

**Prueba Teórica**  
**(Resolución de problemas)**

**Instancia Nacional**

**04 de Septiembre de 2018**

**PARTE 1**  
**(Instructivo)**

## Examen Teórico– Resolución de problemas

**Duración: 3 horas**

**Total Puntos: 30**

---

### NORMAS DE EXAMEN

- 1 Antes de comenzar el examen, tiene que verificar sus útiles y herramientas provistos por el organizador.
- 2 Debe verificar que posee una copia completa de la prueba, **Parte 1 (10 páginas)** y del cuadernillo de respuestas **Parte 2 (10 páginas)**. Levante la mano si no es así. Comience cuando suene la señal.
- 3 Escriba su nombre y apellido, su provincia, su escuela y firme en la primera hoja que acompaña al set de respuesta únicamente. Caso contrario será anulado el examen.
- 4 Lea cuidadosamente cada ejercicio y escriba la correcta resolución en la hoja de respuestas, en el lugar previsto para ello.
- 5 En el cuadernillo de respuestas toda la ejercitación debe quedar resuelta en **lapicera**.
- 6 Durante el examen no está autorizado a salir del aula.
- 7 Si necesita salir con destino hacia *el sanitario*, debe levantar la mano para ser autorizado por un monitor.
- 8 No puede molestar a otros competidores. Si necesita asistencia levante la mano y será ayudado por un monitor.
- 9 No se responderán preguntas sobre el examen. Debe permanecer en su asiento hasta que finalice el tiempo del examen.
- 10 Cumplidas las 3 horas de examen se le dará aviso. A partir de ese momento está prohibido escribir cualquier cosa en la hoja de respuestas. Deje la hoja de respuestas sobre su escritorio.
- 11 Terminado de resolver el examen, debe dejar sobre el escritorio todo el material.

**Reglas de calificación (evaluación): Será de acuerdo con el puntaje designado para cada problema.**

## **PROBLEMA 1: DERRAME DE PETRÓLEO**

*“El gobierno de Chubut confirmó ayer que en los últimos días se produjeron dos derrames de petróleo en la costa marítima. El ministro de Ambiente de esa provincia, Ignacio Agulleiro, indicó que el hecho se produjo en áreas operadas por la empresa petrolera Capsa y afirmó que habían “tomado intervención desde el Ministerio, como también desde la Fiscalía Federal y Prefectura”.*

*13/04/2017<sup>1</sup>*



*Un navío con 120 toneladas de petróleo crudo, se encuentra encallado en un banco de arena justo donde desemboca un río en el Atlántico. Todos los intentos de remolcar el barco han fracasado, y las autoridades marítimas reconocen su preocupación de que se produzca un vertido debido a la intensidad de las*

*tormentas que generalmente azotan la costa.*

*Un grupo de técnicos propone bombear el petróleo de los depósitos del buque, ya que su principal característica es la división de su espacio interior en cisternas individuales, lo que permite separar los diferentes tipos de petróleo o sus productos derivados. De tal manera que luego remolcarlo sería más sencillo.*

*Suponga que el petróleo crudo tiene densidad de  $800 \text{ kg/m}^3$ . Para desencallararlo, el petróleo se bombea a barriles de acero que, cuando están vacíos, tienen una masa de 15 kg y capacidad para  $0,12 \text{ m}^3$  de petróleo. Puede despreciarse el volumen ocupado por el acero del barril.*



