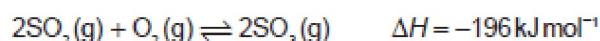


## PROBLEMAS IB. PRUEBA 2.

MAY.2022

3. El trióxido de azufre se produce a partir de dióxido de azufre.

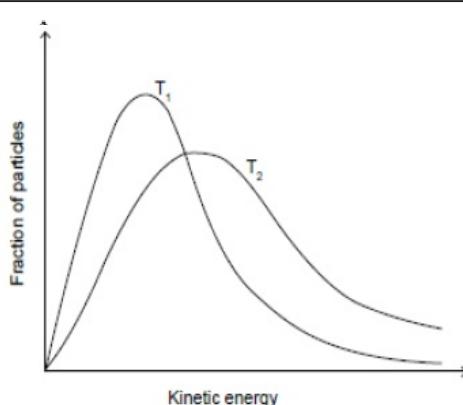


- (a) Resuma, dando una razón, el efecto de un catalizador sobre una reacción. [2]

- increases rate **AND** lower  $E_a$  ✓ .....
- provides alternative pathway «with lower  $E_a$ » .....
- OR .....
- more/larger fraction of molecules have the «lower»  $E_a$  ✓ .....

- (b) La reacción entre dióxido de azufre y oxígeno se puede llevar a cabo a diferentes temperaturas.

- (i) En los ejes, dibuje aproximadamente curvas de distribución de energía de Maxwell-Boltzmann para las especies reaccionantes a dos temperaturas  $T_1$  y  $T_2$ , donde  $T_2 > T_1$ . [3]



- both axes correctly labelled ✓  
peak of  $T_2$  curve lower **AND** to the right of  $T_1$  curve ✓  
lines begin at origin **AND** correct shape of curves **AND**  $T_2$  must finish above  $T_1$  ✓

- (ii) Explique el efecto de aumentar la temperatura sobre el rendimiento de  $\text{SO}_3$ . [2]

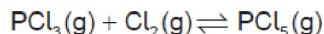
decrease **AND** equilibrium shifts left / favours reverse reaction ✓ ..

«forward reaction is» exothermic /  $\Delta H$  is negative ✓ ..

**NOV. 2021**

3. El fósforo blanco es un alótropo de fósforo y existe como P<sub>4</sub>.

- (c) Existe un equilibrio entre el PCl<sub>3</sub> y el PCl<sub>5</sub>.



- (i) Calcule la variación de entalpía estándar ( $\Delta H^\ominus$ ) para la reacción directa en kJ mol<sup>-1</sup>.

$$\Delta H_f^\ominus \text{PCl}_3(\text{g}) = -306,4 \text{ kJ mol}^{-1}$$

$$\Delta H_f^\ominus \text{PCl}_5(\text{g}) = -398,9 \text{ kJ mol}^{-1}$$

[1]

«-398.9 kJ mol<sup>-1</sup> – (-306.4 kJ mol<sup>-1</sup>) => -92.5 «kJ mol<sup>-1</sup>» ✓

- (ii) Indique la expresión de la constante de equilibrio,  $K_c$ , para esta reacción.

[1]

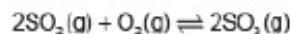
..... « $K_c = \frac{[\text{PCl}_5]}{[\text{PCl}_3][\text{Cl}_2]}$  ✓ .....

- (iii) Indique, dando una razón, el efecto de un aumento de temperatura sobre la posición de este equilibrio.

[1]

.....  
«shifts» left/towards reactants **AND** «forward reaction is» exothermic/ $\Delta H$  is negative ✓  
.....

