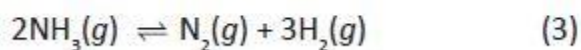
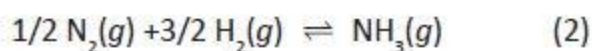
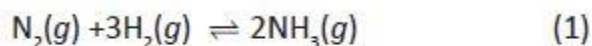


1. Σε δοχείο όγκου 10 L έχουμε σε ισορροπία 40 mol NH₃, 20 mol H₂ και 60 mol N₂. Ποια η τιμή της K_c των παρακάτω εξισώσεων που περιγράφουν το φαινόμενο:



ΛΥΣΗ

Στην κατάσταση χημικής ισορροπίας οι συγκεντρώσεις των τριών σωμάτων είναι:

$$[\text{NH}_3] = \frac{40 \text{ mol}}{10 \text{ L}} = 4 \text{ M}$$

$$[\text{H}_2] = \frac{20 \text{ mol}}{10 \text{ L}} = 2 \text{ M}$$

$$[\text{N}_2] = \frac{60 \text{ mol}}{10 \text{ L}} = 6 \text{ M}$$

Για την (1) η τιμή του κλάσματος $\frac{[\text{NH}_3]^2}{[\text{N}_2][\text{H}_2]^3}$ στην ισορροπία ισούται με την K_c αυτής της εξίσωσης, άρα:

$$K_c = \frac{4^2}{6 \cdot 2^3} \left(\frac{\text{mol}}{\text{L}} \right)^{-2} = \frac{1}{3} \text{ M}^{-2}$$

Ανάλογα, για τη (2) η τιμή του κλάσματος $\frac{[\text{NH}_3]}{[\text{N}_2]^{1/2}[\text{H}_2]^{3/2}}$ στην ισορροπία ισούται με τη σταθερά ισορροπίας της εξίσωσης αυτής, K'_c, οπότε:

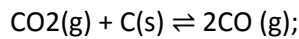
$$K'_c = \frac{4}{6^{1/2} \cdot 2^{3/2}} \text{ M}^{-1} \quad \text{ή} \quad K'_c = \frac{1}{\sqrt{3}} \text{ M}^{-1}$$

$$\text{Δηλαδή} \quad K'_c = \sqrt{K_c}$$

Ανάλογα υπολογίζεται η σταθερά K''_c της (3):

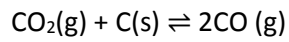
$$K''_c = 3 \text{ M}^2 \quad \text{δηλαδή} \quad K''_c = \frac{1}{K_c}$$

2. Σε δοχείο όγκου 1 L υπάρχει ποσότητα στερεού C σε ισορροπία με 4 mol CO₂ και 8 mol CO. Ποια είναι η τιμή της K_c της χημικής εξίσωσης:



ΛΥΣΗ

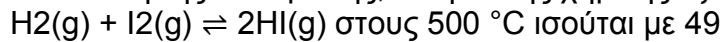
Τα καθαρά στερεά σώματα παραλείπονται από την έκφραση της σταθεράς χημικής ισορροπίας. Η συγκέντρωση των στερεών θεωρείται σταθερή και η τιμή της είναι ενσωματωμένη στην τιμή της σταθεράς ισορροπίας. Έτσι, η σταθερά K_c της χημικής εξίσωσης



είναι:

$$K_c = \frac{[\text{CO}]^2}{[\text{CO}_2]} = \frac{\left(\frac{8}{1}\right)^2}{\frac{4}{1}} = 16$$

3. Σε δοχείο όγκου 1 L και σε θερμοκρασία 500 °C εισάγονται 3 mol H₂ και 3 mol I₂. Να υπολογίσετε τον αριθμό mol HI στη θέση ισορροπίας, καθώς και την απόδοση της αντίδρασης, αν η K_c της χημικής εξίσωσης



ΛΥΣΗ

Ονομάζουμε x mol την ποσότητα του H₂ που αντιδρά και σχηματίζουμε τον παρακάτω πίνακα. Για το x υπάρχει ο περιορισμός: 0 < x < 3 ,

δηλαδή ως ποσότητα θα έχει θετική τιμή και μικρότερη από τα συνολικά mol H₂ που διαθέτουμε.

ποσότητες / mol	H ₂ (g) + I ₂ (g) ⇌ 2HI(g)		
αρχικά	3	3	-
αντιδρούν	x	x	-
παράγονται	-	-	2x
ισορροπία	3 - x	3 - x	2x

Χημική ισορροπία

Στην κατάσταση χημικής ισορροπίας ισχύει ο τύπος:

$$K_c = \frac{[\text{HI}]^2}{[\text{H}_2][\text{I}_2]} \quad \text{ή} \quad 49 = \frac{\left(\frac{2x}{1}\right)^2}{\frac{(3-x)}{1} \frac{(3-x)}{1}} \quad \text{ή} \quad 7 = \frac{2x}{3-x} \quad \text{ή} \quad x = \frac{7}{3}$$

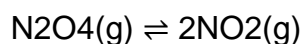
λύση, η οποία ικανοποιεί τον περιορισμό που θέσαμε και είναι δεκτή.
Άρα στην ισορροπία θα έχουμε

$$2 \cdot \frac{7}{3} \text{ mol HI} = \frac{14}{3} \text{ mol HI}$$

και η απόδοση της αντίδρασης θα είναι

$$\frac{\frac{7}{3}}{3} = \frac{7}{9} = 0,77$$

4. Σε δοχείο όγκου 41 L εισάγονται 2 mol N₂O₄. Θερμαίνουμε στους 27 °C οπότε το N₂O₄ διασπάται μερικώς, σύμφωνα με την αντίδραση:



Το αέριο μίγμα ισορροπίας έχει ολική πίεση P = 1,8 atm.

