



## 1 Ácidos y bases

### Página 149


- 1  Explica por qué los hidróxidos se comportan como bases. Utiliza para ello la teoría de Arrhenius.

Los hidróxidos son sustancias iónicas formadas por un catión y un ion poliatómico, el ion hidróxido ( $\text{OH}^-$ ). Si están en disolución acuosa, los iones se separan, alterándose la concentración de  $\text{OH}^-$  en el agua respecto a su equilibrio de autoionización.

- 2  Relaciona las concentraciones de protones con los valores de pH. Indica cuáles corresponden a disoluciones ácidas y cuáles a básicas.

- a)  $[\text{H}^+] = 0,01 \text{ M}$             1)  $\text{pH} = 0$   
b)  $[\text{H}^+] = 0,001 \text{ M}$         2)  $\text{pH} = 1$   
c)  $[\text{H}^+] = 1 \text{ M}$              3)  $\text{pH} = 2$   
d)  $[\text{H}^+] = 0,1 \text{ M}$           4)  $\text{pH} = 3$

c) y 1); d) y 2); a) y 3); b) y 4). Se trata en todos los casos de disoluciones ácidas.

- 3  Los ejemplos que hemos puesto en el texto se refieren a electrolitos fuertes, sustancias ácidas o básicas que están completamente disociadas. Busca información sobre los electrolitos débiles.

Los electrolitos débiles son los que no están completamente disociados en agua. Un ejemplo de electrolito débil es el ácido acético, presente en el vinagre.

- 4 Utilizando la teoría de Arrhenius, indica si las siguientes sustancias serán ácidas o bases:  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{KOH}$ .

$\text{H}_2\text{SO}_4$  y  $\text{H}_2\text{S}$  son ácidos, pues liberan  $\text{H}^+$  en disolución acuosa.  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  y  $\text{KOH}$  son bases, pues liberan  $\text{OH}^-$  en disolución acuosa.

- 5 ¿Es posible tener varias disoluciones de la misma sustancia, por ejemplo  $\text{HCl}$ , en las que el valor del pH sea diferente? Explica tu respuesta.

Sí es posible, basta con variar la concentración de la sustancia.

### Página 151

- 6 Calcula el valor de pH de una disolución de ácido clorhídrico cuya concentración es 0,02 M. Considera para ello que el ácido es fuerte, es decir, que está completamente disociado.

Si consideramos que está completamente disociado, ocurre que  $[\text{H}^+] = 0,02 \text{ M}$ ; por tanto:


$$\text{pH} = -\log 0,02 \approx 1,70$$

- 7 Indica qué color adquiere la disolución anterior si añadimos unas gotas de:


- a) Fenolftaleína.  
b) Azul de timol.  
a) Incoloro. b) Amarillo.

- 8** Tenemos una disolución de un ácido fuerte en agua. Medimos su pH con un pH-metro digital y obtenemos un valor de  $\text{pH} = 2$ , ¿cuál es la molaridad de la disolución?

Si  $\text{pH} = 2$ ,  $[\text{H}^+] = 10^{-2} = 0,01 \text{ M}$ .

- 9**  Busca información acerca de otros indicadores ácido-base y el valor de pH para el cual cambian de color (intervalo de viraje). Elabora una tabla con esta información, en la que se muestre la escala completa de pH.

Se puede encontrar esta información en diversas páginas de Internet; la mayoría de ellas con figuras procedentes de textos de química general.

- 10**  El pH de la orina humana varía entre 4,6 y 8. Busca información sobre cómo se mide este parámetro en la orina y qué significa un pH mayor que 8 en una muestra de orina.

Podemos encontrar información en <https://www.nlm.nih.gov/medlineplus/spanish/ency/article/003583.htm>. Se utilizan métodos colorimétricos. Un pH algo superior a 8 puede indicar infección en el tracto urinario.

- 11**  Busca información sobre los antiácidos más utilizados en la vida cotidiana. ¿Por qué no es recomendable su uso prolongado?

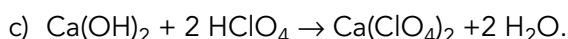
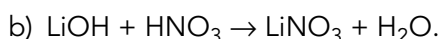
Normalmente son inhibidores de la bomba de protones (IBP) y se relacionan con riesgo de fracturas según estudios recientes. Ver: <http://www.elmundo.es/elmundosalud/2008/08/14/medicina/1218711030.html>.

- 12** Escribe las ecuaciones químicas de estas reacciones de neutralización:

a)  $\text{Ba}(\text{OH})_2$  con  $\text{HCl}$ .

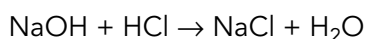
b)  $\text{HNO}_3$  con  $\text{LiOH}$ .

c)  $\text{HClO}_4$  con  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ .



- 13** Calcula la concentración de una disolución de  $\text{HCl}$  si 30 mL de la misma han consumido 12,3 mL de una disolución 0,02 M de  $\text{NaOH}$  hasta el punto de viraje.

Escribimos la reacción de neutralización y los datos de los que partimos:



Disolución a valorar:  $\text{HCl}$ ;  $V = 30 \text{ mL} = 3 \cdot 10^{-2} \text{ L}$ .


Disolución valorante:  $\text{NaOH}$ ;  $V = 12,3 \text{ mL} = 0,0123 \text{ L}$ ; 0,02 M.

De la reacción deducimos que la relación entre cantidad de sustancia de valorante y disolución a valorar es 1:1. A partir de la cantidad de  $\text{NaOH}$  que reacciona podremos calcular la cantidad de  $\text{HCl}$  presente:

$$\frac{0,02 \text{ mol de NaOH}}{1 \text{ L}} \cdot 0,0123 \text{ L} \cdot \frac{1 \text{ mol de HCl}}{1 \text{ mol de NaOH}} = 2,46 \cdot 10^{-4} \text{ mol de HCl}$$

A partir de la definición de concentración molar calculamos este parámetro para la disolución de  $\text{HCl}$ :

$$M = \frac{n \text{ (mol)}}{V \text{ (L)}} = \frac{2,46 \cdot 10^{-4} \text{ mol}}{3 \cdot 10^{-2} \text{ L}} = 8,2 \cdot 10^{-3} \text{ mol/L}$$

- 14**  Describe el procedimiento de realización de una volumetría ácido-base para determinar la concentración de una disolución de hidróxido de litio.

Para realizar la volumetría debemos elegir primero la disolución valorante, que será una disolución ácida, por ejemplo de HCl. Colocamos un volumen conocido de disolución de hidróxido de litio en el matraz Erlenmeyer y llenamos la bureta con el valorante. Añadimos unas gotas de indicador al matraz y poco a poco vamos añadiendo pequeños volúmenes desde la bureta al matraz, hasta que observemos el cambio de color del indicador. Una vez conocido el volumen de valorante necesario, repetiremos el procedimiento, pero esta vez añadiendo gota a gota la disolución valorante cuando nos acerquemos a los valores próximos al punto de viraje, para evitar un error por exceso.

## 2 Reacciones de combustión

### Página 152

- 15** Busca información sobre el índice de octano, y di por qué es importante este parámetro.

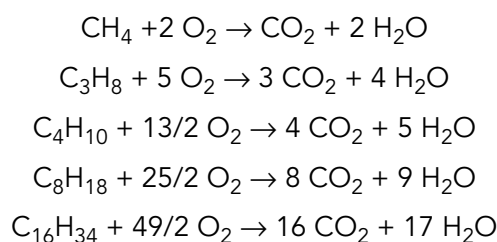
Se puede encontrar información en <http://www.ref.pemex.com/octanaje/que.htm>.