7. Considere la siguiente reacción de equilibrio:



- (a) Indique la expresión de la constante de equilibrio,  $K_c$ , para la reacción de arriba. [1]

$$K_c = \frac{[\text{SO}_3]^2}{[\text{SO}_2]^2 [\text{O}_2]}$$

- (b) Indique y explique cómo se vería afectado el equilibrio por el aumento de volumen del recipiente de reacción a temperatura constante. [3]

$\uparrow V \Rightarrow \downarrow P \Rightarrow$  el equilibrio se desplaza en el sentido de contrarrestar la disminución de P, desplazándose hacia donde hay un mayor n.º de moles de moléculas gaseosas hacia la reacción (reactivos)

- (c) Se mezclan  $\text{SO}_2(\text{g})$ ,  $\text{O}_2(\text{g})$  y  $\text{SO}_3(\text{g})$  permitiéndose que alcancen el equilibrio a  $600^\circ\text{C}$ .

|   | $\text{SO}_2$ | $\text{O}_2$ | $\text{SO}_3$                      |
|---|---------------|--------------|------------------------------------|
| Concentración inicial / mol dm <sup>-3</sup>          | 2,00          | 1,50         | 3,00                               |
| Concentración en el equilibrio / mol dm <sup>-3</sup> | 1,50          | 1,25         | $3,00 + 0,50 = 3,50 \text{ mol/L}$ |

Determine el valor de  $K_c$  a  $600^\circ\text{C}$ .

$\hookrightarrow$   $\text{Rae}(\text{caen } 0,50 \text{ mol/L})$   
 $\text{Rae}(\text{caen } 0,25 \text{ mol/L})$

[2]

$$K_c = \frac{(3,50)^2}{(1,50)^2 (1,25)} = 4,36 \left( \text{mol}^{-1} \text{L} \right)$$

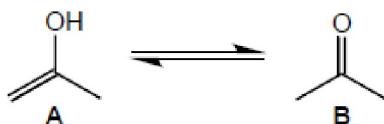
$$K_c = \frac{\left(\frac{n_{\text{SO}_3}}{V}\right)^2}{\left(\frac{n_{\text{SO}_2}}{V}\right)^2 \left(\frac{n_{\text{O}_2}}{V}\right)} = \frac{n_{\text{SO}_3}^2}{n_{\text{SO}_2}^2 n_{\text{O}_2}} \cdot V$$

para mantener  $K_c$

$\downarrow V \Rightarrow$  se desplaza  $\downarrow n_{\text{SO}_2}$   
 $\uparrow n_{\text{O}_2} \uparrow \text{P}$

NOV. 2020

2. El compuesto A está en equilibrio con el compuesto B.



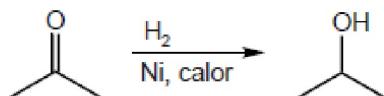
- (d) La constante de equilibrio,  $K_c$ , para la conversión de A en B es  $1,0 \times 10^8$  en agua a 298 K.

Deduzca, dando una razón, qué compuesto, A o B, está presente en mayor concentración cuando se alcanza el equilibrio.

[1]

..... B AND  $K_c$  is greater than 1/large ✓ .....

4. El níquel cataliza la conversión de propanona en 2-propanol.



- (a) Resuma cómo un catalizador aumenta la velocidad de reacción.

[1]

..... provides an alternative pathway/mechanism AND lower  $E_a$  ✓ .....

- (b) Explique por qué un aumento de temperatura aumenta la velocidad de reacción.

[2]

more/greater proportion of molecules with  $E \geq E_a$  ✓

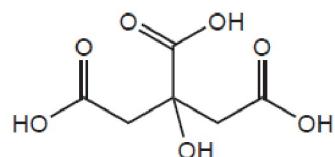
greater frequency/probability/chance of collisions «between the molecules»

OR

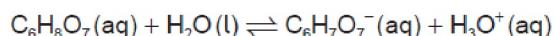
more collision per unit of time/second ✓

**NOV. 2019**

4. A continuación se muestra una molécula de ácido cítrico,  $C_6H_8O_7$ .



La ecuación para la primera disociación del ácido cítrico en agua es



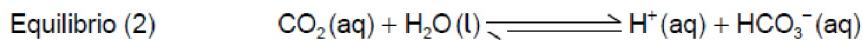
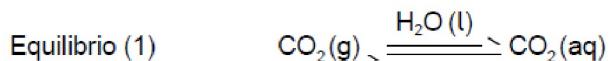
El valor de  $K_a$  a 298 K para la primera disociación es  $5,01 \times 10^{-4}$ .

