



**Nota:** En la última hoja del examen encontrarás un conjunto de ecuaciones y datos que pueden resultarte útiles. Considera que  $T = 298,15 \text{ K}$  en todos los casos a menos que se aclare explícitamente lo contrario.

**Ejercicio 1 (25 Puntos)**

Los metales alcalinos constituyen el conjunto de elementos pertenecientes al grupo I de la tabla periódica y representan especies químicas cuyos estados de oxidación típicos son 0 y +1.

La característica principal de estos metales cuando se encuentran en estado de oxidación 0 es su fuerte comportamiento como reductores, oxidándose a los cationes  $M^+$  según:



La tabla que se presenta a continuación contiene el valor absoluto (módulo) de los potenciales de reducción de las cuplas  $M^+/M^\circ$  (vs  $H^+/H_2$ ) para los diferentes elementos del grupo:

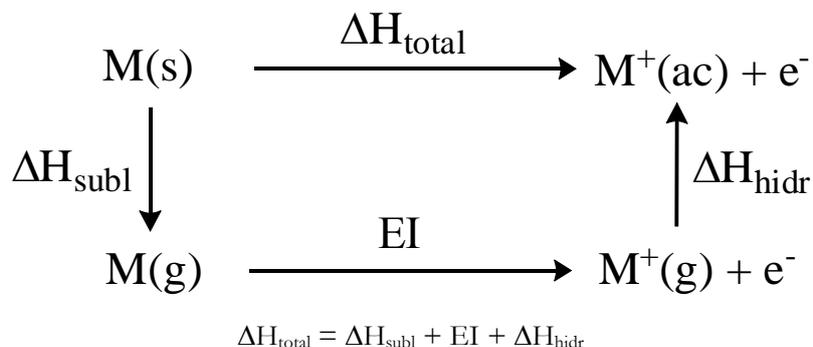
Elemento	Li	Na	K	Rb	Cs
$ E^\circ  / V$	3,040	2,714	2,936	2,923	3,026

(a) ¿Qué signo poseen los potenciales de reducción de los metales alcalinos? Marca con una cruz (X) la respuesta que consideres correcta.

- i.  $E^\circ < 0$        ii.  $E^\circ > 0$        iii.  $E^\circ \approx 0$

Una característica a destacar del comportamiento de los metales alcalinos como reductores, es que si bien sus potenciales de reducción no son idénticos, la variación de los mismos entre los diferentes miembros del grupo es pequeña por lo que resulta razonable considerar que el poder reductor de todas estas especies es similar.

Una manera de justificar esta característica, es descomponer el proceso de oxidación de estas especies en los siguientes pasos constitutivos:





Aquí,  $\Delta H_{\text{total}}$ ,  $EI$ ,  $\Delta H_{\text{subl}}$  y  $\Delta H_{\text{hidr}}$  representan las variaciones de entalpía asociadas al proceso redox completo, la energía de ionización del metal, la sublimación del metal, y la hidratación del catión  $M^+$  respectivamente.

(b) ¿Cómo esperas que sea el signo de  $\Delta H_{\text{subl}}$ ? Marca con una cruz (X) la respuesta que consideres correcta.

- i.  $\Delta H_{\text{subl}} > 0$  debido a que el proceso de sublimación implica romper las interacciones repulsivas presentes en el sólido y llevar el sistema a fase gaseosa, donde las interacciones son atractivas.
- ii.  $\Delta H_{\text{subl}} > 0$  debido a que el proceso de sublimación implica romper las interacciones atractivas presentes en el sólido y llevar el sistema a fase gaseosa, donde las interacciones son atractivas.
- iii.  $\Delta H_{\text{subl}} < 0$  debido a que el proceso de sublimación implica romper las interacciones repulsivas presentes en el sólido y llevar el sistema a fase gaseosa, donde las interacciones son atractivas.
- iv.  $\Delta H_{\text{subl}} < 0$  debido a que el proceso de sublimación implica romper las interacciones atractivas presentes en el sólido y llevar el sistema a fase gaseosa, donde las interacciones son atractivas.
- v.  $\Delta H_{\text{subl}} > 0$  debido a que el proceso de sublimación implica romper las interacciones atractivas presentes en el sólido y llevar el sistema a fase gaseosa, donde las interacciones son despreciables.
- vi.  $\Delta H_{\text{subl}} < 0$  debido a que el proceso de sublimación implica romper las interacciones atractivas presentes en el sólido y llevar el sistema a fase gaseosa, donde las interacciones son despreciables.

