

SOLUCIONES A LAS ACTIVIDADES DE SEGUIMIENTO POR LA SUSPENSIÓN DE CLASES A PARTIR DEL 16 DE MARZO:

Características generales y formulación orgánica. (día 4 de mayo)

2) Escribe una cadena carbonada en la que al menos haya un carbono primario, uno secundario, uno terciario y uno cuaternario.

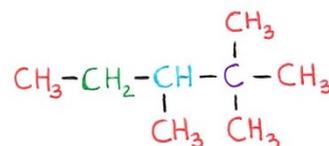
Hay multitud de soluciones posibles, por ello basta con dar una que lo cumpla, como por ejemplo la que se da en la figura al margen, donde se ve que hay los cuatro tipos de carbonos pedidos:

Carbono primario (se une a un solo carbono): CH_3 .

Carbono secundario (se une a otros dos carbonos): CH_2

Carbono terciario (se une a tres carbonos): CH .

Carbono cuaternario (se une a cuatro carbonos): C



3) Indica la hibridación que cabe esperar de cada uno de los átomos de carbono que participan en los siguientes compuestos:

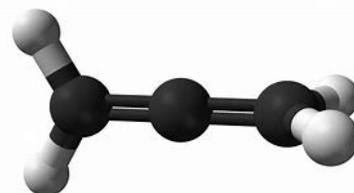
a) Ácido etanoico: $\text{CH}_3 - \text{COOH}$.

b) Aleno (propadieno): $\text{H}_2\text{C} = \text{C} = \text{CH}_2$.

c) But-1-en-3-ino: $\text{HC} \equiv \text{C} - \text{CH} = \text{CH}_2$.

En el apartado **a)** tenemos dos carbonos. El primero forma cuatro enlaces (con tres átomos de hidrógeno y con el otro carbono) por lo que su hibridación será sp^3 . El segundo átomo de carbono se une a tres átomos (al otro carbono y a los dos oxígenos). El enlace con el oxígeno del grupo OH es simple, mientras que el enlace con el átomo de oxígeno solitario es doble. Esto es así porque su hibridación es sp^2 y es con este último oxígeno con quien puede formar el enlace tipo π , además del σ .

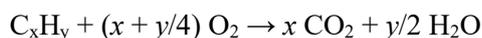
En el apartado **b)** tenemos que los dos átomos de carbono de los extremos tienen hibridación sp^2 (se unen a tres átomos: dos hidrógenos y al carbono central) formando un enlace doble con el átomo central. Sin embargo, el carbono central solo se une a dos átomos (con sendos enlaces dobles) por lo que su hibridación será sp . Estos orbitales híbridos son los que forman sendos enlaces σ con los dos átomos de los extremos, y los dos orbitales p no hibridados son los que forman los dos enlaces π , uno con cada carbono de los extremos. El hecho de que los orbitales p que son responsables de estos dobles enlaces formen un ángulo de 90° entre sí hace que la molécula tenga la geometría peculiar que se ve en la imagen dada al margen (la molécula es lineal).



En el apartado **c)** tenemos una cadena de 4 átomos de carbono. Desde la izquierda, el primero y el segundo tienen hibridación sp pues se unen solo a otros dos átomos (el primero a un H y al segundo carbono, el segundo carbono se une al primer carbono y al tercero). Los carbonos tercero y cuarto tienen hibridación sp^2 pues se unen a otros tres átomos (el tercero a los carbonos adyacentes y a un H y el cuarto se une al carbono tercero y a dos H). Como consecuencia, entre el primer y segundo carbonos hay un enlace triple y entre el tercero y cuarto hay un enlace doble.

5) Determina la fórmula empírica y la fórmula molecular de un hidrocarburo, si en la combustión de 2,8 g de ese compuesto se han obtenido 8,8 g de CO_2 y 3,6 g de H_2O , y se sabe que su masa molar está comprendida entre 50 y 60 g/mol.

