

## Guía 6 Química Orgánica I

La química orgánica es una rama de la química que se especializa en el estudio de una variedad de compuestos constituidos por carbono, en donde este átomo se encuentra enlazado de manera covalente con otros átomos de carbono, pero también con hidrógeno, oxígeno, nitrógeno, entre otros. Por esta razón, es que, para entender las propiedades de los compuestos orgánicos, es que es fundamental la química del carbono.

### Características del carbono

La importancia del carbono en la formación de numerosas moléculas radica fundamentalmente en su organización electrónica, lo que culmina con la característica de poder establecer cuatro enlaces covalentes, lo que se conoce como **tetravalencia**, propiedad que analizaremos a continuación:

#### Formación de orbitales $sp^3$

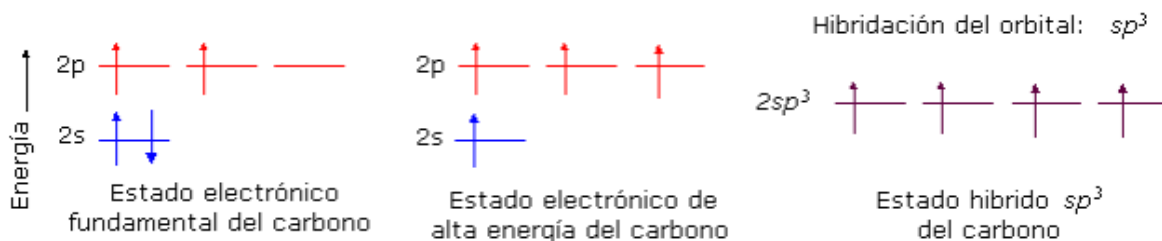
El número atómico del carbono es 6, por lo que podríamos escribir su configuración electrónica de la siguiente manera:  $1s^2 2s^2 2p_x^1 2p_y^1$ .

Como se puede ver, el carbono tiene cuatro electrones en su capa de valencia (nivel de energía 2), dos de los cuales están apareados en el orbital 2s y los otros dos están sin aparear en los orbitales 2p, por lo que podríamos asignar una configuración de Lewis como la que se muestra a continuación:



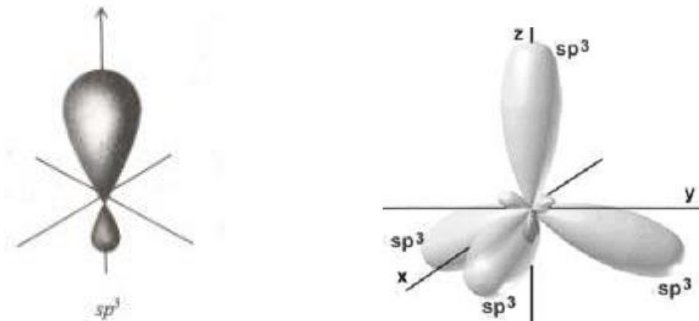
En esta configuración hipotética, existe un problema, pues de esta manera el carbono no podría compartir cuatro electrones para formar cuatro enlaces, debido a que solo dos de sus electrones no están apareados (en esta configuración los electrones de 2s no forman enlace).

Para poder efectuar cuatro enlaces, el carbono debe adoptar una configuración electrónica distinta a su estado fundamental, haciendo pasar un electrón del orbital 2s lleno al orbital  $2p_z$  vacante. De esta manera el carbono adopta la configuración de alta energía  $1s^2 2s^1 2p_x^1 2p_y^1 2p_z^1$  en donde existen 4 orbitales del tipo  $sp^3$  (orbitales híbridos).



Veamos esto utilizando el metano ( $CH_4$ ) como ejemplo. Se ha demostrado experimentalmente que los cuatro enlaces C-H del metano son idénticos, lo que significa que efectivamente existe una

