

Prof. Marcus Ennes

Prof. Felipe Garcia

# Química Orgânica

## UNIDADE 58: Radicais orgânicos

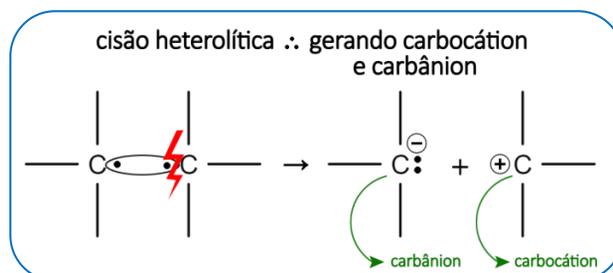
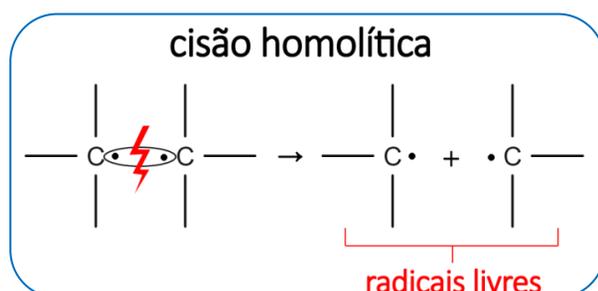
Radicaís orgânicos são espécies químicas que possuem um elétron desemparelhado, o que acarreta uma extrema reatividade à essas espécies. No nosso organismo, esses radicaís, popularmente conhecidos como radicaís livres, são produzidos pelas células durante uma série de processos metabólicos que utilizam o oxigênio como reagente, geralmente aqueles processos que convertem os alimentos em energia. Devido a essa conversão, nosso corpo possui uma série de enzimas antioxidantes, como a catalase, por exemplo, que atuam como uma linha primária de defesa contra a geração de radicaís livres, chegando a reparar até 99% dos danos causados pela oxidação.

Não são apenas os nossos processos metabólicos que são responsáveis pela formação desses radicaís livres, alguns fatores externos também podem atuar na formação dessas espécies, como a incidência de radiação dos tipos raios-x e ultravioleta, consumo abusivo de álcool, cigarro, comidas ricas em gorduras saturadas e até mesmo contato com resíduos de pesticidas.



### Cisão homolítica x heterolítica

A formação de um radical livre está associada ao processo de cisão homolítica. Os tipos de cisão podem ser representados de acordo com as imagens a seguir:



Ou seja, a cisão heterolítica gera íons orgânicos (carbocátion e carbânion) e a cisão homolítica gera radicaís livres.

### Radicaís e ramificações

Os radicaís que nós iremos abordar serão os radicaís do tipo **ALQUILA (também chamados de ALQUIL)**, isto é, radicaís orgânicos formados apenas pelos elementos carbono e hidrogênio. A nomenclatura desses radicaís orgânicos será caracterizada pelo sufixo “ILA”

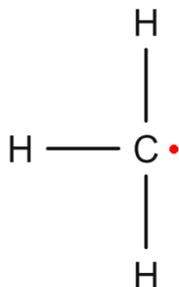
ou “IL”, derivado das palavras alquila e alquil, respectivamente. Radicais derivados de compostos aromáticos também podem ser chamados de **arila**.

Quando um radical alquila se conecta à uma cadeia principal, ele deixa de ser um radical livre e, assim, passará a ser chamado de uma **ramificação** da cadeia principal.

A seguir, teremos os principais radicais orgânicos organizados em ordem crescente de número de carbonos e suas diversas possibilidades. Além disso, para não ficar algo simplesmente conceitual, iremos demonstrar também como ficariam esses radicais orgânicos quando ligados à uma cadeia principal, ou seja, como os grupos, agora chamadas de **ramificações**, irão aparecer nas estruturas das moléculas que iremos analisar durante todo o estudo da química orgânica.

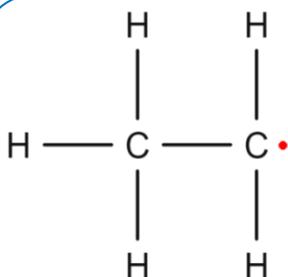
A nomenclatura das ramificações seguirá a tabela de nomenclatura vista anteriormente, na qual temos prefixos associados ao número de carbonos. Teremos portanto “met = 1 carbono”, “et = 2 carbonos”, “prop = 3 carbonos”, e assim por diante.