(c) ¿Cómo esperas que sea el signo de  $EI$ ? Marca con una cruz (X) la respuesta que consideres correcta.

- i.  $EI > 0$ , puesto que la sustracción de un electrón implica romper la interacción atractiva electrón-núcleo.
- ii.  $EI < 0$ , puesto que la sustracción de un electrón implica romper la interacción atractiva electrón-núcleo.
- iii.  $EI > 0$ , puesto que la sustracción de un electrón implica romper la interacción repulsiva electrón-núcleo.
- iv.  $EI < 0$ , puesto que la sustracción de un electrón implica romper la interacción repulsiva electrón-núcleo.



25ª Olimpiada Argentina de Química  
CERTAMEN NACIONAL  
NIVEL 2BIS  
Examen

RESERVADO PARA LA OAQ

(d) ¿Cómo esperas que sea el signo de  $\Delta H_{\text{hidr}}$ ? Marca con una cruz (X) la respuesta que consideres correcta.

- i.  $\Delta H_{\text{hidr}} < 0$  debido a que la hidratación del catión implica la estabilización del mismo por formación de interacciones ión-dipolo entre  $M^+$  y el solvente.
- ii.  $\Delta H_{\text{hidr}} > 0$  debido a que la hidratación del catión implica la ruptura de las interacciones dipolo-dipolo y puente hidrógeno presentes en el solvente puro.
- iii.  $\Delta H_{\text{hidr}} > 0$  debido a que la hidratación del catión implica la estabilización del mismo por formación de interacciones ión-dipolo entre  $M^+$  y el solvente.
- iv.  $\Delta H_{\text{hidr}} < 0$  debido a que la hidratación del catión implica la ruptura de las interacciones dipolo-dipolo y puente hidrógeno presentes en el solvente puro.

La tabla que se presenta a continuación contiene los valores de los diferentes parámetros involucrados en el ciclo termoquímico descrito anteriormente. En todos los casos los valores energéticos se presentan en módulo.

	Li	Na	K	Rb	Cs
$ \Delta H_{\text{subl}}  / \text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$	161	109	110	86	79
$ EI  / \text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$	526	502	442	402	382
$ \Delta H_{\text{hidr}}  / \text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$	495	406	350	300	264

(e) ¿Por qué  $|\Delta H_{\text{hidr}}|$  disminuye al bajar en el grupo de los metales alcalinos? Marca con una cruz (X) la(s) respuesta(s) que consideres correcta(s) (puede ser más de una).

- i.  $|\Delta H_{\text{hidr}}|$  disminuye porque los iones se vuelven menos polarizantes al bajar en el grupo.
- ii.  $|\Delta H_{\text{hidr}}|$  disminuye porque los iones se vuelven menos electronegativos al bajar en el grupo.
- iii.  $|\Delta H_{\text{hidr}}|$  disminuye porque los iones se vuelven más polarizantes al bajar en el grupo.
- iv.  $|\Delta H_{\text{hidr}}|$  disminuye porque al bajar en el grupo aumenta el carácter metálico de las especies.
- v.  $|\Delta H_{\text{hidr}}|$  disminuye porque al bajar en el grupo aumenta el radio iónico.

(f) ¿Por qué  $|EI|$  disminuye al bajar en el grupo? Marca con una cruz (X) la respuesta que consideres correcta.