**Resuelva la actividad 1, 2 y 3 en el cuadernillo de respuestas**

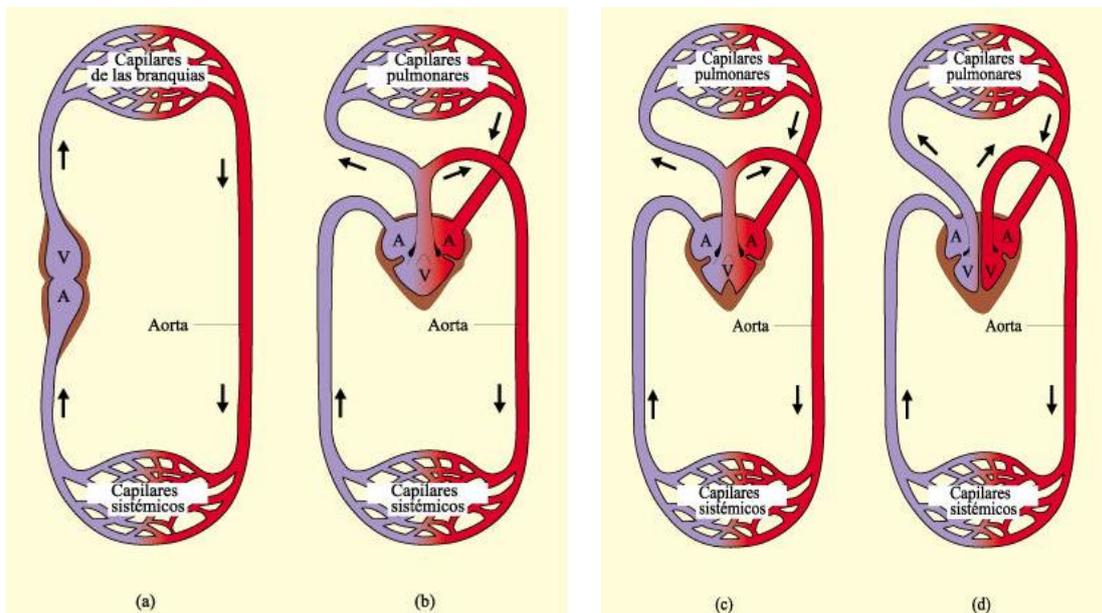
**Datos:**

- **Densidad del acero:  $7\,850 \text{ kg/m}^3$**
- **Densidad del agua de mar:  $1\,024 \text{ kg/m}^3$**

<sup>1</sup> <https://diariohoy.net/interes-general/detectaron-dos-derrames-de-petroleo-en-el-mar-argentino-93189>

1. Si un rescatista accidentalmente deja caer al mar un barril lleno y sellado, ¿flotará o se hundirá? Justifique la respuesta mediante cálculos.
2. Si el barril flota, ¿qué fracción de su volumen estará por arriba de la superficie? Si se hunde, ¿qué tensión mínima habría que ejercer con una cuerda para subir el barril del fondo del océano?
3. ¿Cuántos barriles fueron necesarios para extraer el total del petróleo del buque?

Luego de que se realizó el aviso del derrame de petróleo, grupos de biólogos se hicieron presente en el lugar. Ignacio uno de los biólogos, recordó un artículo de Investigadores de la Universidad de Stanford (California) y de la Administración Nacional Oceánica y Atmosférica (NOAA), que estudiaban el impacto de la marea negra (derrame de petróleo en el mar) sobre el atún. Los científicos descubrieron que los hidrocarburos afectan la capacidad de las células cardíacas de estos peces para funcionar eficazmente. Mientras pensaba en el artículo, se preguntó si podía afectar de igual manera al resto de los vertebrados que se encuentran en el mar. Para pensar con mejor claridad dibujó los sistemas circulatorios de los grupos de vertebrados.



Figura<sup>2</sup> 1. Dibujos de Ignacio.

<sup>2</sup> Imagen tomada de: *Biología*. Curtis H., Barnes S., Schnek A. y Massarini A. (2008) 7ª Edición. Editorial Médica Panamericana.

  Resuelva la actividad 4 en el cuadernillo de respuestas

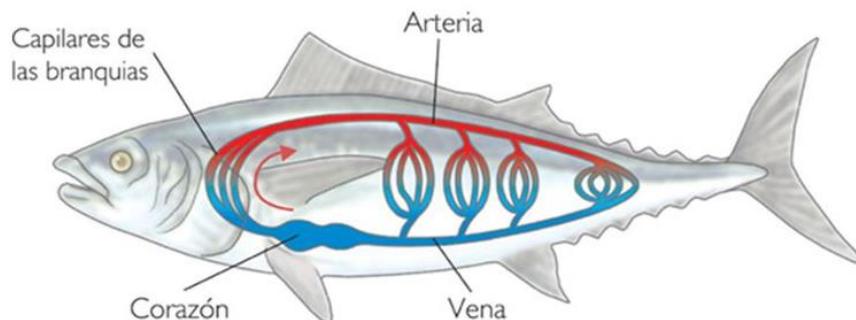
4. Teniendo en cuenta la Figura 1, indique a qué grupo de vertebrados corresponde cada uno de los sistemas circulatorios presentados. Para ello, coloque la letra del sistema circulatorio que corresponda en la columna denominada Sistema Circulatorio.

*El artículo además decía que “Los hidrocarburos bloquean los canales de distribución del potasio en las membranas de las células del corazón, lo que aumenta el tiempo entre cada latido”. Este mecanismo es similar en todos los vertebrados, incluido el hombre.*

  Resuelva la actividad 5 en el cuadernillo de respuestas

5. Teniendo en cuenta la figura, complete la siguiente tabla, indicando los iones que ingresan y egresan de la célula, y si el proceso se produce con o sin gasto de energía.

