



35^a OLIMPIADA ARGENTINA DE QUÍMICA
13 DE AGOSTO DE 2025
CERTAMEN INTERCOLEGIAL – NIVEL 1
RESPUESTAS

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.

$R = 0,0821 \text{ L atm K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$; $0^\circ\text{C} \equiv 273 \text{ K}$; $N_A = 6,02 \times 10^{23}$; $pV = nRT$; $x_A = n_A / n_T$

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**.

Notas de corrección:

Para los ejercicios numéricos, los puntos asignados a cada cálculo individual deben considerarse independientemente de los resultados y/o planteos de los ítems anteriores. Si el/la estudiante realiza un cálculo correcto con un número incorrecto obtenido de un paso anterior, o con una suposición o deducción incorrecta previa, el cálculo se considera correcto. De lo contrario se estaría penalizando dos veces por el mismo error. Si el procedimiento utilizado por el/la estudiante no es el mismo que se muestra en esta resolución, asignar el puntaje según las ideas correctas que haya en ese procedimiento, en base al esquema proporcionado.

Para todos los ítems, en ningún caso el puntaje asignado a un ítem podrá ser inferior a 0 puntos.

Ejercicio 1 (40 Puntos)

El ozono (O_3) es un compuesto muy reactivo que se combina tanto con metales como con no metales, formando óxidos. Estos pueden ser sólidos o gaseosos, dependiendo de cuál sea el elemento involucrado.

a) Representar la estructura de Lewis del ozono.



La estructura es correcta o no, no se asignan puntos parciales (salvo lo indicado debajo). Si sobran o faltan electrones, es incorrecta. Si sobran o faltan átomos, es incorrecta. Si alguno de los átomos no cumple la regla del octeto, es incorrecta. Si el número de átomos y electrones son los correctos pero propone alguna otra conectividad que permita representar una estructura aceptable, se considera correcta.

Se asigna la mitad del puntaje si representa sólo una de las dos estructuras resonantes. Si para una estructura incorrecta plantea dos estructuras resonantes equivalentes y coherentes entre sí, se asigna la mitad del puntaje total. Si la estructura está incorrecta y además no plantea dos estructuras resonantes, no se asignan puntos.



Los electrones son indistinguibles y por lo tanto se considera incorrecto utilizar distintos símbolos para representarlos. Se restan 3 puntos (en total, no por cada estructura) si utiliza símbolos distintos para los electrones, y 3 puntos más (en total, no por enlace) si representa algún enlace “dativo”.

12 puntos totales

b) Escribir una ecuación química balanceada que represente la reacción entre el ozono (O_3) y el metal vanadio sólido (V) para formar el sólido pentóxido de vanadio (V_2O_5). No olvides incluir los estados de agregación de todos los compuestos.



No se asignan puntos parciales por índices correctos (la reacción está balanceada o no).

Se asigna el total del puntaje a cualquier otra estequiometría consistente con la anterior que esté bien balanceada.

Se restan 2 puntos si omite u equivoca uno o más estados de agregación (en total, no por cada uno).

Si la reacción es incorrecta pero los estados de agregación son los correctos para los compuestos indicados, se asignan 2 puntos.

6 puntos totales

c) Escribir las fórmulas de todos los posibles óxidos de vanadio.



Se asigna el total del puntaje a cualquier otra fórmula correcta aunque no sea la fórmula mínima.

2 puntos por cada fórmula correcta. **8 puntos totales**

d) Escribir una ecuación química balanceada que represente la reacción entre el ozono y el azufre elemental, que se presenta como un sólido formado por moléculas de fórmula S_8 . No olvides incluir los estados de agregación de todos los compuestos (el producto es un gas).



Cualquiera de las tres reacciones propuestas se considera correcta (sólo debe plantear una).

No se asignan puntos parciales por índices correctos (la reacción está balanceada o no).

Se asigna el total del puntaje a cualquier otra estequiometría consistente con las anteriores que esté bien balanceada.



Se restan 2 puntos si omite u equivoca uno o más estados de agregación (en total, no por cada uno).

Si la reacción es incorrecta pero los estados de agregación son los correctos para los compuestos indicados, se asignan 2 puntos.

6 puntos totales

e) Marcar con una X la opción que mejor represente el carácter de los compuestos indicados:

	Predominantemente iónico	Predominantemente covalente
O ₃		X
S ₈		X
Óxidos de vanadio	X	
Óxidos de azufre		X

2 puntos por cada opción correcta. 8 puntos totales

Ejercicio 2 (30 Puntos)

El gas natural es una mezcla de *hidrocarburos*, que son compuestos formados únicamente por átomos de carbono e hidrógeno. Contiene además muy pequeñas cantidades de otros elementos, como azufre y gases nobles.

a) El principal componente del gas natural es el metano (CH₄). Este compuesto es inodoro, por lo que típicamente se agrega al gas *terbutiltiol*. Este proporciona al gas su olor característico, lo que permite identificar una fuga. Se determinó la composición porcentual en masa de este compuesto, obteniéndose 53,3 % de C, 11,1 % de H, y 35,6 % de S. Determinar su fórmula molecular, sabiendo que es igual a su fórmula empírica.

