

**Nota para el año 2003: algunas preguntas inciden en temas a los que no se dio mucha importancia o que no se trataron este año, por lo que este test tiene valor meramente indicativo para estas preguntas. Recuerde que el Examen I de 2001 incluye preguntas sobre productividad secundaria que debe repasar. Encontrará los datos que necesite (flujos, depósitos, etc.) en la última página del cuadernillo del examen.**

*La puntuación señalada para cada pregunta le servirá para hacerse una idea del tiempo necesario para contestarla. **Puede encontrar las cifras que necesite para los cálculos (y otros datos) en la última página del examen o en una de las preguntas.** Varias preguntas son muy sencillas; no busque en ellas complicaciones porque no las hay. **Asegúrese de mostrar todos los cálculos que realice y de explicar las presunciones de las que parte, utilizando la cara trasera de la página si fuera necesario.***

**I. (6 puntos).** En 1772, Joseph Priestly demostró la vinculación entre ciclos biogeoquímicos mediante experimentos en ecosistemas cerrados. Describa estos experimentos (incluyendo dibujos, si fuera necesario) y explique su significado.

**II. (12 puntos)** El ciclo hidrológico

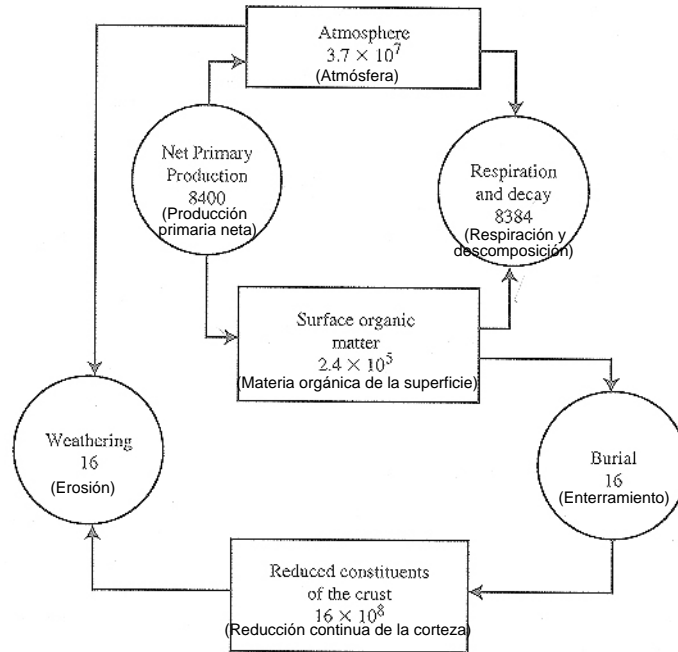
- a) El ciclo hidrológico global funciona gracias a la radiación solar, que suministra la energía necesaria para avivar la evaporación de los océanos y de la superficie terrestre. ¿Qué parte del total de energía proveniente de la radiación solar se emplea en la evaporación de agua y en el ciclo hidrológico global? (4 puntos)
  
- b) ¿Cuál es el tiempo de residencia del agua de los océanos? (2 puntos)
  
- c) ¿Qué porcentaje del agua de los océanos es reemplazada cada año con agua nueva? (2 puntos)
  
- d) ¿De qué presunciones ha partido en estos cálculos? ¿Son razonables? (4 puntos)

**III. (14 puntos)** El ciclo del carbono

- a) Supongamos por un momento que el ciclo biogeoquímico del carbono se halla en estado estacionario. ¿Qué tiempo mínimo sería necesario para pasar la totalidad de las reservas de  $\text{CO}_2$  de la atmósfera a la materia orgánica sedimentaria de la corteza terrestre? (5 puntos)
- b) La combustión de combustibles fósiles y la deforestación introducen en la atmósfera unas 7 Gt de C al año. Sin embargo, la concentración de  $\text{CO}_2$  aumenta sólo a un ritmo de unas 3,2 Gt de C al año. ¿Por qué? (5 puntos)
- c) Aunque la cantidad de metano en la atmósfera se incrementa a un ritmo constante, este aumento no se explica únicamente sumando los incrementos de los flujos de  $\text{CH}_4$  de la tierra a la atmósfera. Una parte importante de este incremento de las cantidades de  $\text{CH}_4$  se suele achacar a la mayor producción de CO proveniente de los combustibles fósiles. Explique la relación entre un incremento y otro. (4 puntos)

