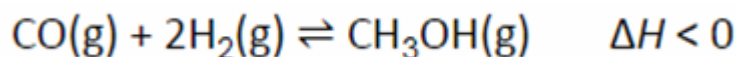


Διαγώνισμα (1) στο 4ο κεφάλαιο ΧΗΜΙΚΗ ΙΣΟΡΡΟΠΙΑ

ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ

ΘΕΜΑ Α

Προς τα πού θα μετατοπιστεί η ισορροπία στην αμφίδρομη αντίδραση:



α) αν αυξήσουμε τη θερμοκρασία;

Αύξηση της θερμοκρασίας ευνοεί την ενδόθερμη φορά. Η αντίδραση προς τα δεξιά έχει $\Delta H < 0$ είναι δηλαδή εξώθερμη, άρα ενδόθερμη προς τα αριστερά, οπότε θα μετατοπιστεί η ισορροπία προς τα αριστερά.

β) αν ελαττώσουμε τον όγκο του δοχείου που περιέχει τα αέρια ισορροπίας σε σταθερή θερμοκρασία;

Ελάττωση του όγκου σε μια ισορροπία που συμμετέχουν αέρια μετατοπίζει την ισορροπία προς τα εκεί που ελαττώνονται τα mol των αερίων, άρα η συγκεκριμένη ισορροπία θα μετατοπιστεί προς τα δεξιά.

γ) αν προσθέσουμε στο μείγμα ισορροπίας επιπλέον ποσότητα H_2 ;

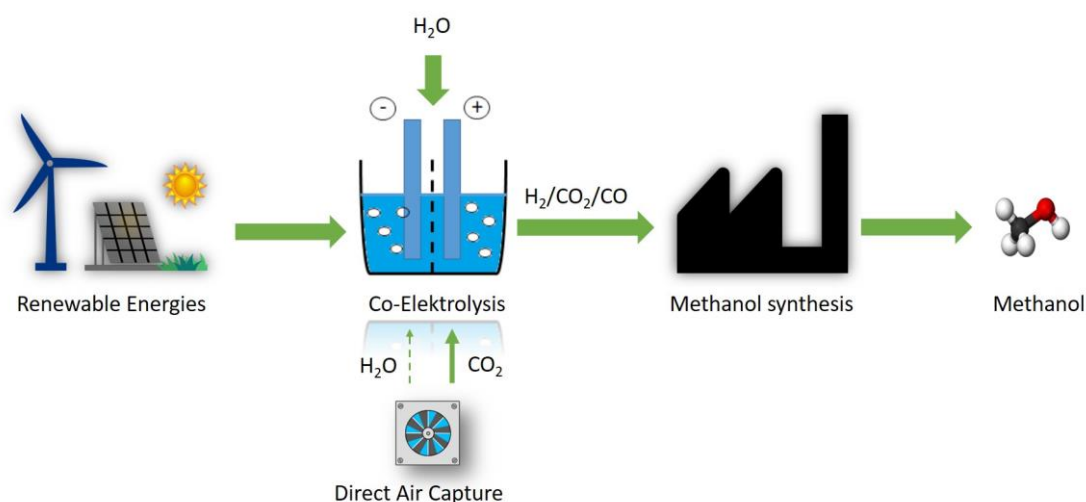
Θα μετατοπιστεί η ισορροπία προς τα δεξιά προκειμένου να καταναλωθεί εν μέρει η επιπλέον ποσότητα του υδρογόνου που προσθέσαμε.

δ) αν προσθέσουμε στο μείγμα ισορροπίας αέριο He υπό σταθερή θερμοκρασία και όγκο;

Η προσθήκη του αδρανούς αερίου ηλίου αφού δεν συνοδεύεται από μεταβολή του όγκου ή/και της θερμοκρασίας ουδεμία επίδραση θα έχει στη θέση ισορροπίας, άρα η ισορροπία θα παραμείνει αμετάβλητη.