La reacción de combustión de un hidrocarburo de fórmula genérica C_xH_y será (no es necesario ajustar el oxígeno en el reactivo, porque no influye en el problema, y también es evidente que y debe ser un número par):



Si se obtienen 8,8 g de CO₂, esto se corresponden a los moles de átomos de carbono:

$$n_C = 8,8 \text{ g } CO_2 \cdot \frac{1 \text{ mol } CO_2}{(12 + 2 \cdot 16) \text{ g } CO_2} \cdot \frac{1 \text{ mol } C}{1 \text{ mol } CO_2} = 0,2 \text{ mol } C.$$

Igualmente, si se obtienen 3,6 g de H₂O, esto se corresponde a los moles de átomos de hidrógeno:

$$n_H = 3,6 \text{ g } H_2O \cdot \frac{1 \text{ mol } H_2O}{(2 + 16) \text{ g } H_2O} \cdot \frac{2 \text{ mol } H}{1 \text{ mol } H_2O} = 0,4 \text{ mol } H.$$

Esto significa que la relación empírica entre los átomos de C y de H está en la relación 0,2 : 0,4; es decir hay doble número de átomos de H que de átomos de C en la molécula. La fórmula empírica es: (CH₂)_n.

Para encontrar la fórmula molecular basta encontrar el valor de *n* (debe ser un número entero):

$$M(\text{compuesto}) = n \cdot (12 + 2) \approx 55 \Rightarrow n \approx \frac{55}{14} = 4.$$

[Es importante ver que hay que buscar el entero que mejor se adapte a los datos del enunciado. Con *n* = 3 la masa molar quedaría en 42 g/mol, mientras que con *n* = 5 ya nos pasamos hasta 70 g/mol.]

Con esto, la fórmula molecular será C₄H₈ pero no podemos dar su fórmula desarrollada dado que habría varios isómeros posibles (podría ser el ciclobutano, un n-buteno, el metilpropeno o el metilciclopropano).

6) Explica la influencia de las fuerzas intermoleculares sobre los puntos de ebullición de los compuestos orgánicos y ordena de forma razonada, de mayor a menor punto de ebullición, los siguientes compuestos: pentano, pent-1-ino, ácido pentanoico, dimetilpropano y pentan-1-ol.

El punto de ebullición de una sustancia molecular es más alto cuanto mayor sea la fuerza intermolecular ya que estas fuerzas mantienen la cohesión entre las moléculas y estas moléculas pueden liberarse y pasar a estado gaseoso cuando su movimiento térmico es lo suficientemente intenso (este movimiento se ve limitado por las fuerzas intermoleculares). Las fuerzas intermoleculares que suelen estar presentes en los compuestos orgánicos son:

- Puentes de hidrógeno (las más intensas), presentes si en la molécula hay átomos de H unidos a átomos de O (grupos ácido, alcohol) o N (amino y amida, no totalmente sustituidos).
- Fuerzas dipolo-dipolo (relativamente débiles), presentes si hay enlaces polares no compensados en la molécula, lo que suele ocurrir si hay átomos de oxígeno enlazados a átomos de carbono (éter, aldehído o cetona) o también de N en situaciones similares (nitrilos, nitrocompuestos, aminas y amidas sustituidas).
- Fuerza dipolo instantáneo-dipolo inducido (las más débiles), presentes cuando la molécula es no polar.

Para comparar lo que nos pide este ejercicio se deben considerar moléculas semejantes en estructura, en este caso cadenas de 5 carbonos. Conviene también considerar la forma de cadena, pues cuanto más ordenada sea mejor se pueden aproximar más átomos de la cadena y por tanto tener más interacciones.

Con lo dicho antes, podemos decir que el ácido pentanoico y el pentan-1-ol presentan enlaces de hidrógeno y tendrán altos puntos de ebullición respecto a los demás. Pero el ácido pentanoico, debido a la resonancia en el grupo carboxilo tiene más separación de carga en el H de este grupo (es más polar) por lo que la fuerza del enlace de hidrógeno será mayor que en pentan-1-ol.

El dimetilpropano y el pentano son isómeros, pero el primero está más ramificado y por tanto la interacción intermolecular es menor que en el pentano. Por otra parte, el pent-1-ino tiene una parte de la molécula que es lineal y por tanto permite una interacción mayor entre sus moléculas que en el caso del pentano (deber recordarse que aunque sobre el papel se escribe la molécula de manera lineal, en realidad la hibridación sp³ entre los carbonos de una cadena con enlaces simples implica que el ángulo sobre cada carbono forma ángulos de 109° con los adyacentes y su estructura espacial es quebrada). En estos tres casos las interacciones serán de tipo dipolo inducido-dipolo instantáneo.

Con todo ello, es de suponer que el orden de mayor a menor punto de ebullición será:

Ácido pentanoico > pentan-1-ol > pent-1-ino > pentano > dimetilpropano.