IV. (6 puntos) El siguiente diagrama muestra un modelo simple del ciclo biogeoquímico anual de  $O_2$ , como lo vemos hoy en día. Las cantidades vienen expresadas en unidades de  $10^{12}$  moles de  $O_2$  o bien la cantidad equivalente de compuestos reducidos.

¿Qué cambios haría en el diagrama para reflejar cómo eran las condiciones en la Tierra hace 3.000 millones de años? [Nota: no hace falta que muestre las cifras exactas, basta con que explique, mediante cambios en el diagrama o con palabras, en qué consisten las diferencias].



V. (24 puntos) Michael Markels dispone en 15 países de la patente de una especie de boya que disemina hierro y fósforo en el mar durante varios días. Markels tiene intención de aplicar esta tecnología para fertilizar fondos marinos próximos a las Islas Marshall, donde tiene derechos de propiedad sobre más de 2,7 millones de kms. cuadrados de las zonas económicas exclusivas de dichos países.

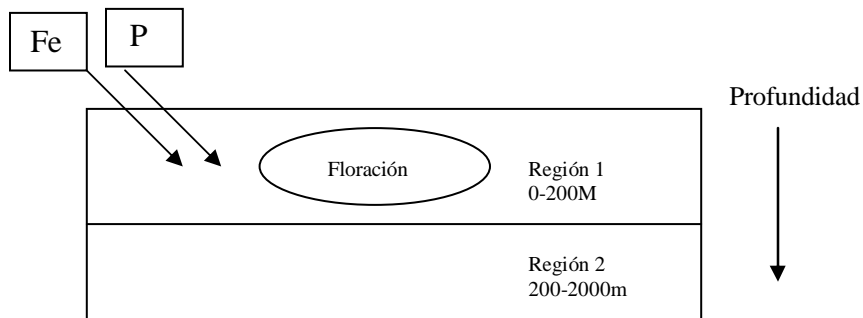
a) ¿Para qué quiere Markels fertilizar los mares que rodean las Islas Marshall? (4 puntos)

b) Durante los experimentos IronEx en el Pacífico Ecuatorial se observó que soltando únicamente hierro se producían floraciones del fitoplancton. ¿Por qué el proyecto de Markels en las Islas Marshall requiere añadir al agua fósforo además de hierro? (4 puntos)

c) El fitoplancton precisa unas proporciones molares de C:N:P:Fe de 106:16:1: 0,005. Sin embargo, el fertilizante de Markel no contiene nitrógeno. ¿De dónde espera obtenerlo? (4 puntos)

d) ¿Cuál es la fuente natural de hierro más importante en los océanos? (2 puntos)

e) Markels lleva a cabo su experimento del siguiente modo: (10 puntos)



• ¿Cuáles son las magnitudes relativas de NPP y  $(R_H + R_A)$  en la región 1 y en la región 2? [Responda señalando con “<” o “>” las siguientes expresiones]:

Región 1    NPP     $(R_H + R_A)$

Región 2    NPP     $(R_H + R_A)$

• Si la fertilización se realiza de modo continuo, ¿qué efectos tendrá sobre la concentración de oxígeno en las dos regiones? Razone su respuesta.

• Describa las posibles consecuencias de esta zona anóxica y sus efectos sobre el clima global.