- 16**  Realiza una comparación entre la combustión del metano, propano, butano, octano y hexadecano. Para ello:

- Escribe las fórmulas químicas de cada combustible.
- Escribe las ecuaciones químicas de sus reacciones de combustión.
- Elabora un gráfico en el que representes la masa de CO<sub>2</sub> liberada por cada kilojulio de energía producido en la combustión de cada combustible.
- Extrae conclusiones.

a) Metano: CH<sub>4</sub>; propano: C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>; butano: C<sub>4</sub>H<sub>10</sub>; octano: C<sub>8</sub>H<sub>18</sub>; hexadecano: C<sub>16</sub>H<sub>34</sub>.

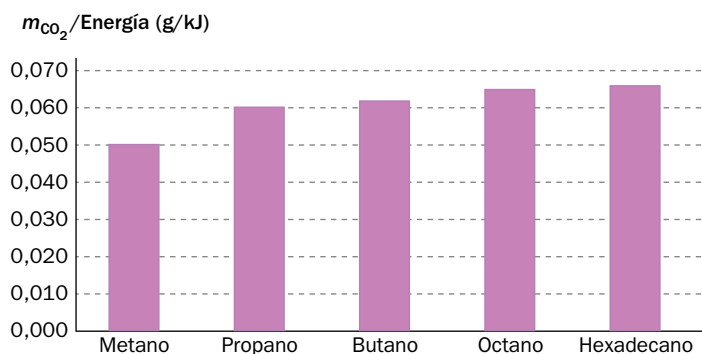
b) Las reacciones de combustión quedan descritas por las siguientes ecuaciones químicas:



- c) Para hallar la masa de CO<sub>2</sub> producida en la reacción de combustión de 1 mol de cada combustible, tenemos en cuenta la cantidad de CO<sub>2</sub> producida en cada reacción y la energía que se libera en cada una de ellas. Rellenamos la siguiente tabla, en la que hemos utilizado el dato de la masa molar del CO<sub>2</sub>, de 44 g/mol.

Combustible	$n_{\text{CO}_2}$ (mol)	$m_{\text{CO}_2}$ (g)	$E$ (kJ) = PC · $n_{\text{combustible}}$	$\frac{m_{\text{CO}_2}}{E}$ (g/kJ)
Metano	1	44	879	879
Propano	3	132	2192	730,7
Butano	4	176	2850	712,5
Octano	8	352	5438	679,8
Hexadecano	16	704	10663	666,4

Con estos valores, representamos el gráfico que nos piden:



- d) El combustible cuya combustión emite una mayor cantidad de  $\text{CO}_2$  por kJ de energía generada es el hexadecano.

### 3 Importancia de las reacciones de combustión

#### Página 153

##### Trabaja con la imagen

¿De qué formas crees que podría reducirse la emisión de  $\text{CO}_2$  a la atmósfera en los coches y las centrales térmicas?


Se trata de provocar la reflexión del alumnado acerca de la necesidad de hacer que las transformaciones energéticas que tienen lugar en las centrales térmicas y en los vehículos propulsados por motor de combustible tengan un rendimiento mayor, minimizándose la degradación de energía.

#### Página 154

##### Trabaja con la imagen

En esta imagen se muestra una fotografía de una célula eucariota. Identifica el orgánulo en el que se realiza la respiración celular. ¿En qué zona de la célula procariota se lleva a cabo esta acción?

La respiración celular en las células eucariotas tiene lugar en las mitocondrias. En las células procariotas, en la parte interna de la membrana celular o en el citoplasma.

- 17  Busca información sobre las bacterias que realizan una respiración anaerobia. ¿Podemos considerar este proceso como una reacción de combustión? Justifica tu respuesta.

No se puede considerar una reacción de combustión porque el oxígeno no es uno de los reactivos. Las bacterias anaerobias están presentes en diversos ámbitos; uno de ellos es el sistema gastrointestinal.

- 18  ¿Qué diferencia una célula procariota de una eucariota? La respiración aerobia, ¿se dará de la misma forma en ambos casos? Razona tu respuesta.

Una célula procariota carece de núcleo y el único orgánulo que tiene son los ribosomas. Por el contrario, una célula eucariota es una estructura mucho más compleja, con núcleo y una serie de orgánulos; en uno de ellos, las mitocondrias, es donde tiene lugar la respiración celular.

- 19**  En la reacción global de la respiración celular aparece un compuesto formado por carbono, hidrógeno y oxígeno. Identifícalo y di cómo lo adquiere el ser humano.

Se trata de la glucosa, que se ingiere en la alimentación.

- 20** En España hay un gran número de centrales térmicas repartidas por su geografía. Haz una lista con las más importantes, sitúalas en un mapa y clasifícalas según el combustible que utilicen.

Se puede consultar esta información en <http://www.unesa.net/unesa/html/sabereinvertir/mapas/centralestermicas.htm>.

- 21** Haz una línea cronológica de la evolución del motor desde su descubrimiento hasta la actualidad. ¿Se han utilizado siempre los mismos combustibles? ¿Por qué? Justifica tu respuesta.

En la línea cronológica pueden aparecer los siguientes acontecimientos:

1816: Motor de aire caliente o motor Stirling.

1859: J. E. Lenoir fabrica el primer motor de combustión con bujía para encendido de mezcla.

1864: S. Marcus fabrica el primer coche con motor de gasolina

1867: Otto y Langen fabrican un motor que aprovecha el movimiento del pistón libre.

1876: Otto fabrica el primer motor de cuatro tiempos.


1893-1898: Motor Diesel, R. Diesel fabrica el motor que utiliza aire caliente para el encendido de la mezcla.

1957: Wankel fabrica el primer motor de combustión interna rotativo.

## Página 155

- 22**  Además de utilizando una combustión, ¿de qué otra forma crees que podría conseguirse la energía térmica para producir energía eléctrica? ¿Afectaría a la contaminación atmosférica?

Se puede transformar energía nuclear en energía térmica, o bien utilizar la energía térmica de la radiación solar. En ninguno de los dos casos anteriores se afectaría a la contaminación atmosférica.


- 23**  Detener el cambio climático es un reto de los tiempos que vivimos. Investiga sobre las acciones que se están llevando a cabo para ello y reflexiona junto con tus compañeros y compañeras sobre las acciones individuales que podéis realizar ahora y en un futuro próximo, como estudiantes de ciencias.

Las acciones que pueden frenar el cambio climático pasan necesariamente por la reducción drástica de las emisiones de gases de efecto invernadero, en concreto de CO<sub>2</sub>.

Estas acciones pueden ir encaminadas a reducir las emisiones con las tecnologías que ya tenemos en uso, es decir, mejorar el rendimiento de las mismas: reducir emisiones en motores de combustión interna, mejorar los sistemas de aislamiento térmico de edificios para ahorrar calefacción, y con ello emisiones, entre otras muchas.

Otro tipo de acciones son aquellas que sustituyen tecnología ya existente por otra absolutamente diferente que no provoca la emisión de CO<sub>2</sub>. Por ejemplo, la transformación de energía en electricidad en una central térmica se puede sustituir por la transformación que ocurre en una central termosolar.

El alumnado puede hacer una relación de acciones individuales y colectivas de mejora o sustitución de tecnología o de costumbres y usos de esa tecnología.

- 24**  El uso de biomasa en reacciones de combustión se considera una energía respetuosa con el medio ambiente. Busca información sobre el ciclo del carbono y valora si realmente se puede considerar una forma limpia de conseguir energía térmica.

