

Pág. 7

**PARA COMENZAR**

- Porque todas las reacciones químicas necesarias para la vida se realizan en el seno del agua y generalmente entre sustancias solubles en agua.
- Debe mantener una distancia adecuada respecto a una estrella para que su temperatura permita la existencia de agua líquida. También debe tener un tamaño suficiente para mantener una atmósfera suficientemente importante para poder estabilizar la temperatura superficial del planeta y para poder filtrar las radiaciones ultravioletas (RUV) solares.
- Sí, estas son las condiciones ideales para las bacterias fermentadoras, y son las condiciones de nuestro planeta cuando empezó la vida en él hace 3 800 m. a.
- R. L.
- R. L. La partícula más pequeña es el átomo y el nivel que presenta mayor complejidad es la biosfera.

Pág. 9

- 1 El átomo de número atómico 17 será el más electronegativo, ya que en el primer orbital tendrá 2 electrones, en el segundo tendrá 8 electrones y en el tercero tendrá 7 electrones, es decir, tan solo necesita ganar un electrón para llegar a tener 8 en su último orbital.

En cambio, el de número atómico 12 tendrá 2 electrones en su último orbital y, por tanto, tenderá a cederlos, en vez de atraer más electrones.

En una tabla periódica se puede observar que el átomo de número atómico 12 es el magnesio y el de número atómico 17 es el cloro.

- 2 Los dos átomos presentan 6 electrones en su último orbital, es decir, los dos tienen tendencia a coger dos electrones de los átomos que presentan menos de seis electrones en su último orbital.

Cuanto mayor es la distancia entre los últimos electrones y el núcleo, menos atraídos están. El oxígeno solo tiene ocho electrones y por ello es más pequeño que el azufre, que presenta 16 electrones; por lo tanto, el oxígeno es mucho más electronegativo que el azufre.

- 3 No sería posible porque reaccionaría con el oxígeno, formaría agua y desprendería una gran cantidad de energía. De hecho esta es la base de la bomba de hidrógeno y del futuro aprovechamiento del hidrógeno en los coches como combustible no contaminante.

Pág. 10

- 4 Porque su función es reguladora o biocatalizadora, es decir, forman parte de muchas enzimas, y no tienen función estructural. Debido a ello resultan indispensables, aunque sea suficiente que solo se encuentren en pequeñas cantidades.

Pág. 11

- 5 Porque los enlaces carbono-carbono forman cadenas estables, y los enlaces carbono hidrógeno también son estables y forman moléculas apolares, es decir, moléculas que no se disolverán en el agua. Esto les permite formar estructuras que perduran mucho tiempo, pero, a su vez, no son excesivamente estables, por lo que se pueden romper con un poco de energía, lo cual permite que reaccionen con otras sustancias, y la reacción química es imprescindible para la vida.
- 6 Porque, al ser muy electronegativos, tienden a atraer los electrones de los átomos de carbono e hidrógeno, lo que supone la rotura de los enlaces entre carbonos y entre carbonos e hidrógenos, con la consiguiente liberación de energía. Esta oxidación de los compuestos orgánicos es la que permite obtener la energía que se necesita para vivir.
- 7 El calcio.

Pág. 12

- 8 *Materia viva* son todas las biomoléculas que constituyen un ser vivo, mientras que *materia orgánica* son los compuestos formados básicamente por C e H, independientemente de si constituyen un ser vivo o una sustancia artificial, es decir, una sustancia sintetizada por el ser humano. En la naturaleza la materia orgánica solo la forman los seres vivos, o bien deriva de ellos, como sucede con el carbón y el petróleo, que derivan de restos de organismos que vivieron hace millones de años. Fuera de la naturaleza la materia orgánica puede ser sintetizada por los seres humanos. Por ejemplo, los plásticos, que son materia orgánica, pero no son materia viva. La materia viva solo procede de materia viva, aunque en la actualidad se está muy cerca de poder sintetizar el primer organismo vivo bacteriano.

- 9 R. L.