*La siguiente imagen estaba presente en el artículo leído por Ignacio, en el cual se observa un esquema del sistema circulatorio del atún.*



Figura<sup>3</sup> 2. Esquema del sistema circulatorio del atún.

  Resuelva la actividad 6 en el cuadernillo de respuestas

<sup>3</sup> Imagen tomada de: *Biología*. Curtis H., Barnes S., Schnek A. y Massarini A. (2008) 7ª Edición. Editorial Médica Panamericana.

6. Teniendo en cuenta la Figura 2, complete el siguiente texto con las palabras del catálogo. Las palabras pueden ser utilizadas más de una vez.

*La zona en la que ocurrió el derrame, es una zona de una gran diversidad biológica marina. En la cual se pueden encontrar una amplia variedad de algas, plantas acuáticas, microorganismos, crustáceos, mamíferos, entre otras especies. Si un pez pasa por esa zona durante el proceso de migración, el petróleo se adhiere en algunas zonas de su cuerpo, pero no le impide la movilidad para seguir con su migración. Una vez que llega al lugar al que migraba, éste se incorpora al ecosistema y por lo tanto es parte de las redes tróficas de ese ecosistema.*



**Resuelva la actividad 7 en el cuadernillo de respuestas**

7. Realice un círculo alrededor de cada una de las especies que podrían ser afectados por la introducción de este pez contaminado.

*Ante los derrames de petróleo, la biorremediación es uno de los procesos utilizados por el hombre para detoxificar diferentes ambientes usando microorganismos, plantas o enzimas producidas por estos. Existen varios tipos de biorremediación:*

- *Bioestimulación: consiste en estimular los microorganismos nativos del área a remediar adicionando nutrientes como Nitrógeno o Fósforo.*
- *Bioaireación: se adicionan gases, como por ejemplo oxígeno y metano, para estimular la actividad microbiana.*
- *Bioaugmentación: es la inoculación de una alta concentración de microorganismos en el área contaminada para facilitar la biodegradación.*
- *Compostaje: utiliza microorganismos aeróbicos y termófilos, formando pilas de material que deben ser mezcladas y humedecidas periódicamente para promover la actividad microbiana.*
- *Fitorremediación: es el uso de plantas para remover o transformar un contaminante.*

*Una bacteria llamada Rhodococcus erythropolis fue aislada del suelo contaminado con aceite por la avería del barco en la provincia de Chubut, Argentina. La cepa posee la capacidad de degradar varios tipos de hidrocarburos usados como combustibles o lubricantes.*

En la región afectada, parte del aceite derramado por la rotura del casco de la embarcación llegó a la costa y se acumuló en el suelo. Para remediar esta situación, se aplicaron dos tratamientos distintos: suelo con nutrientes minerales e inoculación de R. erythropolis (suelo con inóculo) y suelo con nutrientes minerales sin inoculación de R. erythropolis (suelo con nutrientes minerales).

La Figura 3 presenta las curvas de mineralización correspondientes a los dos tratamientos. La biodegradación se mide en miligramos de  $\text{CO}_2$  producto del metabolismo bacteriano.

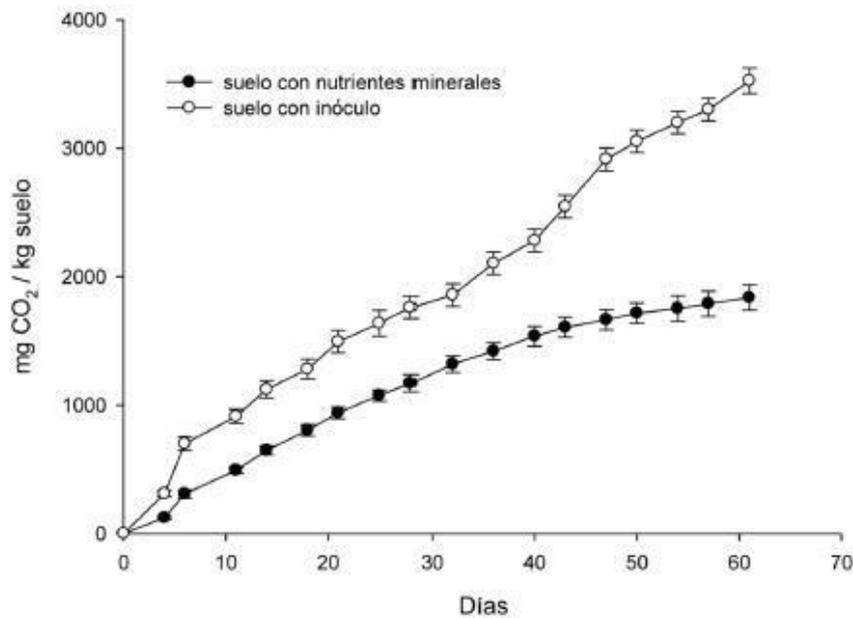


Figura 3<sup>4</sup>. Cinéticas de biodegradación de hidrocarburos en un suelo costero contaminado.