[Si se buscan los datos de estas sustancias (Wikipedia), las temperaturas de ebullición son:

Ac. pentanoico (186 °C) > pentan-1-ol (138 °C) > pent-1-ino (40 °C) > pentano (36 °C) > dimetilpropano (10 °C)]

9) Nombra los siguientes hidrocarburos: (míralos en el texto, aquí no se reproducen).

a) La cadena más larga tiene 9 átomos de C (a la derecha sigue hacia abajo). Los radicales se sitúan en las posiciones 2, 4, 5, 5 y 7 si se numera desde la izquierda o bien 3, 5, 5, 6 y 8 si se numera desde la derecha, por lo que es desde la izquierda desde donde se debe numerar. Hay 4 radicales metilo y un radical complejo, el isopropilo. El nombre será, ordenándolos alfabéticamente: **4-isopropil-2,5,5,7-tetrametilnonano**.

b) La cadena más larga tiene 10 átomos de C. Los radicales se sitúan en las posiciones 3, 3, 4, 5, 6, 6, 8 si se numera desde la izquierda y 3, 5, 5, 6, 7, 8, 8 si se numera desde la derecha. Por lo tanto, la numeración debe hacerse desde la izquierda. Hay 3 radicales metilo, 3 radicales etilo y uno isopropilo. El nombre, ordenando los radicales alfabéticamente será: **5,6,8-trietil-6-isopropil-3,3,4-trimetildecano**.

c) La cadena más larga que contiene el máximo de insaturaciones es la que aparece en horizontal y contiene 10 carbonos, con dos dobles enlaces y un enlace triple. Las posiciones de estas insaturaciones son: 1, 5 y 7 si se numera desde la izquierda y 3, 5 y 9 si se numera desde la derecha. Por tanto, se debe numerar desde la izquierda. Además, hay un radical etilo y dos radicales metilo. Con estas consideraciones, el nombre será: **3-etil-8,9-dimetildeca-1,7-dien-5-ino**.

d) La cadena más larga que contiene las insaturaciones es la que aparece en horizontal y contiene 10 carbonos, con dos triples enlaces y un doble enlace. Las posiciones de las insaturaciones son: 2, 5 y 8 si se numera desde la izquierda y 2, 5 y 8 si se numera desde la derecha, por lo que ambas opciones serían válidas, teniendo en cuenta que el doble enlace está en la posición 5, que es la misma en ambas. En este caso hay que fijarse en el radical metilo, que tiene la posición 6 desde la izquierda y la posición 5 desde la derecha. La numeración es entonces desde la derecha y el nombre será: **5-metildec-5-eno-2,8-diino**.

e) La cadena más larga que tiene las insaturaciones es la que aparece en horizontal y contiene 12 carbonos, con dos dobles enlaces y dos triples enlaces. Las posiciones de estas insaturaciones son: 1, 4, 7 y 11 si se numera desde la izquierda y 1, 5, 8 y 11 si se hace desde la derecha. La numeración ha de hacerse desde la izquierda. Además, hay un radical etilo. Con estas consideraciones el nombre es: **11-etildodeca-4,11-dieno-1,7-diino**.

f) La cadena más larga con las insaturaciones es la cadena representada en horizontal, pero girando hacia abajo en el extremo derecho, con 12 carbonos, con dos enlaces dobles y uno triple. Las insaturaciones tienen posiciones 2, 5 y 9 si se numera desde la izquierda y 3, 7 y 10 si se numera desde la derecha. La numeración deberá hacerse desde la izquierda. Además, hay dos radicales metilo. Con estas consideraciones, el nombre será: **3,10-dimetildodeca-2,9-dien-5-ino**.

10) Formula los siguientes hidrocarburos:

a) 2-Etilhexa-1,3-dieno.

b) Hex-1-en-4-ino.

c) 4-Etenil-5-etilocta-3,6-dien-1-ino.

d) 3-Etil-2,6-dimetilhepta-1,4-dieno.

e) 3,4-Dietil-6-isopropil-2,3,6,7-tetrametilnonano.

f) 5-Butil-8-etil-2,3,3-trimetildecano.

g) 4,8-Dimetilnona-2,4-dien-6-ino.

h) 4-Metil-3-propiloct-3-eno-1,5-diino.

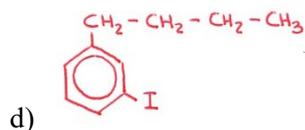
En todos los casos se ha representado la molécula situando el carbono 1 a la izquierda. Si se hace desde la derecha se tendría la molécula simétrica respecto del eje vertical. Se dan todas las moléculas con su fórmula semidesarrollada aunque algunos radicales se han abreviado a su fórmula condensada (etilo, propilo o butilo) para ahorrar espacio.

k) Tetrafluoreteno.

