é uma espécie nativa da Amazônia, de cujo fruto se extrai um óleo utilizado como repelente natural de insetos, antiinflamatório, cicatrizante para afecções da pele e no tratamento da artrite. Essas propriedades estão associadas à ocorrência das substâncias I e II no óleo de andiroba.



I



II

a) Escreva os nomes das funções orgânicas indicadas pelos algarismos 1 e 2 na estrutura que representa a substância I.

b) Escreva uma equação completa que descreva a reação de II com álcool metílico em meio ácido e indique o nome do grupo funcional formado.