Resuelva la actividad 8 en el cuadernillo de respuestas

8. Indique si las siguientes sentencias son verdaderas o falsas.

*El lenguado (Mancopsetta maculata) es una especie característica de los océanos patagónicos, se caracteriza por su cuerpo comprimido, con una pronunciada concavidad en el perfil superior, a la altura de la cabeza. Posee una aleta dorsal única, una aleta caudal redondeada, una aleta anal corta y carece de aletas pectorales.*

<sup>4</sup> Extraído de: [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0120-548X2013000200002](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-548X2013000200002)

La exposición prolongada a hidrocarburos puede inducir la ocurrencia de mutaciones en los genes de varias especies del ecosistema marino, de hecho Ignacio, ha encontrado algunos ejemplares de lenguado con su aleta dorsal considerablemente más corta de lo esperado para la especie. Esto lo lleva a pensar que tal vez algunos de los genes que codifican para la longitud de las aletas haya sido afectado por los hidrocarburos.



Resuelva la actividad 9 en el cuadernillo de respuestas

- Suponiendo que la longitud de la aleta dorsal es codificada por un único gen, y que en caso de haber sufrido una mutación, ésta es recesiva, calcule las frecuencias fenotípicas y genotípicas de la descendencia del cruzamiento de un pez macho con aletas normales (homocigota para esa característica), con una hembra de aletas cortas.

### **PROBLEMA 2: ÓXIDOS DE NITRÓGENO EN LA ATMÓSFERA**

El principal componente de la lluvia ácida es el ácido nítrico ( $\text{HNO}_3$ ). Éste se obtiene a partir del monóxido de nitrógeno ( $\text{NO}$ ) y el dióxido de nitrógeno ( $\text{NO}_2$ ) que son considerados contaminantes del aire y se denominan habitualmente  $\text{NO}_x$ .

Estos óxidos se producen de manera natural durante la descomposición bacteriana de nitratos orgánicos, la actividad volcánica, los incendios forestales, la quema de rastrojos, las tormentas eléctricas, etc.

Las actividades humanas producen también estos óxidos mediante el escape de vehículos motorizados, la combustión del carbón, petróleo o gas natural, plantas que producen ácido nítrico o ciertos explosivos como dinamita o trinitrotolueno (TNT), el humo de los cigarrillos, entre otros.

En las últimas décadas se ha producido un incremento notable de las fuentes antropogénicas, provocando que las concentraciones de  $\text{NO}_x$  sean notablemente superiores en los entornos urbanos e industriales.

Ezequiel estudia Ingeniería Industrial en una ciudad costera muy populosa. En ella se encuentra una central hidroeléctrica, un aeropuerto, varias fábricas y un puerto. Para costearse los estudios trabaja en una planta que fabrica  $\text{HNO}_3$ .

La planta produce 315 000 tn/año de  $\text{HNO}_3(\text{l})$  al 60 % m/m. Se utiliza como materia prima amoníaco ( $\text{NH}_3$ ) que es un gas incoloro con un olor irritante. Es soluble en agua, volátil, y en solución acuosa se comporta alcalinamente, formando el ión amonio ( $\text{NH}_4^{1+}$ ) al aceptar un protón ( $\text{H}^{1+}$ ).

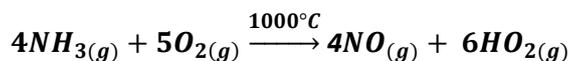


Resuelva la actividad 1 en el cuadernillo de respuestas

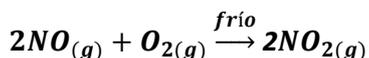
1. Escriba la estructura de Lewis de la molécula de amoníaco y del catión amonio.

En esta planta, para la obtención de  $\text{HNO}_3(\text{l})$ , se utiliza el método Ostwald que se lleva a cabo en tres pasos:

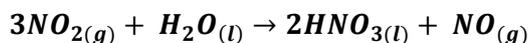
- a. Oxidación del amoníaco con aire en exceso en presencia de un catalizador (Pt), obteniendo monóxido de nitrógeno  $\text{NO}_{(\text{g})}$ .



