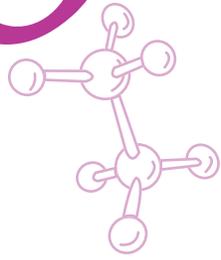




¿Los “Némesis” se neutralizan?

## ÁCIDOS Y BASES - PH Y POH

ASPECTOS FISICOQUÍMICOS DE SUSTANCIAS



### CONCEPTOS CLAVE

#### ZONA DE JUEGO:

Relaciona con una línea los términos (Conceptos claves) con la imagen según corresponda.

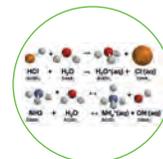
### Base y Ácido conjugado:

Base es toda sustancia capaz de aceptar protones, y ácido es aquella capaz de cederlos. Una consecuencia de lo anterior es que existe la reversibilidad de la transferencia de protones, ya que al ceder un protón, un ácido HA, la parte restante: A-, sería capaz de aceptar este H+, o sea, se comportaría como una base, la cual es conocida como base conjugada.



### Base y Ácido conjugado, según Lewis:

El ácido debe tener su nonavo de electrones incompleto y la base debe tener algún trío de electrones solitarios. El amoníaco es una base de Lewis típica y el trifluoruro de boro un ácido de Lewis típico.



En este espacio responde la pregunta que se encuentra en la parte superior.

