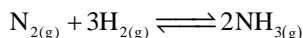


ΑΣΚΗΣΗ

Σε δοχείο σταθερού όγκου 0,1L εισάγονται 0,3mol N₂ και 0,4mol H₂ και θερμαίνονται σε θερμοκρασία θ₁ °C, οπότε αποκαθίσταται η χημική ισορροπία:



Το αέριο μείγμα ισορροπίας έχει περιεκτικότητα 20% (v/v) σε H₂.

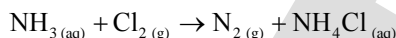
α) Να υπολογίσετε την απόδοση της αντίδρασης και τη σταθερά χημικής ισορροπίας K_c, σε θερμοκρασία θ₁ °C.

β) Το αέριο μείγμα ισορροπίας θερμαίνεται σε θερμοκρασία θ₂ °C, οπότε στη νέα θέση ισορροπίας που αποκαθίσταται το αέριο μείγμα περιέχει συνολικά 0,6mol αερίων.

i) Να εξηγήσετε αν η αντίδραση σχηματισμού της NH₃ είναι ενδόθερμη ή εξώθερμη.

ii) Να υπολογίσετε την απόδοση της αντίδρασης από την έναρξη μέχρι και την αποκατάσταση της δεύτερης ισορροπίας και τη σταθερά χημικής ισορροπίας K_c', στους θ₂ °C.

γ) Η ποσότητα της NH₃ από τη δεύτερη ισορροπία διαλύεται στο νερό, οπότε προκύπτει υδατικό διάλυμα (Δ₁). Ποσότητα 672 mL αερίου Cl₂ διαβιβάζεται στο Δ₁, οπότε πραγματοποιείται η χημική αντίδραση:



Το διάλυμα που προκύπτει αραιώνεται με προσθήκη νερού σε τελικό όγκο 800mL (διάλυμα Δ₂).

i) Να συμπληρώσετε τη χημική εξίσωση της αντίδρασης και να εξηγήσετε ποιο είναι το οξειδωτικό και ποιο το αναγωγικό σώμα.

ii) Να υπολογίσετε την [H₃O⁺] στο διάλυμα Δ₂.

iii) Στο διαλύματος Δ₂ προσθέτουμε στερεό NaOH, χωρίς να μεταβληθεί ο όγκος του διαλύματος, οπότε η [OH⁻] μεταβάλλεται κατά 3 φορές (Δ₃). Να υπολογίσετε τον αριθμό mol του NaOH που προσθέσαμε.

Δίνονται: όλα τα διαλύματα έχουν θερμοκρασία 25 °C (K_w = 10⁻¹⁴) και K_{b(NH₃)} = 10⁻⁵

ΑΠΑΝΤΗΣΗ

mol	N _{2(g)}	+	3H _{2(g)}	⇌	2NH _{3(g)}
Αρχ.	0,3		0,4		-
XI ₁	0,3 - x		0,4 - 3x		2x

Στα αέρια (για τις ίδιες συνθήκες P, T) η αναλογία όγκων ισούται με την αναλογία mol.

$$V_{H_2} = \frac{20}{100} V_{αερ} \Rightarrow n_{H_2} = 0,2n_{αερ} \Rightarrow 0,4 - 3x = 0,2(0,7 - 2x) \Rightarrow \boxed{x = 0,1mol}$$

$$\alpha = \frac{2x}{0,8/3} = 0,75 \Rightarrow 75\% \quad K_c = \frac{\left(\frac{0,2}{0,1}\right)^2}{\left(\frac{0,2}{0,1}\right)\left(\frac{0,1}{0,1}\right)^3} = 2$$

β) i)

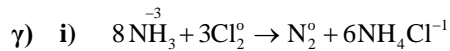
$n_{ολ}(XI_1) = 0,5mol$
 $n_{ολ}(XI_2) = 0,6mol$ } η X.I. μετατοπίστηκε προς τα αριστερά (περισσότερα mol αερίων), άρα ο σχηματισμός NH₃ είναι εξώθερμη αντίδραση (αφού η αύξηση της θερμοκρασίας ευνοεί τις ενδόθερμες αντιδράσεις).