Pág. 13

- 10 Por los puentes de hidrógeno que se forman continuamente entre las moléculas de agua, que hacen que las moléculas permanezcan unidas. Así, por ejemplo, si se unen 10 moléculas de agua, el polímero resultante tiene una masa molecular de 180 u, que es mucho más elevada que la masa molecular del SO<sub>2</sub>, que es 64.

Pág. 14

- 11 Todas y cada una de estas propiedades del agua se deben a su polaridad y a la formación de enlaces de hidrógeno entre los dipolos, salvo la propiedad del bajo grado de ionización, que se debe a lo poco que se disocian las moléculas de agua en iones hidronio (H<sub>3</sub>O<sup>+</sup>) e hidroxilo (OH<sup>-</sup>). Entrando en el detalle de cada una de ellas, se debe decir que:

- La alta tensión superficial se debe a los puentes de hidrógeno horizontales existentes entre las moléculas superficiales.
- El elevado calor específico, a que se ha de suministrar mucho calor para que aumente la temperatura, porque hay que romper muchos enlaces de hidrógeno para conseguir que aumente el grado de agitación de las moléculas de agua.
- El elevado calor de vaporización, a que se ha de suministrar mucho calor para que el agua pase de estado líquido a estado de gas, porque hay que romper muchos enlaces entre las moléculas para conseguir que queden aisladas y empiecen a constituir un gas.
- La mayor densidad en estado líquido se debe a que los puentes de hidrógeno provocan que las moléculas estén más próximas entre sí en estado líquido que en estado sólido.
- El elevado poder disolvente se debe a que el oxígeno es muy electronegativo y acapara el electrón del hidrógeno, generando moléculas dipolares.
- El bajo grado de ionización se debe a que si las moléculas tienen tantas dificultades para separarse entre sí, más lo tienen para desdoblarse en dos iones.

Pág. 15

12

Propiedades del agua	Funciones biológicas
<b>Elevada fuerza de cohesión</b>	El agua resulta incompresible y actúa como esqueleto hidrostático, da volumen. Facilita el ascenso de la savia bruta en las plantas por capilaridad.
<b>Elevada tensión superficial</b>	Permite a los pequeños animales desplazarse por la superficie del agua.
<b>Elevado calor específico</b>	Amortiguador térmico, evita variaciones bruscas de temperatura.
<b>Elevado calor de vaporización</b>	Sistema de refrigeración; transpiración en plantas y sudoración en animales.
<b>Mayor densidad en estado líquido que en estado sólido</b>	El agua superficial se hiela y forma una capa termoaislante que permite la vida bajo el hielo.
<b>Elevado poder disolvente</b>	Transporte de sustancias en disolución y medio donde ocurren las reacciones biológicas.
<b>Bajo grado de ionización</b>	Función bioquímica.

Pág. 16

### SABER HACER

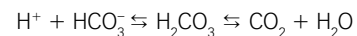
- 13 El hueso de pollo es flexible y elástico porque todavía contiene colágeno, pero no sales minerales. El HCl no reacciona con proteínas, pero sí con las sales minerales. La cáscara de almeja y el caparazón de cangrejo se han disuelto totalmente porque el HCl ha reaccionado con el  $\text{CaCO}_3$ :
- $$\text{CaCO}_3 + 2 \text{HCl} \rightleftharpoons \text{CaCl}_2 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$$
- El exoesqueleto no ha sufrido modificaciones porque la quitina es un polisacárido derivado de la glucosa que no se ve atacado por el HCl como las sales. Podemos concluir que el exoesqueleto de los insectos no contiene sales minerales.
- 14 La flexibilidad de los huesos de los seres recién nacidos se debe a su menor contenido en sales de calcio y fósforo.
- 15 La fragilidad de los huesos de los organismos viejos se debe a que, a medida que se envejece, el calcio y el fósforo se reabsorben y el tejido óseo se debilita.

Pág. 17

- 16 Porque, al dejarlas en agua, las hojas de lechuga se encuentran en un medio hipotónico y, por lo tanto, sus células absorben agua.  
En cambio, al aliñarlas, se encuentran en un medio hipertónico y, por tanto, pierden agua, dejan de estar turgentes y se arrugan.