---



---



---

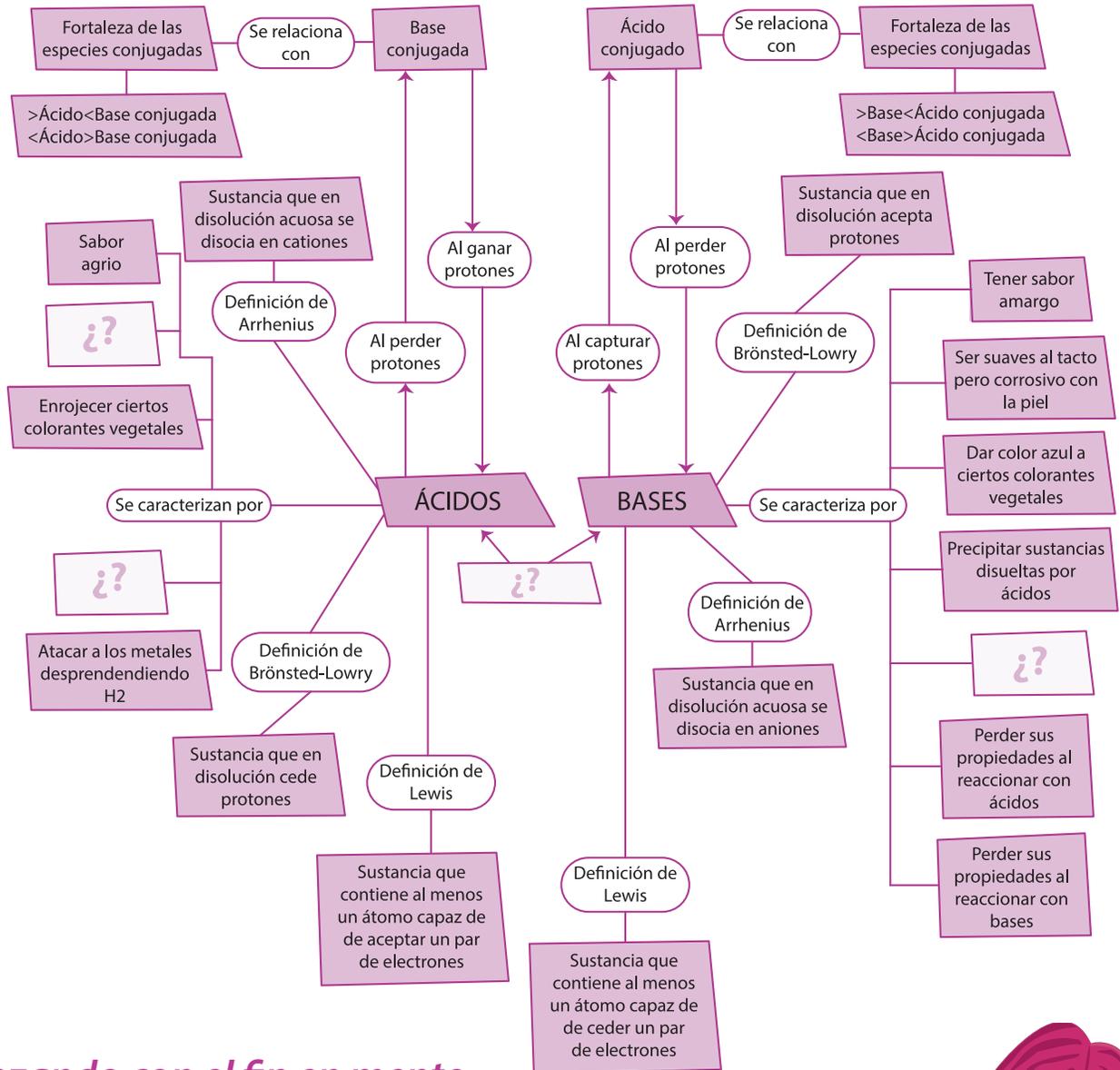


---

# Mapa Conceptual

Completa el siguiente mapa conceptual con los términos que encontrarás a continuación:

- Disolver grasas
- Corroer la piel
- Neutralización
- Disolver sustancias



## Comenzando con el fin en mente

¿Ya sabes lo que aprenderás en esta unidad académica?  
Si aún no tienes claridad pregúntale a tu profesor.



# Ácidos, Bases y PH

10-16

UNIDAD PRODUCTIVA DE APRENDIZAJE N° 1

**LA ACIDEZ Y LA BASICIDAD:** Constituyen el conjunto de propiedades características de dos importantes grupos de sustancias químicas: los ácidos y las bases. Las ideas actuales sobre tales conceptos químicos consideran los ácidos como dadores de protones y las bases comoceptoras. Los procesos en los que interviene un ácido interviene también su base conjugada, que es la sustancia que recibe el protón cedido por el ácido. Tales procesos se denominan reacciones ácido-base.

La acidez y la basicidad son dos formas contrapuestas de comportamiento de las sustancias químicas cuyo estudio atrajo siempre la atención de los químicos. En los albores mismos de la ciencia química, Boyle y Lavoisier estudiaron sistemáticamente el comportamiento de las sustancias agrupadas bajo los términos de ácido y álcali (base).

Pero junto con los estudios descriptivos de sus propiedades, el avance de los conocimientos sobre la estructura del átomo y sobre la naturaleza íntima de los procesos químicos aportó nuevas ideas sobre los conceptos de ácido y de base.

En la actualidad, el resultado final de la evolución de esos dos conceptos científicos constituye un importante capítulo de la química general que resulta imprescindible para entender la multitud de procesos químicos que, ya sea en la materia viva, ya sea en la materia inerte, se engloban bajo el nombre de reacciones ácido-base.