La biomasa como fuente de energía se plantea como respetuosa para el medio ambiente porque no altera el ciclo del carbono, ya que la cantidad de dióxido de carbono que se produce en la combustión se ha consumido previamente por el vegetal, cuyo residuo se quema, mientras estaba vivo. No obstante, en algunos lugares se están produciendo problemas locales de contaminación por partículas en suspensión por una elevada concentración de calderas de biomasa. Se puede consultar información, por ejemplo, en <http://www.energiasrenovablesinfo.com/biomasa/biomasa-ventajas-desventajas/>.

- 25** Uno de los efectos más catastróficos del aumento de la temperatura es el retroceso de los glaciares. Infórmate sobre este hecho, elabora un informe y coméntalo con el resto de la clase, proponiendo alguna medida para retrasar este efecto.

Una fuente de información de partida puede ser este reportaje de National Geographic: <http://www.nationalgeographic.es/noticias/medio-ambiente/calentamiento-global/1112-melting-glaciers-mean-double-trouble-for-water-supplies>.

## 4 Reacciones de síntesis

### Página 156

---

#### Trabaja con la imagen

Busca información sobre el uso del amoníaco en la industria química y la relevancia que tuvo el proceso de Haber-Bosch en la fabricación de fertilizantes. Elabora un informe.

Respecto del uso del amoníaco en la industria química destacamos su uso en máquinas frigoríficas, como materia prima en la obtención de fertilizantes y explosivos. Además, podemos encontrarlo en la formulación de muchos productos de limpieza.

### Página 157

---

#### Trabaja con la imagen

Prepara un breve escrito en el que resumas el proceso de síntesis del ácido sulfúrico.

A continuación infórmate acerca de las toneladas de ácido sulfúrico producido en España a lo largo de las últimas décadas y relaciónalo con el desarrollo del sector industrial en nuestro país.

La producción de ácido sulfúrico es indicador del desarrollo económico de un país, pues este producto químico es materia prima de otros muchos.

La producción de ácido sulfúrico se puede encontrar en «Estadísticas Históricas de España» (A. Carreras y X. Tafunell, Fundación BBVA, 2005).

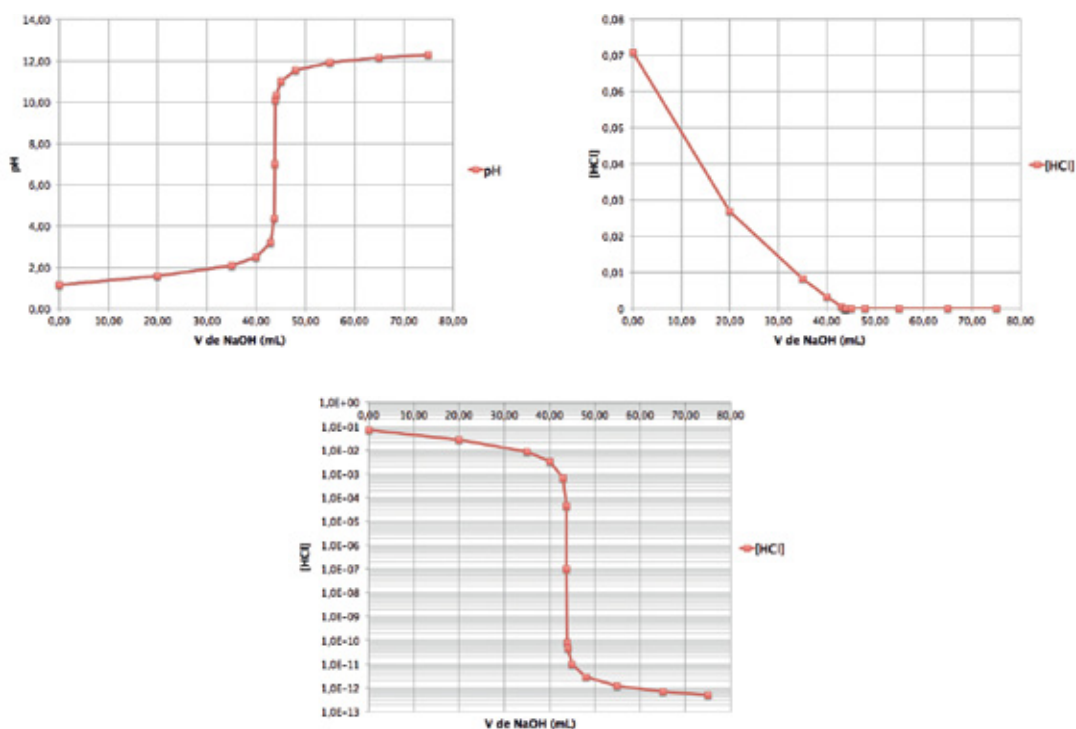
## TIC. Representaciones gráficas

Página 161

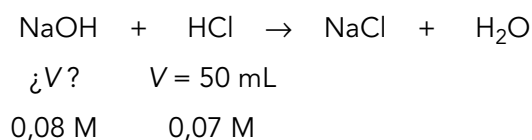
- 1 Practica la representación de este tipo de curvas de valoración y la representación en escala logarítmica con estos datos de una volumetría de 50 mL de HCl 0,07 M con NaOH 0,08 M y establece el volumen añadido de valorante en el punto de equivalencia.

$V_{\text{NaOH}}$ (mL)	pH	$V_{\text{NaOH}}$ (mL)	pH
0,00	1,15	43,90	10,11
20,00	1,57	44,00	10,33
35,00	2,08	45,00	11,02
40,00	2,48	48,00	11,54
43,00	3,19	55,00	11,93
43,70	4,37	65,00	12,17
43,75	7,00	75,00	12,30

Procediendo como se ha explicado en el libro del alumnado, se obtienen estas representaciones gráficas:



El volumen de valorante en el punto de equivalencia se obtiene realizando los cálculos estequiométricos correspondientes a esta reacción, con estos datos:



Teniendo en cuenta que la relación estequiométrica entre el NaOH y el HCl en la reacción anterior es 1:1, reacciona la misma cantidad de ambas sustancias.

En el volumen de 50 mL de disolución 0,07 M de HCl tenemos:

$$n_{\text{HCl}} = M \text{ (mol/L)} \cdot V \text{ (L)} = 0,07 \text{ mol/L} \cdot 0,05 \text{ L} = 0,0035 \text{ mol}$$

Necesitamos la misma cantidad de sustancia de NaOH. Como disponemos de una disolución 0,08 M de NaOH, el volumen necesario de disolución es:

$$V = \frac{n_{\text{NaOH}} \text{ (mol)}}{M \text{ (mol/L)}} = \frac{0,0035 \text{ mol}}{0,08 \text{ mol/L}} = 0,04375 \text{ L} = 43,75 \text{ mL}$$

## Taller de ciencias

### Página 162

#### Organizo las ideas

El esquema debe completarse de la siguiente forma: A: ácidos; B: liberan OH<sup>-</sup>; C: aumentar.

### Página 163

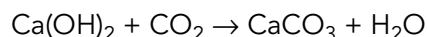
#### Trabajo práctico

- 1 Repite las experiencias variando la cantidad de papel quemado y el combustible a utilizar (astillas de madera, por ejemplo). Extrae conclusiones acerca de la cantidad de dióxido de carbono emitido en un determinado intervalo de tiempo en cada uno de los experimentos. Recuerda conservar los tubos de ensayo en los que has provocado la precipitación del carbonato de calcio para que te sirvan de comparación entre las experiencias que realices.

Con esta actividad pretendemos relacionar el efecto del factor de grado de división de un reactivo sólido sobre la velocidad de reacción. Así conseguimos que el alumnado relacione los aprendizajes adquiridos en unidades diferentes.

- 2 ¿Qué reacción ha ocurrido en la primera experiencia? Escribe y ajusta la ecuación química correspondiente.

La reacción química es:



- 3 ¿Para qué sirve la disolución de referencia? ¿Por qué es necesario en este caso? Justifica tus respuestas.