**VI. (10 puntos)** Niveles de CO<sub>2</sub> atmosférico

- a) Las representaciones de la concentración de CO<sub>2</sub> atmosférico en función del tiempo durante los últimos 25 años muestran una fuerte oscilación anual en el hemisferio norte (Point Barrow, Alaska), mientras que la variación es poco significativa en el hemisferio sur (Polo Sur). ¿Por qué?
- b) La **amplitud** de la oscilación en Point Barrow se ha ido incrementando a ritmo constante. ¿Qué hipótesis es la más aceptada para explicar este dato?

**VII. (8 puntos).** ¿Con qué otro ciclo biogeoquímico está relacionada la reducción del nivel de ozono en la estratosfera? Explique en qué consiste esa relación.**VIII. (20 puntos)** El ciclo del nitrógeno:

- a) Nombre tres tipos de organismos capaces de fijar el nitrógeno atmosférico. (5 puntos)
- b) ¿Consume o libera energía el proceso de fijación de nitrógeno? (2 puntos)

c) Encuentra usted fuera de su habitación una planta que parece tener capacidad de fijar el nitrógeno. Describa tres métodos distintos que podría utilizar para comprobar si dispone de dicha capacidad. (7 puntos)

d) Si no existiera el ciclo del nitrógeno, ¿cuánto tardarían en desaparecer las reservas atmosféricas de  $N_2$ ? (3 puntos)

e) ¿Por qué los procesos de fijación de nitrógeno no hacen disminuir las reservas atmosféricas de  $N_2$ ?

**PREGUNTA PARA MEJORAR NOTA (5 puntos)**

Un ambicioso proyecto del MIT propone resolver la escasez de alimentos en el mundo introduciendo cultivos capaces de fijar nitrógeno, obtenidos mediante ingeniería genética. Usted, como persona versada en ecología, opina que hay que ser prudentes al respecto y que, antes de nada, conviene considerar los efectos indirectos que podrían derivarse de ello. Si todos los cultivos que se proponen fueran capaces de fijar el nitrógeno, ¿qué cambios se producirían en los ciclos biogeoquímicos globales? (Responda en la parte posterior de la página).

Datos numéricos que le serán de utilidad para responder a las anteriores preguntas. [Nota: quizás no le haga falta usar todos, pero todos los datos necesarios se encuentran aquí]

**Tamaños de reservas y depósitos:**

Volumen total del océano =  $1,37 \times 10^9 \text{ km}^3$   
CO<sub>2</sub> atmosférico =  $720 \times 10^{15} \text{ g C}$   
Combustibles fósiles/carbono orgánico en sedimentos =  $18 \times 10^{18} \text{ g C}$   
Reservas de N atmosférico =  $3,8 \times 10^{21} \text{ g de N}$   
Carbono en la biomasa terrestre =  $550 \text{ Gt C}$   
N<sub>2</sub>O atmosférico =  $1,4 \times 10^4 \text{ Gt N}$   
P extraíble =  $10 \text{ Gt P}$

**Flujos:**

Ritmo global de fijación de N =  $2,25 \times 10^{13} \text{ g N/año}$   
Evaporación oceánica:  $3,19 \times 10^{20} \text{ g/año}^{-1}$   
Evaporación terrestre:  $5,9 \times 10^{19} \text{ g/año}^{-1}$   
CO proveniente de la combustión de combustibles fósiles =  $0,4 \text{ Gt/año}^{-1}$   
Arrastre de P por los ríos de la tierra al océano =  $104 \text{ Tg año}^{-1}$

**Energía**

2,24 kJ son necesarios 1 g H<sub>2</sub>O  
Flujo de energía solar =  $1,3 \times 10^{21} \text{ kJ/año}$

**Equivalencias:**

Densidad de H<sub>2</sub>O =  $1 \text{ g cm}^{-3}$   
1Gt =  $10^{15} \text{ g}$   
1 Tg =  $10^{12} \text{ g}$   
1 ton =  $10^6 \text{ g} = 10^3 \text{ kg}$