- i.  $|EI|$  disminuye porque al bajar en el grupo aumenta la carga nuclear efectiva que perciben los electrones de valencia.



25ª Olimpiada Argentina de Química  
CERTAMEN NACIONAL  
NIVEL 2BIS  
Examen

RESERVADO PARA LA OAQ

- ii.  $|E|$  disminuye porque al bajar en el grupo disminuye la carga nuclear efectiva que perciben los electrones de valencia.
- iii.  $|E|$  disminuye porque al bajar en el grupo aumenta la electronegatividad de los metales alcalinos.
- iv.  $|E|$  disminuye porque al bajar en el grupo disminuye la electronegatividad de los metales alcalinos.

(g) Teniendo en cuenta que la entalpía estándar de formación del protón (asociada al proceso  $\frac{1}{2}H_2(g) \rightarrow H^+(ac) + e^-$ ) vale  $455 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ , calcula el valor de  $\Delta S^\circ$  asociado a la reducción de  $H^+$  mediante Litio en agua.

$$\Delta S^\circ = \text{_____} \text{ J}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{mol}^{-1}$$

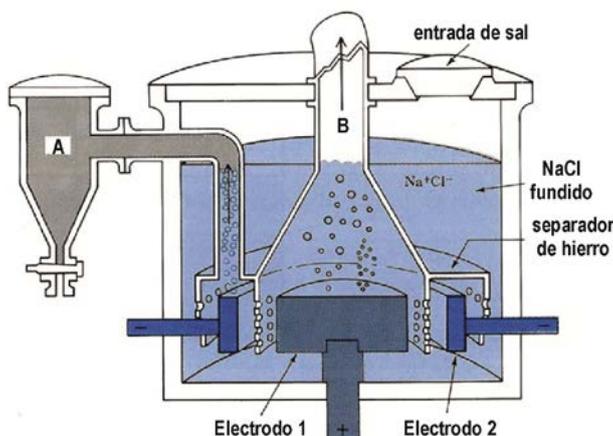
(h) Teniendo en cuenta que para todos los procesos redox analizados la contribución a la energía libre del término  $T\Delta S$  es similar, ¿por qué crees que los potenciales de reducción casi no varían al bajar en el grupo? Marca con una cruz (X) la respuesta que consideres correcta.

- i. Porque las variaciones en  $\Delta H_{\text{subl}}$  se compensan con los distintos  $\Delta H_{\text{hidr}}$  de tal modo que  $\Delta H_{\text{total}}$  es esencialmente constante para los diferentes sistemas lo cual termina generando que todas las especies tengan valores de  $E^\circ$  similares.



- ii. Porque las variaciones en EI se compensan con los distintos  $\Delta H_{\text{hidr}}$  de tal modo que  $\Delta H_{\text{total}}$  es esencialmente constante para los diferentes sistemas, con lo cual todas las especies tienen valores  $E^\circ$  similares.
- iii. Porque las variaciones en  $\Delta H_{\text{subl}}$  se compensan con las distintas EI de tal modo que  $\Delta H_{\text{total}}$  es esencialmente constante para los diferentes sistemas lo cual termina generando que todas las especies tengan valores de  $E^\circ$  similares.
- iv. Porque las variaciones en  $\Delta H_{\text{subl}} + EI$  se compensan con los distintos  $\Delta H_{\text{hidr}}$  de tal modo que  $\Delta H_{\text{total}}$  es esencialmente constante para los diferentes sistemas lo cual termina generando que todas las especies tengan valores de  $E^\circ$  similares.

A continuación se presenta un esquema del dispositivo industrial mediante el cual se obtiene sodio metálico, producido a partir de la electrólisis de NaCl fundido (el dispositivo opera a 900°C) anhidro.