Να υπολογισθούν:

- Η συνολική ποσότητα σε mol (n_{ολ}) των ουσιών στη θέση ισορροπίας
- Οι μερικές πιέσεις των αερίων στην ισορροπία
- Η τιμή της K_p της αντίδρασης.

ΛΥΣΗ

Ονομάζουμε x mol την ποσότητα του N₂O₄ που αντιδρά και σχηματίζουμε τον ακόλουθο πίνακα

ποσότητες / mol	N ₂ O ₄ (g) ⇌ 2NO ₂ (g)	
αρχικά	2	-
αντιδρούν	x	
παράγονται		2x
ισορροπία	2-x	2x

Στην ισορροπία έχουμε:

$$n_{\text{ολ}} = (2-x+2x) \text{ mol} = (2+x) \text{ mol}$$

$$P = 1,8 \text{ atm}$$

$$V = 41 \text{ L}$$

$$T = \theta + 273 = 300 \text{ K}$$

Γράφουμε την καταστατική εξίσωση για το μίγμα και έχουμε:

$$PV = n_{\text{ολ}} \cdot R \cdot T \quad \text{ή} \quad 1,8 \text{ atm} \cdot 41 \text{ L} = (2+x) \text{ mol} \cdot \frac{0,082 \text{ atm} \cdot \text{L}}{\text{mol} \cdot \text{K}} \cdot 300 \text{ K}$$

ή $x = 1$ και έχουμε:

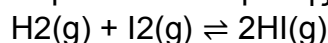
$$(\alpha) n_{\text{ολ}} = (2+x) \text{ mol} = 3 \text{ mol}$$

$$(\beta) p_{\text{N}_2\text{O}_4} = P \cdot \frac{n_{\text{N}_2\text{O}_4}}{n_{\text{ολ}}} = 1,8 \text{ atm} \cdot \frac{1}{3} = 0,6 \text{ atm}$$

$$p_{\text{NO}_2} = P \cdot \frac{n_{\text{NO}_2}}{n_{\text{ολ}}} = 1,8 \text{ atm} \cdot \frac{2}{3} = 1,2 \text{ atm}$$

$$(\gamma) K_p = \frac{p_{\text{NO}_2}^2}{p_{\text{N}_2\text{O}_4}} = \frac{(1,2 \text{ atm})^2}{0,6 \text{ atm}} = 2,4 \text{ atm}$$

5. Σε δοχείο όγκου $V = 20 \text{ L}$ εισάγονται στους $500 \text{ }^\circ\text{C}$ 4 g H_2 , 508 g I_2 και 1024 g HI . Να διερευνήσετε αν το σύστημα είναι σε ισορροπία. Αν όχι, προς ποια κατεύθυνση οδεύει η αντίδραση και ποιες θα είναι οι ποσότητες των αερίων στη θέση ισορροπίας; Δίνεται ότι, η K_c της παρακάτω αντίδρασης στους $500 \text{ }^\circ\text{C}$ είναι 9.



ΛΥΣΗ

Υπολογίζουμε τον αριθμό mol των τριών αερίων στην αρχική κατάσταση:

$$n_{\text{H}_2} = \frac{4}{2} \text{ mol} = 2 \text{ mol} \quad (M_{r_{\text{H}_2}} = 2)$$

$$n_{\text{I}_2} = \frac{508}{254} \text{ mol} = 2 \text{ mol} \quad (M_{r_{\text{I}_2}} = 2 \cdot 127 = 254)$$

$$n_{\text{HI}} = \frac{1024}{128} \text{ mol} = 8 \text{ mol} \quad (M_{r_{\text{HI}}} = 1 + 127 = 128)$$

Υπολογίζουμε την τιμή του κλάσματος:

$$Q_c = \frac{[\text{HI}]^2}{[\text{H}_2][\text{I}_2]}$$

στην αρχική κατάσταση, ώστε να διερευνήσουμε προς ποια κατεύθυνση οδεύει η αντίδραση:

Χημική ισορροπία

$$Q_c = \frac{\left(\frac{8}{20}\right)^2}{\frac{2}{20} \cdot \frac{2}{20}} = 16$$

Διαπιστώνουμε ότι $Q_c > K_c$, συνεπώς το σύστημα δεν είναι σε κατάσταση ισορροπίας και μάλιστα η αντίδραση οδεύει προς τα αριστερά μέχρις ότου το κλάσμα πάρει την τιμή $Q_c' = K_c$. Ονομάζουμε $x \text{ mol}$ την ποσότητα του HI που αντιδρά και σχηματίζουμε το σχετικό πίνακα.

ποσότητες / mol	$H_2(g) + I_2(g) \rightleftharpoons 2HI(g)$		
αρχικά	2	2	8
αντιδρούν			x
παράγονται	x/2	x/2	
ισορροπία	$2 + x/2$	$2 + x/2$	$8-x$

Στην ισορροπία:

$$Q_c = \frac{[HI]^2}{[H_2][I_2]} = K_c \quad \text{ή} \quad \frac{\left(\frac{8-x}{20}\right)^2}{\frac{2+\frac{x}{2}}{20} \cdot \frac{2+\frac{x}{2}}{20}} = 9 \quad \text{ή} \quad x = 0,8 \text{ mol}$$

Η σύσταση του μίγματος στην ισορροπία είναι: 7,2 mol HI, 2,4 mol H_2 και 2,4 mol I_2 .