

Χημική ισορροπία

ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΠΑΡΑΓΟΝΤΩΝ ΠΟΥ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ ΤΗΝ ΧΗΜΙΚΗ ΙΣΟΡΡΟΠΙΑ

Α μεταβολή θερμοκρασίας

Αν μειώσουμε την θερμοκρασία (ΑΦΑΙΡΩΝΤΑΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑ) σε μια αντίδραση που βρίσκεται σε κατάσταση ΧΙ αυτή θα κινηθεί προς την μεριά που τείνει να αναιρέσει την μεταβολή αυτή δηλαδή προς την μεριά της ΕΞΟΘΕΡΜΗΣ ΑΝΤΙΔΡΑΣΗΣ (ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ)

Αν αυξήσουμε την θερμοκρασία (προσθέτοντας θερμότητα) σε μια αντίδραση που βρίσκεται σε κατάσταση ΧΙ αυτή θα κινηθεί προς την μεριά που τείνει να αναιρέσει την μεταβολή αυτή δηλαδή προς την μεριά της ΕΝΔΟΘΕΡΜΗΣ ΑΝΤΙΔΡΑΣΗΣ (απορρόφηση θερμότητας)

Οι εξώθερμες αντιδράσεις έχουν μεγαλύτερη απόδοση σε χαμηλές θερμοκρασίες

α) με την μείωση της θερμοκρασίας αυξάνεται η απόδοση και αυξάνεται η Κc

β) με την αύξηση της θερμοκρασίας μειώνεται η απόδοση και μειώνεται η Κc

Οι ενδόθερμες αντιδράσεις έχουν μεγαλύτερη απόδοση σε υψηλές θερμοκρασίες

α) με την αύξηση της θερμοκρασίας αυξάνεται η απόδοση και αυξάνεται η Κc

β) με την μείωση της θερμοκρασίας μειώνεται η απόδοση και μειώνεται η Κc

Β Μεταβολή της συγκέντρωσης των αντιδρώντων

Αν μειώσουμε την συγκέντρωση των αντιδρώντων σε μια αντίδραση που βρίσκεται σε κατάσταση ΧΙ αυτή θα κινηθεί προς την μεριά που τείνει να αναιρέσει την μεταβολή αυτή δηλαδή προς την μεριά του σχηματισμού αντιδρώντων ΠΡΟΣ ΤΑ ΑΡΙΣΤΕΡΑ

Αν αυξήσουμε την συγκέντρωση των αντιδρώντων σε μια αντίδραση που βρίσκεται σε κατάσταση ΧΙ αυτή θα κινηθεί προς την μεριά που τείνει να αναιρέσει την μεταβολή αυτή δηλαδή προς την μεριά του σχηματικού προϊόντων ΠΡΟΣ ΤΑ ΔΕΞΙΑ

Γ Μεταβολή της συγκέντρωσης των προϊόντων

Αν μειώσουμε την συγκέντρωση των προϊόντων σε μια αντίδραση που βρίσκεται σε κατάσταση ΧΙ αυτή θα κινηθεί προς την μεριά που τείνει να αναιρέσει την μεταβολή αυτή δηλαδή προς την μεριά του σχηματικού προϊόντων ΠΡΟΣ ΤΑ ΔΕΞΙΑ

Αν αυξήσουμε την συγκέντρωση των προϊόντων σε μια αντίδραση που βρίσκεται σε κατάσταση ΧΙ αυτή θα κινηθεί προς την μεριά που τείνει να αναιρέσει την μεταβολή αυτή δηλαδή προς την μεριά του σχηματικού αντιδρώντων ΠΡΟΣ ΤΑ ΑΡΙΣΤΕΡΑ

Δ Μεταβολή της συγκέντρωσης των αντιδρώντων και προϊόντων

Αν μειώσουμε την συγκέντρωση των αντιδρώντων και αυξήσουμε την συγκέντρωση των προϊόντων σε μια αντίδραση που βρίσκεται σε κατάσταση ΧΙ αυτή θα κινηθεί προς την μεριά που τείνει να αναιρέσει την μεταβολή αυτή δηλαδή προς την μεριά του σχηματικού αντιδρώντων ΠΡΟΣ ΤΑ ΑΡΙΣΤΕΡΑ

Αν αυξήσουμε την συγκέντρωση των αντιδρώντων και μειώσουμε την συγκέντρωση των προϊόντων σε μια αντίδραση που βρίσκεται σε κατάσταση ΧΙ αυτή θα κινηθεί προς την μεριά που τείνει να αναιρέσει την μεταβολή αυτή δηλαδή προς την μεριά του σχηματικού προϊόντων ΠΡΟΣ ΤΑ ΔΕΞΙΑ