Pág. 18

- 17 Que sufriría variaciones importantes del valor de pH, lo cual perjudicaría gravemente el funcionamiento celular.
- 18 La disolución de agua con gas o carbonatada constituye una disolución tampón, ya que se trata de agua con  $\text{H}_2\text{CO}_3$ . Al añadir HCl a este tampón bicarbonato con pH 7, el pH se mantendrá estable:



Por el contrario, la concentración de protones del agua pura experimenta un aumento inmediato al añadir HCl, por eso el pH desciende hasta 4.

### SABER HACER

- 19 El líquido inicial es violeta.
- 20 Según la escala de valores de pH indicada; tras añadir vinagre, la coloración roja indica que la disolución se vuelve muy ácida; por el contrario, tras añadir una base como el NaOH, la disolución se torna amarilla, lo que indica un pH muy básico.
- 21 Esta propiedad de cambio de color según varíe el pH del medio puede emplearse para conocer la acidez o basicidad de una disolución a simple vista o durante un análisis químico.

- 22** Porque las partículas de agua quedan adheridas a las fibras entrelazadas que forman el gel.  
Ejemplos de las ventajas que aportan los geles son: la capacidad de algunos organismos unicelulares para pasar parte del citoplasma de sol a gel, que hace que puedan emitir pseudópodos y desplazarse; las sustancias mucosas que recubren la superficie de los caracoles terrestres y de los anfibios, que les permite mantener su piel húmeda (si se seca, les provocaría graves trastornos).
- 23** Porque facilita el contacto entre las enzimas y los sustratos, lo que favorece las reacciones bioquímicas, y porque facilita el contacto entre los antígenos y los anticuerpos, lo que favorece la eficacia de la respuesta inmunológica.

**SABER HACER**

- 24** En el interior del tubo, la prueba de Biuret resultó positiva, lo que indica la presencia de proteínas en él. Esto era de esperar, ya que partimos de una disolución de albúmina de huevo en su interior. La prueba del NaCl en el interior también resultó positiva: la disolución de albúmina de huevo contenía NaCl al 1%, que se disoció formando AgCl (precipitado de color blanco) al reaccionar con el AgNO<sub>3</sub>.  
En el exterior del tubo, la prueba de Biuret resultó negativa, lo que nos indica que el papel celofán actuó como una membrana semipermeable que no permitió el paso de proteínas. Sin embargo, sí permitió el paso de los iones del NaCl al resultar la prueba positiva con formación de AgCl, como en el interior del tubo.  
La conclusión es que el celofán actuó correctamente como dializador, permitiendo el paso de cristaloides, pero no de coloides o moléculas grandes.

- 25** El SDS es un detergente con carga negativa que se une a las proteínas cargándolas negativa y proporcionalmente a su masa molecular. De esta forma, al realizar la electroforesis, todas migrarán hacia el ánodo y se separarán en función de su masa molecular.
- 26** En la electroforesis, la velocidad de las partículas es mayor cuanto más carga y menor masa tengan. En este caso, en el que solo se separan por su masa molecular, las proteínas de menor masa se corresponden con las bandas de la parte inferior del gel (las más alejadas del lugar de aplicación de las muestras).
- 27** La ósmosis es el paso del disolvente a través de una membrana semipermeable (que solo deja pasar al disolvente) entre dos disoluciones de diferentes concentraciones salinas y que tiende a igualar sus concentraciones.  
La diálisis es el fenómeno de separación de las partículas coloidales de los cristaloides, gracias a una membrana que

solo deja pasar al disolvente y los cristaloides a favor del gradiente de concentración, pero no a las partículas coloidales.

- 28** R. L.

