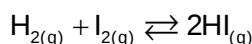


ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ ΤΩΝ ΑΣΚΗΣΕΩΝ ΟΙ ΟΠΟΙΕΣ ΔΟΘΗΚΑΝ ΤΗΝ 27-11-2024

- 1) Σε δοχείο όγκου 20 L εισάγονται 10 mol H_2 και 10 mol I_2 οπότε σε σταθερή θερμοκρασία θ αποκαθίσταται η ισορροπία:



Στην κατάσταση χημικής ισορροπίας περιέχονται στο δοχείο 2 mol H_2 .

- α) Να υπολογίσετε την απόδοση της αντίδρασης.
 β) Να υπολογίσετε τη σταθερά ισορροπίας της παραπάνω αντίδρασης στη θερμοκρασία θ .
 γ) Να σχεδιάσετε τις καμπύλες αντίδρασης για το H_2 και το HI.
 δ) Σ' ένα άλλο κενό δοχείο όγκου V εισάγονται 20 mol HI τα οποία διασπώνται σε H_2 και I_2 σε θερμοκρασία θ . Να βρείτε τη σύσταση του μίγματος ισορροπίας και το βαθμό διάσπασης του HI.

Λύση

- α) Έχουμε τον πίνακα:

	$H_{2(g)} + I_{2(g)} \rightleftharpoons 2HI_{(g)}$		
Αρχικά (mol)	10	10	
Αντ./Παρ (mol)	-x	-x	2x
Ισορροπία (mol)	10 - x	10 - x	2x

Από τα δεδομένα $10 - x = 2 \rightarrow x = 8 \text{ mol}$, οπότε στην κατάσταση ισορροπίας περιέχονται $2x = 16 \text{ mol HI}$. Αν η αντίδραση ήταν μονόδρομη τότε θα παραγόντουσαν 20 mol HI οπότε ο συντελεστής απόδοσης είναι $\alpha = \frac{16}{20} = 0,8$ και η απόδοση είναι 80%.

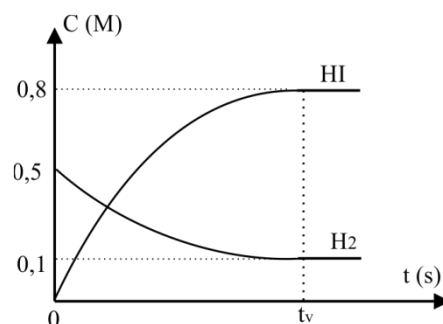
- β) Στην κατάσταση ισορροπίας $[H_2] = [I_2] = \frac{2}{20} = 0,1 \text{ M}$ και $[HI] = \frac{16}{20} = 0,8 \text{ M}$, οπότε:

$$K_c = \frac{[HI]^2}{[H_2][I_2]} = \frac{0,8^2}{0,1 \cdot 0,1} \rightarrow K_c = 64$$

- γ) Η αρχική συγκέντρωση του H_2 είναι $[H_2] = \frac{10}{20} = 0,5 \text{ M}$.

Οι ζητούμενες καμπύλες αντίδρασης φαίνονται στο διπλανό διάγραμμα.

- δ) Έχουμε τον πίνακα:



	$2\text{HI}_{(g)} \rightleftharpoons \text{H}_{2(g)} + \text{I}_{2(g)}$			
Αρχικά (mol)	20			
Αντ./Παρ (mol)	-2y	y	y	
Ισορροπία (mol)	20 - 2y	y	y	Η σταθερά ισορροπίας της παραπάνω αντίδρασης

είναι $K_c' = \frac{1}{K_c} = \frac{1}{64}$ οπότε:

$$\frac{1}{64} = \frac{\frac{y}{V} \cdot \frac{y}{V}}{\left(\frac{20-2y}{V}\right)^2} \rightarrow \frac{1}{64} = \left(\frac{y}{20-2y}\right)^2 \text{ οπότε:}$$

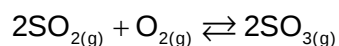
$$\frac{y}{20-2y} = \frac{1}{8} \rightarrow 20-2y = 8y \rightarrow y = 2 \text{ mol Δεκτή.}$$

$$\frac{y}{20-2y} = -\frac{1}{8} \rightarrow 20-2y = -8y \rightarrow y = -20/6 \text{ mol Απορρίπτεται.}$$

Οπότε στην κατάσταση ισορροπίας περιέχονται 16 mol HI, 2 mol H₂ και 2 mol I₂.