## Ramificações com um ou mais carbonos



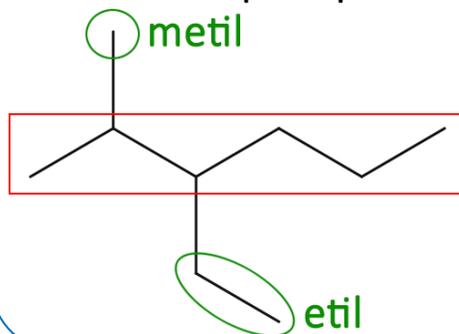
radical metil(a)

• → valência livre  
→ ponto de conexão com a cadeia principal

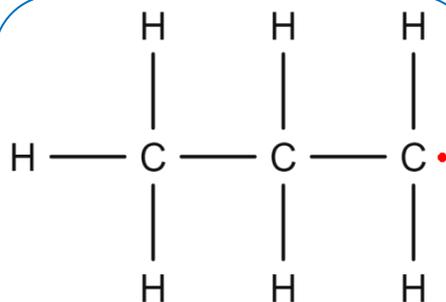


radical etil(a)

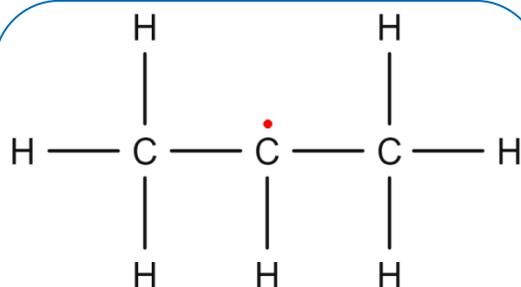
na cadeia principal



## Ramificações com três carbonos

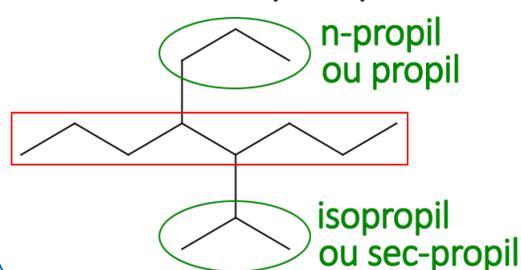


radical (n)propil(a)

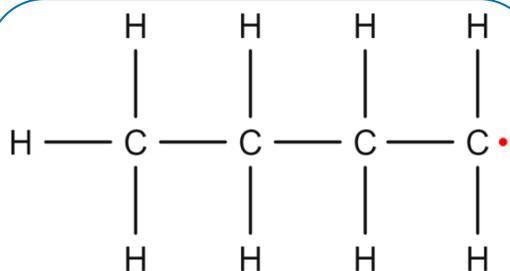


radical sec-propil(a)  
ou isopropil(a)