**PARA REPASAR**

- 29** El nitrógeno atmosférico apenas es aprovechado por unos pocos microorganismos como fuente de nitrógeno para sintetizar materia orgánica, por lo que su concentración en la atmósfera no varía. Las plantas solo saben aprovechar el nitrógeno de los nitratos disueltos en el agua del suelo, y si hay una cantidad insuficiente, se mueren, pese a que vivan en un ambiente aéreo con un 79% de nitrógeno.
- 30** El carbono y el hidrógeno.
- 31** Porque el enlace entre dos grupos fosfatos es un enlace que acumula mucha energía y basta con romper un solo enlace para obtener dicha energía.
- 32** En que todas las reacciones químicas que permiten la obtención de energía y las que permiten su acumulación en moléculas químicas se realizan en el seno del agua, es decir, en medio acuoso. Dicho de otro modo, sin agua líquida la vida es imposible. Por tanto, la vida apareció en el agua.
- 33** El carbono, el oxígeno, el hidrógeno y el nitrógeno son bioelementos de masa atómica baja y que tienen, por lo menos, la mitad de los electrones necesarios para completar su último orbital, lo que les facilita formar enlaces covalentes. El carbono y el hidrógeno son elementos escasos en las capas más externas de la Tierra y los compuestos químicos que forman no se disuelven bien en agua.

**34**

<b>Biomoléculas</b>	<b>Simples</b>	Oxígeno molecular (O <sub>2</sub> )	
		Nitrógeno molecular (N <sub>2</sub> )	
	<b>Compuestos</b>	Inorgánicos	Agua (H <sub>2</sub> O)
			Dióxido de carbono (CO <sub>2</sub> )
			Sales minerales (NaCl, CaCO <sub>3</sub> , etc.)
		Orgánicos	Glúcidos
Lípidos			
Proteínas			
Ácidos nucleicos			

- 35** Porque una sola molécula estaría en forma de gas debido a su masa molecular; son los enlaces de hidrógeno entre las moléculas los que hacen que permanezca en estado líquido a temperatura ambiente. En el momento en que tengamos unidas varias moléculas, estas se encontrarán en estado líquido.

- 36** El agua es un gran disolvente de los compuestos iónicos, como por ejemplo el NaCl, porque, como es una molécula dipolar, con sus cargas eléctricas positivas atrae los iones  $\text{Cl}^-$  y con sus cargas negativas atrae a los iones  $\text{Na}^+$ , y así debilita los enlaces entre estos dos iones. También disuelve bien los compuestos covalentes polares, como por ejemplo la glucosa  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ , porque debilita los enlaces entre las moléculas de estas. No disuelve los hidrocarburos porque estos son moléculas apolares, es decir, sin cargas eléctricas.
- 37** Iones antagónicos son los que desempeñan funciones contrarias dentro de los organismos. Por ejemplo, el  $\text{K}^+$  y el  $\text{Ca}^{2+}$ . El  $\text{K}^+$  aumenta la turgencia de la célula, y el  $\text{Ca}^{2+}$ , la disminuye.
- 38** Porque al salarlos se aumenta la concentración del medio extracelular (lo hace hipertónico), lo que provoca la salida de agua de esos alimentos, es decir, quedan secos y, como las bacterias que producen su putrefacción ya no tienen agua para vivir, los alimentos se puedan conservar durante mucho tiempo.
- 39** Si fueran más concentradas que la salinidad interna de los glóbulos rojos, provocarían la salida de agua, que el glóbulo rojo se arrugara e incluso que se rompiera su membrana. Si fuera mucho menos concentrada que la del interior del glóbulo rojo, provocaría la entrada de agua y que el glóbulo rojo se pusiera turgente y finalmente estallara.
- 40** Las membranas plasmáticas son membranas semipermeables, que dejan pasar las moléculas del disolvente y que, en cambio, seleccionan los demás tipos de partículas, en lo que se denomina «permeabilidad selectiva».
- 41** a) Si el medio es muy ácido, habrá muchos iones  $\text{H}^+$  y, por lo tanto, el grupo  $-\text{COOH}$  no se podrá ionizar.  
b) Si el medio es muy básico, habrá mucho  $-\text{OH}$  y, por esta causa, mucho grupos  $-\text{NH}_3\text{OH}$  no se podrán ionizar. De esta forma la disolución resiste al cambio de pH, es decir, actúa como una disolución tampón.
- 42** Las dispersiones coloidales pueden presentarse en estado de gel o semisólido y en estado de sol o líquido.
- 43** Las dispersiones coloidales se diferencian de las disoluciones verdaderas en que las partículas pueden formar geles, su viscosidad es alta, son adsorbentes, son opalescentes o, si son transparentes, se vuelven opalescentes si se iluminan de forma lateral, por centrifugación se puede conseguir la sedimentación de las partículas dispersas y, si contiene diferentes tipos de partículas, estas se pueden separar por electroforesis.
- 44** No. Las membranas de diálisis permiten el paso del disolvente y cristaloides, mientras que las membranas de ósmosis solo dejan pasar el disolvente.
- 45** La espectrofotometría. Se basa en que cada sustancia presenta un grado de absorción diferente según la longitud de onda utilizada. Empleando la longitud de onda a la que dicha sustancia conocida presenta su máxima absorción, es posible conocer su concentración en una solución comparándola con la absorbancia, a esa misma longitud de