- b. Oxidación del  $\text{NO}_{(\text{g})}$  a dióxido de nitrógeno  $\text{NO}_{2(\text{g})}$ .



- c. Absorción del  $\text{NO}_{2(\text{g})}$  en agua dando como resultado ácido nítrico ( $\text{HNO}_3(\text{l})$ ) y algo de monóxido de nitrógeno ( $\text{NO}_{(\text{g})}$ ).



Resuelva la actividad 2 en el cuadernillo de respuestas

2. Calcule las toneladas de amoníaco que deben emplearse para obtener las 315 000 tn de ácido nítrico. Considere las siguientes masas atómicas: N:14; H:1; O:16.

Ezequiel decide investigar la contaminación del aire en su ciudad, ya que se han registrado numerosos casos de cáncer de piel, y quiere saber si en esta enfermedad están implicados los óxidos de nitrógeno.

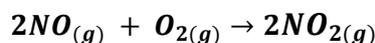
El  $\text{NO}_{(g)}$  se produce en forma natural en la atmósfera por reacción de  $\text{N}_2(g)$  y  $\text{O}_2(g)$  en tormentas eléctricas y también por la misma reacción a altas temperaturas en los motores de combustión interna y artefactos de calefacción que usan combustibles derivados del petróleo o leña.



Resuelva la actividad 3 en el cuadernillo de respuestas

3. Escriba y balancee la ecuación química de obtención de  $\text{NO}_{(g)}$ .

El  $\text{NO}_{(g)}$  reacciona con el  $\text{O}_2(g)$  para formar  $\text{NO}_2(g)$  según la siguiente ecuación:



El  $\text{NO}_2(g)$  en la tropósfera tiene una vida corta ya que parte de él se convierte en  $\text{HNO}_3(l)$  por reacción con el agua de la atmósfera. El  $\text{HNO}_3(l)$  es el principal componente de la lluvia ácida. Cuando precipita causa grandes destrozos en los bosques, acidifica las aguas superficiales y disuelve muchos metales como el **Cu** y el **Zn**. Mientras más alta sea la concentración del  $\text{HNO}_3(l)$ , mayor será el estado de oxidación del N en el óxido obtenido como producto de la reacción ( $\text{NO}_2$ ;  $\text{NO}$ ).

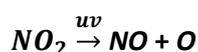


Resuelva la actividad 4 en el cuadernillo de respuestas

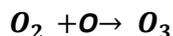
4. Determine cuál de las siguientes reacciones corresponde al ácido nítrico menos concentrado. Justifique su respuesta determinando el número de oxidación del **N** en los óxidos presentes en las siguientes reacciones.



Otra parte del  $\text{NO}_2(g)$  formado en la tropósfera absorbe radiación ultravioleta y se descompone en  $\text{NO}_{(g)}$  y radicales de Oxígeno (**O**) según la siguiente ecuación:



Los radicales **O** se combinan con **O<sub>2</sub>** del aire para producir ozono (**O<sub>3</sub>**) según la ecuación:



Resuelva la actividad 5 en el cuadernillo de respuestas.

5. Escriba la estructura de Dumas (rayas) de una molécula de **O<sub>3</sub>**.

*El ozono troposférico es el constituyente esencial del smog fotoquímico. Es un gas azulado que tiene un olor picante característico que se suele notar después de las tormentas eléctricas. Es un agente oxidante que daña la vida vegetal, animal, materiales plásticos y el hule. El nivel de **O<sub>3</sub>** no debe superar en la tropósfera 120  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .*

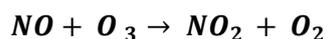


Resuelva la actividad 6 en el cuadernillo de respuestas.

6. ¿Cuántos  $\mu\text{g}$  de **O<sub>2</sub>** son transformados en esta cantidad por los radicales **O**?

*Sin embargo, el ozono en la estratósfera absorbe gran parte de la radiación ultravioleta que llega a la superficie de la Tierra. Esto disminuye la probabilidad de adquirir cáncer de piel.*

*En la estratósfera el **NO** emitido por los reactores de los aviones, puede catalizar la descomposición de **O<sub>3</sub>** como lo demuestra la siguiente ecuación:*



*Se produce una reacción en cadena en la cual el **NO** logra destruir muchas moléculas de **O<sub>3</sub>**.*



Resuelva la actividad 7 y 8 en el cuadernillo de respuestas.

7. Calcule los moles de moléculas de **O<sub>3</sub>** que son destruidos por 1 200 g de **NO**.  
8. Marque con V o F las conclusiones a las que llegó Ezequiel.