Si "X" es la masa molar del compuesto, entonces:

$$n_C = (0,533 X) / 12,0 \text{ g} = 0,0444 X \text{ g}^{-1}$$

$$n_H = (0,111 X) / 1,00 \text{ g} = 0,111 X \text{ g}^{-1}$$

$$n_S = (0,356 X) / 32,1 \text{ g} = 0,0111 X \text{ g}^{-1}$$

$$n_H / n_C = 2,5 \text{ y } n_H / n_S = 10$$

$$\text{Si } n_S = 1 \rightarrow n_H = 10 \text{ y } n_C = 4$$

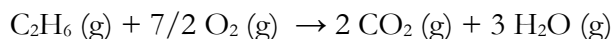


Se asigna 1 punto por el planteo para cada uno de los tres elementos (o algún planteo análogo), 3 puntos por calcular cocientes de moles, y 2 puntos por asignar un valor de 1 al elemento que presenta menos moles y calcular los otros dos a partir de ese.

8 puntos totales



Un recipiente contiene inicialmente 1,00 g de etano (C_2H_6) y 32,0 g de oxígeno (O_2). Estos compuestos reaccionan para dar CO_2 y H_2O , según la siguiente ecuación:



b) Indicar cuál es el reactivo limitante. Justificar en base a cálculos.

$$M (\text{C}_2\text{H}_6) = 30,0 \text{ g mol}^{-1} \text{ (1 punto)}$$

$$n_0 (\text{C}_2\text{H}_6) = 0,0333 \text{ mol (1 punto)}$$

$$M (\text{O}_2) = 32,0 \text{ g mol}^{-1} \text{ (1 punto)}$$

$$n_0 (\text{O}_2) = 1,00 \text{ mol (1 punto)}$$

Reactivo limitante: C_2H_6 (2 puntos; se resta 1 punto si no explicita una justificación)

6 puntos totales

c) La reacción se lleva a cabo en un recipiente rígido de 2,00 L de capacidad. Una vez concluida, la temperatura final del sistema es 200 °C. Calcular la presión total y la fracción molar de CO_2 para la mezcla gaseosa en este punto, considerando que el rendimiento de la reacción es del 100 %. Si no pudiste resolver el ítem anterior, considerará que el reactivo limitante es el etano.

$$n_f (\text{C}_2\text{H}_6) = 0,00 \text{ mol (1 punto)}$$

$$n_f (\text{O}_2) = 1,00 - 0,0333 \times 7/2 = 0,883 \text{ mol (3 puntos)}$$

$$n_f (\text{CO}_2) = 0,0333 \times 2 = 0,0666 \text{ mol (3 puntos)}$$

$$n_f (\text{H}_2\text{O}) = 0,0333 \times 3 = 0,0999 \text{ mol (3 puntos)}$$

Se restan 2 puntos por cada coeficiente estequiométrico omitido (7/2, 2, 3) y 1 punto por cada uno si lo considera pero lo utiliza mal (por ejemplo, lo suma en vez de restarlo o usa un valor incorrecto).

$$n_f (\text{total}) = 0,883 \text{ mol} + 0,0666 \text{ mol} + 0,0999 \text{ mol} = 1,05 \text{ mol (1 punto)}$$

$$p_f (\text{total}) = (n_f (\text{total}) \times R \times T) / V = 20,4 \text{ atm (3 puntos; se resta de a 1 punto por errores individuales, como omitir el volumen de 2 L, no considerar la temperatura en K, poner los moles totales iniciales en vez de los finales).}$$

$$x_f (\text{CO}_2) = n_f (\text{CO}_2) / n_f (\text{total}) = 0,0634 \text{ (2 puntos)}$$

16 puntos totales

Ejercicio 3 (30 Puntos)

El NO y el NO_2 son dos de los óxidos más relevantes de nitrógeno. El primero es un compuesto muy importante en el organismo ya que actúa como una molécula de señalización en numerosos



procesos fisiológicos, mientras que el segundo es una materia prima fundamental en la producción industrial de ácido nítrico. A continuación se presentan sus estructuras de Lewis:



a) Indicar sus nombres.