Utilizamos un método subjetivo para la identificación del dióxido de carbono, a través de la turbidez de la reacción. La disolución de referencia no contiene precipitado de carbonato de calcio, por ello nos sirve de referencia, ya que comparando con esta disolución podremos saber si la turbidez se ha incrementado, dándonos así una medida cualitativa del dióxido de carbono producido.


- 4 El agua carbonatada, o agua con gas, tiene burbujas por la presencia de dióxido de carbono. Toma una muestra de agua carbonatada y añádele fenolftaleína, ¿cuál es el color resultante? Explica tu respuesta.

Se espera color correspondiente al intervalo ácido; en el caso de la fenolftaleína, incoloro.



- 5** Realiza una nueva experiencia sustituyendo la reacción de combustión por el aire que expulsas al soplar. ¿Qué conclusiones puedes extraer de lo que has observado?

Se produce dióxido de carbono, pues la disolución se enturbia.

- 6**  La reacción entre vinagre y bicarbonato desprende  $\text{CO}_2$ . Compruébalo utilizando lo que has aprendido en esta práctica.

Realizaríamos el mismo montaje, pero, en esta ocasión pondríamos en el vaso de precipitados vinagre y bicarbonato, tapándolo de inmediato para evitar excesivas pérdidas de dióxido de carbono, que no detectaríamos en la disolución.

## Trabaja con lo aprendido

Página 164

### Ácidos y bases

- 1** Define estos términos:

- a) Electrolito.      d) Ion hidronio.  
b) Ion.                e) Ácido.  
c) Protones.        f) Base.

- a) Electrolito: iones disueltos en agua.  
b) Ion: especie química que consta de uno o más átomos con exceso o defecto de electrones, y, por tanto, carga neta distinta de cero.  
c) Protones: iones  $\text{H}^+$ .  
d) Ion hidronio: molécula de agua con un protón.  
e) Ácido: sustancia que libera iones  $\text{H}^+$  en disolución acuosa.  
f) Base: sustancia que libera iones  $\text{OH}^-$  en disolución acuosa.

- 2** Indica si estas afirmaciones son verdaderas o falsas:

- a) Una disolución de hidróxido de bario  $10^{-4}$  M tiene un pH inferior a 7.  
b) Una disolución de hidróxido de bario  $10^{-4}$  M siempre tiene el mismo valor de pH.  
c) Una disolución de HCl 0,3 M tendrá un pH mayor que otra 0,1 M.  
d) Todas las disoluciones de HCl tienen un pH menor que 7.
- a) Falso; una disolución acuosa de hidróxido de bario a esa concentración tiene carácter básico, por lo que su pH será mayor que 7.  
b) Verdadero, siempre que se trate de una disolución acuosa a la concentración señalada.  
c) Falso; una disolución acuosa de HCl 0,3 M tiene  $\text{pH} = 0,523$ , y otra de concentración 0,1 M tiene  $\text{pH} = 1$ .  
d) Falso; si la concentración de HCl en disolución acuosa es muy baja, no altera el pH neutro del agua, por lo que el pH no sería menor que 7.

**3 Razona si es posible tener disoluciones con un pH menor que 1 o mayor que 14.**

Matemáticamente un pH menor que 1 implica que  $[H^+] > 10^{-1}$  M, lo que sería posible. Si  $pH > 14$ , implica que  $[H^+] < 10^{-14}$  M, lo que también sería posible. Sin embargo, estas situaciones carecen de significado químico, ya que en la práctica  $[H^+] > 10^{-1}$  M representa un ácido tan fuerte que es indistinguible de otro de concentración mayor; y  $[H^+] < 10^{-14}$  M, un ácido de concentración tan baja que no afecta al pH neutro del agua. Por este motivo, la escala de pH se fija entre 1 y 14.

**4 Completa la siguiente afirmación con la opción adecuada: «Un valor de pH negativo...»**

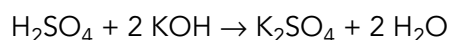
- ... no es posible porque la escala comienza en 1».
- ... significa que la concentración de protones es mayor que 1 M».
- ... corresponde a una disolución que no tiene carácter ácido ni carácter básico».
- ... significa que la concentración de protones es menor que 1 M».

Un valor de pH negativo significa que la concentración de iones hidronio es mayor que 1 M.

**5 Escribe la reacción de neutralización entre el ácido sulfúrico y el hidróxido de potasio y calcula:**

- La cantidad de hidróxido de potasio presente en una disolución de concentración 2,5 mol/L en una muestra de 100 mL.
- El volumen de una disolución de ácido sulfúrico 2,87 M necesario para neutralizar la disolución de hidróxido de potasio del apartado anterior.

La ecuación química de la reacción de neutralización es:



- Calculamos la cantidad de hidróxido de potasio multiplicando el volumen, expresado en litros, por la molaridad, obteniéndose 0,25 mol de KOH.
- Primero calculamos la cantidad de ácido sulfúrico requerida utilizando la información dada por la ecuación química:

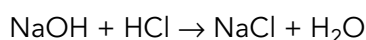
$$0,25 \text{ mol de KOH} \cdot \frac{1 \text{ mol de } H_2SO_4}{2 \text{ mol de KOH}} = 0,125 \text{ mol de } H_2SO_4$$

A continuación calculamos el volumen de disolución dividiendo la cantidad de sustancia entre la molaridad de la disolución; así tenemos que el volumen es:

$$V = \frac{n \text{ (mol)}}{M \text{ (mol/L)}} = \frac{0,125 \text{ mol}}{2,87 \text{ mol/L}} = 0,0436 \text{ L} = 43,6 \text{ L}$$

- Calcula la concentración de ácido clorhídrico en una disolución cuyo pH es igual a 3.
- Calcula el volumen de una disolución de NaOH 0,02 M necesario para que el pH de 50 mL de la disolución anterior sea igual a 7. Escribe la reacción de neutralización.

- Una disolución de HCl con  $pH = 3$  significa que  $-\log [H^+] = 3$ ; por tanto:  $[H^+] = 10^{-3}$  M.
- La reacción de neutralización es:



Tenemos que calcular el volumen de disolución de NaOH necesario para neutralizar los 50 mL de la disolución 0,001 mol/L de HCl. Para ello, calculamos en primer lugar, la cantidad de HCl presente en 50 mL de disolución:

$$n \text{ (mol)} = M \text{ (mol/L)} \cdot V \text{ (L)} = 0,001 \text{ mol/L} \cdot 0,05 \text{ L} = 0,00005 \text{ mol}$$

Teniendo en cuenta la estequiometría de la reacción, vemos que necesitamos la misma cantidad de NaOH, 0,000 05 mol. Por tanto, el volumen de disolución 0,02 M de NaOH necesario es:

$$V \text{ (L)} = \frac{n \text{ (mol)}}{M \text{ (mol/L)}} = \frac{0,000 05 \text{ mol}}{0,02 \text{ mol/L}} = 2,5 \cdot 10^{-3} \text{ L} = 2,5 \text{ mL}$$

- 7** Calcula del valor del pH de una disolución 0,08 M de ácido clorhídrico. ¿Cuál será el color de la disolución anterior si le añadimos unas gotas de fenolftaleína?

Si  $[H^+] = 0,08 \text{ M}$ , el pH es:

$$\text{pH} = -\log 0,08 \approx 1,1 \text{ mol /L}$$

La fenolftaleína será incolora.

- 8** ¿Cuál de los erlenmeyer de la fotografía corresponde al inicio de las siguientes volumetrías de neutralización?

- a) Disolución a valorar HCl, disolución valorante NaOH 0,1 M.  
b) Disolución a valorar  $\text{Ca(OH)}_2$ , disolución valorante  $\text{HNO}_3$ .