## EL COMPORTAMIENTO QUÍMICO DE LAS SUSTANCIAS

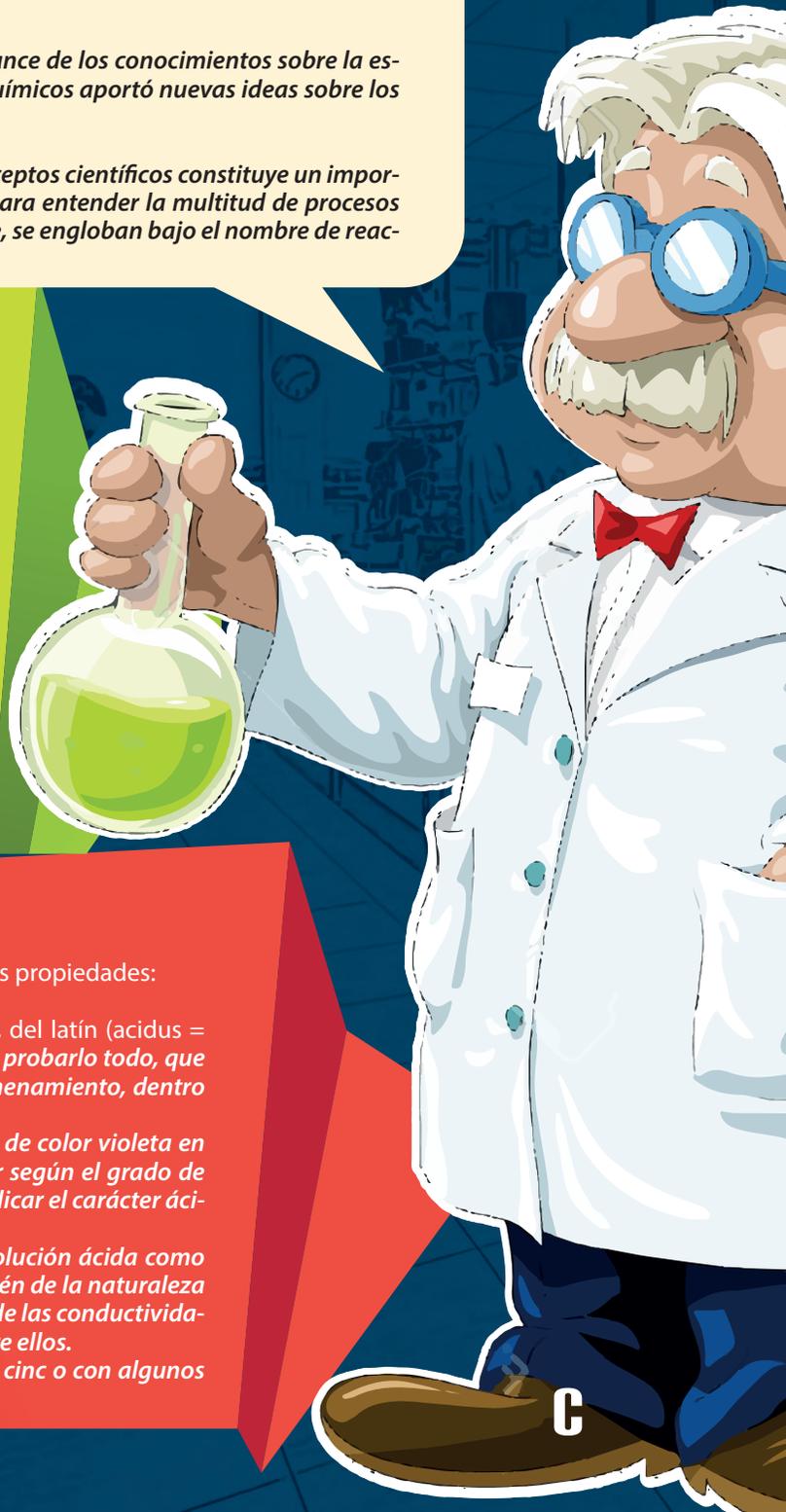
El estudio de los procesos químicos en los que intervienen ácidos y bases ocupa un lugar destacado en la historia de la química. Antes de que se conociera el comportamiento a nivel molecular de este tipo de sustancias, se reconocían por sus propiedades características.

Esta idea de definir el concepto de ácido y de base indicando cómo ha de comportarse químicamente una sustancia para que pueda considerarse como miembro de una u otra familia de compuestos fue introducida por Boyle en 1663. Posteriormente un conocimiento más preciso de las fórmulas químicas llevó a algunos investigadores, como Justus von Liebig (1803-1873), a definir los ácidos por su composición molecular; sin embargo, la vieja idea de Boyle, aunque transformada con las sucesivas definiciones de ácidos y bases, sigue aún en pie.