ε) αν προσθέσουμε στο μείγμα ισορροπίας αέριο He υπό σταθερή θερμοκρασία και πίεση;

Η προσθήκη του αερίου ηλίου υπό σταθερή θερμοκρασία και πίεση, θα προκαλέσει αύξηση του όγκου με αποτέλεσμα τη μετατόπιση της ισορροπίας προς τη μεριά που αυξάνουν οι συντελεστές των αερίων, δηλαδή προς τα αριστερά.

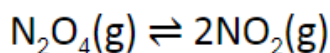


Green methanol synthesis process

Επεξεργασία θεμάτων: Καμβίσιος Ευάγγελος
Απόφοιτος ΑΠΘ τμήματος Χημείας

ΘΕΜΑ Β

Σε δοχείο όγκου $V_1 = 3L$ βρίσκονται σε ισορροπία $2 \text{ mol } N_2O_4$ και $1 \text{ mol } NO_2$ σύμφωνα με τη χημική εξίσωση:



α) Να βρεθεί η τιμή της K_c

$$[N_2O_4] = \frac{2}{3} M \text{ και } [NO_2] = \frac{1}{3} M$$

$$K_c = \frac{[NO_2]^2}{[N_2O_4]} = \frac{\left(\frac{1}{3}\right)^2}{\frac{2}{3}} = \frac{1}{6}$$

επίδραση της θερμοκρασίας στην ισορροπία

Το NO_2 είναι καφέ ενώ το N_2O_4 άχρωμο. Οπότε η όποια μετατόπιση της ισορροπίας συνοδεύεται και από χρωματική αλλαγή.

Η πιο πάνω αντίδραση είναι ενδόθερμη, οπότε με αύξηση της θερμοκρασίας η ισορροπία μετατοπίζεται δεξιά και το δοχείο χρωματίζεται καφέ, ενώ με ψύξη η ισορροπία μετατοπίζεται αριστερά και το δοχείο μερικώς αποχρωματίζεται.

Με **ctrl+κλικ** στον πιο πάνω σύνδεσμο μπορείτε να δείτε την επίδραση της θερμοκρασίας στην ισορροπία και τις χρωματικές αλλαγές που την συνοδεύουν.

β) Αυξάνουμε τον όγκο του δοχείου υπό σταθερή θερμοκρασία σε $V_2 = 16L$. Πόσα mol κάθε αερίου θα υπάρχουν στη νέα θέση χημικής ισορροπίας;

Αύξηση του όγκου θα προκαλέσει μετατόπιση της ισορροπίας προς τα δεξιά που αυξάνουν οι συντελεστές των αερίων.

(mol)	$N_2O_4(g)$	$\rightleftharpoons$	$2NO_2(g)$
αρχ.	2		1
αντ/παρ	-x		+2x
XI ₂	2-x		1+2x

Επειδή δεν άλλαξε η θερμοκρασία η K_c παραμένει η ίδια.

$$K_c = \frac{\left(\frac{1+2x}{16}\right)^2}{\frac{2-x}{16}} = \frac{4x^2 + 4x + 1}{32 - 16x} = \frac{1}{6} \Rightarrow 24x^2 + 40x - 26 = 0 \Rightarrow 12x^2 + 20x - 13 = 0$$

$$\Delta = 20^2 - 4 \cdot 12 \cdot (-13) = 1024 \Rightarrow \sqrt{\Delta} = 32$$

Επεξεργασία θεμάτων: Καμβίσιος Ευάγγελος
Απόφοιτος ΑΠΘ τμήματος Χημείας

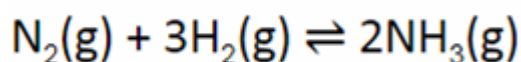
$$x_1 = \frac{-20 - 32}{2 \cdot 12} = -2,17 \text{ απορ}$$