- (iii) La disociación del ácido cítrico es un proceso endotérmico. Indique el efecto de aumentar la temperatura sobre la concentración de ion hidrógeno,  $[H^+]$ , y sobre la constante de equilibrio. [2]

| Efecto sobre la $[H^+]$ | Efecto sobre la constante de equilibrio |
|-------------------------|---|
| aumenta<br>.....        | aumenta<br>.....                        |

**MAY-2019**

5. El agua carbonatada se produce cuando el dióxido de carbono se disuelve en agua a presión. Se establecen los siguientes equilibrios.



- (iii) Cuando se abre una botella de agua carbonatada, estos equilibrios se alteran.

Indique, dando una razón, cómo la disminución de la presión afecta la posición del equilibrio (1). [1]

se desplaza hacia la izquierda/los reactivos Y para aumentar la cantidad/número de moles/moléculas de gas/ $CO_2(g)$  ✓

(b) La soda contiene hidrógenocarbonato de sodio,  $\text{NaHCO}_3$ , disuelto en el agua carbonatada.

- (i) Prediga, haciendo referencia al equilibrio (2), cómo la adición de hidrógenocarbonato de sodio afecta el pH. (Suponga que la presión y la temperatura permanecen constantes.)

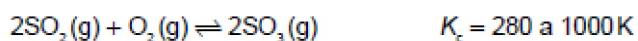
[2]

..... «el  $\text{HCO}_3^-$  adicional» desplaza la posición de equilibrio a la izquierda ✓ .....

..... el pH aumenta ✓ .....

## NOV-2018

5. Esta reacción se usa en la fabricación de ácido sulfúrico.



- (a) Indique por qué esta reacción de equilibrio se considera homogénea. [1]

..... «todas las especies» están en la misma fase ✓ .....

- (b) Se mezclaron 0,200 mol de dióxido de azufre, 0,300 mol de oxígeno y 0,500 mol de trióxido de azufre en un recipiente de 1,00  $\text{dm}^3$  a 1000 K.

Prediga la dirección de la reacción. Muestre su trabajo. [3]

..... cociente de reacción/ $Q = \frac{[\text{SO}_3]^2}{[\text{SO}_2]^2 [\text{O}_2]} / \frac{0,500^2}{0,200^2 \times 0,300} / 20,8$  ✓ .....

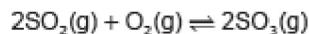
..... cociente de reacción/ $Q/20,8$ /respuesta <  $K_c/280$  .....

..... O .....

..... la mezcla necesita más producto para que la cantidad sea igual a  $K_c$  ✓ .....

..... la reacción procede hacia la derecha /productos ✓ .....

5. Una mezcla de 1,00 mol de  $\text{SO}_2(\text{g})$ , 2,00 mol de  $\text{O}_2(\text{g})$  y 1,00 mol de  $\text{SO}_3(\text{g})$  se coloca en un recipiente de 1,00  $\text{dm}^3$  hasta alcanzar el equilibrio.



- (a) Distinga entre los términos cociente de reacción,  $Q$ , y constante de equilibrio,  $K_c$ . [1]

Q: las concentraciones no son las del equilibrio Y  $K_c$ : son las concentraciones del equilibrio

O

Q: «medido» en cualquier momento Y  $K_c$ : «medido» en el equilibrio ✓

- (b) La constante de equilibrio,  $K_c$ , es 0,282 a la temperatura T.