onda, de una solución de concentración conocida de la misma sustancia. Para ello se emplea un espectrofotómetro.

#### PARA PROFUNDIZAR

- 46** a) La que tiene el mayor porcentaje de sales es la de Tyrode, después la de Ringer y, por último, la de Arnon. La causa de ello es que las células vegetales están adaptadas a vivir en contacto con el agua dulce y a conseguir que esta entre en ellas por ósmosis. En cambio, las células animales viven en contacto con la sangre, que es un medio más salado. Los anfibios tienen una piel delgada y permeable, y en estado larvario, respiración branquial. Todo esto hace que, por procesos de ósmosis, entre mucha agua y que, por lo tanto, la salinidad de su sangre sea inferior a la de los mamíferos.
- b) Solo contiene glucosa la disolución de Tyrode para mamíferos. La disolución de Arnon no tiene glucosa porque las células vegetales no se alimentan de glucosa, sino mediante la fotosíntesis. La disolución de Ringer no tiene glucosa porque las células de los anfibios no tienen unas necesidades energéticas tan elevadas como las de los mamíferos; por lo tanto, para hacer experimentos que deben durar pocas horas, no hace falta añadir glucosa.
- c) Contienen sustancias que originan buenas disoluciones tampón la disolución fisiológica de Ringer y la de Tyrode. La primera contiene bicarbonato sódico, y la segunda, bicarbonato sódico y dihidrógeno fosfato sódico.
- La de Arnon no contiene sustancias que mantengan el pH porque no está destinada a entrar en contacto con células vivas, sino con las células de la epidermis de las raíces.
- d) Porque la disolución de Arnon no está destinada a mantener unas células durante un corto periodo de tiempo, sino a nutrir plantas a lo largo de toda su vida y, por lo tanto, no puede faltar ningún elemento, aunque solo sea necesario en cantidades muy bajas.

Pág. 23

#### PARA PROFUNDIZAR

- 47** a) El oxígeno y el hidrógeno son bioelementos primarios y son muy abundantes en la hidrosfera, puesto que constituyen el agua.
- Su abundancia en los seres vivos se debe, en parte, a que los organismos tienen un elevado porcentaje de agua en su cuerpo. Por otro lado, se debe a que el hidrógeno es fundamental para formar las cadenas hidrocarbonadas y el oxígeno es necesario porque al combinarse con algunos de estos bioelementos se originan compuestos orgánicos solubles, como son los glúcidos. Como las reacciones bioquímicas se hacen en el seno del agua, los compuestos orgánicos que dan lugar a energía deben ser solubles.
- El nitrógeno es muy abundante en la atmósfera y se podría pensar que esa es la razón por la que los

organismos tienen mucho nitrógeno. Pero esta conclusión resultaría falsa. Puesto que muy pocos organismos pueden aprovechar el nitrógeno atmosférico. En realidad, el nitrógeno de los organismos proviene de los nitratos disueltos en el agua del suelo que absorben las raíces de las plantas.