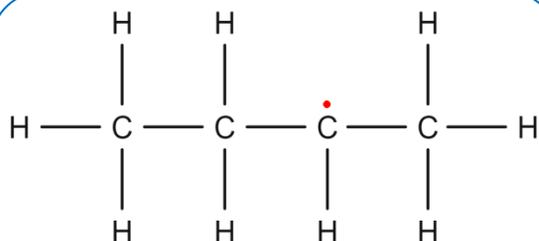
na cadeia principal



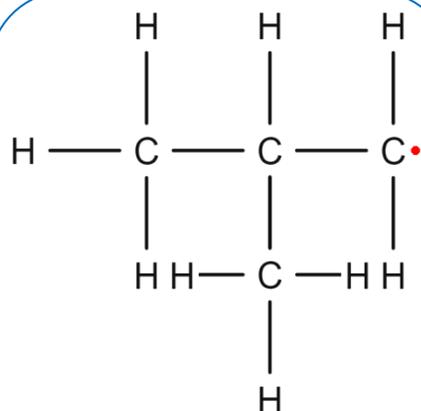
## Ramificações com quatro carbonos



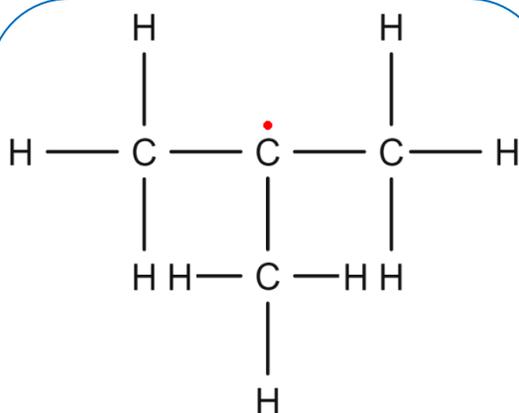
n-butil(a)



sec-butil(a) ou s-butil(a)

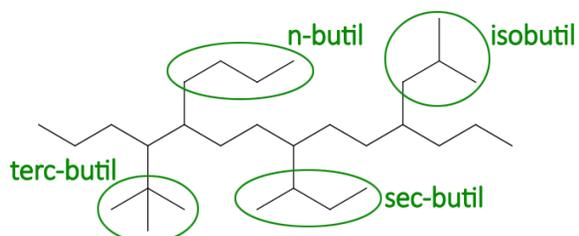


isobutil(a)

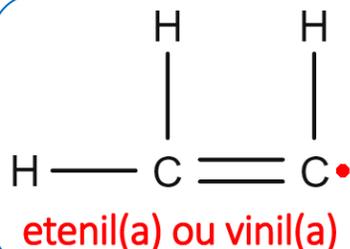


terc-butil(a) ou t-butil(a)

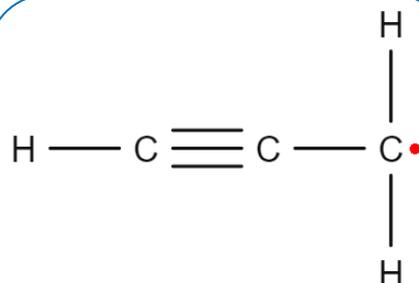
## na cadeia principal



## Ramificações insaturadas

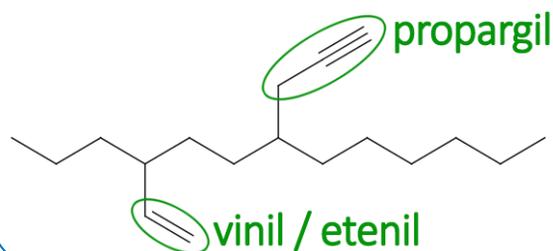


etenil(a) ou vinil(a)

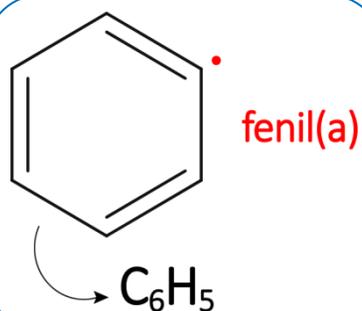


propargil(a)