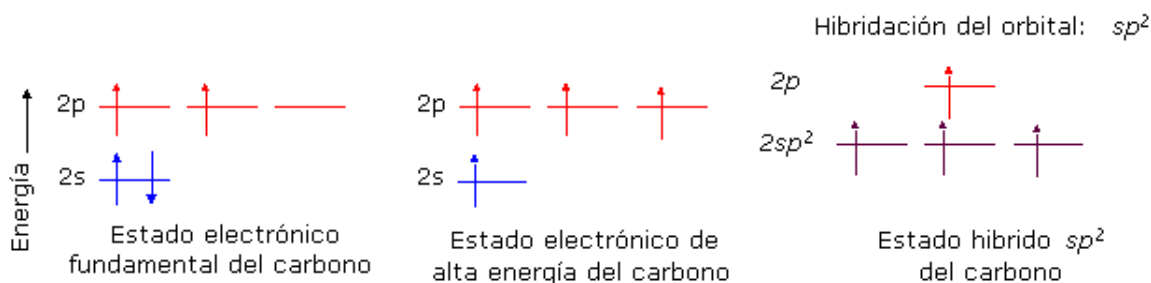
hibridación de orbital s y tres orbitales p pueden combinarse o hibridarse, para formar cuatro orbitales atómicos equivalentes orientados en el espacio hacia los vértices de un tetraedro. Estos nuevos orbitales tetraédricos, que se ilustran en la figura, se denominan híbridos  $sp^3$ .



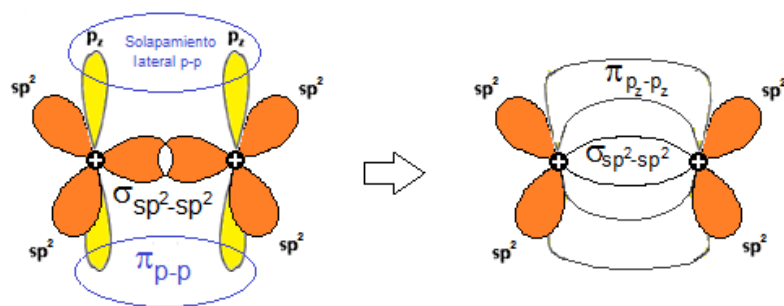
Estos orbitales híbridos, al ser asimétricos, uno de sus lóbulos puede superponerse mejor con otro orbital cuando forma un enlace. Como resultado, los orbitales  $sp^3$  forman enlaces más fuertes que los orbitales s o p no híbridos. Recordemos que al formar un tetraedro el ángulo de enlace H-C-H es exactamente  $109.5^\circ$ . La hibridación del tipo  $sp^3$  es característica del carbono en los alcanos, donde existe un enlace simple entre átomos de carbono, llamado enlace sigma ( $\sigma$ ).

#### Formación de orbitales $sp^2$ y orbitales sp

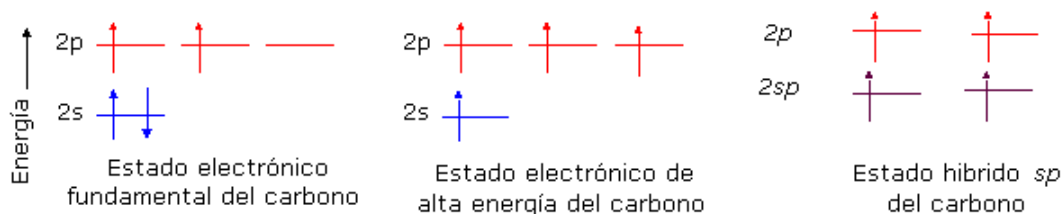
En ocasiones el carbono adopta una hibridación  $sp^2$ , y al unirse dos de estos carbonos se obtiene un enlace doble. Si los carbonos presentan hibridación sp, el enlace formado es triple.



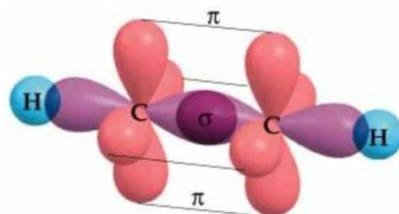
El enlace doble se constituye por un enlace  $\sigma$  producto del solapamiento de los orbitales  $sp^2$  y un enlace  $\pi$  producto de la superposición lateral de los orbitales p no híbridos.



Hibridación del orbital:  $sp$



El enlace triple se constituye por un enlace  $\sigma$  producto del solapamiento de los orbitales  $sp$  y dos enlaces  $\pi$  producto de la superposición lateral de los orbitales  $p$  no híbridos.