- (i) Determina la identidad de los electrodos 1 y 2 (es decir, cátodo/ánodo), y de los productos A y B. Indica las hemirreacciones catódicas y anódicas y la reacción global producida en el sistema. Teniendo en cuenta que se trabaja en un líquido iónico, considera que los estados de agregación de los iones  $\text{Na}^+$  y  $\text{Cl}^-$  es el de “solución iónica”. De ese modo, cuando emplees los iones en las ecuaciones escríbelos como  $\text{Na}^+(\text{s.i.})$ ,  $\text{Cl}^-(\text{s.i.})$



REACCIONES QUÍMICAS

Hemirreacción Catódica: \_\_\_\_\_

Hemirreacción anódica \_\_\_\_\_

Reacción Global: \_\_\_\_\_

IDENTIDAD DE LOS ELECTRODOS

Identidad del Electrodo 1: \_\_\_\_\_

Identidad del Electrodo 2: \_\_\_\_\_

(j) ¿Por qué es necesario trabajar en condiciones anhidras (ausencia de agua)? Marca con una cruz (X) la(s) respuesta(s) que consideres correcta(s) (puede ser más de una). Datos:  $E^\circ(\text{H}^+/\text{H}_2) = 0 \text{ V}$ ;  $E^\circ(\text{O}_2/\text{H}_2\text{O}) = 1,23 \text{ V}$ ;  $E^\circ(\text{Cl}_2/\text{Cl}^-) = 1,36 \text{ V}$ .

i. Para evitar la formación de  $\text{H}_2(\text{g})$  en el cátodo.

ii. Para evitar la formación de  $\text{H}_2(\text{g})$  en el ánodo.

iii. Para evitar la formación de  $\text{O}_2(\text{g})$  en el cátodo.

iv. Para evitar la formación de  $\text{O}_2(\text{g})$  en el ánodo.

(k) Determina la cantidad de sodio producida en un día por una planta que opera durante 8 h empleando potenciales de 4,5 V, corrientes de 140 kA y que posee un rendimiento típico de la producción del 78%.

producción de  $\text{Na}(\text{l})$  : \_\_\_\_\_  $\text{kg día}^{-1}$

(l) Se agrega en 300 mL de agua destilada 0,2 g de  $\text{Na}^\circ$ . El sistema evoluciona liberando abundante gas y consumiendo todo el sólido. Calcula el pH de la solución una vez finalizada la reacción.



25<sup>a</sup> Olimpiada Argentina de Química  
CERTAMEN NACIONAL  
NIVEL 2BIS  
Examen

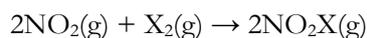
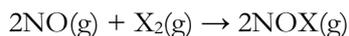
RESERVADO PARA LA OAQ

pH = \_\_\_\_\_



**Ejercicio 2 (25 Puntos)**

El nitrógeno forma con todos los halógenos los llamados halogenuros de nitrógeno ( $\text{NX}_3$ ), de nitrosilo ( $\text{XNO}$ ), y de nitrilo ( $\text{XNO}_2$ ). Si bien los halogenuros  $\text{NX}_3$  se preparan empleando condiciones de reacción severas, las especies oxigenadas se pueden sintetizar por reacción directa de los bihalógenos con  $\text{NO}$  y  $\text{NO}_2$  respectivamente:



(a) Describe la estructura electrónica del fluoruro de nitrosilo ( $\text{FNO}$ ) mediante estructuras de Lewis:

(b) Describe la estructura electrónica del cloruro de nitrilo ( $\text{ClNO}_2$ ) empleando Teoría de Enlace de Valencia. Indica la hibridización de los átomos en cada caso (en caso de que un átomo no hibridice, escribir "NO"), el tipo de enlaces formados ( $\sigma$  o  $\pi$ ) y los orbitales involucrados en los mismos.