Deduzca la dirección de la reacción inicial, mostrando su trabajo. [2]

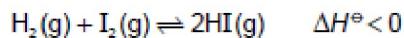
$$Q = \frac{[\text{SO}_3]^2}{[\text{SO}_2]^2 [\text{O}_2]} = \frac{1,00^2}{1,00^2 \times 2,00} = 0,500 \quad \checkmark$$

la reacción inversa está favorecida/la reacción se desplaza hacia la izquierda Y  
 $Q > K_c / 0,500 > 0,282 \quad \checkmark$

NOV-2017

5. Muchas reacciones se encuentran en estado de equilibrio.

- (a) Se permitió que la siguiente reacción alcanzara el equilibrio a 761K.



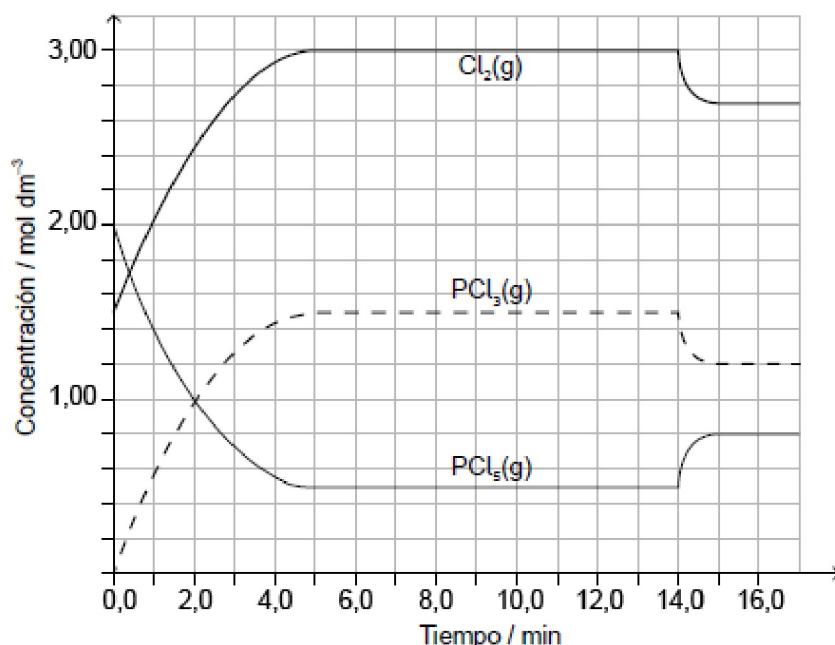
Resuma el efecto, si existe, de cada uno de los siguientes cambios sobre la posición de equilibrio. Dé una razón en cada caso.

[2]

|   | Efecto                           | Razón  |
|---|----------------------------------|--|
| Aumento de volumen, a temperatura constante | - ninguno/no se produce efecto   | - el mismo número de moles de «gas» en ambos lados ✓ |
| Aumento de temperatura, a presión constante | - se desplaza hacia la izquierda | - la reacción «directa» es exotérmica ✓              |

MAY-2017

3. Se introdujo  $\text{PCl}_5(\text{g})$  y  $\text{Cl}_2(\text{g})$  en un recipiente sellado y se permitió que alcanzaran el equilibrio a  $200^\circ\text{C}$ . La variación de entalpía,  $\Delta H$ , para la descomposición de  $\text{PCl}_5(\text{g})$  es positiva.



[Fuente: <http://education.alberta.ca/media>]

- (a) (i) Deducza la expresión de la constante de equilibrio,  $K_c$ , para la descomposición del  $\text{PCl}_5(\text{g})$ .

[1]

$$«K_c» = \frac{[\text{PCl}_3][\text{Cl}_2]}{[\text{PCl}_5]}$$

- (ii) Deducza, dando una razón, el factor responsable de alcanzar el nuevo equilibrio después de transcurridos 14 minutos. [2]

disminución de la temperatura ✓  
«reacción» endotérmica Y «el equilibrio» se desplaza hacia la izquierda/los reactivos  
«reacción» endotérmica Y  $K_c$  disminuye

## NOV-2016

1. El 1,2-etanodiol, HOCH<sub>2</sub>CH<sub>2</sub>OH, tiene una amplia variedad de usos como la eliminación del hielo de los aviones y la transferencia de calor en una celda solar.