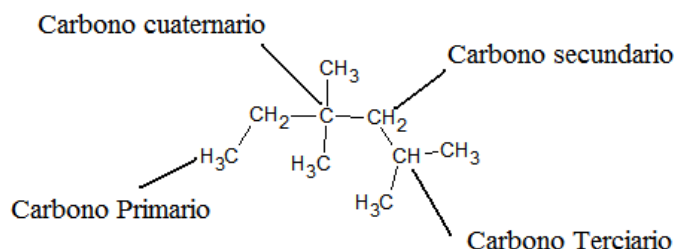


A continuación, se presenta una tabla con algunas características de los orbitales híbridos:

Tipo de hibridación	Orbitales	Ángulo interorbital	Geometría molecular	Tipo de enlace	Ejemplo (Familia)	Longitud (Å)	Energía (kJ/mol)
$sp^3$	4 orbitales $sp^3$	$109,5^\circ$	Tetraédrica	Simple	$CH_3 - CH_3$ Alcanos	1,54	350
$sp^2$	3 orbitales $sp^2$ 1 orbital $p$	$120,0^\circ$	Angular	Doble	$CH_2 = CH_2$ Alquenos	1,33	613
$sp$	2 orbitales $sp$ 2 orbitales $p$	$180,0^\circ$	Lineal	Triple	$CH \equiv CH$ Alquinos	1,20	890

## Posición del carbono

Consideramos que, un átomo de carbono dentro de la molécula es **primario**, si solo está rodeado por un átomo de carbono vecino. Si está rodeado por dos átomos de carbono vecinos, se dice que es **secundario**, mientras que un carbono **terciario** tiene tres átomos de carbono vecinos y finalmente un carbono **cuaternario** está rodeado por cuatro átomos de carbono. Consideremos la siguiente molécula como ejemplo, en donde se muestran los distintos tipos de carbono según su posición:

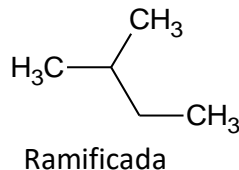
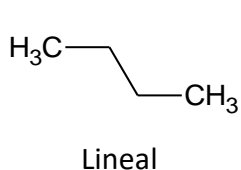


## Hidrocarburos

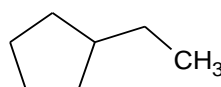
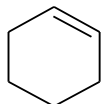
Los hidrocarburos son compuestos formados exclusivamente por carbono e hidrógeno, están ampliamente distribuidos y son, por ejemplo, el principal componente del petróleo. Dentro de la diversidad de moléculas, podemos distinguir dos tipos de hidrocarburos: los **alifáticos** y los **aromáticos**. Dentro del primer grupo se encuentran los alcanos, alquenos y alquinos, y dentro de los aromáticos el benceno y sus derivados.

### Hidrocarburos alifáticos

Son aquellos en que los átomos de carbono se unen formando una cadena abierta, con los extremos libres, pudiendo ser saturados si presentan enlaces simples (alcanos) o insaturados si presentan enlaces múltiples (alquenos y alquinos). De la misma manera, pueden presentarse en cadenas lineales o ramificadas.

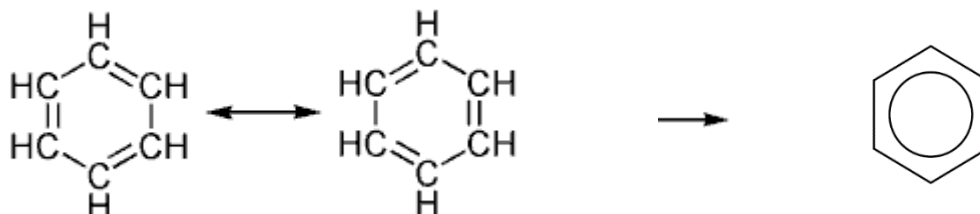


Dentro de los alifáticos encontramos también compuestos llamados **alíclicos**, que son aquellos en los que los átomos de carbono forman cadenas cíclicas o anillos. Al igual que los de cadena abierta, pueden ser saturados o insaturados.