El carbono, el fósforo y el azufre no son abundantes en estas capas.

- b)** El hidrógeno y el oxígeno constituyen el agua, y los glúcidos, las proteínas y los ácidos nucleicos. El hidrógeno también está en los lípidos. En cambio, el porcentaje de oxígeno en los lípidos es muy bajo. El nitrógeno se encuentra en las proteínas y los ácidos nucleicos. El carbono se encuentra en todas las biomoléculas o principios inmediatos orgánicos (glúcidos, lípidos, proteínas y ácidos nucleicos).
- c)** El carbono ha sido seleccionado porque permite formar grandes cadenas hidrocarbonadas, con enlaces lo suficientemente estables para poder constituir estructuras y para poder almacenar la información biológica, pero que, a la vez, son susceptibles de ser rotos y liberar energía. El fósforo ha sido seleccionado porque los enlaces entre los grupos fosfatos pueden almacenar una gran cantidad de energía. El azufre ha sido seleccionado porque permite formar unos enlaces fuertes en las proteínas.

**48 a)** R. G.

- b)** Los porcentajes de agua en los alimentos al principio del experimento son:
- Espinacas. Las espinacas tenían al principio 18 g de agua ( $20 - 2 = 18$ ); por lo tanto, un porcentaje de  $(18 / 20) \times 100 = 90\%$ .
  - Carne. La carne tenía al principio 19,7 g de agua ( $30 - 10,3 = 19,7$ ); por lo tanto, un porcentaje de  $(19,7 / 30) \times 100 = 65,66\%$ .

**c)** R. G.

El porcentaje de agua para la representación se calcula de la siguiente forma:  
El primer día las espinacas tienen un 90% de agua. El segundo día tenían 6,1 g de agua ( $8,1 - 2 = 6,1$ ); por lo tanto, un porcentaje de  $6,1 / 8,1 \times 100 = 75,31\%$ , etc.

- d)** Se sabe que hemos llegado a la deshidratación porque entre el sexto y el séptimo día ya no ha disminuido más el peso de los alimentos.

**49** R. L.

Pág. 25

## CIENCIA EN TU VIDA

- 50** Porque nos permiten hacer un seguimiento de las moléculas marcadas durante el metabolismo. Podemos saber si sufren alguna transformación o dónde se acumulan.

- 51** La tomografía por emisión de positrones consiste en la obtención de imágenes mediante irradiación con rayos gamma de cortes de los órganos examinados.

Estos rayos detectan las radiaciones emitidas por los isótopos marcados radioactivamente, lo que permite identificarlos y estudiar su función y metabolismo.

- 52** En una resonancia magnética no se emplea radiación ionizante. Consiste en generar un campo electromagnético (mediante un imán) y en emitir ondas de radio por medio de un escáner.

- 53** R. M. Tomaría una muestra de la misma cantidad de agua en cada uno de los lagos y la mantendría en completa oscuridad hasta llegar al laboratorio. Allí añadiría al agua de la muestra una cantidad concreta de  $[^{14}\text{C}]\text{O}_2$ , taponaría la muestra y la dejaría un tiempo determinado bajo una iluminación constante. Luego destaparía la muestra, la dejaría abierta y en oscuridad, para que se fuera el  $[^{14}\text{C}]\text{O}_2$  no absorbido, y al cabo de un tiempo mediría la cantidad de radiación gamma presente, que correspondería a la materia orgánica sintetizada, que sería mayor cuanto mayor fuera la cantidad de algas presentes en la muestra.

- 54** Algunas de las principales medidas que se deben tener en cuenta son: la correcta clasificación y división de las instalaciones; la comprobación periódica de los dispositivos y las técnicas de protección; la calibración, verificación y comprobación del buen estado de los instrumentos de medición; la formación del personal; llevar un registro e historial debidamente cumplimentado; vigilancia sanitaria de los trabajadores expuestos; el empleo de equipos de protección para pacientes y empleados; etc.