**Αρχή του Le Chatelier – Παράγοντες που επηρεάζουν τη Χ.Ι.**

Όπως προαναφέρθηκε, η χημική ισορροπία είναι μια δυναμική ισορροπία. Η μεταβολή ενός παράγοντα που επηρεάζει την αντίδραση θα προκαλέσει μετατόπιση της αντίδρασης και αποκατάσταση μιας νέας χημικής ισορροπίας. Το προς τα που θα μετατοπιστεί η ισορροπία μπορεί να προβλευθεί εύκολα από την αρχή του Le Chatelier, σύμφωνα με την οποία:

**Όποτε προκαλούμε μια μεταβολή σε ένα σύστημα το οποίο βρίσκεται σε χημική ισορροπία, το σύστημα θα προσπαθήσει να την αναιρέσει, οπότε η αντίδραση θα προχωρήσει προς την κατεύθυνση που θα προκαλέσει την αντίθετη μεταβολή από αυτή που προκαλέσαμε.**

Να σημειωθεί εδώ ότι το σύστημα δεν αναιρεί πλήρως τη μεταβολή που προκαλέσαμε, η νέα κατάσταση ισορροπίας βρίσκεται πάντα ανάμεσα στην κατάσταση που φέραμε το σύστημα και την αρχική του κατάσταση.

**Παράγοντες που μεταβάλουν τη θέση της χημικής ισορροπίας.**

**Θερμοκρασία**

Αύξηση της θερμοκρασίας έχει σαν αποτέλεσμα να μετατοπιστεί η ισορροπία προς την κατεύθυνση της ενδόθερμης αντίδρασης, ώστε να απορροφηθεί ενέργεια και να μειωθεί η θερμοκρασία. Η εξώθερμες αντιδράσεις ευνοούνται με μείωση της θερμοκρασίας. Να σημειωθεί ότι η σταθερές k των δυο αντίθετων αντιδράσεων μεταβάλλονται με τον ίδιο τρόπο, σύμφωνα με όσα είχαν αναφερθεί στο κεφάλαιο της χημικής ισορροπίας. Έτσι για παράδειγμα, μείωση της θερμοκρασίας μειώνει την k και της ενδόθερμης και της εξώθερμης αντίδρασης, αλλά της ενδόθερμης μειώνεται περισσότερο και έτσι διαταράσσεται η ισoρροπία.

**Συγκέντρωση ουσιών**

Αν αυξήσουμε την συγκέντρωση μιας από τις ουσίες που συμμετέχουν στην αντίδραση, η αντίδραση θα προχωρήσει προς την πλευρά που η συγκέντρωση μειώνεται, δηλαδή η ουσία αυτή καταναλώνεται. Το αντίθετο συμβαίνει αν μειώσουμε τη συγκέντρωση μιας ουσίας. Υπενθυμίζεται εδώ ότι τα στερεά (και τα υγρά) έχουν σταθερή συγκέντρωση.

**Πίεση**

Εφόσον στην αντίδραση μας υπάρχουν αέρια και το άθροισμα των συντελεστών των αέριων ουσιών στα αντιδρώντα και στα προϊόντα δεν είναι ίσα, αύξηση της πίεσης με μεταβολή του όγκου σε σταθερή θερμοκρασία, θα έχει σαν αποτέλεσμα η αντίδραση να μετατοπιστεί προς την πλευρά με τα λιγότερα mol αερίων ώστε η πίεση να μειωθεί.

ΠΡΟΣΟΧΗ: Προσθήκη αερίου που δεν επηρεάζει την αντίδραση αλληλεπιδρώντας με κάποια από τις ουσίες που συμμετέχουν σε αυτήν (π.χ. ευγενές αέριο) αυξάνει την πίεση στο δοχείο, χωρίς όμως να επηρεάζει τις συγκεντρώσεις των ουσιών της αντίδρασης, κατά συνέπεια δεν προκαλεί μετατόπιση της ισορροπίας.

*Σημείωση: οι αντιδράσεις που μελετώνται στο βιβλίο πραγματοποιούνται σε κλειστά δοχεία/συστήματα. Αυτό σημαίνει ότι μόνο οι μεταβολές της θερμοκρασίας που προκαλούμε εμείς είναι μόνιμες, οι μεταβολές που προκαλούνται λόγω της μετατόπισης προς την ενδόθερμη ή την εξώθερμη στην συνέχεια εξουδετερώνονται μέσω ανταλλαγής ενέργειας με το περιβάλλον.*

ΑΣΚΗΣΕΙΣ

1. Σε κλειστό δοχείο βρίσκονται σε ισορροπία 0,1 mol H2, 0,1 mol I­2 και 2 mol HI, σύμφωνα με την αντίδραση: H2(g) + I2(g) **⇌** 2HI(g) ΔΗ = -23ΚJ.