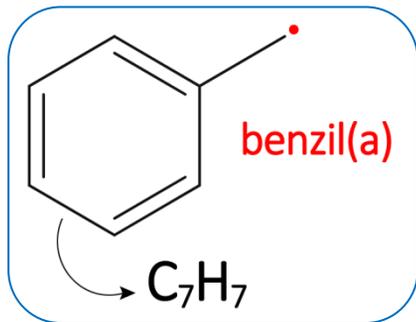
## na cadeia principal



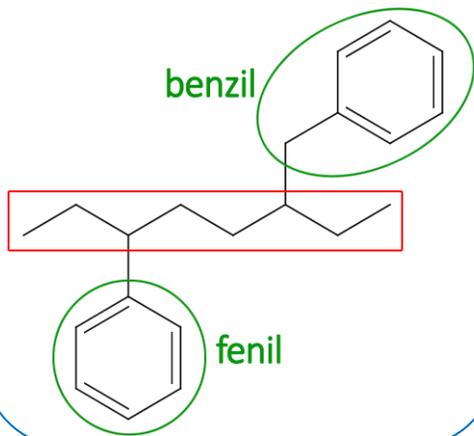
## Ramificações aromáticas



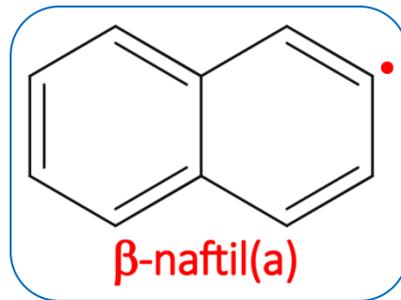
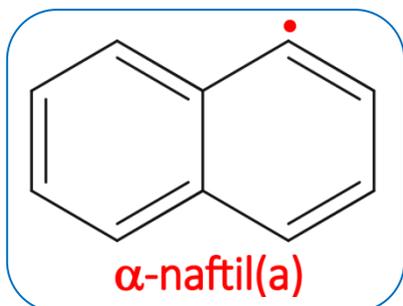
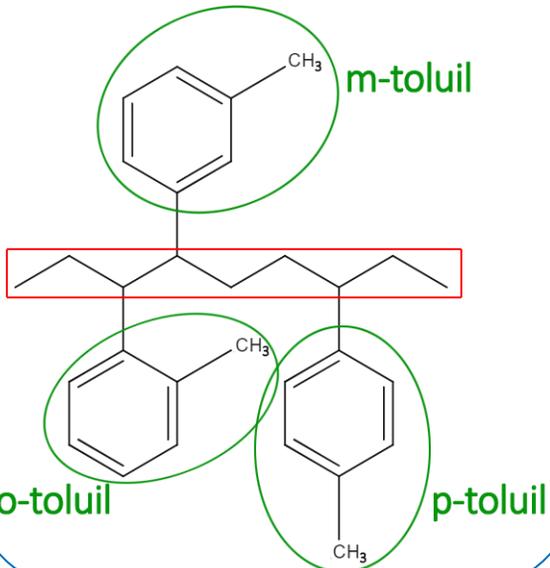
# QUÍMICA DO MONSTRO



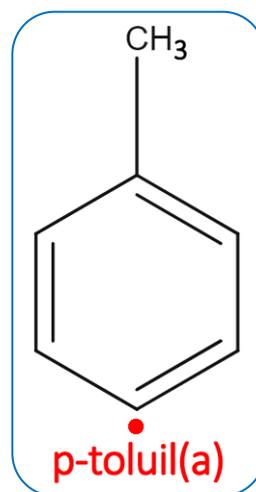
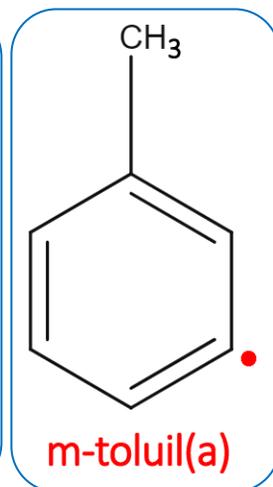
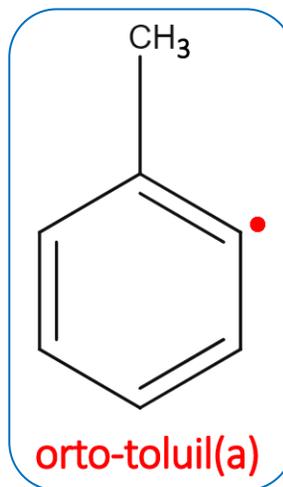
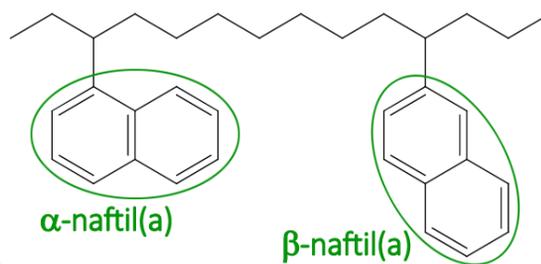
na cadeia principal



na cadeia principal



na cadeia principal



NOTAS:

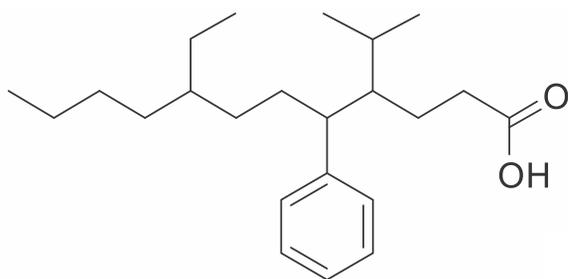
Blank area for notes.