Αν μειώσουμε την συγκέντρωση των αντιδρώντων και μειώσουμε την συγκέντρωση των προϊόντων σε μια αντίδραση που βρίσκεται σε κατάσταση ΧΙ αυτή θα κινηθεί προς την μεριά που τείνει να αναιρέσει την μεταβολή αυτή

- 1) $Q_C > k_C$ το Q_C θα ελαττωθεί δηλαδή προς την μεριά του σχηματικού αντιδρώντων ΠΡΟΣ ΤΑ ΑΡΙΣΤΕΡΑ
- 2) $Q_C < k_C$ το Q_C θα αυξηθεί δηλαδή προς την μεριά του σχηματικού προϊόντων ΠΡΟΣ ΤΑ ΔΕΞΙΑ
- 3) $Q_C = k_C$ βρίσκεται σε κατάσταση ΧΙ

Αν αυξήσουμε την συγκέντρωση των αντιδρώντων και αυξήσουμε την συγκέντρωση των προϊόντων σε μια αντίδραση που βρίσκεται σε

κατάσταση ΧΙ αυτή θα κινηθεί προς την μεριά που τείνει να αναιρέσει την μεταβολή αυτή

- 1) $Q_C > k_C$ το Q_C θα ελαττωθεί δηλαδή προς την μεριά του σχηματικού αντιδρώντων (ΠΡΟΣ ΤΑ ΑΡΙΣΤΕΡΑ)
- 2) $Q_C < k_C$ το Q_C θα αυξηθεί δηλαδή προς την μεριά του σχηματικού προϊόντων (ΠΡΟΣ ΤΑ ΔΕΞΙΑ)
- 3) $Q_C = k_C$ βρίσκεται σε κατάσταση ΧΙ

Ε. μεταβολή όγκου αντίδρασης αερίου μίγματος

Αν μειώσουμε όγκο σε μια αντίδραση που βρίσκεται σε κατάσταση ΧΙ σε σταθερή θερμοκρασία θα αυξηθεί η πίεση και αυτή θα κινηθεί προς την μεριά που τείνει να αναιρέσει την μεταβολή αυτή δηλαδή προς την μεριά του που μειώνεται η πίεση των αερίων δηλαδή εκεί που έχουμε μικρότερο αέριο όγκο πχ στην αντίδραση $N_2 (g) + 3H_2 (g) \rightleftharpoons 2NH_3 (g)$.

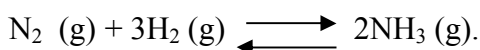
προς την μεριά σχηματισμού NH_3 αν μειώσουμε τον όγκο του δοχείου

Η πίεση μπορεί να αυξηθεί και με προσθήκη ευγενούς ή αδρανούς αερίου στο μίγμα ισορροπίας, υπό σταθερό όγκο και θερμοκρασία. Στην περίπτωση αυτή όμως η χημική ισορροπία δεν επηρεάζεται. Αυτό συμβαίνει γιατί με την εισαγωγή του αερίου, οι συγκεντρώσεις των αερίων που συμμετέχουν στη χημική ισορροπία δεν μεταβάλλονται.

Η προσθήκη ενός στερεού αντιδρώντος ή προϊόντος δεν μεταβάλλει τη θέση ισορροπίας, εκτός αν η ποσότητά του είναι μεγάλη και ελαττώνει τον όγκο του δοχείου

ΑΣΚΗΣΕΙΣ

- 1) Αναμιγνύουμε σε δοχείο όγκου 82 L, 0,6 mol N_2 και 0,8 mol H_2 , τα οποία αντιδρούν σε ορισμένη θερμοκρασία, σύμφωνα με τη χημική εξίσωση:



Αν το μίγμα ισορροπίας περιέχει συνολικά 1 mol αερίων, να βρείτε τη σύσταση του μίγματος ισορροπίας.

- 2) Μίγμα NO και Br_2 , αντιδρά σύμφωνα με την εξίσωση: $2NO(g) + Br_2 (g) \rightleftharpoons 2NOBr(g)$.

Το σύστημα καταλήγει σε ισορροπία και στο μίγμα ισορροπίας υπάρχουν ισομοριακές ποσότητες NO και $NOBr$, ενώ ο όγκος του Br_2 είναι διπλάσιος από αυτό του $NOBr$.