- (a) El 1,2-etanodiol se puede obtener de acuerdo con la siguiente reacción.



- (i) Deducza la expresión de la constante de equilibrio,  $K_c$ , para esta reacción. [1]

$$\ll K_c = \frac{[\text{HOCH}_2\text{CH}_2\text{OH}]}{[\text{CO}]^2 \times [\text{H}_2]^3}$$

- (ii) Indique cómo afectará la posición de equilibrio y el valor de  $K_c$  el aumento de presión de la mezcla de reacción a temperatura constante. [2]

Posición de equilibrio: La posición de equilibrio se desplaza hacia la derecha  
O Favorece la formación de los productos ✓

$K_c$ :  $K_c$  no varía  
O es constante a temperatura constante ✓

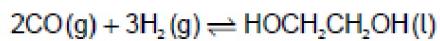
- (iii) Calcule la variación de entalpía,  $\Delta H^\circ$ , en kJ, para esta reacción usando la sección 11 del cuadernillo de datos. La entalpía del enlace carbono-oxígeno en el CO(g) es 1077 kJ mol<sup>-1</sup>. [3]

Enlaces rotos:  $2\text{C}\equiv\text{O} + 3(\text{H}-\text{H}) / 2(1077 \text{ kJ mol}^{-1}) + 3(436 \text{ kJ mol}^{-1}) / 3462 \text{ «kJ»} \checkmark$

Enlaces formados:  $2(\text{C}-\text{O}) + 2(\text{O}-\text{H}) + 4(\text{C}-\text{H}) + (\text{C}-\text{C}) / 2(358 \text{ kJ mol}^{-1}) + 2(463 \text{ kJ mol}^{-1}) + 4(414 \text{ kJ mol}^{-1}) + 346 \text{ kJ mol}^{-1} / 3644 \text{ «kJ»} \checkmark$

«variación de entalpía = enlaces rotos – enlaces formados = 3462 kJ – 3644 kJ =»  
–182 «kJ» ✓

(iv) La variación de entalpía,  $\Delta H^\ominus$ , para la siguiente reacción similar es de  $-233,8\text{ kJ}$ .



Deduzca por qué este valor es diferente al de su respuesta al apartado (a)(iii). [1]

- |  |       |
|--|-------|
| ..... en (a)(iii) se forma un gas y en (a)(iv) se forma un líquido | ..... |
| <input type="checkbox"/> O   | ..... |
| ..... los productos están en diferentes estados                    | ..... |
| <input type="checkbox"/> O   | ..... |
| ..... la conversión de gas a líquido es exotérmica                 | ..... |
| <input type="checkbox"/> O   | ..... |
| ..... la conversión de líquido a gas es endotérmica                | ..... |
| <input type="checkbox"/> O   | ..... |
| ..... La entalpía de vaporización se tiene que tener en cuenta ✓   |       |

MAY-2016

3. El fosgeno,  $\text{COCl}_2$ , se obtiene generalmente por la reacción entre el monóxido de carbono y el cloro de acuerdo con la ecuación:



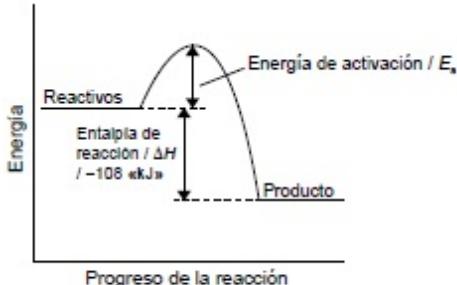
- (a) (i) Deduzca la expresión de la constante de equilibrio,  $K_c$ , para esta reacción. [1]

$$K_c = \frac{[\text{COCl}_2]}{[\text{CO}][\text{Cl}_2]}$$

- (ii) Indique el efecto de un aumento de la presión total sobre la constante de equilibrio,  $K_c$ . [1]