Hibridización del átomo de Cl: \_\_\_\_\_

Hibridización del átomo de N: \_\_\_\_\_

Hibridización de los átomos de O: \_\_\_\_\_

Tipo(s) de enlace(s) Cl-N: \_\_\_\_\_

Orbitales del Cl involucrados en el(los) enlace(s) Cl-N: \_\_\_\_\_

Orbitales del N involucrados en el(los) enlace(s) Cl-N: \_\_\_\_\_

Tipo(s) de enlace(s) N-O: \_\_\_\_\_

Orbitales del N involucrados en el(los) enlace(s) N-O: \_\_\_\_\_

Orbitales del O involucrados en el(los) enlace(s) N-O: \_\_\_\_\_



25ª Olimpiada Argentina de Química  
CERTAMEN NACIONAL  
NIVEL 2BIS  
Examen

RESERVADO PARA LA OAQ

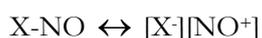
La siguiente tabla muestra parámetros geométricos experimentales de los halogenuros de nitrosilo:

	F	Cl	Br	
$a$ / pm	152	198	214	
$b$ / pm	113	114	115	
$\alpha$ / °	110	113	117	

(c) ¿Por qué el parámetro  $a$  disminuye en la tendencia  $\text{Br} > \text{Cl} > \text{F}$ ? Marca con una cruz (X) la respuesta que consideres correcta.

- i. Porque la carga nuclear efectiva de los halógenos disminuye al bajar en el grupo generando que aumenten sus radios atómicos, y consecuentemente  $a$ .
- ii. Porque la carga nuclear efectiva de los halógenos aumenta al bajar en el grupo generando que aumenten sus radios atómicos, y consecuentemente  $a$ .
- iii. Porque al bajar en el grupo disminuye la electronegatividad de los halógenos con lo cual sus radios aumentan y también lo hace la distancia  $a$ .
- iv. Porque al bajar en el grupo aumenta la electronegatividad de los halógenos con lo cual sus radios aumentan y también lo hace la distancia  $a$ .

La correcta descripción de la estructura electrónica en los halogenuros de nitrosilo implica tener en cuenta la contribución de cierto carácter iónico en el sistema:



(d) Describe la estructura electrónica del catión  $\text{NO}^+$  empleando estructuras de Lewis. Indica además una molécula con la cual esta especie resulte isoelectrónica (dos moléculas diferentes se consideran isoelectrónicas cuando poseen la misma cantidad de átomos y electrones).

Estructura de Lewis del  $\text{NO}^+$ :

Molécula Isoelectrónica con  $\text{NO}^+$ :

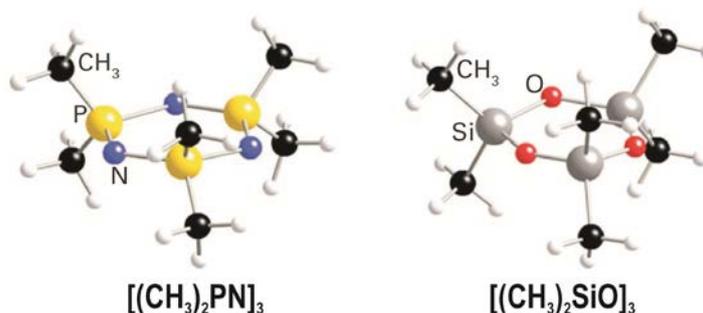


(e) ¿Por qué la distancia  $b$  aumenta en la serie  $F < Cl < Br$ ? Marca con una cruz (X) la respuesta que consideres correcta.

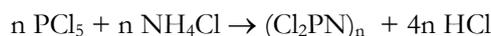
- i. Porque el carácter iónico de las especies XNO disminuye en la secuencia  $Br < Cl < F$ .
- ii. Porque el carácter iónico de las especies XNO aumenta en la secuencia  $Br < Cl < F$ .
- iii. Porque las moléculas no poseen carácter covalente.
- iv. Porque el radio atómico de los halógenos aumenta en la secuencia  $F < Cl < Br$ .