## PROPIEDADES QUÍMICAS DE LOS ÁCIDOS

El comportamiento químico de los ácidos se resume en las siguientes propiedades:

- 1) Poseen un sabor agrio . La palabra ácido procede, precisamente, del latín (acidus = agrio) y recuerda el viejo procedimiento de los químicos antiguos de probarlo todo, que fue el origen de un buen número de muertes prematuras, por envenenamiento, dentro de la profesión.
- 2) Colorean de rojo el papel de tornasol. El tornasol es un colorante de color violeta en disolución acuosa (tintura de tornasol) que puede cambiar de color según el grado de acidez de la disolución. Impregnado en papel sirve entonces para indicar el carácter ácido de una disolución. Es, pues, un indicador.
- 3) Sus disoluciones conducen la electricidad. La calidad de una disolución ácida como conductor depende no sólo de la concentración de ácido, sino también de la naturaleza de éste, de modo que, a igualdad de concentración, la comparación de las conductividades de diferentes ácidos permite establecer una escala de acidez entre ellos.
- 4) Desprenden gas hidrógeno cuando reaccionan en disolución con cinc o con algunos otros metales.



C

## PROPIEDADES QUÍMICAS DE LAS BASES

Las bases, también llamadas álcalis, fueron caracterizadas, en un principio, por oposición a los ácidos. Eran sustancias que intervenían en aquellas reacciones en las que se conseguía neutralizar la acción de los ácidos. Cuando una base se añade a una disolución ácida elimina o reduce sus propiedades características. Otras propiedades observables de las bases son las siguientes:

- 1) Tienen un sabor amargo característico.
- 2) Al igual que los ácidos, en disolución acuosa conducen la electricidad.
- 3) Colorean de azul el papel de tornasol.
- 4) Reaccionan con los ácidos para formar una sal más agua.

## DISOLUCIONES ACUOSAS DE ÁCIDOS

**UN POCO DE HISTORIA:** Aun cuando Faraday había introducido el término ion para designar las partículas cargadas que transportaban la electricidad en el seno de las disoluciones conductoras, no especificó en qué consistían realmente esos iones. El químico sueco Arrhenius se interesó pronto por el estudio de las disoluciones y, en particular, por las de los llamados electrolitos o sustancias capaces de conducir la electricidad en disolución. Observó que las disoluciones de electrolitos no cumplían ni las leyes de Raoult sobre la variación de los puntos de ebullición y congelación de las disoluciones, ni la de Van't Hoff sobre la presión osmótica de la misma manera que lo hacían las disoluciones de los no electrolitos.

Al disolver en agua el cloruro de sodio (NaCl) se producía una disminución del punto de congelación de la disolución doble del que resultaba aplicando las leyes de Raoult; si se empleaba cloruro de bario (BaCl<sub>2</sub>) como soluto, la temperatura de congelación bajaba tres veces más que lo calculado a partir de dichas leyes. Tal circunstancia se repetía de una forma regular para otras sustancias análogas, lo que hizo sospechar a Arrhenius la existencia de una disociación o ruptura de las supuestas moléculas del electrolito en varios fragmentos por efecto de la disolución. Además, las partículas deberían poseer carga eléctrica de acuerdo con el concepto de ion avanzado por Faraday. Según Arrhenius el cloruro de sodio se disociaría en la forma:



y el cloruro de bario:  $\text{BaCl}_2 \longrightarrow \text{Ba}^{2+} + 2\text{Cl}^-$

Tal disociación, al multiplicar el número de partículas, explicaba los resultados anómalos obtenidos en la aplicación de las leyes de Raoult y en el estudio de la presión osmótica, que dependen, como es sabido, de la concentración de partículas de soluto en la disolución.