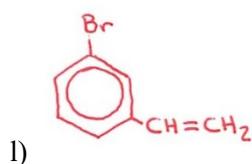
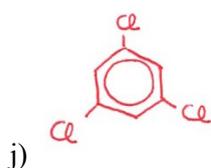
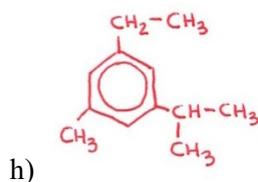
m) *p*-Clorotolueno.



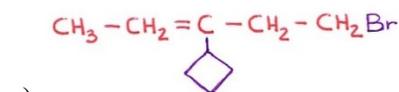
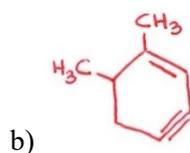
c) $\text{CH}_3 - \text{CF} = \text{CH} - \text{CH}_2\text{F}$



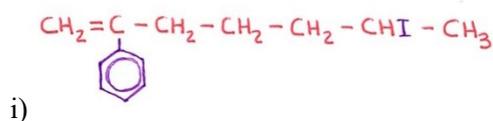
f) $\text{CH}_3 - \text{CHBr} - \text{CHBr} - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$



l) 1-Bromo-3-etinilbenceno.



g) CCl_4



k) $\text{CF}_2 = \text{CF}_2$



13) Nombra los siguientes compuestos oxigenados: (míralos en el texto, aquí no se reproducen).

a) La cadena principal tiene 5 carbonos y hay presente una función alcohol, que tiene prioridad en la numeración, y además un radical propilo y un doble enlace. El nombre será: **3-propilpent-3-en-1-ol**.

b) En esta cadena de 5 carbonos hay dos grupos alcohol y un triple enlace. Las posiciones de los alcoholes son las prioritarias en la numeración. El nombre será: **2-metilpent-4-ino-1,3-diol**.

c) En este caso tenemos una función éter. Hay dos formas de nombrarlo: **butilfeniléter**, **butoxibenceno**.

d) La cadena principal de 6 carbonos tiene dos grupos carboxilo que se corresponden a la función cetona. Esta función hace que los localizadores más bajos obligan a numerar las cadenas desde la izquierda. El nombre será: **hexano-2,4-diona**.

e) En este caso la cadena de 5 carbonos tiene una función alcohol y una función ácido, que es prioritaria frente al alcohol, por lo que el grupo OH debe nombrarse como hidroxilo. El nombre será: **ácido 4-hidroxipent-2-enoico**.

f) En este caso tenemos un éster, formado por un radical metilo unido al oxígeno del grupo ácido que procede del metanoico. El nombre será: **metanoato de metilo**.

g) En este caso tenemos una cadena de 7 carbonos con dos grupos alcohol y dos dobles enlaces. Los grupos alcohol tienen prioridad en la numeración y deberá numerarse la cadena desde la derecha, por lo que el nombre será: **hepta-2,6-dieno-1,4-diol**.

h) En este caso la cadena de 5 carbonos tiene dos grupos alcohol, uno cetona (que es prioritario) y un cloro. Para dar el número más bajo al carbonilo se debe numerar desde la derecha. Con esto, el nombre es: **3-cloro-1,4-dihidroxipentan-2-ona**.

i) Este compuesto es un éter, así que tenemos dos nombres válidos: **ciclohexileteniléter** (**ciclohexilviniléter**) y **eteniloxiciclohexano**. (Debe recordarse que en la segunda nomenclatura se nombra el radical más simple junto el término oxi como si fuese un radical del más complejo. Sin embargo, en la primera se hace por orden alfabético.)

j) En este caso la cadena de 6 carbonos tiene una función carbonilo terminal (aldehído) y otra central (cetona) además de un triple enlace. Dado que la función aldehído es prioritaria frente a la cetona y el triple enlace, la cadena se numera desde la derecha: **3-oxohex-5-inal**.

k) La cadena de 9 carbonos tiene dos grupos ácido en ambos extremos y un doble enlace. Para que el localizador del doble enlace sea el menor posible, debe numerarse desde la izquierda, con lo que el nombre será: **ácido non-2-enodioico**.