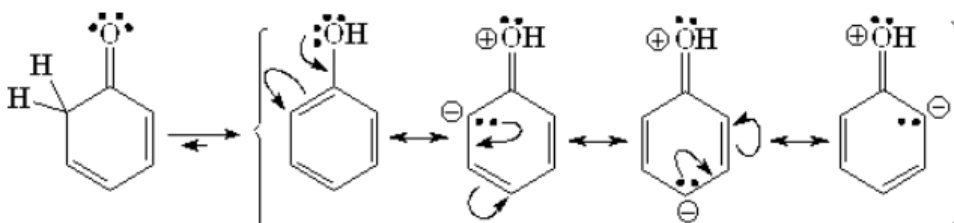


### Hidrocarburos aromáticos

Este tipo de hidrocarburos forman ciclos o anillos, generalmente de seis de carbono, pero tienen enlaces simples que alternan con enlaces dobles. Esta alternancia de enlaces les otorga gran estabilidad química, ya que existe una deslocalización electrónica de los enlaces de tipo  $\pi$ , por ejemplo, en el benceno:

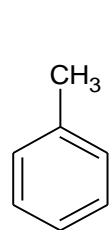


Esta deslocalización electrónica la podemos analizar mejor en una molécula con pares de electrones libres, como la siguiente que presenta un átomo de oxígeno:

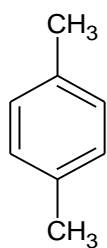


Cada una de estas estructuras de Lewis, que difieren entre sí únicamente en la distribución de los electrones, y que se denominan estructuras **resonantes**.

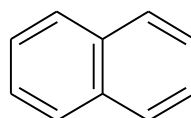
Otros compuestos aromáticos son, por ejemplo:



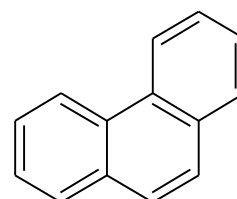
Tolueno



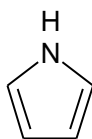
Xileno



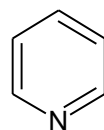
Naftaleno



Fenantreno



Pirrol



Piridina

## Nomenclatura de compuestos

La Unión internacional de Química Pura y Aplicada (IUPAC) ha desarrollado un sistema para nombrar los diferentes compuestos orgánicos, lo que se conoce como nomenclatura. Los criterios generales de la nomenclatura son:

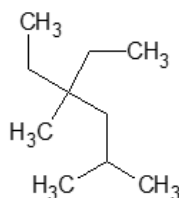
- Identificar la cadena de carbonos más larga. Si hubiese dos o más cadenas con igual número de átomos de carbono se selecciona la que tenga **mayor número de ramificaciones o sustituyentes**. Para nombrar la cadena se adopta el prefijo de acuerdo con la cantidad de átomos de carbono de esta cadena (tabla # átomos).
- Se numeran los átomos de carbono de la cadena principal empezando por el extremo que tenga más cerca una insaturación (enlaces dobles o triples prioritarios) y luego alguna ramificación, buscando que la posible serie de números tenga siempre la menor numeración. Es mejor tener los números 1,2,5 que 1,3,4.
- A cada sustituyente se nombran considerando la cantidad de átomos de carbono que tienen (tabla) con la terminación il o ilo y se le asignará el número de carbono en el que se ubica, serán considerados en orden alfabético, indicando además si hay dos, tres o cuatro usando los prefijos di, tri y tetra.
- Se deberá indicar la posición en la que se ubica la insaturación, indicando el primer carbono en donde se ubica el enlace múltiple.
- Si se trata de un hidrocarburo alicíclico, al nombre del compuesto se le antepone el prefijo ciclo y se sigue el resto de las recomendaciones de la misma manera.

Tabla # átomos

Prefijo de cantidad	# átomos de carbono	Prefijo de cantidad	# átomos de carbono
met	1	hept	7
et	2	oct	8
prop	3	non	9
but	4	dec	10
pent	5	undec	11
hex	6	dodec	12

Ejemplo:

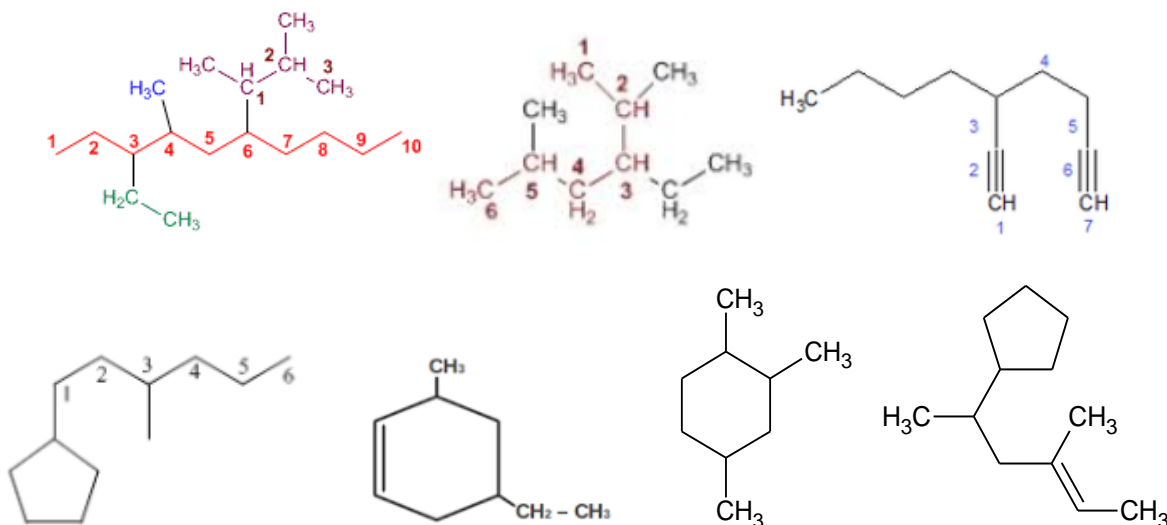
Para la siguiente molécula:



aquí la cadena más larga tiene 6 átomos de carbono (hexano). El carbono N° 1 será el CH<sub>3</sub> de más abajo, ya que el carbono a su lado posee un radical al que se le dará la numeración más baja y así este recibe el N° 2. Si fuese por el otro lado (arriba) el radical más cercano estaría en el carbono

Nº 3, por tanto, los radicales están en los carbonos 2 y 4. Nótese que en el carbono 4 existe un radical metil y un radical etil.

Otros ejemplos que discutir:



## Alcanos

Hidrocarburos saturados o parafinas de cadena abierta o cerrada de fórmula  $C_nH_{2n+2}$ . Pueden suponerse derivados del metano ( $CH_4$ ), por sustitución sucesiva de un H por un grupo  $CH_3$ - (metilo). La nomenclatura nos indica que aquellas moléculas que solo presentan enlaces simples deben ser nombradas con el sufijo -ano.

## Alquenos

Hidrocarburos insaturados u olefinas de fórmula general  $C_nH_{2n}$ . Los cicloalcanos tienen una fórmula general idéntica a los alquenos.

Presentan un “doble enlace” (insaturación  $-CH = CH-$ ).

Se nombran tal como los alcanos sólo que se cambia la terminación “ano” por “eno”.

Si tiene dos enlaces dobles se considera como *-diene* y si tiene tres un *-trieno*.

En ausencia de insaturaciones, se asigna el localizador 1 al carbono que porta el sustituyente y normalmente no se cita.

## Alquinos

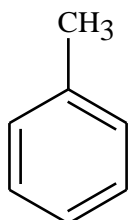
Son hidrocarburos insaturados de fórmula general  $C_nH_{2n-2}$ .

Presentan un “triple enlace” (insaturación  $-C \equiv C-$ ).

Para nombrar estos compuestos se cambia la terminación “ano” de los alcanos por “ino”.

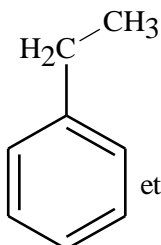
## Aromáticos

Para compuestos monosustituídos, un átomo de hidrógeno del benceno se ha sustituido por un grupo, aquí se nombra el sustituyente presente en el benceno.

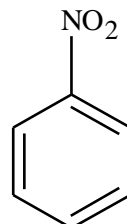


metilbenceno

Tolueno

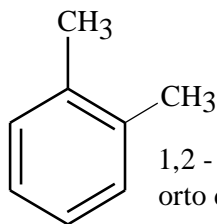


etilbenceno

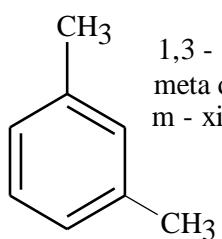


nitrobenceno

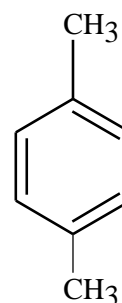
Si se tiene más de un sustituyente, entonces, es necesario localizar el segundo sustituyente respecto del primero. Para esto se utilizan los prefijos orto, meta y para, dependiendo de la posición, tal como se señala en los siguientes ejemplos.