## ATIVIDADES PROPOSTAS

1) O composto representado pela fórmula estrutural, abaixo, pertence à função orgânica dos ácidos carboxílicos e apresenta alguns substituintes orgânicos, que correspondem a uma ramificação como parte de uma cadeia carbônica principal, mas, ao serem mostrados isoladamente, como estruturas que apresentam valência livre, são denominados radicais.

(Texto adaptado de: Fonseca, Martha Reis Marques da, *Química: química orgânica*, pág 33, FTD, 2007).

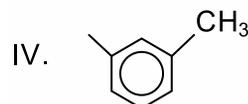
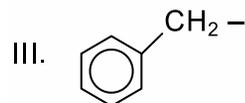
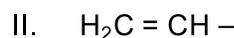
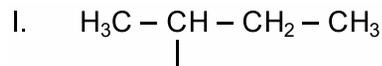


O nome dos substituintes orgânicos ligados respectivamente aos carbonos de número 4, 5 e 8 da cadeia principal, são

- etil, toluil e n-propil.
- butil, benzil e isobutil.
- metil, benzil e propil.
- isopropil, fenil e etil.
- butil, etil e isopropil.

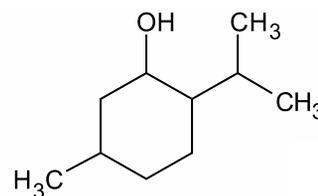
2) A medicina ortomolecular surgiu para corrigir desequilíbrios químicos provocados pelos radicais livres, que desempenham papel importante nas doenças e no envelhecimento. Em um organismo equilibrado e saudável, algumas moléculas são logo destruídas. Nas pessoas em que são encontrados altos níveis de radicais livres, o equilíbrio é refeito com o uso de antioxidantes, juntamente com diversas outras medidas preconizadas pela medicina ortomolecular.

Atente aos radicais livres apresentados a seguir e assinale a opção que associa corretamente o radical livre ao seu nome.



- Radical I: terc-butil.
- Radical II: alil.
- Radical III: benzil.
- Radical IV: p-toluil.

3) O mentol, usado na fabricação de balas e chicletes para propiciar uma sensação refrescante, afeta os sensores responsáveis pela sensação de frio, tornando-os ativos a uma temperatura acima do normal. A fórmula estrutural do mentol:



e nela é possível identificar:

- um radical fenil.
- os radicais metil e isopropil.
- uma substância orgânica da função fenol.
- um álcool aromático.
- uma substância de fórmula mínima CHO.

4) Um carro estacionado na sombra durante um dia, com as janelas fechadas, pode conter de 400 a 800 mg de benzeno. Se está ao sol, o nível de benzeno subirá de 2000 a 4000 mg. A pessoa que entra no carro e mantém as janelas fechadas, inevitavelmente aspirará, em rápida sucessão, excessivas quantidades dessa toxina. O benzeno é uma toxina que afeta os rins e o fígado, e o que é pior, é extremamente difícil para o organismo expulsar esta substância tóxica. Por essa razão, os manuais de instruções de uso dos carros indicam que antes de ligar o ar condicionado, deve-se primeiramente abrir

as janelas e deixá-las abertas por um tempo de dois minutos.

Com relação ao benzeno, assinale a afirmação correta.

- É um hidrocarboneto classificado como hidrocarboneto aromático, cuja massa molar é menor do que 75 g/mol.
- Em sua fórmula estrutural existem carbonos do tipo  $sp^3$ .
- O radical gerado com a perda de um hidrogênio desse composto é chamado de fenil.
- Apresenta, em sua cadeia carbônica, as seguintes particularidades: cíclica, normal, insaturada e heterogênea.

