

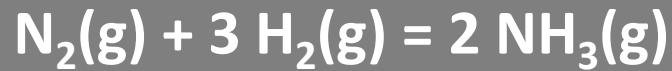
ΔΙΕΡΓΑΣΙΕΣ ΥΨΗΛΩΝ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΩΝ

Χημική Ισορροπία

Παρουσίαση 6



Ισορροπία χημικής αντίδρασης



Η παραπάνω αντίδραση είναι **αμφίδρομη** δηλαδή συμβαίνει και προς τις δύο κατευθύνσεις, και προς τα δεξιά και προς τα αριστερά.

Οι συγκεντρώσεις και των προϊόντων και των αντιδρώντων μεταβάλλονται κατά τη διάρκεια που συμβαίνει η αντίδραση μέχρι να αποκατασταθεί **χημική ισορροπία στο σύστημα** οπότε και σταθεροποιούνται σε τιμές που καθορίζονται από τις συνθήκες ισορροπίας του συστήματος.

Ισορροπία χημικής αντίδρασης

Οι παράγοντες που επηρεάζουν τη θέση της χημικής ισορροπίας μιας αντίδρασης είναι:

- Η θερμοκρασία
- Η συγκέντρωση των συστατικών της αντίδρασης
- Η πίεση

Εάν μεταβάλλουμε έναν παράγοντα που επηρεάζει τη θέση της ισορροπίας, η θέση της ισορροπίας μετατοπίζεται προς εκείνη την κατεύθυνση που τείνει να αναιρέσει τη μεταβολή που επιβλήθηκε στο σύστημα

Ισορροπία χημικής αντίδρασης



Η **αύξηση** της θερμοκρασίας μετατοπίζει την αντίδραση στην κατεύθυνση της **ενδόθερμης** αντίδρασης, ενώ η **μείωση** της στην κατεύθυνση της **εξώθερμης** αντίδρασης

Τι μεταβολή προκαλεί η αύξηση της θερμοκρασίας στην παραπάνω αντίδραση;

Η αντίδραση προς τα δεξιά είναι εξώθερμη άρα η αύξηση της θερμοκρασίας τη μετατοπίζει προς την ενδόθερμη δηλαδή προς τα αριστερά.

Ισορροπία χημικής αντίδρασης



Η **αύξηση** της συγκέντρωσης ενός συστατικού μετατοπίζει τη θέση της χημικής ισορροπίας της αντίδρασης στην κατεύθυνση που ελαττώνεται η συγκέντρωση αυτού του συστατικού, δηλαδή στην κατεύθυνση που αυτό **το συστατικό αντιδρά** και αντίστροφα.

Τι μεταβολή προκαλεί η αύξηση της συγκέντρωσης του $\text{N}_2(\text{g})$ στην παραπάνω αντίδραση;

*Η αντίδραση μετατοπίζεται προς τα **δεξιά** προς την κατεύθυνση που αντιδρά (καταναλώνεται) το $\text{N}_2(\text{g})$*

Ισορροπία χημικής αντίδρασης

Η **αύξηση** της συγκέντρωσης ενός συστατικού μετατοπίζει την θέση της χημικής ισορροπίας της αντίδρασης στην κατεύθυνση που ελαττώνεται η συγκέντρωση αυτού του συστατικού, δηλαδή στην κατεύθυνση που αυτό το συστατικό αντιδρά και αντίστροφα.

Η προσθήκη ή η απομάκρυνση στερεού ή καθαρού υγρού που μετέχει στην ισορροπία **δεν προκαλεί μετατόπιση της θέσης της ισορροπίας** γιατί η συγκέντρωσή τους είναι σταθερή ανεξάρτητα της ποσότητας τους

Ισορροπία χημικής αντίδρασης



Η **αύξηση** της πίεσης του συστήματος μετατοπίζει την θέση της χημικής ισορροπίας της αντίδρασης στην κατεύθυνση που **ελαττώνεται** η **ποσότητα των moles του συστήματος**, ενώ **ελάττωση** της **πίεσης** μετατοπίζει την ισορροπία στην κατεύθυνση **αύξησης των moles του συστήματος**

Προϋποθέσεις:

- 1. Να συμμετέχει ένα τουλάχιστον αέριο στην αντίδραση*
- 2. Να μεταβάλλεται ο συνολικός αριθμός των moles της αντίδρασης*
- 3. Η μεταβολή της πίεσης προκαλείται από μεταβολή του όγκου του δοχείου*

Η αρχή του Le Chatelier - επίδραση της πίεσης

Γιατί η μεταβολή της πίεσης επιδρά στη θέση της ισορροπίας μιας χημικής αντίδρασης;

Η μεταβολή της πίεσης επιδρά μόνο στις αντιδράσεις στις οποίες συμμετέχουν αέρια και αυτό γιατί η μεταβολή της πίεσης μεταβάλλει τον όγκο τους και συνεπώς τη συγκέντρωσή τους.