α. Ποια η επί τοις % v/v σύσταση του αρχικού μίγματος;

β. Ποια είναι η απόδοση της αντίδρασης;

γ. Ποιο είναι το ποσοστό μετατροπής των NO και Br₂ ;

3) Σε δοχείο σταθερού όγκου και θερμοκρασίας εισάγεται ισομοριακό μίγμα N₂ και H₂

και αποκαθίσταται η χημική ισορροπία: $N_2 (g) + 3H_2 (g) \rightleftharpoons 2NH_3 (g)$.

Αν στο μίγμα ισορροπίας το γραμμομοριακό κλάσμα(nH₂/πολικά) του H₂ είναι 1/4, να βρείτε την απόδοση της αντίδρασης.

4) ποια είναι η τιμή της σταθεράς ισορροπίας για την αντίδραση

$2 NO_2 (g) \rightleftharpoons N_2 O_4 (g)$ σε 100° C;

$N_2 O_4 (g) \rightleftharpoons 2 NO_2 (g)$ K_c = 0,212 100°C;

5) Υποθέστε ότι μας δίνεται η ακόλουθη ισορροπία σε 500° K:

$CO (g) + 2 H_2 (g) \rightleftharpoons CH_3 OH (g)$

Οι συγκεντρώσεις ισορροπίας είναι: [CO] = 0.0911M, [H₂] = 0.0822 M,

[CH₃OH]=0.00892 M, ποια είναι η τιμή της σταθεράς ισορροπίας; Η ισορροπία ευνοεί τα αντιδραστήρια ή τα προϊόντα;

6) 0,05 MOL. του H₂ και 0,05 MOL. του Br₂ τοποθετούνται σε μια κενή φιάλη 5lt και θερμαίνονται σε 700° K. Ποια είναι η συγκέντρωση κάθε είδους στη φιάλη όταν καθιερωθεί η ισορροπία; Η εξίσωση για την αντίδραση είναι η ακόλουθη:

$H_2 (g) + Br_2 (g) \rightleftharpoons 2 HBr (g)$ K_c = 64 700° K

7) Σε δοχείο έχει αποκατασταθεί η ισορροπία: $N_2 (g) + 3H_2 (g) \rightleftharpoons 2NH_3 (g)$. ΔH < 0. Ποια επίδραση θα έχει στη μάζα ισορροπίας του N₂ καθεμιά από τις παρακάτω μεταβολές;

α. ελάττωση της θερμοκρασίας υπό σταθερό όγκο.

β. μείωση της πίεσης με αύξηση του όγκου του δοχείου υπό σταθερή θερμοκρασία.

γ. αύξηση της πίεσης με μείωση του όγκου υπό σταθερή θερμοκρασία.

δ. προσθήκη ποσότητας H₂ υπό σταθερή πίεση και θερμοκρασία.

ε. αφαίρεση ποσότητας NH₃ υπό σταθερό όγκο και θερμοκρασία.

ζ. προσθήκη ποσότητας N₂ υπό σταθερό όγκο και θερμοκρασία.

η. προσθήκη καταλύτη υπό σταθερό όγκο και θερμοκρασία.

θ. προσθήκη ποσότητας HCl υπό σταθερό όγκο και θερμοκρασία.

ι. προσθήκη ποσότητας ευγενούς αερίου υπό σταθερό όγκο και θερμοκρασία (αύξηση συνολικής πίεσης) .

κ. προσθήκη ποσότητας ευγενούς αερίου υπό σταθερή πίεση και θερμοκρασία (αύξηση όγκου δηλαδή ελάττωση συγκέντρωσης αντιδρώντων και προϊόντων)

8) Σε δοχείο όγκου $V_1 = 2 \text{ L}$ περιέχονται 2 mol H_2 και 2 mol I_2 . Το μείγμα θερμαίνεται στους $\theta_1 \text{ }^\circ\text{C}$, οπότε αποκαθίσταται η ισορροπία: $\text{H}_2(\text{g}) + \text{I}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{HI}(\text{g})$, με $K_c = 64$ στους $\theta_1 \text{ }^\circ\text{C}$.

α. Να υπολογίσετε τον αριθμό mol κάθε συστατικού του μίγματος στη κατάσταση ισορροπίας.

β. Αυξάνουμε τον όγκο του δοχείου σε $V_2 = 4 \text{ L}$, υπό σταθερή θερμοκρασία $\theta_1 \text{ }^\circ\text{C}$

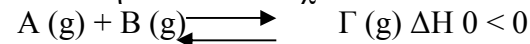
Να εξετάσετε αν θα μεταβληθεί η σύσταση του μίγματος και να υπολογίσετε τη συγκέντρωση κάθε συστατικού του.