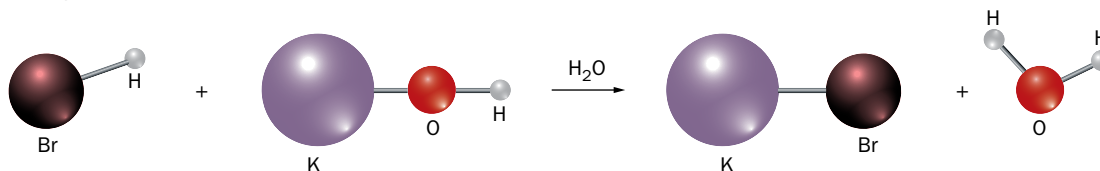
La primera fotografía corresponde al apartado a) puesto que colocaríamos en el matraz la disolución a valorar, en este caso ácida, por lo que la fenolftaleína aparece incolora. La segunda imagen corresponde al apartado b), ya que la disolución a valorar es básica, por lo que la fenolftaleína aparece coloreada.

- 9** Busca información sobre el pH de los diferentes jugos que hay en el interior de nuestro cuerpo (saliva, bilis, sangre, etc.). ¿Por qué crees que toman valores tan diferentes?

pH de saliva: 7-7,4; pH de bilis: entre 5,5 y 7; pH de sangre: entre 7,36 y 7,44; pH de los jugos gástricos: entre 0,9 y 1,5. Los valores de pH del organismo están relacionados con la función que tienen los distintos jugos en el organismo.

- 10** Representa con el modelo de bolas y varillas la reacción de neutralización del ácido bromhídrico con hidróxido de potasio.

La representación de la reacción se muestra a continuación:



- 11** En el calibrado de un pH-metro digital se han realizado las siguientes medidas del pH para una disolución estándar cuyo pH es de 5,500:

Medida	pH
1	5,500
2	5,400
3	5,600
4	5,100
5	5,200
6	5,500

- a) Calcula el valor medio de las medidas de pH.  
b) Calcula los errores absoluto y relativo de este conjunto de medidas.

a) Calculamos la media de las medidas a partir de los datos de la tabla:

$$\overline{\text{pH}} = \frac{5,500 + 5,400 + 5,600 + 5,100 + 5,200 + 5,500}{6} = 5,3833$$

b) A partir del valor medio calculamos la dispersión de los datos, que será el valor del error absoluto:

$$E_a^2 = \frac{(5,500 - 5,3833)^2 + (5,400 - 5,3833)^2 + (5,600 - 5,3833)^2 + (5,100 - 5,3833)^2}{6 \cdot (6 - 1)} + \frac{(5,200 - 5,3833)^2 + (5,500 - 5,3833)^2}{6 \cdot (6 - 1)} = 0,006278$$

$$E_a = \sqrt{0,006278} = 0,079 \simeq 0,08$$

Para calcular el error relativo dividimos el error absoluto entre el valor de la media:

$$E_r = \frac{0,08}{5,38} \simeq 0,01$$

## Página 165

- 12** Se realiza la valoración de neutralización de 50,00 mL de ácido clorhídrico 0,100 M con una disolución valorante de hidróxido de sodio 0,200 M. Calcula el pH de la disolución del matraz cuando se han añadido los siguientes volúmenes de la disolución valorante:

- a) 0 mL.  
b) 12,0 mL.  
c) 24,0 mL.  
d) 25,0 mL (punto de equivalencia).

Supón que el volumen de disolución en el matraz es igual a la suma de los volúmenes adicionados.

Siguiendo el esquema del ejercicio resuelto de la página 158 obtenemos las siguientes cantidades:

$$n_0 = 0,05 \text{ L} \cdot 0,100 \text{ mol/L} = 5 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

a) Como no hay disolución valorante, tenemos:

$$[\text{H}^+] = 0,1 \text{ M} \rightarrow \text{pH} = 1$$

b) En este caso, tenemos:

$$n_a = 0,012 \text{ L} \cdot 0,200 \text{ mol/L} = 2,4 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

$$n_0 - n_a = (5 - 2,4) \cdot 10^{-3} \text{ mol} = 2,6 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

Por tanto:

$$[\text{H}^+] = [\text{HCl}_{\text{sobranante}}] = \frac{2,6 \cdot 10^{-3} \text{ mol}}{(0,05 + 0,012) \text{ L}} \simeq 4,2 \cdot 10^{-2} \text{ M}$$

Por lo que el pH es:

$$\text{pH} = -\log[\text{H}^+] = -\log 4,2 \cdot 10^{-2} \simeq 1,38$$

c) Para el volumen de 24,0 mL, tenemos:

$$n_a = 0,024 \text{ L} \cdot 0,200 \text{ mol/L} = 4,8 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

$$n_0 - n_a = (5 - 4,8) \cdot 10^{-3} \text{ mol} = 2 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$$

$$[\text{H}^+] = \frac{2 \cdot 10^{-4} \text{ mol}}{(0,05 + 0,024) \text{ L}} \simeq 2,7 \cdot 10^{-3} \text{ M}$$

$$\text{pH} = -\log 2,7 \cdot 10^{-3} \simeq 2,57$$

d) Se trata del punto de equivalencia, por lo que  $\text{pH} = 7$ .

**13** Se sospecha que la concentración de una disolución de ácido clorhídrico está en torno a 0,02 M. Para realizar una volumetría de neutralización con 50,00 mL de esta disolución, ¿qué disolución valorante utilizarías?

a) Una disolución de NaOH 0,10 M.

b) Una disolución de NaOH 0,20 M.

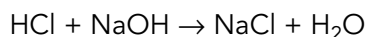
c) Una disolución de NaOH 0,02 M.

**Justifica tu respuesta con los cálculos que consideres necesarios. Ten en cuenta que las buretas de laboratorio suelen tener una capacidad máxima de 50 mL.**

Elegiremos la disolución de valorante que requiera mayor volumen para neutralizar la disolución de HCl, ya que de este modo podremos agregar gota a gota el valorante con mayor precisión, minimizando el riesgo de cometer error por exceso. Vamos a calcular el volumen de valorante necesario en cada caso. La cantidad de HCl en la disolución 0,02 M es:

$$n_{\text{HCl}} = M \cdot V = 0,02 \text{ mol/L} \cdot 0,05 \text{ L} = 1 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

La reacción de neutralización es:



Como la proporción estequiométrica es 1:1, necesitamos la misma cantidad de NaOH:

$$n_{\text{NaOH}} = 1 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

El volumen necesario de disolución valorante en cada caso es:

$$\text{a) } V = \frac{n_{\text{NaOH}}}{M} = \frac{1 \cdot 10^{-3} \text{ mol}}{0,10 \text{ mol/L}} = 0,01 \text{ L} = 10 \text{ mL}$$

$$\text{b) } V = \frac{n_{\text{NaOH}}}{M} = \frac{1 \cdot 10^{-3} \text{ mol}}{0,20 \text{ mol/L}} = 0,005 \text{ L} = 5 \text{ mL}$$

$$\text{c) } V = \frac{n_{\text{NaOH}}}{M} = \frac{1 \cdot 10^{-3} \text{ mol}}{0,02 \text{ mol/L}} = 0,05 \text{ L} = 50 \text{ mL}$$

Elegiríamos la opción c), pues en las otras dos cada gota de valorante añadida de más implica un error mayor, al ser el volumen a determinar menor.

- 14** Cuando establecemos la concentración de una disolución de un ácido o de una base de concentración desconocida mediante una volumetría de neutralización, solemos repetir el experimento varias veces; ¿a qué crees que es debido?