ii)

mol	N _{2(g)}	+	3H _{2(g)}	⇌	2NH _{3(g)}
X.I ₁	0,2		0,1		0,2
μεταβολή			↑ θ ←		
α / π	+y		+3y		-2y
X.I ₂	0,2 + y		0,1 + 3y		0,2 - 2y

$$n_{ολ}(XI_1) = 0,6mol \Rightarrow 0,5 + 2y = 0,6 \Rightarrow y = 0,05mol$$

$$\alpha' = \frac{n_{\text{πρακτ.}}}{n_{\text{θεωρ.}}} = \frac{0,1}{0,8/3} = 0,375 \Rightarrow 37,5\% \quad K_c' = \frac{\left(\frac{0,1}{0,1}\right)^2}{\left(\frac{0,25}{0,1}\right)\left(\frac{0,25}{0,1}\right)^3} = \frac{1}{(2,5)^4} = 256 \cdot 10^{-4}$$



NH_3 : αναγωγικό (αύξηση Α.Ο._N), Cl_2 : οξειδωτικό (μείωση Α.Ο._{Cl})

ii) $n_{\text{Cl}_2} = \frac{V_{\text{STP}}}{22,4} = \frac{0,672}{22,4} = 0,03\text{mol}$

mol	$8\text{NH}_3 + 3\text{Cl}_2 \rightarrow \text{N}_2 + 6\text{NH}_4\text{Cl}$			
Αρχ.	0,1	0,03	-	-
Τελ.	0,02	-	0,01	0,06

Το διάλυμα (Δ_2) είναι ρυθμιστικό.

$$[\text{OH}^-] = K_b \frac{C_\beta}{C_\alpha} = 10^{-5} \cdot \frac{0,02/0,8}{0,06/0,8} = \frac{1}{3} \cdot 10^{-5} \text{ M} \Rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+] = 3 \cdot 10^{-9} \text{ M}.$$

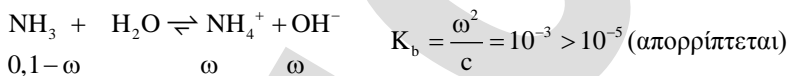
iii) Προσθέτοντας στερεό NaOH : η συγκέντρωση $[\text{OH}^-]$ αυξάνεται, άρα $[\text{OH}^-] = 10^{-5} \text{ M}$.

mol	$\text{NH}_4\text{Cl} + \text{NaOH} \rightarrow \text{NaCl} + \text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O}$				
Αρχ.	0,06	n	-	0,02	-

Επειδή το τελικό διάλυμα είναι βασικό και στα προϊόντα υπάρχει η NH_3 (το NaCl δεν επηρεάζει το pH του διαλύματος) απαιτείται διερεύνηση.

- έστω πλήρης αντίδραση, δηλαδή $n = 0,06 \text{ mol}$.

$$[\text{NH}_3] = \frac{0,08}{0,8} = 0,1\text{M}$$



$$0,1 - \omega$$

$$\omega$$

$$\omega$$

- αν σε περίσσεια το NaOH : $\uparrow [\text{OH}^-] \Rightarrow [\text{OH}^-] > 10^{-3} \text{ M}$ (απορρίπτεται)

- άρα σε περίσσεια είναι το NH_4Cl

mol	$\text{NH}_4\text{Cl} + \text{NaOH} \rightarrow \text{NaCl} + \text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O}$				
Αρχ.	0,06	n	-	0,02	-
Τελ.	$0,06 - n$	-	n	$0,02 + n$	-

$$(\Delta_3)[\text{NH}_4\text{Cl}] = \frac{0,06 - n}{0,8} = C_\alpha' \text{ και } [\text{NH}_3] = \frac{0,02 + n}{0,8} = C_\beta'$$

Θεωρούμε το διάλυμα ως ρυθμιστικό.

$$[\text{OH}^-]' = K_b \cdot \frac{C_\beta'}{C_\alpha'} \Rightarrow 10^{-5} = 10^{-5} \cdot \frac{C_\alpha'}{C_\beta'} \Rightarrow C_\alpha' = C_\beta' \Rightarrow 0,06 - n = 0,02 + n \Rightarrow \boxed{n = 0,02\text{mol}}$$

Σημείωση: $C_\alpha' = C_\beta' = 0,05 \text{ M}$ (το Δ_3 είναι ρυθμιστικό).

Επιμέλεια:

Τσικαλός Γιάννης • Κυριακάκης Μιχάλης • Συμεωνίδης Βασίλης
Γεωργιλαδάκη Σοφία • Παπαδάκη Μαρία