<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>

Muchos compuestos mixtos de fósforo y nitrógeno pueden sintetizarse empleando halogenuros de estos elementos, como por ejemplo los fosfazenos, sistemas con enlaces P-N. Lo interesante de este tipo de compuestos es que los sistemas P-N son estructuralmente equivalentes a los sistemas Si-O, por lo que varios fosfazenos resultan análogos a siloxanos y a sus unidades del tipo  $R_2SiO$ , como se muestra a continuación. **Nota:** La siguiente figura NO representa estructuras de Lewis, simplemente muestra la conectividad y geometría de diferentes sistemas.



Los bicloruros de fosfazeno cíclicos son buenos puntos de partida en la preparación de fosfazenos más elaborados. Se sintetizan de manera sencilla a partir de  $PCl_5$  y  $NH_4Cl$  según:



(f) Describe la estructura del fosfazeno  $(Cl_2PN)_4$  empleando estructuras de Lewis.



Una forma de sintetizar fosfazenos superiores a partir de los bicloruros, es hacer reaccionar los mismos con diferentes bases de Lewis para que produzcan reacciones de sustitución sobre los cloruros.

- (g) Al hacer reaccionar 1 mol del fosfazeno precursor  $(Cl_2PN)_3$  con metanol, se formó un compuesto que por análisis elemental mostró una composición del 10,78 % en C y del 31,81% de Cl. Determina la estructura del compuesto.

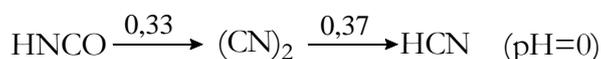
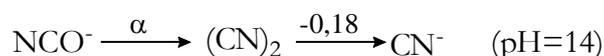


**Ejercicio 3 (25 Puntos)**

El sistema molecular "CN" se considera en la jerga inorgánica un "pseudohalógeno", ya que a pesar de ser un sistema formado por átomos que no pertenecen al grupo VII de la tabla periódica, presenta propiedades estructurales y de reactividad muy similar a la hallada en los elementos de dicho grupo (F, Cl, Br y I).

De ese modo, existe el cianuro  $\text{CN}^-$  (análogo a los halogenuros  $\text{X}^-$ ), el ácido cianhídrico HCN (análogo a los ácidos halogenhídricos HX), el cianógeno  $(\text{CN})_2$  (análogo a los bihalógenos  $\text{X}_2$ ) y el cianato  $\text{CNO}^-$  (análogo a los hipohalogenitos  $\text{XO}^-$ ), entre otros.

A continuación se presenta el diagrama de Latimer del pseudohalógeno CN:



(a) Determina el valor de  $\alpha$ . **Datos:**  $\text{pK}_a(\text{HCNO}) = 3,5$ ;  $\text{pK}_w = 14$ .

$$E^\circ(\text{NCO}^-/(\text{CN})_2) = \alpha = \text{_____} \text{ V}$$

Al igual que los bihalógenos, el cianógeno  $(\text{CN})_2$  dismuta en medio básico.

(b) Describe empleando reacciones químicas balanceadas, la reacción de dismutación del cianógeno  $(\text{CN})_2$  en medio básico.



- (c) Como se observa en el diagrama de Latimer anterior, tanto el HCN como el HCNO son ácidos débiles. Determina el pH de una solución de NaCN 0,2 M. **Dato:**  $pK_a(\text{HCN}) = 9,3$ ,  $pK_w = 14$ .

pH = \_\_\_\_\_

- (d) Existen derivados calcogenados del cianógeno  $(\text{CN})_2$ , como por ejemplo el tiocianógeno  $(\text{SCN})_2$  y el seleniocianógeno  $(\text{SeCN})_2$ . Describe la estructura del seleniocianógeno empleando estructuras de Lewis. La conectividad en este sistema es del tipo N-C-Se-Se-C-N.