1,2 - dimetilbenceno  
orto dimetilbenceno  
o - xileno

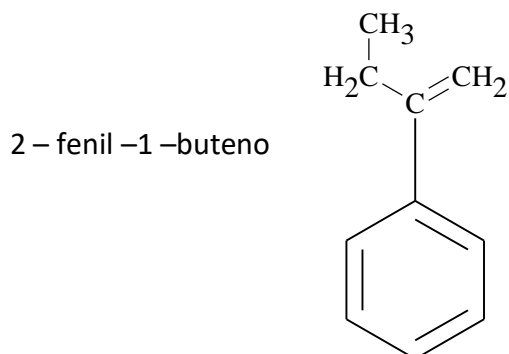


1,3 - dimetilbenceno  
meta dimetilbenceno  
m - xileno



1,4 - dimetilbenceno  
para dimetilbenceno  
p - xileno

En el caso de que el anillo de benceno deba nombrarse como un radical, dada la estructura de la molécula, se nombra como fenil o fenilo



2 - fenil -1 -buteno



## *Propiedades físicas de compuestos orgánicos*

Las propiedades físicas entre moléculas son bastante similares, pero existe la tendencia de que la densidad, el punto de ebullición y de fusión aumenta con el tamaño de las moléculas, porque las fuerzas intramoleculares atractivas (fuerzas de van der Waals y de London) son más efectivas cuanto mayor es la superficie de la molécula. Por esta misma razón, la superficie efectiva de contacto entre dos moléculas disminuye cuanto más ramificadas sean éstas, por lo que las fuerzas intermoleculares son menores en las moléculas ramificadas, que presentan puntos de ebullición y fusión menores que sus equivalentes lineales.

## *Representación de moléculas*

### **FÓRMULA MOLECULAR O REAL:**

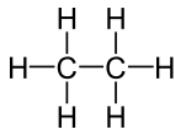
Es aquella que representa el total de átomos tal como es en la naturaleza. Ejemplo: el etano tiene fórmula molecular  $C_2 H_6$

### **FÓRMULA EMPÍRICA O SIMPLIFICADA**

Es aquella que sólo muestra la proporción en que se encuentran los átomos en el compuesto. Ejemplo, el etano tiene fórmula molecular  $C_2 H_6$ , si se simplifica queda  $C H_3$ , es decir nos muestra que por cada átomo de C hay tres de Hidrógeno.

### **FÓRMULA ESTRUCTURAL.**

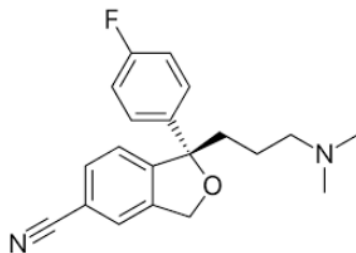
Esta puede ser, estructural condensada o desarrollada, en la primera sólo se muestra la cadena con los enlaces de C – C, tal como:  $CH_3 - CH_3$ , en cambio en la fórmula desarrollada se muestran todos los enlaces, como a continuación:



También existe la fórmula semidesarrollada, en donde no se representan enlaces C-H, pero sí otros como el C-OH.

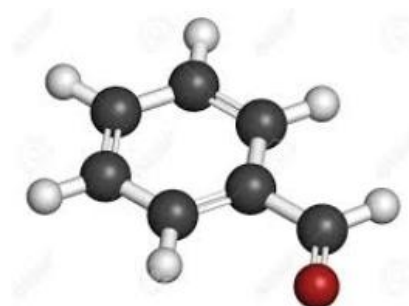
### **FORMULA DE LINEAS O ESQUELETAL.**

Cada línea representa un enlace y los carbonos están en los extremos de cada línea. Los átomos de hidrógeno no aparecen en este tipo de fórmula.



### REPRESENTACION EN ESFERAS Y VARILLAS

Representa de manera tridimensional los átomos y los enlaces entre ellos.