l) En este caso tenemos un grupo éster con un radical propilo unido al oxígeno del grupo ácido. El ácido tiene 5 carbonos con un triple enlace. El nombre será: **pent-3-inoato de propilo**.

m) Este es un compuesto con tres funciones. Por una parte, es una sal de un ácido orgánico de 6 carbonos, pero además tiene un grupo alcohol y un grupo carbonilo (cetona), pero estos últimos no pueden considerarse principales, por lo que el nombre será: **2-hidroxi-4-oxohexanoato de potasio**.

n) Este es éster del ácido benzoico (que se da con la fórmula empírica del fenilo) con un radical metilo: **benzoato de metilo**.

o) Este también es un éster de un ácido de 5 carbonos con un enlace doble y un radical etenilo (vinilo). Su nombre será: **pent-3-enoato de etenilo** (**pent-3-enoato de vinilo**).

p) Aquí tenemos una cadena de 4 carbonos con un extremo funcional ácido y otro extremo aldehído. Como la función principal es el ácido, y entonces el grupo aldehído puede nombrarse como radical *formil* del resto de la cadena, que ahora incluye al CH₃, el nombre será: ácido **3-formil butanoico**.

q) Este compuesto de 7 carbonos es similar al d) con la consideración de que debe numerarse desde la izquierda para dar localizadores más bajos a los grupos carbonilos: **hept-3-eno-2,5-diona**.

r) Aquí también tenemos una sal de ácido orgánico de 6 carbonos que tiene también una función alcohol y un triple enlace. El nombre será: **5-hidroxihex-3-inoato de sodio**.

14) Formula los siguientes compuestos oxigenados.

a) 3-Etilhex-4-en-1-ol.

c) 2,4,6-Triclorofenol.

e) 4-Hidroxibut-2-en-1-ol.

g) Ácido 4-clorobenzoico.

i) 5-Propilhept-3-ino-1,6-diol.

k) Fenilmetiléter. (Anisol)

m) 3-Metilpentano-2,4-diona.

o) Ácido octadec-9-enoico. (Ácido oleico)

q) Hepta-1,4-dien-3-ona.

s) Propanoato de calcio.

u) 2-Metilbenzaldehído.

w) Benzoato de sodio.

b) 2-Butilhexa-1,5-diol.

d) Dieteniléter.

f) 4-Metilhex-1-en-3-ona.

h) But-2-enoato de etilo.

j) 3-Isopropilfenol.

l) 2-Cloro-3-etilpentanal.

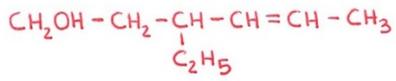
n) Ácido 3-oxopentanodioico.

p) 2-Cloro-4-metilhexanoato de etenilo.

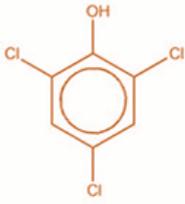
r) 3,5-Dioxoheptanodial.

t) Ciclohexilfenilcetona.

v) Ácido 3-fenil-2-oxopentanoico.



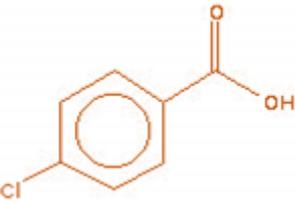
a)



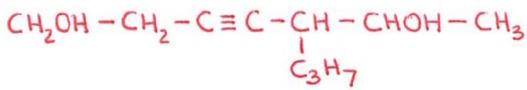
c)



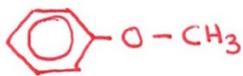
g)



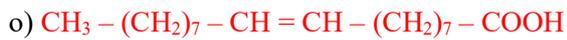
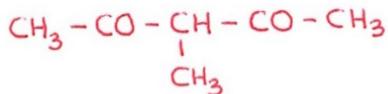
i)



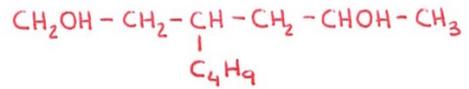
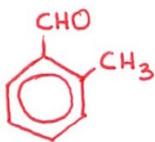
k)



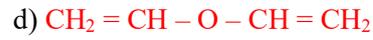
m)



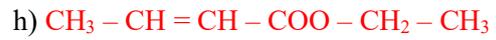
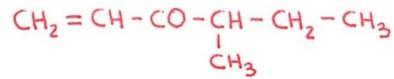
u)



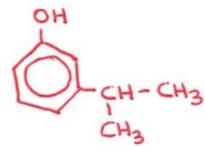
b)