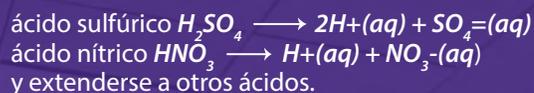
La idea de la disociación iónica fue extendida por el propio Arrhenius a los ácidos y a las bases, lo que le permitió encontrar una explicación coherente a su comportamiento característico.

## LOS CONCEPTOS DE ÁCIDO Y DE BASE SEGÚN ARRHENIUS

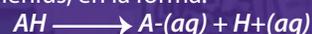
Cuando el HCl se disuelve en el agua (aq) sus moléculas se disocian en la forma:



Este mismo comportamiento puede aplicarse a los ácidos típicos:

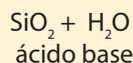
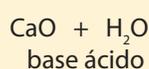


De acuerdo con su idea de disociación iónica, la existencia en todos los casos de iones H<sup>+</sup> libres en la disolución, llevó a Arrhenius a postular que el carácter ácido está relacionado directamente con la capacidad de una sustancia para dar en disolución acuosa iones H<sup>+</sup>. La diferencia en la fuerza de los ácidos se puede cuantificar mediante la medida de la conductividad eléctrica de sus respectivas disoluciones acuosas; cuanto más fuerte es un ácido mejor conduce la electricidad. Según la teoría de Arrhenius, la relación entre ambos hechos es clara. La reacción de disociación de un ácido en disolución es un caso particular de equilibrio químico. Representando por AH la fórmula de un ácido genérico, la reacción de disociación del ácido se puede escribir, de acuerdo con las ideas de Arrhenius, en la forma:



En los ácidos fuertes la reacción estaría desplazada hacia la derecha de modo que abundarían más los iones H<sup>+</sup>(aq), ya que todo el AH estaría prácticamente disociado. Ello explicaría a la vez el fuerte carácter ácido y su elevada conductividad, debida a la abundancia en la disolución de iones portadores de carga. Por el contrario, en los ácidos débiles el grado de disociación sería pequeño, es decir, sólo una pequeña fracción de sustancia estaría disuelta en forma de iones, estando el equilibrio desplazado hacia la izquierda.

**Generalmente, una base de Lux-Flood es un anhídrido básico (óxido metálico) y un ácido es un anhídrido ácido (anhídrido tradicional).**



Carácter anfótero del agua

**DEFINICIÓN DE LEWIS:**

Las sustancias que pueden ceder pares de electrones son bases de Lewis y las que pueden aceptar pares de electrones son ácidos de Lewis. El ácido debe tener su octeto de electrones incompleto y la base debe tener algún par de electrones solitarios. El amoníaco es una base de Lewis típica y el trifluoruro de boro un ácido de Lewis típico.

La reacción de un ácido con una base de Lewis da como resultado un compuesto de adición.

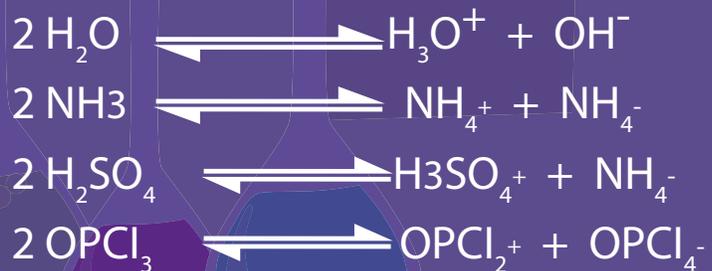
Los ácidos de Lewis tales como el cloruro de aluminio, el trifluoruro de boro, el cloruro estánnico, el cloruro de zinc y el cloruro férrico son catalizadores sumamente importantes de ciertas reacciones orgánicas.