Si se desconoce el valor de la concentración, se desconoce por completo el volumen de valorante que será necesario, por lo que es probable que no se obtenga con suficiente precisión el punto de viraje del indicador, cometiéndose un error por exceso. Por ello, solemos realizar una primera volumetría para establecer el punto de viraje de forma aproximada, y una segunda en la que al acercarnos al punto de viraje, disminuimos el flujo de valorante, añadiéndolo gota a gota para tener más precisión.

- 15** Se realiza la volumetría de neutralización de una muestra de 50,00 mL de ácido clorhídrico con una disolución 0,02 M de NaOH en repetidas ocasiones, obteniéndose los siguientes resultados:

Medida	V de NaOH (mL)
1	33
2	35
3	32
4	34
5	31
6	35

¿Sería correcto afirmar que la concentración de ácido es  $0,0133 \pm 0,0003$  mol/L? Justifica tu respuesta.

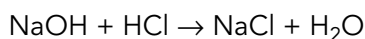
Para responder al ejercicio debemos calcular la concentración de ácido a partir del valor medio de la cantidad de valorante consumido a partir de los datos de la tabla, en este caso una disolución 0,02 M de NaOH:

$$\bar{V} = \frac{33 + 35 + 32 + 34 + 31 + 35}{6} \simeq 33,3 \text{ mL} = 3,33 \cdot 10^{-2} \text{ L}$$

Y el error absoluto de este conjunto de medidas:

$$E_a = \sqrt{\frac{(33 - 33,3)^2 + (35 - 33,3)^2 + (32 - 33,3)^2 + (34 - 33,3)^2 + (31 - 33,3)^2 + (35 - 33,3)^2}{6 \cdot (6 - 1)}} \simeq \\ \simeq 0,67 \text{ mL} \simeq 7 \cdot 10^{-4} \text{ L}$$

Para calcular la concentración del ácido utilizamos el dato anterior teniendo en cuenta la reacción de neutralización:



De esta reacción deducimos que la relación entre cantidad de sustancia de valorante y disolución a valorar es 1:1. A partir de la cantidad de NaOH que reacciona podremos calcular la cantidad de HCl presente:

$$\frac{0,02 \text{ mol de NaOH}}{1 \text{ L}} \cdot 0,0333 \text{ L} \cdot \frac{1 \text{ mol de HCl}}{1 \text{ mol de NaOH}} = 6,66 \cdot 10^{-4} \text{ mol de HCl}$$

A partir de la definición de concentración molar calculamos este parámetro para la disolución de HCl, sabiendo que la muestra de ácido tenía un volumen de 50,00 mL =  $5 \cdot 10^{-2}$  L:

$$M = \frac{n \text{ (mol)}}{V \text{ (mol)}} = \frac{6,66 \cdot 10^{-4} \text{ mol}}{5 \cdot 10^{-2} \text{ L}} = 1,33 \cdot 10^{-2} \text{ mol/L}$$

Procediendo de forma análoga con el error absoluto tenemos:

$$\frac{0,02 \text{ mol de NaOH}}{1 \text{ L}} \cdot 0,0007 \text{ L} \cdot \frac{1 \text{ mol de HCl}}{1 \text{ mol de NaOH}} = 1,4 \cdot 10^{-5} \text{ mol de HCl}$$

$$M = \frac{n \text{ (mol)}}{V \text{ (L)}} = \frac{1,4 \cdot 10^{-5} \text{ mol}}{5 \cdot 10^{-2} \text{ L}} \simeq 2,8 \cdot 10^{-4} \text{ mol/L} \simeq 0,0003 \text{ mol/L}$$

Por lo tanto, concluimos que la afirmación es correcta.

## Reacciones de combustión

- 16** Se realiza la combustión completa de 10,00 L de un alcano gaseoso medidos a 0,97 atm y 323 K. Se analizan los gases de la combustión y se observa que se han formado 30,00 L de CO<sub>2</sub> medidos en las mismas condiciones y 1,46 mol de H<sub>2</sub>O. ¿De qué alcano gaseoso se trata?

Siguiendo el esquema planteado en la página 159 observamos que el coeficiente estequiométrico del dióxido de carbono corresponde al número de carbonos del alcano. En este caso, se obtiene un volumen de dióxido de carbono que es el triple que el del alcano medido en las mismas condiciones de presión y temperatura; por ello, el número de carbonos del alcano será 3, y se tratará del propano.

- 17** Comprueba el resultado del ejercicio anterior verificando la cantidad de sustancia de agua formada.

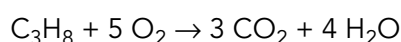
Siguiendo los pasos dados en la página 159, obtenemos la cantidad de sustancia del alcano utilizando la ecuación de los gases ideales:

$$p \cdot V = n \cdot R \cdot T \rightarrow n = \frac{p \cdot V}{R \cdot T} = \frac{0,97 \text{ atm} \cdot 10,00 \text{ L}}{0,082 \frac{\text{atm} \cdot \text{L}}{\text{mol} \cdot \text{K}} \cdot 323 \text{ K}} = 0,366 \text{ mol}$$

Haciendo una proporción entre las cantidades de alcano y agua, obtenemos que la cantidad de agua es cuatro veces la cantidad de alcano. Observando el coeficiente estequiométrico del agua (página 159), concluimos que  $n + 1 = 4$  y, por tanto,  $n = 3$ , siendo  $n$  el número de átomos de carbono. Se trata del propano.

- 18** Calcula el volumen de aire necesario para la combustión del alcano del ejercicio 16, medido en las mismas condiciones de presión y temperatura, sabiendo que el aire tiene un 21 % de oxígeno.

Se trata de estudiar la combustión del propano, cuya ecuación química es:



Tenemos que calcular el volumen de aire necesario para esta combustión, para lo cual tendremos que calcular previamente el volumen de oxígeno necesario y considerar que solo un 21 % de aire es oxígeno. Para obtener el volumen de oxígeno debemos calcular previamente la cantidad de oxígeno necesaria para que se forme 1,46 mol de agua, como se indica en el enunciado del ejercicio 16.

A partir de la relación entre los coeficientes del agua y del oxígeno de la ecuación química concluimos:

$$1,46 \text{ mol de H}_2\text{O} \cdot \frac{5 \text{ mol de O}_2}{4 \text{ mol de H}_2\text{O}} = 1,83 \text{ mol de O}_2$$

Utilizando la ecuación de los gases ideales calculamos el volumen de oxígeno que corresponde a la cantidad anterior, medido a 0,97 atm y 323 K:

$$p \cdot V = n \cdot R \cdot T \quad ; \quad V_{\text{O}_2} = \frac{n \cdot R \cdot T}{p} = \frac{1,83 \text{ mol} \cdot 0,082 \frac{\text{atm} \cdot \text{L}}{\text{K} \cdot \text{mol}} \cdot 323 \text{ K}}{0,97 \text{ atm}} = 50,0 \text{ L}$$

Calculamos por último el volumen de aire a que corresponde:

$$V_{\text{aire}} = 50,0 \text{ L} \cdot \frac{100 \text{ L de aire}}{21 \text{ L de O}_2} = 238,1 \text{ L de aire}$$

**19** Compara la cantidad de sustancia de dióxido de carbono emitida en la combustión de un kilogramo de:

- a) Metano.
- b) Propano.
- c) Butano.
- d) Octano.
- e) Hexadecano.