Ο βαθμός διάσπασης του HI είναι $\alpha = \frac{4}{20} = 0,2$.

- 2)** Σε δοχείο σταθερού όγκου 10 L εισάγονται 4 mol SO₂ και 4 mol O₂ και σε σταθερή θερμοκρασία 500 K αποκαθίσταται η ισορροπία:



Στην κατάσταση ισορροπίας η πίεση στο δοχείο ισούται με 28,7 atm.

- α)** Να βρείτε τις ποσότητες των αερίων στην κατάσταση χημικής ισορροπίας καθώς και την απόδοση της αντίδρασης.
- β)** Να υπολογίσετε τη σταθερά της παραπάνω ισορροπίας στους 500 K.
- γ)** Στην κατάσταση ισορροπίας προσθέτουμε n mol O₂ οπότε αποκαθίσταται νέα ισορροπία στην οποία υπάρχουν 3 mol SO₃. Να βρείτε την ποσότητα n mol.

Λύση

α) Έχουμε τον πίνακα:

	$2\text{SO}_{2(g)} + \text{O}_{2(g)} \rightleftharpoons 2\text{SO}_{3(g)}$		
Αρχικά (mol)	4	4	
Αντ./Παρ (mol)	-2x	-x	2x
Ισορροπία (mol)	4 - 2x	4 - x	2x

Ο συνολικός αριθμός mol είναι: $n_{\text{ολ}} = 4 - 2x + 4 - x + 2x = 8 - x$.

Από την καταστατική εξίσωση έχουμε: $n_{\text{ολ}} = \frac{pV}{RT} = \frac{28,7 \cdot 10}{0,082 \cdot 500} = 7 \text{ mol}$, άρα

$$8 - x = 7 \rightarrow x = 1 \text{ mol}.$$

Στην κατάσταση ισορροπίας έχουμε $4 - 2x = 2 \text{ mol SO}_3$, $4 - x = 3 \text{ mol O}_2$ και $2x = 2 \text{ mol SO}_3$. Αν η αντίδραση ήταν μονόδρομη το O_2 θα ήταν σε περίσσεια οπότε θα σχηματιζόταν 4 mol SO_3 οπότε ο συντελεστής απόδοσης είναι $\alpha = \frac{2}{4} = 0,5$ και η απόδοση είναι 50%.

β) Η σταθερά ισορροπίας είναι:

$$K_c = \frac{[\text{SO}_3]^2}{[\text{SO}_2]^2 [\text{O}_2]} = \frac{\left(\frac{2}{10}\right)^3}{\left(\frac{2}{10}\right)^3 \cdot \frac{3}{10}} \rightarrow K_c = \frac{10}{3}.$$

γ) Η προσθήκη O_2 θα μετατοπίσει τη χημική ισορροπία προς τα δεξιά. Έχουμε

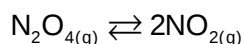
	$2\text{SO}_{2(g)} + \text{O}_{2(g)} \rightleftharpoons 2\text{SO}_{3(g)}$		
Αρχικά (mol)	2	3	2
Μεταβολή(mol)		+ n	
Αντ./Παρ (mol)	-2y	-y	2y
Ισορροπία (mol)	2 - 2y	3 + n - y	2 + 2y

Έχουμε $2 + 2y = 3 \rightarrow y = 0,5 \text{ mol}$, οπότε στη νέα ισορροπία η ποσότητα του SO_2 είναι

$2 - 2y = 1 \text{ mol}$ και του O_2 $3 + n - y = 2,5 + n$. Από τη σταθερά ισορροπίας έχουμε:

$$\frac{10}{3} = \frac{\left(\frac{3}{10}\right)^2}{\left(\frac{1}{10}\right)^2 \frac{(2,5 + n)}{10}} \rightarrow 2,5 + n = 27 \rightarrow n = 24,5 \text{ mol}.$$

- 3) Σε δοχείο όγκου 10 L εισάγονται 5 mol N_2O_4 τα οποία διασπώνται σύμφωνα με τη χημική εξίσωση:



Η απόδοση της αντίδρασης είναι 20%.