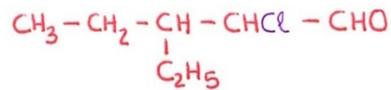
f)



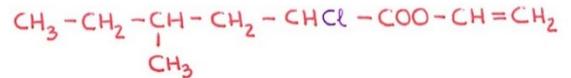
j)



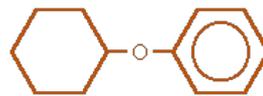
l)



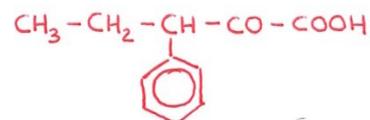
p)



t)



v)





15) Nombra los siguientes compuestos: (míralos en el texto, aquí no se reproducen).

- Tiene dos grupos amina en ambos extremos de la cadena. Su nombre será: **propano-1,3-diamina**.
- Tiene dos radicales unidos a un grupo amino. Se podrá nombrar como: **N-propilprop-1-enamina**.
- Aquí se tiene un grupo amida que procede de un ácido de 3 carbonos. Su nombre será: **propenamida**.
- Aquí se tiene un grupo nitro como radical en una cadena de 5 carbonos. Es importante considerar que el doble enlace es prioritario en la numeración, por lo que el nombre será: **4-nitropent-1-eno**.
- Tenemos una cadena de 4 carbonos con un grupo amina, que es prioritario frente al doble enlace, por lo que el nombre será: **but-3-en-1-amina** o **but-3-enilamina**.
- En este caso, aunque la fórmula dada puede llevar a engaño, tenemos una amina con tres radicales (es una amina terciaria), dos son iguales y por ello el paréntesis con subíndice. Se nombraría entonces como: **N,N-dietiletetilamina**.
- Aquí tenemos una amida sustituida, es decir con un radical etilo unido al grupo amino de la amida, que se ha formado a partir de un ácido de 4 carbonos. El nombre será: **N-etilbutanamida**.
- En este caso tenemos un grupo funcional nitrilo en una cadena de 5 carbonos. El grupo nitrilo es prioritario frente al triple enlace de los carbonos, por lo que el nombre será: **3-metilpent-4-inonitrilo**.
- Tenemos un nitroderivado de un cicloalqueno. Dado que los dobles enlaces son prioritarios frente al grupo nitro, su nombre será: **5-nitrociclopenta-1,3-dieno**.
- Aquí tenemos una amida sustituida. El ácido correspondiente es el benzoico, por lo que el nombre será: **N-metilbenzamida**.
- En este caso tenemos dos grupos nitro y un grupo aldehído en una cadena de 4 carbonos. Como el grupo aldehído es prioritario frente al grupo nitro, el nombre será: **2,4-dinitrobutanal**.
- Hay dos grupos amino en un cicloalcano. El nombre será: **ciclohexano-1,4-diamina**.
- Aquí tenemos una cadena de 5 carbonos con un grupo alcohol, un triple enlace y un nitrilo. El nitrilo es prioritario frente al alcohol, así que el nombre será: **3-hidroxipent-4-inonitrilo**.
- En esta cadena de 4 carbonos tenemos un grupo amino y una función amida (ojo, no confundirla con otra amina: el N se une a un oxígeno en lugar de a un carbono), que es prioritaria, por lo que el nombre será: **3-aminobutanamida**.

16) Formula los siguientes compuestos.

- | | |
|-----------------------------------|--------------------------------|
| a) Hex-2-eno-2,4-diamina. | b) 4-Aminobutan-2-ol. |
| c) 3,5-Dinitrohex-1-eno. | d) 2,4,6-Trinitrotolueno. |
| e) N-Metil-N-propilbutilamina. | f) Butanamida. |
| g) N-Isopropilpropanamida. | h) Propenonitrilo. |
| i) Ácido <i>p</i> -aminobenzoico. | j) 3-Metilpentano-1,4-diamina. |
| k) 2-Nitroetanol. | l) N,N-Dimetilfenilamina. |
| m) Hex-3-enonitrilo. | n) N-Etenilbut-2-enamida. |
| o) Benzamida. | p) 2-Metilpropanonitrilo. |
| q) Nitrociclopentano. | r) 3,3-Dimetilbutan-1-amina. |
| s) 3-Cloropropanamida. | t) 3-Nitrobut-1-ino. |
| u) Propanodinitrilo. | v) N-Metilmetanamida. |