Calculamos para ello la cantidad de sustancia contenida en 1 kg de cada compuesto, utilizando la masa molar de cada sustancia. Al multiplicar esta cantidad por el número de carbonos de la molécula de cada compuesto obtendremos la cantidad de dióxido de carbono emitida. Recogemos los resultados en esta tabla:

Compuesto	M (g/mol)	n (mol)	n de CO <sub>2</sub> (mol)
Metano	16	62,5	62,5
Propano	44	22,7	68,2
Butano	58	17,2	69,0
Octano	114	8,8	70,2
Hexadecano	226	4,4	70,8

- 20** a) Calcula la cantidad de combustible que se debe quemar para obtener 10<sup>6</sup> kJ en el caso de que el combustible sea gasolina y en el caso de que sea gasóleo.
- b) Calcula, además, la cantidad de dióxido de carbono que se genera en cada uno de los dos casos anteriores. Extrae conclusiones.
- a) Para calcular la cantidad de combustible necesario para obtener 10<sup>6</sup> kJ de energía utilizamos los datos de poder calorífico del octano, como representativo de la gasolina, y del hexadecano, como representativo del gasóleo.

$$PC (\text{octano}) = 5438 \text{ kJ/mol}$$

$$PC (\text{hexadecano}) = 10663 \text{ kJ/mol}$$



Para calcular la cantidad de combustible dividimos la energía que queremos obtener entre el poder calorífico de cada uno de ellos:

$$\text{Para la gasolina (octano): } 10^6 \text{ kJ} \cdot \frac{1 \text{ mol}}{5438 \text{ kJ}} \simeq 184 \text{ mol}$$

$$\text{Para el gasóleo (hexadecano): } 10^6 \text{ kJ} \cdot \frac{1 \text{ mol}}{10663 \text{ kJ}} \simeq 94 \text{ mol}$$

- b) Para calcular la cantidad de dióxido de carbono que se produce en cada uno de los dos casos debemos considerar que por cada mol de combustible se producen tantas veces más de dióxido de carbono como átomos de carbono tenga una molécula de combustible:

Para la gasolina (octano, 8 carbonos):  $184 \cdot 8 = 1470$  mol de  $\text{CO}_2$ .

Para el gasóleo (hexadecano, 16 carbonos):  $94 \cdot 16 = 1500$  mol de  $\text{CO}_2$ .

Podemos concluir que se produce una cantidad similar de dióxido de carbono en ambos casos.

## Página 166

### Importancia de las reacciones de combustión

**21** Indica si las siguientes afirmaciones son verdaderas o falsas:

- El proceso de respiración consiste en una única reacción química.
- Los dos tipos de respiración celular requieren de la presencia de oxígeno.
- En la respiración celular aerobia no se produce agua.
- La respiración es un proceso exotérmico.

a), b) y c) son falsas, y d) verdadera.

**22** Busca información acerca de las diferencias en el funcionamiento de un motor diésel y uno gasolina. ¿Qué gases contaminantes emiten los motores diésel?

Se puede encontrar información en <http://www.areatecnologia.com/TUTORIALES/MOTOR%20DE%20COMBUSTION.htm>.

Los motores diésel no llevan bujías para la explosión de combustible, sino que esta se hace por compresión. Los diésel funcionan con una variedad mayor de combustibles.

Además de dióxido de carbono e hidrocarburos no quemados, los diésel emiten partículas en suspensión y óxidos de nitrógeno.

**23** Una de las alternativas que se han propuesto desde la industria del automóvil para reducir la contaminación es el uso de vehículos híbridos.

- Busca información sobre su funcionamiento.
- La transformación de energía necesaria para recargar la batería de este tipo de vehículos, ¿es origen de contaminación por emisión de gases de efecto invernadero?
- ¿Crees que puede ser una solución a largo plazo al problema de las emisiones de dióxido de carbono?

a) Se puede encontrar información en <http://www.motorpasion.com/coches-hibridos-alternativos/como-funciona-un-coche-hibrido>.

- b) Si proviene de centrales térmicas, sí.
- c) Respuesta abierta. El alumnado puede argumentar su respuesta entorno a conceptos como el ahorro de energía, procesos más eficientes y energías alternativas, como la solar térmica y la eólica.

**24 Haz un esquema en el que representes las transformaciones de energía que tienen lugar en una central térmica.**

El esquema debe constar de las siguientes transformaciones: Energía química → energía térmica → energía cinética → energía eléctrica.

**25 Explica las diferencias entre una central térmica de turbina de gas y una de turbina de vapor.**

En una central de turbina de gas la turbina se mueve por acción, en parte, del gas generado en la combustión. En una de turbina de vapor lo que mueve a la turbina es vapor de agua sobrecalentado que se obtiene utilizando el calor liberado en la combustión para llevar a cabo el cambio de estado del agua que no entra en contacto directo con los gases de la combustión.

**26 ¿En qué consiste la contaminación térmica? ¿Está presente en las centrales térmicas? ¿Y en las nucleares?**

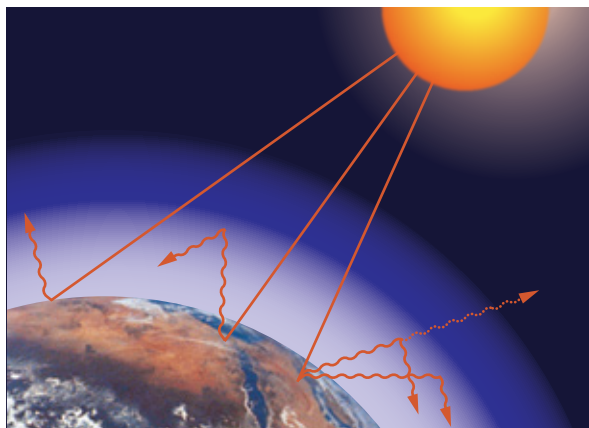
La contaminación térmica consiste en el vertido de aguas a temperatura superior a la del ecosistema en el que se vierten. Esta circunstancia afecta a la solubilidad del oxígeno, que disminuye, causando que la concentración de este gas en el medio acuático sea menor. Se afecta así a la fauna acuática, que puede perecer por falta de oxígeno.

Esta contaminación está presente en las centrales térmicas y en las nucleares, pues ambos tipos de centrales utilizan agua como refrigerante y como elemento de transmisión de energía térmica que se transforma en energía cinética en la turbina.

**27 a) Realiza un dibujo en el que expliques en qué consiste el efecto invernadero. Incluye información acerca de la radiación solar y la radiación que es capaz de absorber el dióxido de carbono.**

**b) Busca información sobre los detectores de dióxido de carbono. ¿Guarda relación con la información de tu respuesta al apartado anterior?**

- a) En el dibujo realizado se debe diferenciar entre las características de la radiación solar que llega a la Tierra y las de la radiación IR que esta emite, que es la retenida por el dióxido de carbono.



- b) Los detectores de dióxido de carbono se basan en la capacidad de absorción de este gas de la radiación IR, el mismo tipo de radiación que emite un cuerpo en función de su temperatura.

**28 ¿Por qué decimos que el efecto invernadero es necesario para la vida en nuestro planeta?**

Si no existiera el efecto invernadero, la temperatura de la parte del planeta en la que es de noche disminuiría mucho, haciendo inhabitable nuestro planeta.

**29 Documentate acerca de cuántas cumbres sobre el clima se han celebrado, los lugares y años en los que han tenido lugar, y si se alcanzaron acuerdos entre los países participantes.**

Se puede encontrar información al respecto en <https://sustentabilidadydesarrollo.com/2015/01/30/el-cambio-climatico-cronologia-de-negociaciones/>.