γ. Μειώνουμε τη θερμοκρασία του συστήματος στους $\theta_2 \text{ }^\circ\text{C}$ διατηρώντας σταθερό τον όγκο του δοχείου ($V_2 = 4 \text{ L}$). Μετά την αποκατάσταση της νέας χημικής ισορροπίας βρέθηκαν στο δοχείο 3 mol HI . Να

εξετάσετε αν η αντίδραση σύνθεσης του HI από H_2 και I_2

είναι εξώθερμη ή ενδόθερμη:

9) 3 mol αερίου A και 4 mol αερίου B εισάγονται σε δοχείο σταθερού όγκου και αντιδρούν με απόδοση 50% . Στο δοχείο αποκαθίσταται στους $\theta \text{ }^\circ\text{C}$ η ισορροπία:



α) Αύξηση της απόδοσης επιτυγχάνεται με αύξηση ή μείωση της θερμοκρασίας; Αύξηση ή μείωση της πίεσης στο δοχείο αντίδρασης;

β) Για να γίνει η απόδοση της αντίδρασης 80% , στους $\theta \text{ }^\circ\text{C}$ 3 mol αερίου A με πόσα moles αερίου B πρέπει να εισαχθούν στο ίδιο δοχείο για αντιδράσουν:

10) Σε κλειστό δοχείο σταθερού όγκου 10 L εισάγονται $0,25 \text{ mol}$ φωσγενίου (COCl_2).

Στους $727 \text{ }^\circ\text{C}$ το φωσγένιο διασπάται, σύμφωνα με τη χημική εξίσωση:



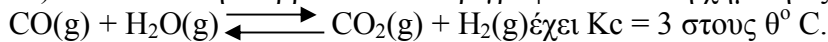
Στη κατάσταση χημικής ισορροπίας περιέχονται στο δοχείο $0,125 \text{ mol Cl}_2$.

α. Να υπολογιστεί η απόδοση της αντίδρασης.

β. Να υπολογιστεί η σταθερά K_c της χημικής ισορροπίας στους $727 \text{ }^\circ\text{C}$.

γ. Πόσα mol φωσγενίου πρέπει να προστεθούν στη κατάσταση χημικής ισορροπίας στους $727 \text{ }^\circ\text{C}$ ώστε, όταν αποκατασταθεί νέα χημική ισορροπία στο δοχείο, να περιέχονται $0,25 \text{ mol Cl}_2$;

11) Δίνεται ότι η ισορροπία που περιγράφεται από τη χημική εξίσωση:



Αν σε δοχείο όγκου 500 ml και θερμοκρασίας $\theta \text{ }^\circ\text{C}$ εισαχθούν 2 mol CO , $1 \text{ mol H}_2\text{O}$, $1,5 \text{ mol}$

CO_2 και 2 mol H_2 , να υπολογίσετε τις συγκεντρώσεις όλων των αερίων στη κατάσταση χημικής ισορροπίας

12) Σε κλειστό δοχείο όγκου 2 L περιέχονται 8 mol A , 2 mol B και 2 mol Γ , σε ισορροπία (I) που περιγράφεται από τη χημική εξίσωση: $\text{A}(\text{g}) + \text{B}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{Γ}(\text{g})$. Να υπολογίσετε την K_c

α) Αν στη κατάσταση χημικής ισορροπίας (I) ελαττώσουμε

τον όγκο του δοχείου στο μισό πόσα mol Γ πρέπει να προσθέσουμε ταυτόχρονα ώστε στη νέα ισορροπία

(II) να περιέχονται 8 mol A και 2 mol B .

β) Αν στη κατάσταση χημικής ισορροπίας (I) θερμάνουμε το δοχείο τότε στη νέα ισορροπία (III)

περιέχονται 3 mol Γ . Να υπολογίσετε τη νέα σταθερά χημικής ισορροπίας

(K_c'). Να εξετάσετε αν η αντίδραση είναι ενδόθερμη ή εξώθερμη.

13) Σε κλειστό και κενό δοχείο όγκου $V=10 \text{ L}$ εισάγονται $\lambda \text{ mol}$ αερίου N_2 και $\mu \text{ mol}$ αερίου H_2 και

αποκαθίσταται η χημική ισορροπία υπό σταθερή θερμοκρασία: $\text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NH}_3(\text{g})$, $K_c=2$

Στην κατάσταση χημικής ισορροπίας $[\text{H}_2]=1 \text{ M}$ και $\{\text{NH}_3\}=1 \text{ M}$.

α) Να υπολογιστούν οι αρχικές ποσότητες $\lambda \text{ mol}$ αερίου N_2 και $\mu \text{ mol}$ αερίου H_2

β) Να υπολογιστεί η απόδοση της αντίδρασης.