# Ejercicios

1. Corresponden a hidrocarburos

I.  $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_3$

II.

III.  $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-COOH}$

A) Solo I

B) Solo II

C) Solo III

D) I y II

E) I, II y III

2. En el enlace carbono- carbono del acetileno  $\text{C}_2\text{H}_2$  ( $\text{CH} \equiv \text{CH}$ ) intervienen:

A) 4 electrones.

B) 5 electrones.

C) 6 electrones.

D) 8 electrones.

E) 10 electrones.

3. De los siguientes hidrocarburos ¿cuál(es) obedece(n) a la fórmula general  $\text{C}_n\text{H}_{2n-2}$ ?

I)  $\text{CH}_3\text{-C} \equiv \text{C-CH}_3$

II)  $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_3$

III)  $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-C} \equiv \text{C-CH}_3$

A) Solo I.

B) Solo II.

C) Solo III.

D) I y II.

E) I y III.

4. El compuesto mostrado en la figura, corresponde a un:

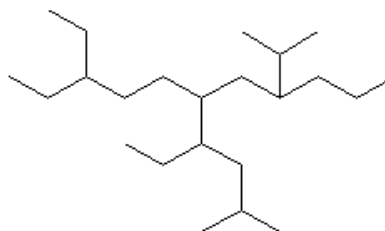
A) Alqueno

B) Ciclo alcano

C) Aromático

D) Alcano

E) Alquino



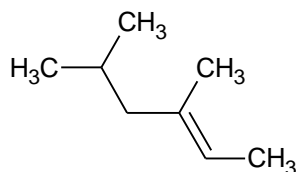
5. Las fórmulas  $C_4H_{10}$  y  $C_4H_6$  representan respectivamente:

- A) Alcano y Alqueno.
- B) Alqueno y Alquino.
- C) Alcano y Alquino.
- D) Alquino y Alqueno.
- E) Alqueno y Alcano.

6. El radical  $CH_3-CH_2-$  se llama:

- A) Isopropilo
- B) Etilo
- C) Butilo
- D) Propilo
- E) Hexilo

7. La molécula mostrada recibe el nombre de:

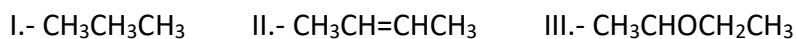


- A) 3,5-dimetil-2-hexeno
- B) 2-octeno
- C) 2-metil-hexano
- D) 4-hexeno-2,4-metil
- E) Dimetil-ciclohexeno

8. La fórmula molecular del 2,2-dimetil-butano es:

- A)  $C_6H_{16}$
- B)  $C_6H_{14}$
- C)  $C_5H_{12}$
- D)  $C_5H_{11}$
- E)  $C_5H_{10}$

9. De las siguientes formulas:

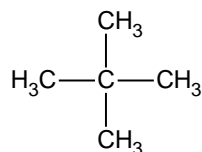


¿Cuál de ellas presenta correctamente la tetravalencia de sus carbonos?

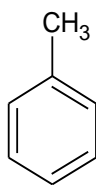
- A) Solo I
- B) Solo II
- C) I y II
- D) I y III
- E) II y III

10. De las moléculas mostradas, ¿cuál de ellas tiene una fórmula C<sub>5</sub>H<sub>10</sub>?

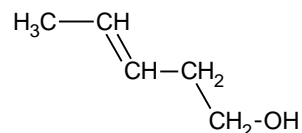
A)



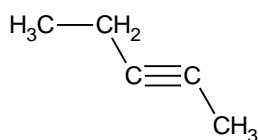
B)



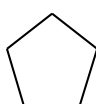
C)



D)



E)



Preguntas DEMRE modelo prueba

### PREGUNTA 7 (Módulo Común)

La fórmula empírica de un compuesto orgánico es C<sub>3</sub>H<sub>7</sub>. Si su masa molar es 86 g/mol, entonces corresponde a

- A) propano.
- B) ciclopropano.
- C) 2-metilbutano.
- D) 2,2-dimetilpropano.
- E) 2,2-dimetilbutano.

### Selección Múltiple

1.	D	6.	B
2.	C	7.	A
3.	E	8.	B
4.	D	9.	B
5.	A	10.	E