**DEFINICIÓN DE LUX-FLOOD**

Sí en la definición de Brönsted y Lowry se enfatiza el papel del protón como la especie fundamental en las reacciones ácido-base, en la de Lux-Flood (inicialmente propuesta y desarrollada por él mismo) se describe el comportamiento ácido-base en términos de transferencia de ion óxido. Así, las bases son sustancias donadoras de óxido y los ácidos son aceptores de óxido. Esta definición se puede aplicar a sistemas de óxidos fundidos a alta temperatura:

**DEFINICIÓN ÁCIDO-BASE SEGÚN EL DISOLVENTE:**

Muchos disolventes sufren reacción de autoionización originando cationes y aniones de forma similar a como ocurre con el agua:

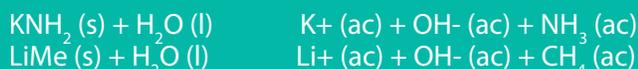


# Efecto nivelador del disolvente

UNIDAD PRODUCTIVA DE APRENDIZAJE N° 2

Cualquier ácido más fuerte que el ion  $\text{H}_3\text{O}^+$  cede un protón al agua para formar  $\text{H}_3\text{O}^+$ . Por ello, ningún ácido más fuerte que el agua "sobrevivirá" en  $\text{H}_2\text{O}$  y, por tanto, se desprotonará inmediatamente. Por ejemplo, no es posible discernir si el HBr es más o menos fuerte que el HI, pues ambos se disocian totalmente en agua. Se dice, entonces, que el  $\text{H}_2\text{O}$  tiene un efecto nivelador que iguala la acidez de todos los ácidos más fuertes que el  $\text{H}_3\text{O}^+$ . Si en lugar de  $\text{H}_2\text{O}$  se emplea un disolvente más ácido que el agua, como el ácido acético, tanto el HBr como el HI se comportan como ácidos débiles, y se puede entonces comprobar que el HI es más fuerte que el HBr.

De manera análoga ocurre con las bases. Así, las bases más fuerte que el  $\text{OH}^-$  se protonan con el agua, y la fuerza de las mismas es indistinguible. Por ejemplo, las bases como el  $\text{Me}^-$  y  $\text{NH}_2^-$  no existen en  $\text{H}_2\text{O}$ :



Como conclusión, se puede decir que todos aquellos ácidos cuyo  $\text{pK}_a < 0$  (o  $\text{K}_a > 1$ ) son nivelados por el agua, y las bases conjugadas de ácidos con  $\text{pK}_a > 14$  también lo son. Sólo aquellos sistemas que tengan  $\text{pK}_a$  comprendido entre 0-14 pueden existir en este disolvente. Se puede observar que este intervalo corresponde al  $\text{pK}_w$ . De forma general, en cada disolvente existirán aquellas especies cuyo  $\text{pK}_a$  esté comprendido entre 0 y  $\text{pK}_{\text{disolv}}$ . La figura que se encuentra a continuación muestra la ventana de discriminación entre ácidos y bases en distintos disolventes. Obsérvese como la del agua (la única no marcada) es bastante estrecha. Cuanto más ancha sea, más fácilmente podrá distinguirse entre distintas especies ácidas o básicas.

**MEDIDA DEL pH:** Dependiendo del pH del suelo la Hortensia (*Hydrangea*) puede poseer flores rosas o azules. En suelos ácidos ( $\text{pH} < 7$ ) las flores son azules, mientras que en suelos alcalinos ( $\text{pH} > 7$ ) son rosas.

El valor del pH se puede medir de forma precisa mediante un potenciómetro, también conocido como pH-metro, un instrumento que mide la diferencia de potencial entre dos electrodos: un electrodo de referencia (generalmente de plata/cloruro de plata) y un electrodo de vidrio que es sensible al ión hidrógeno.

También se puede medir de forma aproximada el pH de una disolución empleando indicadores, ácidos o bases débiles que presentan diferente color según el pH.

Generalmente se emplea papel indicador, que se trata de papel impregnado de una mezcla de indicadores. Algunos compuestos orgánicos que cambian de color en función del grado de acidez del medio en que se encuentren se utilizan como indicadores cualitativos para la determinación del pH. El papel de litmus o papel tornasol es el indicador mejor conocido. Otros indicadores usuales son la fenolftaleína y el naranja de metilo.