$$x_2 = \frac{-20 + 32}{2 \cdot 12} = 0,5 \text{ mol}$$

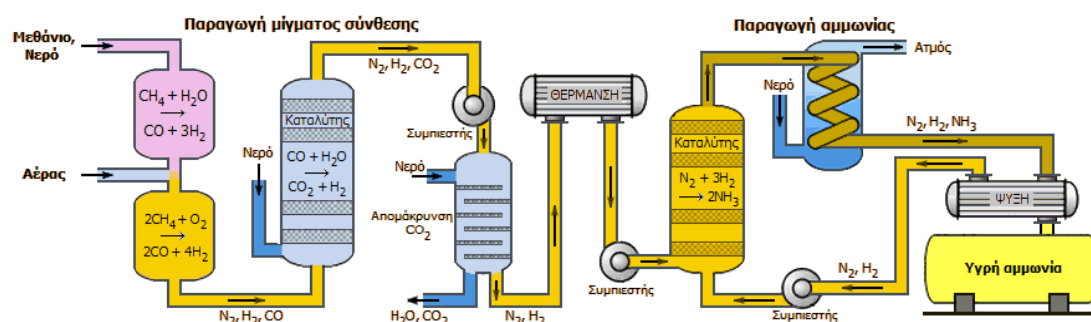
$$\text{άρα } n_{N_2O_4} = 2 - 0,5 = 1,5 \text{ mol και } n_{NO_2} = 1 + 2 \cdot 0,5 = 2 \text{ mol}$$

ΘΕΜΑ Γ

Σε δοχείο σταθερού όγκου $3L$ στους $\theta^\circ C$, ισορροπούν $5 \text{ mol } N_2$, $4 \text{ mol } H_2$ και $12 \text{ mol } NH_3$, σύμφωνα με την αντίδραση:



Αν αυξηθεί η θερμοκρασία στη νέα θέση ισορροπίας βρίσκουμε $5,5 \text{ mol } N_2$.



Βιομηχανική σύνθεση αμμωνίας

α) Ποια η σύσταση του μείγματος στη νέα ισορροπία;

Αφού η ποσότητα του N_2 αυξήθηκε, άρα η ισορροπία μετατοπίστηκε αριστερά.

(mol)	$N_2(g)$	+	$3H_2(g)$	$\rightleftharpoons$	$2NH_3(g)$
αρχ	5		4		12
αντ/παρ	+X		+3X		-2X
XI ₂	5+X		4+3X		12-2X

$$\text{Ομως } n_{N_2} = 5,5 \Rightarrow 5 + x = 5,5 \Rightarrow x = 0,5 \text{ mol}$$

$$\text{Άρα } n_{H_2} = 4 + 3 \cdot 0,5 = 5,5 \text{ mol και } n_{NH_3} = 12 - 2 \cdot 0,5 = 11 \text{ mol}$$

β) Ποια η νέα τιμή της K_C ;

$$K_{c2} = \frac{[NH_3]^2}{[N_2] \cdot [H_2]^3} = \frac{\left(\frac{11}{3}\right)^2}{\frac{5,5}{3} \cdot \left(\frac{5,5}{3}\right)^3} = \frac{9 \cdot 121}{5,5^4} = 1,19$$

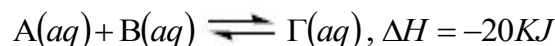
Επεξεργασία θεμάτων: Καμβίσιος Ευάγγελος
Απόφοιτος ΑΠΘ τμήματος Χημείας

γ) Η σύνθεση της αμμωνίας είναι εξώθερμη ή ενδόθερμη;

Αφού η αύξηση της θερμοκρασίας μετατόπισε την ισορροπία αριστερά, άρα η αντίδραση αριστερά είναι ενδόθερμη, οπότε δεξιά εξώθερμη.

ΘΕΜΑ Δ

Σε υδατικό διάλυμα όγκου $V = 20\text{ L}$ περιέχονται σε ισορροπία 4 mol A , 15 mol B και 3 mol Γ σύμφωνα με τη χημική εξίσωση:



Αραιώνουμε το διάλυμα με προσθήκη νερού μέχρι διπλασιασμού του όγκου του υπό σταθερή θερμοκρασία.