no tiene efecto

- (b) (i) En los ejes dados, dibuje aproximadamente el perfil de energía potencial para la síntesis del fosgeno, indicando la entalpía de la reacción y la energía de activación. [2]



los productos más abajo que los reactivos y la entalpía de reacción marcada correctamente y rotulada con nombre o valor ✓

energía de activación correctamente marcada y rotulada ✓

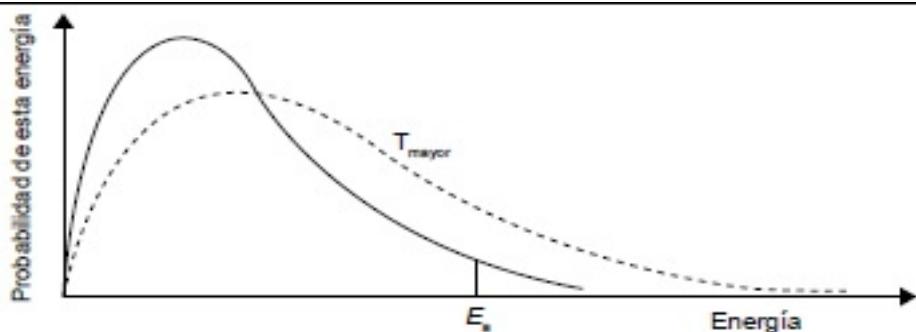
- (ii) Esta reacción se lleva a cabo normalmente usando un catalizador. Dibuje una linea de puntos rotulada "Catalizada" en el diagrama de arriba para indicar el efecto del catalizador. [1]



curva de puntos más abajo, entre los mismos niveles de reactivos y producto, rotulada como "Catalizada" ✓

- (iii) Dibuje aproximadamente y rotule una segunda curva de distribución de energía de Maxwell–Boltzmann que represente el mismo sistema pero a mayor temperatura,  $T_{\text{mayor}}$ .

[1]



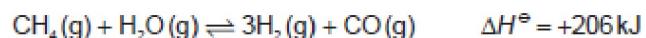
la segunda curva a mayor temperatura dibujada correctamente  
(máximo más bajo y a la derecha de la original) ✓

- (iv) Explique por qué un aumento de temperatura aumenta la velocidad de esta reacción.

[2]

- ..... mayor proporción de moléculas poseen  $E \geq E_a$  o  $E > E_a$  .....
- O .....
- ..... mayor área bajo la curva a la derecha de la  $E_a$  ✓ .....
- ..... mayor frecuencia de las colisiones «entre las moléculas» .....
- O .....
- ..... más colisiones por unidad de tiempo/segundo ✓ .....

5. (a) La siguiente reacción se usa en la industria para obtener hidrógeno a partir de gas natural por oxidación parcial con vapor.



- (i) Describa el efecto, si existe, de cada uno de los siguientes cambios sobre la cantidad de hidrógeno en el equilibrio, dando una razón en cada caso. [4]

Aumento de la presión, a temperatura constante:

*Increasing the pressure, at constant temperature:* .....  
decreases; .....  
more (gas) molecules/moles on the right / fewer (gas) molecules/moles on .....  
the left; .....

Aumento de la temperatura, a presión constante:

*Increasing the temperature, at constant pressure:* .....  
increases; .....  
(forward) reaction is endothermic; .....

- (ii) Identifique cuál de los cambios del apartado (a) (i) afectará el valor de  $K_c$  y si el valor aumentará o disminuirá. [1]

(increasing) temperature **and** ( $K_c$ ) increases; .....  
*Award [0] if both temperature and pressure stated.* .....

- (iii) Discuta los efectos de añadir un catalizador sólido a la mezcla de metano y vapor, a presión y temperatura constantes. [3]

equilibrium reached faster;  
no change in the concentration of reactants/products/yield (at equilibrium) /  
position of equilibrium is not affected;  
rates of forward and reverse reactions increase (equally);  
reduces activation energy;  
no change in  $K_c$ :  
.....