A pesar de que muchos potenciómetros tienen escalas con valores que van desde 1 hasta 14, los valores de pH pueden ser menores que 1 y mayores que 14. Por ejemplo el ácido de batería de automóviles tiene valores cercanos de pH menores que uno, mientras que el hidróxido de sodio 1 M varía de 13,5 a 14.

Un pH igual a 7 es neutro, menor que 7 es ácido y mayor que 7 es básico a 25 °C. A distintas temperaturas, el valor de pH neutro puede variar debido a la constante de equilibrio del agua ( $\text{K}_w$ ).

## Clasificación de los ácidos y las bases de Lewis

	DUROS	INTERMEDIOS	BLANDOS
Ácidos	H <sup>+</sup> , Li <sup>+</sup> , Na <sup>+</sup> , K <sup>+</sup> , Be <sub>2</sub> <sup>+</sup> , Mg <sub>2</sub> <sup>+</sup> , Ca <sub>2</sub> <sup>+</sup> , Cr <sub>2</sub> <sup>+</sup> , Cr <sub>3</sub> <sup>+</sup> , Al <sub>3</sub> <sup>+</sup> , SO <sub>3</sub> , BF <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> <sup>+</sup> , CO <sub>2</sub> <sup>+</sup> , Ni <sub>2</sub> <sup>+</sup> + Cu <sub>2</sub> <sup>+</sup> , Zn <sub>2</sub> <sup>+</sup> , Pb <sub>2</sub> <sup>+</sup> , SO <sub>2</sub> , BBr <sub>3</sub>	Cu <sup>+</sup> , Ag <sup>+</sup> , Au <sup>+</sup> , Tl <sup>+</sup> , Hg <sup>+</sup> , Pd <sub>2</sub> <sup>+</sup> , Cd <sub>2</sub> <sup>+</sup> , Pt <sub>2</sub> <sup>+</sup> , Hg <sub>2</sub> <sup>+</sup> , BH <sub>3</sub>
Bases	F <sup>-</sup> , OH <sup>-</sup> , H <sub>2</sub> O, NH <sub>3</sub> , CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> , NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , O <sub>2</sub> <sup>-</sup> , SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> , PO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> , ClO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> , SO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> , Br <sup>-</sup> , N <sub>3</sub> <sup>-</sup> , N <sub>2</sub> , C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> N, SCN <sup>-</sup>	H <sup>-</sup> , R <sup>-</sup> , CN <sup>-</sup> , CO, I <sup>-</sup> , SCN <sup>-</sup> , R <sub>3</sub> P, C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> , R <sub>2</sub> S

### Algunos valores comunes del pH

Sustancia/Disolución	pH
Solución continua de HCl 1 M	0,0
Jugo gástrico	1,5
Jugo de limón	2,4
Refresco de cola	2,5
Vinagre	2,9
Jugo de naranja o manzana	3,0
Cerveza	4,5
Café	5,0
Té	5,5
Lluvia ácida	<5,6
Saliva (pacientes con cáncer)	4,5-5,7
Orina	5,5-6,5
Leche	6,5
Agua pura	7,0
Saliva humana	6,5-7,4
Sangre	7,35-7,45
Agua de mar	8,0
Jabón de manos	9,0-10,0
Amoniaco	10,1 - 11
Agua jabonosa	11,1 - 12
Blanqueador	12,1 - 13
Limpiador de cañería	13,1 - 14

### COMO SE MIDE EL pH

Una manera simple de determinarse si un material es un ácido o una base es utilizar papel de tornasol. El papel de tornasol es una tira de papel tratada que se vuelve color rosa cuando está sumergida en una solución ácida, y azul cuando está sumergida en una solución alcalina.