TEXTO PARA A PRÓXIMA QUESTÃO:

Quase nada se sabe sobre o destino do lixo industrial perigoso produzido no Brasil até meados de 1976. Como muitas substâncias do lixo perigoso são resistentes ao tempo, esse passado de poluição está começando a vir à tona. No solo de um conjunto habitacional da Grande São Paulo, constatou-se a presença de 44 contaminantes. Dentre eles, destacam-se o trimetil-benzeno, o clorobenzeno, o decano, além de um de fórmula molecular  $C_6H_6$  que é considerado o mais tóxico.

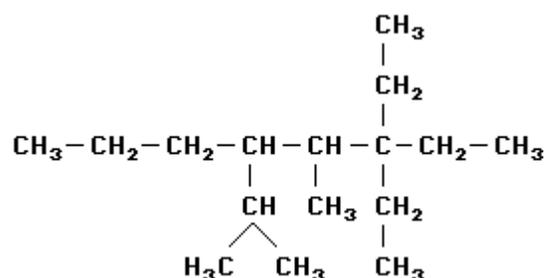
Adaptado da *Folha de São Paulo* - 28/08/2001

5) Na substância trimetil-benzeno, o anel benzênico é ramificado por radicais:

- $H_3C \cdot$
- $H_3C - CH_2 - CH_2 - CH_2 \cdot$
- $$\begin{array}{c} CH_3 \\ | \\ CH_3 - CH \cdot \end{array}$$
- $$\begin{array}{c} CH_3 \\ | \\ H_3C - \underset{\cdot}{C} - CH_3 \end{array}$$
- $H_3C - CH_2 \cdot$

6) Assinale a única afirmativa correta, com

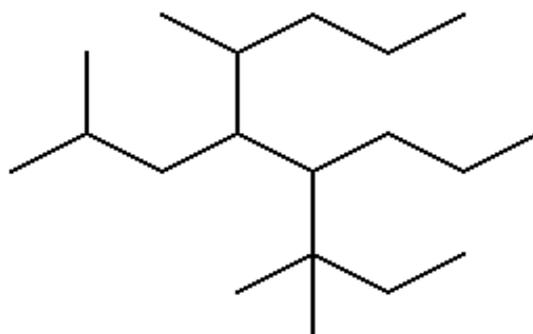
relação ao composto que apresenta a estrutura a seguir:



O composto:

- é um alqueno;
- apresenta um radical n-propila ligado ao carbono 4;
- apresenta 2 radicais propila;
- apresenta 3 radicais etila;
- apresenta 2 radicais etila.

7) Analise a estrutura seguinte e considere as regras de nomenclatura da IUPAC.



Assinale a opção que indica as cadeias laterais ligadas, respectivamente, aos carbonos de números 4 e 5 da cadeia hidrocarbônica principal.

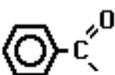
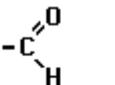
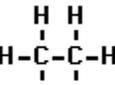
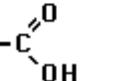
- propil e isobutil
- metil e isobutil
- terc-pentil e terc-butil
- propil e terc-pentil
- metil e propil

8) Um composto orgânico X apresenta os quatro átomos de hidrogênio do metano substituídos pelos radicais: isopropil, benzil, hidroxil e metil.

A fórmula molecular de X é:

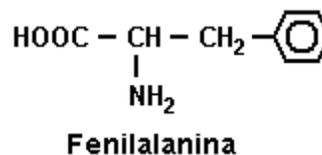
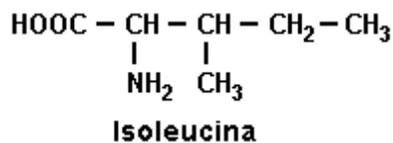
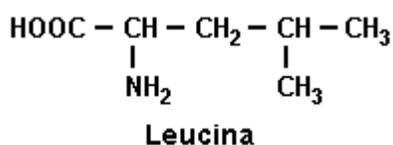
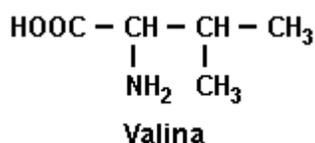
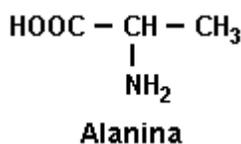
- a)  $C_{12}H_{16}O_2$   
 b)  $C_{11}H_{16}O$   
 c)  $C_{12}H_{18}O$   
 d)  $C_{11}H_{14}O_2$   
 e)  $C_{11}H_{14}O$