α) Ποιες οι συγκεντρώσεις των A, B και Γ στη νέα θέση ισορροπίας;

$$K_c = \frac{[\Gamma]}{[A] \cdot [B]} = \frac{\frac{3}{20}}{\frac{4}{20} \cdot \frac{15}{20}} = \frac{3 \cdot 20}{4 \cdot 15} = 1$$

$$Q_c = \frac{\frac{3}{40}}{\frac{4}{40} \cdot \frac{15}{40}} = \frac{3 \cdot 40}{4 \cdot 15} = 2 > K_c \text{ επομένως η ισορροπία θα μετατοπιστεί αριστερά.}$$

(mol)	$A(aq)$	+	$B(aq)$	$\rightleftharpoons$	$\Gamma(aq)$
αρχ	4		15		3
αντ/παρ	+x		+x		-x
XI ₂	4+x		15+x		3-x

Αφού η θερμοκρασία δεν άλλαξε η K_c παρέμεινε η ίδια.

$$K_c = \frac{\frac{3-x}{40}}{\frac{4+x}{40} \cdot \frac{15+x}{40}} = \frac{40 \cdot (3-x)}{(x+4) \cdot (x+15)} = 1 \Rightarrow x^2 + 19x + 60 = -40x + 120 \Rightarrow x^2 + 59x - 60 = 0, \Delta = 59^2 - 4 \cdot 1 \cdot (-60) = 3721 \Rightarrow \sqrt{\Delta} = 61$$

$$x_1 = \frac{-59 - 61}{2} = -60 \text{ απορ}$$

$$x_2 = \frac{-59 + 61}{2} = 1\text{ mol}$$

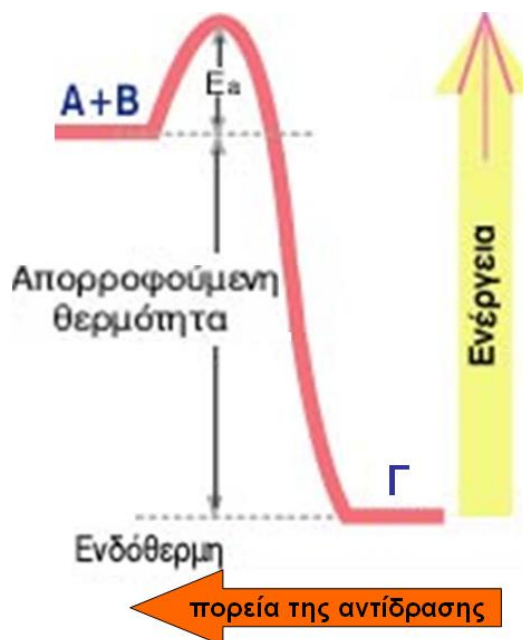
άρα $n_A = 4 + 1 = 5\text{ mol}$, $n_B = 15 + 1 = 16\text{ mol}$ και $n_\Gamma = 3 - 1 = 2\text{ mol}$

οπότε $[A] = \frac{5}{40} = 0,125\text{ M}$, $[B] = \frac{16}{40} = 0,4\text{ M}$ και $[\Gamma] = \frac{2}{40} = 0,05\text{ M}$

Επεξεργασία θεμάτων: Καμβίσιος Ευάγγελος
Απόφοιτος ΑΠΘ τμήματος Χημείας

β) Ποιο ποσό θερμότητας εκλύεται ή απορροφάτε κατά τη μετάβαση από την αρχική στη νέα θέση ισορροπίας;

Η αντίδραση προς τα αριστερά έχει $\Delta H' = +20 \text{ KJ}$ δηλαδή προς τα αριστερά είναι ενδόθερμη, οπότε απορροφάτε θερμότητα $q = 20 \cdot 1 = 20 \text{ KJ}$



Επεξεργασία θεμάτων: Καμβίσιος Ευάγγελος
Απόφοιτος ΑΠΘ τμήματος Χημείας