**ESCALA DE pH:** Los números a partir del 0 al 7 en la escala indican las soluciones ácidas, y 7 a 14 indican soluciones alcalinas. Cuanto más ácida es una sustancia, más cercano su pH estará a 0; cuanto más alcalina es una sustancia, más cercano su pH estará a 14. Algunas sustancias no son ni altamente ácidas ni altamente alcalinas sino que están más cercanas al punto neutro, pH=7

Los ácidos son sustancias que liberan iones de hidrógeno cuando se disuelven en agua 1 hasta 6,9 y los básicos son las sustancias que al disolverse en agua 7,1 hasta 14 liberan iones de hidroxilo (OH<sup>-</sup>).

En disoluciones no acuosas, o fuera de condiciones normales de presión y temperatura, un pH de 7 puede no ser el neutro. El pH al cual la disolución es neutra estará relacionado con la constante de disociación del disolvente en el que se trabaje.





actividad extra-clase  actividad en clase

*Desarrolla estos ejercicios en las hojas de notas.*

- 1) Define velocidad o medida de reacción, ¿en qué unidades se mide?.
- 2) Cómo influyen en la velocidad de una reacción: la naturaleza de los reactivos, la concentración de los reactivos, la temperatura y la presencia de catalizadores. Explica tus respuestas.
- 3) Explica la diferencia entre reacciones directas e inversas.
- 4) El equilibrio químico corresponde a todos aquellos procesos en los cuales, coexiste reactivos y productos, de forma que las velocidades de reacción directa e inversa son iguales. Expresa mediante una ecuación química este concepto.
- 5) ¿Cómo se establece la constante de equilibrio químico? ¿Qué términos relaciona? Da cinco ejemplos.
- 6) Resuelve diez ejercicios en los cuales calcules la constante de equilibrio de una reacción, calcules las concentraciones iniciales, finales o en el equilibrio para una reacción dada la constante de equilibrio de la misma.
- 7) El químico francés Henry Louis Le Châtelier formuló un principio que gobierna el equilibrio en las reacciones, ¿qué dice este principio?
- 8) Establece la diferencia o semejanza entre las teorías ácido-base de Arrhenius, Bronsted-Lowry y Lewis.
- 9) Las sustancias que al disolverse en el agua conducen la corriente eléctrica se denominan electrolitos; estos pueden ser fuertes o débiles; ¿cómo se establece la diferencia entre uno y otro?. Presenta cinco ejemplos de cada uno.
- 10) Define qué es equilibrio iónico. Presenta cinco ejemplos en los cuales trabajes con las constantes de equilibrio iónico, de la misma forma que los ejercicios que resolviste para equilibrio químico.



H





Reconoce las sustancias ácidas y básicas que se usan cotidianamente en el hogar, mediante el uso de papel indicador y ácido-base. Realiza el experimento y registra los resultados en la tabla. Luego escribe cual fue tu experiencia realizando este ejercicio.

6 Tapas de cualquier tipo de frasco o envase chico  
 6 Tiras de papel tornasol azul  
 6 Tiras de papel tornasol rojo  
 Jugo de un limón  
 3 Cucharadas de agua  
 3 Cucharadas de leche  
 3 Cucharadas de café  
 3 Cucharadas de vinagre  
 3 Cucharadas de mezcla de jabón neutro y agua

1

Vierte, por separado; una pequeña cantidad de las sustancias elegidas en cada una de las tapas identificándolas con su nombre. Rotula las tiras de papel azul con los nombres de las sustancias y haz lo mismo con las tiras de color rojo.

2

Observa con atención las características que presente cada una de las muestras, pero ¡no las pruebes!

3

Toma nota acerca de los resultados en la página siguiente. Asegúrate de hacer bien el paso a paso.



**CAMBIO DE COLOR DEL PAPEL TORNASOL DE**

<b>SUSTANCIA</b>	<b>AZUL A</b>	<b>ROJO A</b>	<b>ÁCIDA</b>	<b>BÁSICA</b>