**30 Explica las diferencias y las semejanzas entre el efecto invernadero y la destrucción de la capa de ozono. Para ello, busca información y realiza un dibujo.**

Las diferencias entre estos dos problemas ambientales son enormes; solo tienen en común que afectan a la atmósfera en una escala planetaria. Podemos destacar que el efecto invernadero se produce por la emisión de gases de efecto invernadero, principalmente dióxido de carbono, y se produce por absorción de la radiación IR que emite la Tierra. Por otra parte, la destrucción de la capa de ozono está causada por la emisión de CFC, en cuya composición hay átomos de cloro, que consumen en parte el ozono estratosférico, impidiendo así que la capa de ozono se regenere y absorba la radiación UV que proviene del Sol.

Una diferencia adicional es que la destrucción de la capa de ozono es un problema al que se han impuesto soluciones, mientras que la emisión de gases de efecto invernadero todavía está por resolver.

**31 Algunas de nuestras acciones cotidianas conllevan la emisión de dióxido de carbono a la atmósfera, aunque no seamos conscientes de ello.**

**Investiga acerca de la forma en la que se genera la electricidad que llega a tu casa y argumenta acerca de si se trata de una energía limpia o no.**

Para saber el origen de la energía eléctrica de los hogares se ha de consultar el Boletín Estadístico del Ministerio de Industria, Energía y Turismo, en el apartado consumo de energía primaria.

## Reacciones de síntesis

**32 El amoníaco es una sustancia muy volátil que se detecta por su olor incluso a concentraciones muy bajas. En los productos de limpieza se encuentra combinado con el agua formando hidróxido de amonio. ¿Cuál será el pH de este tipo de productos? Investiga para responder a la pregunta.**

El pH de los productos de limpieza basados en amoníaco será básico, en torno a un valor de 12.

**33 El proceso de síntesis del amoníaco fue motivado por un desabastecimiento de fertilizantes de origen natural. Busca información sobre las circunstancias que motivaron este desarrollo y el uso que se hizo a posteriori del amoníaco sintetizado.**

Se puede encontrar información al respecto en [http://elpais.com/elpais/2015/01/06/opinion/1420564961\\_437539.html](http://elpais.com/elpais/2015/01/06/opinion/1420564961_437539.html).

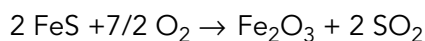
**34 Las síntesis de amoníaco y ácido sulfúrico se basan en procesos catalíticos. ¿Qué catalizadores utilizan? Según lo que has estudiado en la unidad anterior, ¿podrían llevarse a cabo estas reacciones si utilizáramos otro catalizador distinto? Argumenta tu respuesta.**

Los catalizadores utilizados son: para la síntesis de amoníaco un catalizador de hierro con óxidos de aluminio y potasio, y para la síntesis del sulfúrico pentaóxido de vanadio.

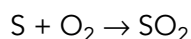
Los catalizadores son específicos para la reacción que catalizan, aunque es posible que se investigue acerca de la idoneidad de otro catalizador para cada proceso que sea susceptible de aumentar su rendimiento.

**35** Escribe las dos reacciones descritas en la primera etapa de síntesis del ácido sulfúrico, sabiendo que la pirita está compuesta por FeS.

La reacción de tostación de la pirita es:



Si partimos de azufre la reacción será:



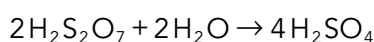
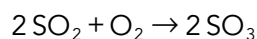
**36** La absorción, que se utiliza en la obtención del ácido piro-sulfúrico en el proceso de síntesis del ácido sulfúrico por el método de contacto, pone en contacto una fase líquida con una gaseosa y ocurre una reacción química entre ellas. ¿Qué otros procesos conoces en los que se ponga en contacto un líquido con un gas y ocurra una reacción química? Para responder a esta pregunta, busca información sobre la lluvia ácida.

La lluvia ácida se produce cuando los óxidos de nitrógeno y de azufre reaccionan con el agua produciéndose ácido nítrico y sulfúrico. Este es un ejemplo de reacción entre gases y líquidos.

## Página 167

**37** Calcula la cantidad de ácido sulfúrico que se puede obtener a partir de 10 mol de dióxido de azufre, suponiendo que el proceso tenga un rendimiento del 100%.

Siguiendo las etapas descritas en la página 157, observamos que por cada 2 mol de  $\text{SO}_2$  se obtienen 4 mol de  $\text{H}_2\text{SO}_4$ :



Por tanto:

$$n_{\text{H}_2\text{SO}_4} = 10 \text{ mol de SO}_2 \cdot \frac{4 \text{ mol de H}_2\text{SO}_4}{2 \text{ mol de SO}_2} = 20 \text{ mol de H}_2\text{SO}_4$$

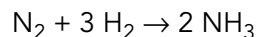
**38** El principal riesgo de contaminación por ácido sulfúrico es de origen industrial, bien en plantas de producción del mismo o por industrias que lo utilicen como materia prima, pero también de uso más cotidiano en la sustitución de baterías gastadas. Busca información acerca de:

- Los efectos a corto plazo de un vertido de ácido sulfúrico.
- Los efectos de la denominada lluvia ácida y las medidas que se han puesto en las últimas décadas para minimizarla.
  - Un vertido de ácido sulfúrico hará disminuir drásticamente el pH de las aguas residuales, pudiendo afectar nocivamente a la carga bacteriana de las estaciones de tratamiento de aguas.

b) Los principales efectos son la acidificación de bosques, ríos y lagos, lo que afecta nocivamente a la flora y fauna de los mismos y la destrucción de fachadas y esculturas. Entre las medidas destacamos la desulfuración de combustibles y el uso de catalizadores de tres vías en los escapes de los vehículos a motor.

**39** Calcula el volumen de amoníaco que se puede producir a partir de 3 L de nitrógeno molecular, todo ello medido en condiciones normales.

Partimos de la ecuación química ajustada:



De la que concluimos que por cada mol de nitrógeno se producen 2 mol de amoníaco.

Al tratarse de una reacción en fase gas, la relación entre las cantidades de sustancias y los volúmenes son iguales, si se mide el volumen de cada sustancia en las mismas condiciones de presión y temperatura, como es el caso del enunciado. Por ello, concluimos que se producirá un volumen doble de amoníaco respecto del volumen del nitrógeno; es decir, 6 litros.

**40** Repite el cálculo de la actividad anterior, pero suponiendo en este caso que el volumen de amoníaco se mide a 1 atm y 350 K. Extrae conclusiones.

En primer lugar, necesitamos conocer la cantidad de sustancia de partida:

$$n_{\text{N}_2} = \frac{V}{V_m} = \frac{3 \text{ L}}{22,4 \text{ L/mol}} = 0,13 \text{ mol de N}_2$$

Como por cada mol de nitrógeno se producen 2 mol de amoníaco, la cantidad de amoníaco producida es:

$$n_{\text{NH}_3} = 0,13 \text{ mol} \cdot \frac{2 \text{ mol de NH}_3}{1 \text{ mol de N}_2} = 0,26 \text{ mol de NH}_3$$

El volumen de amoníaco es:

$$V = n \cdot \frac{R \cdot T}{p} = 0,26 \text{ mol} \cdot \frac{0,082 \frac{\text{atm} \cdot \text{L}}{\text{mol} \cdot \text{K}} \cdot 350 \text{ K}}{1 \text{ atm}} = 7,5 \text{ L}$$

**41** a) Normalmente asociamos este tipo de imagen con las centrales nucleares, ¿es correcta esta asociación?

b) ¿Es la energía nuclear una energía limpia? Valora de forma personal el uso de este tipo de transformación energética, sus riesgos y beneficios. Aplica el principio de prudencia.

- a) Se trata de torres de refrigeración que podemos encontrar también en otro tipo de centrales eléctricas, como las térmicas.
- b) A corto plazo, sí. Sin embargo, se generan residuos radiactivos de alta actividad cuya estabilización es muy costosa en tiempo; el riesgo de la custodia de estos residuos se traspasa de generación en generación.