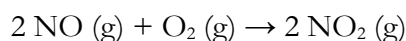
Monóxido de nitrógeno u óxido nítrico y dióxido de nitrógeno.

2 puntos cada nombre. 4 puntos totales

b) ¿Los enlaces $\text{N}=\text{O}$ son polares o no polares?

Polares. 2 puntos totales

La siguiente ecuación química representa la reacción entre el NO y el O_2 cuando el primero se expone al aire:



En cualquier reacción química, se rompen enlaces químicos de los reactivos y se forman enlaces químicos para dar lugar a los productos. Las **energías de enlace** son las energías necesarias para **romper** un determinado enlace químico; dado que este proceso consume energía, estas son siempre números positivos; por el contrario, al formarse un enlace químico se libera energía. Para una reacción química, se puede determinar la variación de energía asociada a ella considerando el balance total de las energías de **todos** los enlaces que se rompen y se forman, con sus signos.

c) Considerando los datos de energías de enlace proporcionados a continuación, calcular la variación de energía de la reacción, teniendo en cuenta el número y tipo de enlaces que se rompen y se forman para la estequiometría indicada en la ecuación.

Datos de energías de enlace: $\text{N}-\text{O}$: 222 kJ mol^{-1} ; $\text{N}=\text{O}$: 590 kJ mol^{-1} ; $\text{O}=\text{O}$: 494 kJ mol^{-1} .

Reactivos: 1 enlace $\text{O}=\text{O} \rightarrow 494 \text{ kJ}$ y 2 enlaces $\text{N}=\text{O} \rightarrow 1180 \text{ kJ}$; Total: 1674 kJ

Productos: 2 enlaces $\text{N}=\text{O} \rightarrow 1180 \text{ kJ}$ y 2 enlaces $\text{N}-\text{O} \rightarrow 444 \text{ kJ}$; Total: 1624 kJ

Energía de la reacción: $1674 \text{ kJ} - 1624 \text{ kJ} = 50 \text{ kJ}$

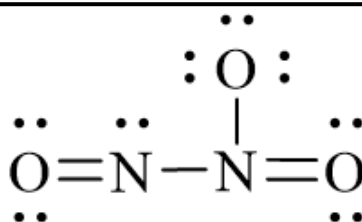
Se asigna 1 punto por cada tipo de enlace asociado correctamente a los productos y a los reactivos (4 puntos). Se asigna 1 punto por indicar el número correcto de enlaces de un tipo determinado (4 puntos). Se asigna 1 punto por calcular el total de las energías de enlace de productos y reactivos (2 puntos; esto es independiente de los dos pasos anteriores, recordar no doble penalizar). Se asignan 2 puntos por hacer el cálculo final considerando el signo correctamente.

12 puntos totales



Tanto el NO como el NO₂ son *especies radicalarias*; esto significa que presentan un electrón desapareado, debido a que el número de electrones de la molécula es impar (tal como se puede apreciar en sus estructuras de Lewis). Esto hace que sean especies altamente reactivas, ya que estos electrones tienden a aparearse con otros electrones desapareados de otros compuestos.

d) Cuando se combinan, el NO y el NO₂ forman N₂O₃. Representar su estructura de Lewis. Es suficiente con que muestres una sola de sus estructuras resonantes.



La estructura es correcta o no, no se asignan puntos parciales (salvo lo indicado debajo). Si sobran o faltan electrones, es incorrecta. Si sobran o faltan átomos, es incorrecta. Si alguno de los átomos no cumple la regla del octeto, es incorrecta. Si la conectividad es incorrecta se considera incorrecta en este caso, ya que el ejercicio apunta a que se den cuenta de que ambos N se unen entre sí.

Los electrones son indistinguibles y por lo tanto se considera incorrecto utilizar distintos símbolos para representarlos. Se restan 3 puntos (en total, no por cada estructura) si utiliza símbolos distintos para los electrones, y 3 puntos más (en total, no por enlace) si representa algún enlace “dativo”. No volver a aplicar estas penalizaciones si ya fueron aplicadas en el ítem (1a).

4 puntos totales

e) El ácido nítrico es un compuesto de gran importancia a nivel industrial. Generalmente se obtiene en forma de una solución acuosa 68,0 % m/m, cuya densidad es 1,42 g mL⁻¹. Calcular la concentración molar de esta solución.

100 g sc → 70,4 mL sc (68 g st) (2 puntos por considerar la densidad y 1 punto por el cálculo)

1000 mL sc → 966 g st (1 punto por considerar el volumen correcto y 1 punto por el cálculo)

M (ácido nítrico) = 63 g mol⁻¹ (1 punto)

966 g st → 15,3 mol → 15,3 M (2 puntos)

Se resta de a 1 punto por errores individuales.

8 puntos totales