9) Com relação aos radicais orgânicos, associe a coluna da esquerda com a da direita e assinale a sequência correta, de cima para baixo:

- |      |   |                |
|------|---|----------------|
| I)   |  | ( ) carboxila  |
| II)  |  | ( ) metanoíla  |
| III) |  | ( ) alquilenol |
| IV)  |  | ( ) acila      |
| V)   |  | ( ) o-toluil   |

- a) V, IV, III, I, II  
 b) IV, III, V, I, II  
 c) V, III, IV, II, I  
 d) V, III, IV, I, II

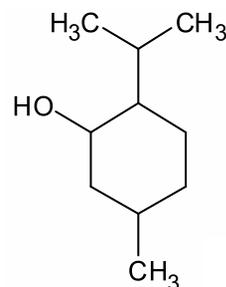
10) As proteínas são macromoléculas com massas moleculares que vão de 5000 a alguns milhões de unidades de massa atômica, sendo essas proteínas constituídas por monômeros, que são os aminoácidos. Nesse sentido, considere os aminoácidos a seguir.



Com relação aos aminoácidos alanina, valina, leucina, isoleucina e fenilalanina, é correto afirmar:

- a) Todos possuem cadeia acíclica, saturada, normal e homogênea.  
 b) Todos possuem cadeia acíclica, saturada, ramificada e homogênea.  
 c) Todos possuem um grupo amino e um grupo carbonila, ligados ao mesmo átomo de carbono.  
 d) Os radicais ligados ao carbono 2 são, respectivamente, metil, isopropil, isobutil, sec-butil e benzil.  
 e) O nome oficial da leucina é ácido 2-amino-3-isopropil-propanoico.

11) Mentol ocorre em várias espécies de hortelã e é utilizado em balas, doces e produtos higiênicos.



Observe a estrutura do mentol e assinale a alternativa correta.

- a) A fórmula molecular do mentol é  $C_{10}H_{19}O$ .  
 b) O mentol possui 3 carbonos secundários.  
 c) Possui um radical isopropil.  
 d) Possui um radical n-propil.

12) Lavoisier, no seu livro Tratado Elementar de Química (1789), referindo-se à importância da linguagem da química como ciência, escreveu:

“E como as palavras são as que conservam e transmitem as ideias, resulta que não se pode aperfeiçoar a linguagem sem se aperfeiçoar a ciência, como tampouco a ciência sem a linguagem; e por muito certo que fossem os fatos, por muito justas as ideias que os originaram, somente transmitiríamos impressões falsas se não tivéssemos expressões exatas para nomeá-los”.

Conhecer essa linguagem é essencial para se compreender a química como ciência. As fórmulas químicas são representações que fazem parte de sua linguagem. A seguir, estão representadas quatro espécies químicas.

I	II	III	IV
$\text{CH}_3^*$	$\text{CH}_3^-$	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_2\text{CH}_2^-$	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2^-$

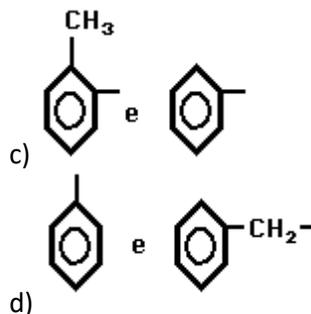
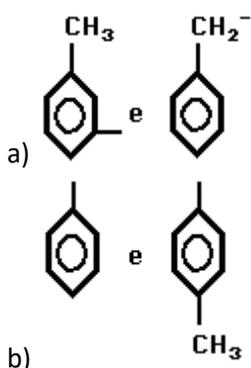
Em relação às informações que as fórmulas químicas oferecem, é correto afirmar:

- A estrutura II representa um radical etila.
- A estrutura I representa um radical livre.
- A estrutura III representa um radical propila.
- A estrutura IV representa um radical butila.

