



5. La reacción  $N_2+O_2 \rightleftharpoons 2NO$  tiene a 25 °C una variación de energía libre molar de  $\Delta G^\circ=173,1$  kJ/mol. La entalpía molar normal de reacción es de  $\Delta H^\circ=180,5$  kJ/mol. Colocamos en un recipiente aire (considérese que su composición en volumen es de 21% de  $O_2$ , y 79% de  $N_2$ ) a 25 °C y 1 atmósfera de presión. ¿A qué temperatura hemos de calentar para que el 50% del oxígeno reaccione? Dato:  $R=8,314$  J/mol·K.

Referencias:

Resuelto por Basilea en <http://www.docentesconeducacion.es/viewtopic.php?f=92&t=4125#p18049>

Resuelto por Antonio Abrisqueta García para [www.eltemario.com](http://www.eltemario.com)  
<http://fyqwiki.wikispaces.com/file/view/Examen+Opos+CV+2008.doc>

Damos resultado con 4 cifras significativas, como datos del enunciado, aunque en pasos intermedios usamos más precisión.

Si la reacción es endotérmica, para desplazar el equilibrio hacia la derecha tendremos que aumentar la temperatura.

Como tenemos  $\Delta G^\circ$  podemos obtener el valor de la constante de equilibrio a la temperatura dada

$$\Delta G^\circ = -RT \ln K_p \Rightarrow K_p = e^{\frac{-\Delta G^\circ}{RT}} = e^{\frac{-173,1 \cdot 10^3}{8,314 \cdot 298}} = 4,541916 \cdot 10^{-31}$$

Para que en el equilibrio reaccione el 50% del oxígeno, tendremos que tener otro valor de  $K_p$ , que podemos calcular. Tomamos un volumen arbitrario de gas, tal que tengamos 100 mol de gas (no necesitamos calcularlo pero podemos ver que  $V = \frac{nRT}{P} = \frac{100 \cdot 8,314 \cdot 298}{101325} = 2,739 \text{ m}^3$ )

	$N_2$	$O_2$	$\rightleftharpoons$	$2NO$
Inic	79	21		0
Eq	$79-x$	$21-x$		$2x$

Ha reaccionado el 50% del oxígeno,  $x=21/2=10,5$  mol gas

En la situación inicial hemos despreciado NO en la composición inicial del gas, ya que esa composición es a 25 °C y a esa temperatura la  $K_p$  es muy pequeña ( $10^{-31}$ ) por lo que lo consideramos totalmente desplazado hacia la izquierda.

El número total de moles en el equilibrio es  $n_T=79-x+21-x+2x=100$  mol, se mantiene constante

$$K_p = \frac{P_{NO}^2}{P_{N_2} P_{O_2}} = \frac{P_T^2 \chi_{NO}^2}{P_T^2 \chi_{N_2} \chi_{O_2}} = \frac{n_{NO}^2}{n_{N_2} n_{O_2}} = \frac{(2 \cdot 10,5)^2}{(79-10,5)(21-10,5)} = 0,6131387$$

Si asumimos que la variación de entalpía no depende de la temperatura, podemos plantear la ecuación de Van't Hoff

$$\ln\left(\frac{K_{p1}}{K_{p2}}\right) = \frac{-\Delta H^\circ}{R} \left(\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2}\right)$$
$$\ln\left(\frac{0,6131387}{4,541916 \cdot 10^{-31}}\right) = \frac{-180,5 \cdot 10^3}{8,314} \left(\frac{1}{T_1} - \frac{1}{298}\right)$$
$$-69,3776 \cdot \frac{8,314}{180,5 \cdot 10^3} + \frac{1}{298} = \frac{1}{T_1} \Rightarrow T_1 = 6246 \text{ K}$$