Ποιος έπρεπε να είναι ο όγκος του δοχείου ώστε η απόδοση να ήταν 60% στην ίδια θερμοκρασία;

Λύση

Έχουμε τον πίνακα:

	$N_2O_{4(g)} \rightleftharpoons 2NO_{2(g)}$	
Αρχικά (mol)	5	
Αντ./Παρ (mol)	-x	2x
Ισορροπία (mol)	5 - x	2x

Αν η αντίδραση ήταν μονόδρομη τότε θα παραγόταν 10 mol NO_2 οπότε:

$$\alpha = 0,2 \rightarrow \frac{2x}{10} = 0,2 \rightarrow x = 1 \text{ mol}.$$

Επομένως στην κατάσταση ισορροπίας περιέχονται $5 - x = 4$ mol N_2O_4 και $2x = 2$ mol NO_2 και η σταθερά ισορροπίας είναι:

$$K_c = \frac{\left(\frac{2}{10}\right)^2}{\frac{4}{10}} \rightarrow K_c = \frac{1}{10}.$$

Έστω ότι ο νέος όγκος του δοχείου είναι V.

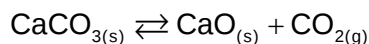
Τότε στην κατάσταση ισορροπίας θα έχουμε $(5 - y)$ mol N_2O_4 και $2y$ mol NO_2 .

Η συντελεστής απόδοσης είναι 0,6, άρα $\alpha = 0,6 \rightarrow \frac{2y}{10} = 0,6 \rightarrow y = 3 \text{ mol}.$

Στην κατάσταση ισορροπίας περιέχονται 2 mol N_2O_4 και 6 mol NO_2 . Έχουμε:

$$K_c = \frac{[NO_2]^2}{[N_2O_4]} \rightarrow \frac{1}{10} = \frac{\left(\frac{6}{V}\right)^2}{\frac{2}{V}} \rightarrow \frac{1}{10} = \frac{18}{V} \rightarrow V = 180 \text{ L}.$$

4. Σε δοχείο όγκου 5 L και σε σταθερή θερμοκρασία T εισάγονται 0,5 mol CaCO_3 τα οποία διασπώνται σύμφωνα με τη χημική εξίσωση:



Στη θερμοκρασία T η σταθερά χημικής ισορροπίας είναι $K_c = 0,02$.

α) Να βρείτε το βαθμό διάσπασης του CaCO_3 .

β) Ποιος πρέπει να είναι ο όγκος του δοχείου, στη θερμοκρασία T, ώστε όταν εισάγουμε την ίδια αρχική ποσότητα του CaCO_3 να αποκαθίσταται χημική ισορροπία.

Λύση

α) Έχουμε τον πίνακα:

	$\text{CaCO}_{3(s)} \rightleftharpoons \text{CaO}_{(s)} + \text{CO}_{2(g)}$		
Αρχικά (mol)	0,5		
Αντ./Παρ (mol)	-x	x	x
Ισορροπία (mol)	0,5 - x	x	x

Η σταθερά ισορροπίας είναι $K_c = [\text{CO}_2] \rightarrow 0,02 = \frac{x}{5} \rightarrow x = 0,1 \text{ mol}$.

Οπότε ο βαθμός διάσπασης είναι $\alpha = \frac{0,1}{0,5} \rightarrow \alpha = 0,2$.

β) Για να υπάρχει ισορροπία πρέπει $x < 0,5 \text{ mol}$ (αν $x = 0,5$ τότε η αντίδραση θα γίνει

μονόδρομη) άρα $K_c = [\text{CO}_2] \rightarrow 0,02 = \frac{x}{V} \rightarrow x = 0,02V$. Άρα $0,02V < 0,5 \rightarrow V < 25 \text{ L}$.

Επομένως ο όγκος του δοχείου πρέπει να είναι μικρότερος των 25 L.