
29^a OLIMPIADA ARGENTINA DE QUÍMICA
16 DE AGOSTO DE 2019
CERTAMEN INTERCOLEGIAL – NIVEL 1

Utilizá la información de tu tabla periódica para obtener los datos atómicos que consideres necesarios. Podés suponer que las sustancias en estado gaseoso se comportan idealmente.

$R = 0,082 \text{ L atm K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$. $0 \text{ }^\circ\text{C} \equiv 273 \text{ K}$.

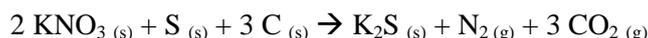
Nota: los distintos ítems de este examen no están relacionados entre sí. Si por algún motivo no podés resolver alguno de ellos, **continúa con el siguiente**.

Ejercicio 1 (30 puntos)

La pólvora es un explosivo formado por azufre, carbón, y nitratos de metales alcalinos (MNO_3) o alcalino-térreos ($\text{M}(\text{NO}_3)_2$). Su origen se remonta al siglo IX en China, y con el correr de los siglos se han desarrollado distintas formulaciones. Cuando reacciona libera grandes cantidades de calor y de gas; a estas características se debe su comportamiento explosivo.

a) El análisis elemental de 1,073 g de una muestra del nitrato de un metal alcalino MNO_3 utilizado para elaborar pólvora arrojó los siguientes resultados expresados en porcentaje en masa: 8,3 % de impurezas, 12,7 % de N, 43,6 % de O, y 35,5 % del metal. ¿De qué metal se trata?

b) La reacción química que representa la explosión de la pólvora es compleja. Una estequiometría posible es la siguiente:



Para estudiar el poder explosivo de la pólvora se introdujeron en un recipiente metálico de 1 L de capacidad que contenía aire (21 % O_2 , 79 % N_2 en volumen) a 1 atm y 25 $^\circ\text{C}$, 20,23 g de pólvora de composición en masa: 75 % KNO_3 , 15% C, y 10 % S. Calcular las fracciones molares de todos los gases presentes en el sistema después de la explosión, considerando que la reacción es completa.

c) Después de la explosión la temperatura que alcanzan los gases en el interior del recipiente es de 1073 $^\circ\text{C}$. Teniendo en cuenta que el recipiente puede soportar una presión máxima de 25 atm, ¿resiste la explosión?

Nota: si no pudiste resolver el ítem anterior, considerá que se formaron 0,2 mol de CO_2 y 0,05 mol de N_2 .

Ejercicio 2 (35 puntos)

a) Los nitratos más utilizados en la elaboración de la pólvora son los de sodio, potasio, y calcio. Marcá con una X las afirmaciones que consideres correctas respecto de las propiedades de estos iones:

El orden creciente de los radios iónicos es $\text{Na}^+ < \text{K}^+ < \text{Ca}^{2+}$	<input type="checkbox"/>
El orden creciente de los radios iónicos es $\text{Ca}^{2+} < \text{K}^+ < \text{Na}^+$	<input type="checkbox"/>
No puede establecerse con facilidad el orden exacto de los radios de los tres iones dado que las tendencias al moverse en el grupo y en el período son opuestas.	<input type="checkbox"/>
$r(\text{Na}^+) < r(\text{K}^+)$	<input type="checkbox"/>
$r(\text{Na}^+) > r(\text{K}^+)$	<input type="checkbox"/>
$r(\text{K}^+) < r(\text{Ca}^{2+})$	<input type="checkbox"/>
$r(\text{K}^+) > r(\text{Ca}^{2+})$	<input type="checkbox"/>
Ninguna de las opciones anteriores es correcta.	<input type="checkbox"/>

- b) Escribí una ecuación química que represente el proceso asociado a la afinidad electrónica del sodio.
- c) Escribí una ecuación química que represente el proceso asociado a la primera energía de ionización del calcio.
- d) Representá la estructura de Lewis del anión nitrato (NO_3^-)
- e) Marcá con una X la afirmación que consideres correcta respecto de las propiedades del N y del O:

El átomo de O es más grande que el átomo de N porque tiene más electrones.	<input type="checkbox"/>
El átomo de O es más grande que el átomo de N porque sus electrones de valencia perciben una carga nuclear efectiva menor.	<input type="checkbox"/>
El átomo de O es más chico que el átomo de N porque es más electronegativo.	<input type="checkbox"/>
El átomo de O es más chico que el átomo de N porque sus electrones de valencia perciben una carga nuclear efectiva mayor.	<input type="checkbox"/>
Ninguna de las opciones anteriores es correcta.	<input type="checkbox"/>

Ejercicio 3 (35 puntos)

Un tipo de explosivo muy utilizado en los fuegos artificiales consiste en mezclas de un elemento metálico en forma de polvo finamente dividido con sales que aportan oxígeno.

- a) Entre estos explosivos se encuentra la mezcla de nitrato de potasio con magnesio. Uno de los productos de la explosión es el óxido de potasio. ¿Cuál es la fórmula de este óxido? ¿Es un compuesto predominantemente iónico o predominantemente covalente? ¿Se trata de un óxido ácido o básico? Escribí la ecuación química balanceada que representa la reacción de este óxido con agua.
- b) Otra mezcla muy empleada es la de perclorato de potasio (KClO_4) con aluminio. El anión perclorato proviene del ácido perclórico, el cual puede obtenerse a partir de la reacción de un óxido de cloro (VII) que es líquido a temperatura ambiente, con agua. ¿Cuál es la fórmula de este óxido? ¿Es un compuesto predominantemente iónico o predominantemente covalente? ¿Se trata de un óxido ácido o básico? Escribí la ecuación química balanceada que representa la reacción de este óxido con agua.
- c) La mezcla de trisulfuro de antimonio (Sb_2S_3) y clorato de potasio (KClO_3) también ha sido ampliamente utilizada en fuegos artificiales. La reacción química entre estos dos compuestos genera Sb_2O_3 , SO_2 , K_2O , y Cl_2 . Escribí una ecuación química balanceada que represente esta reacción, considerando que todos los compuestos son sólidos, salvo el Cl_2 y el SO_2 que son gases.

d) El trinitrotolueno (TNT) es otro compuesto explosivo muy utilizado. Su fórmula molecular es $C_7H_5N_3O_6$. Completá la estructura de Lewis que se presenta a continuación, agregando la cantidad de pares de electrones libres y de enlaces múltiples que consideres necesarios. “ CH_3 ” se refiere a un carbono enlazado por enlaces simples a tres átomos de hidrógeno, mientras que “ CH ” se refiere a un carbono enlazado por enlace simple a un átomo de hidrógeno.

Ayuda: contá la cantidad total de electrones de valencia de los átomos que conforman la molécula; el total de esos electrones debe estar presente en la estructura.

Nota: este compuesto tiene numerosas estructuras de resonancia posibles. Cualquiera de las estructuras correctas que elijas representar se tomará como válida.