13) A oxidação do composto representado pela fórmula  $\text{R-CHO}$  originou o ácido propanoico ( $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOH}$ ). Logo, o radical R é

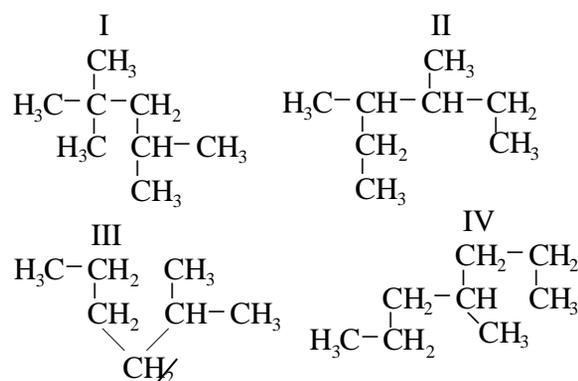
- etil.
- metil.
- n-propil.
- fenil.
- isobutil.

14) O radical benzeno chama-se fenil, enquanto benzil é o radical derivado do tolueno. Estes dois radicais apresentam as seguintes estruturas:



15) Uma mistura de hidrocarbonetos e aditivos compõe o combustível denominado gasolina. Estudos revelaram que quanto maior o número de hidrocarbonetos ramificados, melhor é a performance da gasolina e o rendimento do motor.

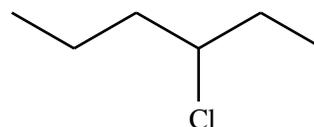
Observe as estruturas dos hidrocarbonetos abaixo:



O hidrocarboneto mais ramificado é o de número:

- IV
- III
- II
- I

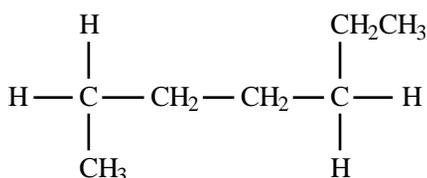
16) De acordo com as regras da IUPAC, o nome sistemático do hidrocarboneto representado abaixo é:



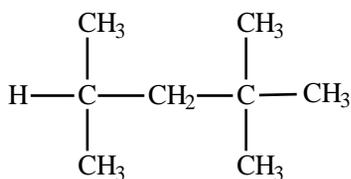
- 4-cloroexano
- 4-cloro-hexila
- hexano-4-cloro

- d) 3-cloroexano  
e) hexano-3-cloro

17) Um dos parâmetros utilizados para avaliar a qualidade da gasolina é o *índice de octano*. Esse índice é estabelecido com base em uma escala arbitrária em que ao composto (I) é atribuído o valor 0 (zero) e ao composto (II) o valor 100 (cem).



(I)



(II)

Os nomes sistemáticos dos compostos (I) e (II) são, respectivamente:

- a) 1-metil-4-etilbutano e 1,1,3,3-tetrametilbutano.  
b) heptano e 2,2,4-trimetilpentano.  
c) 1-etil-4-metilbutano e 2,2,4,4-tetrametilbutano.  
d) heptano e 2,4,4-trimetilpentano.  
e) 4-etil-1-metilbutano e 1,1,3,3-tetrametilbutano.

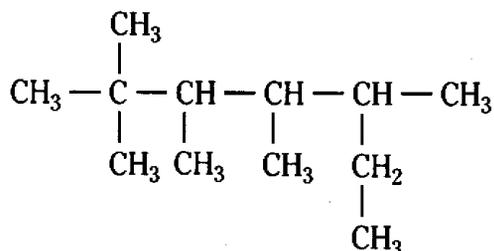
18) Unindo-se os radicais metil e etil obtém-se o:

- a) propano  
b) butano  
c) etano  
d) eteno  
e) etino

19) A substância 2-metil-butano tem fórmula molecular:

- a) C<sub>4</sub>H<sub>6</sub>  
b) C<sub>4</sub>H<sub>8</sub>  
c) C<sub>4</sub>H<sub>10</sub>  
d) C<sub>5</sub>H<sub>10</sub>  
e) C<sub>5</sub>H<sub>12</sub>

20) Quantos átomos de carbono possui a cadeia principal da molécula representada abaixo?



- a) 3  
b) 5  
c) 6  
d) 7  
e) 10



## GABARITOS

1) D

2) C

3) B

4) C

5) A

6) E

7) A

8) C

9) D

10) D

11) C

12) B

13) A

14) D

15) D

16) D

17) B

18) A

19) E

20) D