(e) Si bien existen las especies  $(\text{SCN})_2$  y  $(\text{SeCN})_2$ , el análogo de oxígeno  $(\text{OCN})_2$  no se conoce. ¿A qué crees que se deba esto? Marca con una cruz (X) la(s) respuesta(s) que consideres correcta(s) (puede ser más de una).

i. La molécula de  $(\text{OCN})_2$  resulta inestable debido a la debilidad de los enlaces simples O-O.

ii. La molécula de  $(\text{OCN})_2$  resulta inestable debido a la debilidad de los enlaces dobles O=O.

iii. La molécula de  $(\text{OCN})_2$  resulta inestable debido a que los átomos de oxígeno son pequeños por lo que los pares libres de los oxígenos presentan fuertes repulsiones, debilitando el enlace.

iv. La molécula de  $(\text{OCN})_2$  resulta inestable debido a que el solapamiento de los orbitales de los oxígenos es ineficiente, lo cual debilita el enlace O-O.



**Ejercicio 4 (25 Puntos)**

El cloruro de sulfurilo ( $\text{SO}_2\text{Cl}_2$ ) es un compuesto de interés científico, industrial y medioambiental. Entre sus aplicaciones, se encuentra su uso como poderoso agente clorante y sulfonante.

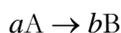
A temperatura ambiente, el  $\text{SO}_2\text{Cl}_2$  es un líquido incoloro de fuerte olor, siendo su punto de ebullición  $70^\circ\text{C}$ . Cerca de los  $100^\circ\text{C}$  descompone según



En busca de analizar la cinética de la descomposición de esta especie, se llenó un recipiente de volumen fijo (previamente evacuado) con  $\text{SO}_2\text{Cl}_2(\text{g})$  a  $102^\circ\text{C}$  monitoreando la presión total del recipiente en el tiempo. Los resultados se presentan a continuación:

tiempo (s)	0	10000	20000	30000	40000	50000	60000
presión total (atm)	1,000	1,206	1,370	1,500	1,603	1,685	1,750

Para analizar este proceso cinético en el cual se controla la *presión total* del sistema en vez de las presiones parciales de reactivos y productos, es necesario realizar vínculos estequiométricos para poder obtenerlas. La mejor manera de razonar la estequiometría de las reacciones químicas consiste en definir el *avance de la reacción*; utilizando una única variable para *medir* cuánto ha avanzado un proceso químico dado. Consideremos el proceso general



El avance de una reacción  $\phi$  es la variable que determina, partiendo de reactivos ( $\phi = 0$ ), qué cantidad de moles de reactivos se han transformado en productos de acuerdo a la reacción química escrita. Matemáticamente, esta magnitud puede calcularse a través de presiones parciales de reactivos y productos según

$$\phi = \frac{p_A - p_A^0}{-a} = \frac{p_B - p_B^0}{b}$$

de tal modo que

$$p_A = p_A^0 - a\phi \qquad p_B = p_B^0 + b\phi$$

En las expresiones anteriores,  $p_A$  y  $p_B$  representa las presiones parciales de las especies A y B en un dado tiempo, mientras que  $p_A^0$  y  $p_B^0$  son las presiones parciales de las diferentes especies al inicio del experimento.

Por su parte,  $a$  y  $b$  representan los coeficientes estequiométricos que acompañan a las diferentes especies, y a la hora de calcular el grado de avance se divide por estos coeficientes teniendo en cuenta la convención de usar signos negativos para reactivos y positivos para productos (para denotar que los reactivos se consumen y los productos se generan conforme procede la reacción química).



- (a) Encuentra una expresión para describir las presiones parciales de  $\text{SO}_2\text{Cl}_2$ ,  $\text{SO}_2$  y  $\text{Cl}_2$  y la presión total en función de  $\phi$ .