Τι επίδραση θα έχει κάθε μια από τις παρακάτω μεταβολές στην αντίδραση;

α. Μείωση του όγκου του δοχείου στο μισό, χωρίς μεταβολή της θερμοκρασίας.

β. Αύξηση της θερμοκρασίας.

γ. Αφαίρεση 0,5 mol ΗΙ, χωρίς μεταβολή της θερμοκρασίας.

δ. Προσθήκη στο δοχείο 1g στερεού I2, χωρίς μεταβολή της θερμοκρασίας.

ε. Διπλασιασμός των ποσοτήτων όλων των ουσιών, χωρίς μεταβολή της θερμοκρασίας.

2. Σε κλειστό δοχείο βρίσκονται σε ισορροπία 0,4 mol ΝΟ2 και 2 mol Ν2Ο4, σύμφωνα με την αντίδραση: Ν2Ο4(g) **⇌** 2ΝΟ2 (g) ΔΗ = +56,9 ΚJ.

Τι επίδραση θα έχει κάθε μια από τις παρακάτω μεταβολές στην αντίδραση;

α. Μείωση του όγκου του δοχείου στο μισό, χωρίς μεταβολή της θερμοκρασίας.

β. Αύξηση της θερμοκρασίας.

γ. Αφαίρεση 0,5 mol Ν2Ο4, χωρίς μεταβολή της θερμοκρασίας.

δ. Διπλασιασμός των ποσοτήτων όλων των ουσιών, χωρίς μεταβολή της θερμοκρασίας.

# 3. ­ To Μονοξείδιο του Αζώτου (ΝΟ) μπορεί να παραχθεί με αντίδραση Αζώτου (Ν2) με Οξυγόνο (Ο2), ωστόσο αντιδράει και το ίδιο με οξυγόνο και δίνει Διοξείδιο του Αζώτου (ΝΟ2). Αντίστοιχη αντίδραση δίνει και το Διοξείδιο του Θείου (SO2) με το Ο2 προς Τριοξείδιο του Θείου (SO­3). Μονοξείδιο του Αζώτου παράγεται επίσης με διάσπαση του Νιτρόζυλοχλωριδίου (ΝΟCl) σε ΝΟ και Cl2. Όλες οι παραπάνω αντιδράσεις είναι αμφίδρομες και για τις ανάγκες της άσκησης θεωρούνται απλές.

# Σε ένα δοχείο βρίσκεται σε ισορροπία και μελετάται η αντίδραση:

# 2ΝΟ(g) + Ο2(g) ⇌ 2ΝΟ2 (g)

# Τι επίδραση θα έχει στην ισορροπία η κάθε μια από τις παρακάτω μεταβολές:

# α. Προσθήκη ποσότητας SO2 στο δοχείο.

# β. Προσθήκη ποσότητας ΝΟCl στο δοχείο.

# γ. Προσθήκη ποσότητας Ν2 στο δοχείο.

# 4. Τη χρονική στιγμή t0 τοποθετείται σε ένα δοχείο ποσότητα NOCl και μετά από λίγο αποκαθίσταται ισορροπία στην αντίδραση 2NOCl(g) ⇌ 2NO(g) + Cl2(g) +Q. Τη χρονική στιγμή t1 εισάγεται στο δοχείο ποσότητα ΝOCl ίση με την αρχική. Τη χρονική στιγμή t2 (και ενώ το σύστημα είναι σε ισορροπία) μειώνουμε την θερμοκρασία κατά 15◦C. Τη χρονική στιγμή t3 (και ενώ το σύστημα είναι σε ισορροπία) αυξάνουμε τον όγκο του δοχείου στο διπλάσιο υπό σταθερή θερμοκρασία.

# α. Στο ίδιο σύστημα αξόνων να σχεδιάσετε ποιοτικά τις καμπύλες συγκέντρωσης προς το χρόνο των ουσιών που συμμετέχουν στην αντίδραση.

# β. Στο ίδιο σύστημα αξόνων να σχεδιάσετε ποιοτικά τις καμπύλες των ταχυτήτων προς το χρόνο των δυο αντιδράσεων (προς τα δεξιά και προς τα αριστερά).