Αύξηση πίεσης $\implies$ Μείωση όγκου $\implies$ Αύξηση συγκέντρωσης

$$P V = n R T$$

$$C = n/V = P/RT$$

Ισορροπία χημικής αντίδρασης



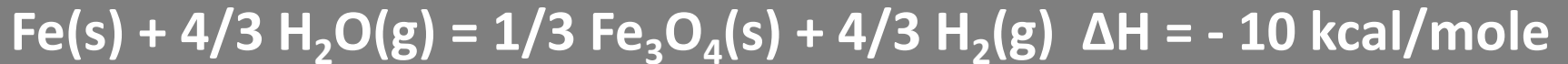
Η **αύξηση** της πίεσης του συστήματος μετατοπίζει την θέση της χημικής ισορροπίας της αντίδρασης στην κατεύθυνση που **ελαττώνεται** η ποσότητα των moles του συστήματος, ενώ ελάττωση της πίεσης μετατοπίζει την ισορροπία στην κατεύθυνση αύξησης των moles του συστήματος

Τι μεταβολή προκαλεί η αύξηση της πίεσης του συστήματος στην ισορροπία της παραπάνω αντίδρασης ;

Η αντίδραση μετατοπίζεται προς τα δεξιά προς την κατεύθυνση που μειώνονται τα συνολικά moles της αντίδρασης

- *Moles αντιδρώντων 1 + 3*
- *Moles προϊόντων 2*

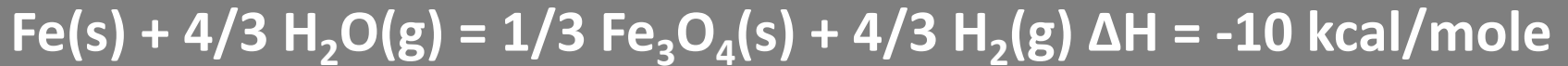
Ισορροπία χημικής αντίδρασης



Η αντίδραση είναι σε ισορροπία. Τι θα γίνει αν:

- *Ελαττώσω τη θερμοκρασία ($V = ct$)*
- *Προσθέσω Fe ($V = ct$ $T = ct$)*
- *Μειώσω την πίεση ($T = ct$)*
- *Απομακρύνω $\text{H}_2\text{O(g)}$*

Ισορροπία χημικής αντίδρασης



Η αντίδραση είναι σε ισορροπία. Τι θα γίνει αν:

- Ελαττώσω τη θερμοκρασία (V = ct)

Η αντίδραση είναι εξώθερμη, άρα μείωση της θερμοκρασίας θα ευνοήσει την εξώθερμη αντίδραση και θα κινηθεί προς τα δεξιά

- Προσθέσω Fe (V = ct T = ct)

Η αντίδραση δεν θα μετατοπιστεί, ο Fe είναι στερεός και συνεπώς η συγκέντρωσή του δεν μεταβάλλεται

- Μειώσω την πίεση (T = ct)

Αφού τα moles των αερίων είναι ίδια στα αντιδρώντα και στα προϊόντα η αντίδραση δεν θα μετατοπιστεί

- Απομακρύνω H₂O(g)

- Η αντίδραση θα κινηθεί προς τα αριστερά για να αυξηθεί η ποσότητα του H₂O(g)

Σταθερά ισορροπίας χημικής αντίδρασης

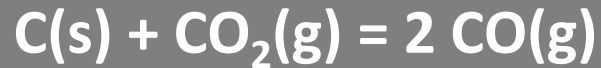
Όταν μια χημική αντίδραση βρίσκεται σε ισορροπία υπάρχει μια σχέση που συνδέει τις συγκεντρώσεις των αντιδρώντων και των προϊόντων γνωστή και ως **νόμος δράσης των μαζών**.



$$K(T) = \frac{[C]^c [D]^d}{[A]^a [B]^b}$$

Το K ονομάζεται **σταθερά ισορροπίας** είναι ανεξάρτητο από τις συγκεντρώσεις και **εξαρτάται μόνο από τη θερμοκρασία**

Αντίδραση Boudouard



Πόσο % $\text{CO}_2(\text{g})$ και CO(g) περιέχονται σε έναν μεταλλουργικό αντιδραστήρα που λειτουργεί σε πίεση 1 atm και θερμοκρασία 1298 K ;

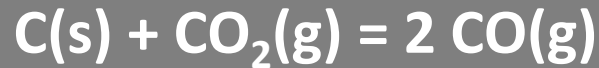
$$k(T) = \frac{p_{\text{CO}}^2}{p_{\text{CO}_2}}$$

$$p_{\text{CO}_2} + p_{\text{CO}} = 1$$

$$k(T) = \frac{p_{\text{CO}}^2}{1 - p_{\text{CO}}} \Rightarrow p_{\text{CO}}^2 + k(T)p_{\text{CO}} - k(T) = 0$$

$$p_{\text{CO}} = \frac{(-k(T) + [(k(T))^2 + 4k(T)]^{\frac{1}{2}})}{2}$$

Αντίδραση Boudouard



Πόσο % $\text{CO}_2(\text{g})$ και CO(g) περιέχονται σε έναν μεταλλουργικό αντιδραστήρα που λειτουργεί σε πίεση 1 atm και θερμοκρασία 1298 K; $k(1298 \text{ K}) = 176$

$$k(T) = \frac{p_{\text{CO}}^2}{p_{\text{CO}_2}}$$

$$P_{\text{CO}_2} + p_{\text{CO}} = 1$$

$$k(T) = \frac{p_{\text{CO}}^2}{1 - p_{\text{CO}}}$$

$$\Rightarrow p_{\text{CO}}^2 + k(T)p_{\text{CO}} - k(T) = 0$$

$$p_{\text{CO}} = \frac{(-k(T) + [(k(T))^2 + 4k(T)]^{\frac{1}{2}})}{2}$$

$$k(1298) = 176$$

$$P_{\text{CO}_2} + p_{\text{CO}} = 1$$

$$p_{\text{CO}} = \frac{(-k(T) + [(k(T))^2 + 4k(T)]^{\frac{1}{2}})}{2} = 0.994 \text{ atm}$$

$$P_{\text{CO}_2} = 1 - p_{\text{CO}} = 1 - 0.994 = 0.006 \text{ atm}$$