$p_{\text{SO}_2\text{Cl}_2} =$ _____	$p_{\text{SO}_2} =$ _____
$p_{\text{Cl}_2} =$ _____	$p_{\text{total}} =$ _____

- (b) Completa la siguiente tabla indicando la presión parcial de  $\text{SO}_2$  en los siguientes tiempos.

tiempo (s)	0	30000
$p(\text{SO}_2)$ (atm)		

- (c) Suponiendo que puede describirse la velocidad de la reacción como  $v = k \cdot p_{\text{SO}_2\text{Cl}_2}^n$ , determina  $n$  y  $k$ . **Nota:** No olvides colocar en tu respuesta las unidades de  $k$ . Si no pudiste resolver los ítems anteriores, supone que la presión parcial de  $\text{SO}_2\text{Cl}_2$  es 0,5 atm a los 20000 s y 0,25 atm a los 40000 segundos.

$n =$ _____	$k =$ _____
-------------	-------------

- (d) Cuando la reacción se lleva a cabo a  $125^\circ\text{C}$  partiendo de una presión total inicial de 1,000 atm, la presión total al cabo de 1 h resulta ser de 1,550 atm. Calcula la energía de activación del proceso. Si no pudiste calcular la constante de velocidad del ítem (c), supone que  $k = 2,3 \times 10^{-5} \text{ s}^{-1}$



25<sup>a</sup> Olimpiada Argentina de Química  
CERTAMEN NACIONAL  
NIVEL 2BIS  
Examen

RESERVADO PARA LA OAQ

$$E^{\text{act}} = \text{_____} \text{ kJ mol}^{-1}$$



ALGUNAS ECUACIONES Y DATOS QUE PUEDEN RESULTAR ÚTILES

$1 \text{ atm} \equiv 1,01325 \text{ bar} \equiv 1,01325 \times 10^5 \text{ Pa} \equiv 760 \text{ Torr}$		$0^\circ\text{C} = 273\text{K}$
$N_A = 6,02 \times 10^{23}$	$R = 0,082 \frac{\text{atm.L}}{\text{mol.K}} = 8,314 \frac{\text{J}}{\text{mol.K}}$	$F \approx 96480 \frac{\text{C}}{\text{mol}}$
$P_{\text{TOTAL}} = p_1 + p_2 + \dots + p_N$	$pV = nRT$	$p_i = x_i p_i^*$
$\left(p + \frac{a}{V^2}\right)(\bar{V} - b) = RT$	$q = i.t$	$H = U + PV$
$G = H - TS$	$\Delta G = -nF\Delta E$	$\Delta G^\circ = -RT \ln K$
<p>Para una reacción <math>aA(g) + bB(g) \leftrightarrow cC(g) + dD(g)</math>, <math>K_p = \frac{P_C^c P_D^d}{P_A^a P_B^b}</math></p>		
$\Delta E = \Delta E^\circ - \frac{RT}{nF} \ln Q$	$\Delta E^\circ = \frac{RT}{nF} \ln K$	$k = A \exp\left(\frac{-E_{act}}{RT}\right)$
<p>Para una reacción <math>aA \rightarrow bB</math>, <math>v = -\frac{1}{a} \frac{\Delta[A]}{\Delta t} = \frac{1}{b} \frac{\Delta[B]}{\Delta t} = k[A]^n</math></p>		

Dependencia temporal de las concentraciones para diferentes ordenes de reacción:

orden cero	orden uno	orden 2
$[A(t)] = [A]_0 - akt$	$[A(t)] = [A]_0 e^{-akt}$	$\frac{1}{[A(t)]} = \frac{1}{[A]_0} + akt$
$t_{1/2} = \frac{[A]_0}{2ak}$	$t_{1/2} = \frac{\ln(2)}{ak}$	$t_{1/2} = \frac{1}{ak[A]_0}$

Raíces de una ecuación polinómica de orden 2

Las soluciones de la ecuación cuadrática  $ax^2 + bx + c = 0$  son  $x_i = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$