

Ενδεικτική επίλυση

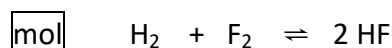
α)

i. Υπολογίζουμε πρώτα τα mol των αντιδρώντων.

$$n_{\text{H}_2} = \frac{m}{M_r} = \frac{4}{2} \text{ mol} = 2 \text{ mol.}$$

$$n_{\text{F}_2} = \frac{m}{M_r} = \frac{76}{38} \text{ mol} = 2 \text{ mol.}$$

Γράφουμε τις μεταβολές mol κατά την αντίδραση,



Αρχ.	2	2			
------	---	---	--	--	--

Αντιδρ.	x	x			
---------	---	---	--	--	--

Παραγ.			2x		
--------	--	--	----	--	--

Χ.Ι.	2-x	2-x		2x	
------	-----	-----	--	----	--

με $0 < x < 2$.

Από τη σταθερά Χημικής Ισορροπίας, η οποία ως ηλίκο συγκεντρώσεων είναι θετικός αριθμός, έχουμε:

$$K_c = \frac{[\text{HF}]^2}{[\text{H}_2] \cdot [\text{F}_2]} \Rightarrow 4 = \frac{\frac{n_{\text{HF}}^2}{V^2}}{\frac{n_{\text{H}_2}}{V} \cdot \frac{n_{\text{F}_2}}{V}} \Rightarrow 2^2 = \frac{(2x)^2}{(2-x)^2} \Rightarrow \frac{2x}{2-x} = 2 \Rightarrow x = 1$$

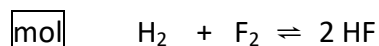
Άρα στη Χημική Ισορροπία έχουμε την ακόλουθη σύσταση:

$$n_{\text{H}_2} = n_{\text{F}_2} = 1 \text{ mol και } n_{\text{HF}} = 2 \text{ mol.}$$

ii. Είτε η προσθήκη των επιπλέον mol H_2 γίνει στην αρχική κατάσταση είτε στην 1^η Χ.Ι. το αποτέλεσμα δεν αλλάζει.

Έστω ότι προστίθενται ω mol H_2 στην αρχική κατάσταση.

Γράφουμε τις μεταβολές mol κατά την αντίδραση.



Αρχ.	2+ ω	2			
------	-------------	---	--	--	--

Αντιδρ.	γ	γ			
---------	----------	----------	--	--	--

Παραγ.			2 γ		
--------	--	--	------------	--	--

Χ.Ι.	2+ ω - γ	2- γ		2 γ	
------	------------------------	-------------	--	------------	--

με $0 < \gamma < 2$.

Το H_2 είναι σε περίσσεια, οπότε η απόδοση της αντίδρασης υπολογίζεται από το F_2 , το οποίο μπορεί να αντιδράσει πλήρως.

$$\alpha = \frac{y \text{ mol}}{2 \text{ mol}} \Rightarrow 0,8 = \frac{y}{2} \Rightarrow y = 1,6.$$

Επομένως, στην ισορροπία. έχουμε την ακόλουθη σύσταση:

$$n_{H_2} = 0,4 + \omega, \quad n_{F_2} = 0,4 \text{ mol και } n_{HF} = 3,2 \text{ mol.}$$

Από την σταθερά Χημικής Ισορροπίας έχουμε:

$$K_c = \frac{[HF]^2}{[H_2] \cdot [F_2]} \Rightarrow 4 = \frac{(2 \cdot 1,6)^2}{(0,4 + \omega)(0,4)} \Rightarrow 0,4 + \omega = \frac{3,2^2}{4 \cdot 0,4} = 6,4 \Rightarrow \omega = 6.$$

Άρα πρέπει να προστεθούν στο δοχείο 6 mol H_2 για να φθάσει η απόδοση της Χ.Ι στο 80%.

Εναλλακτικά:

Έστω ότι προστίθενται λ mol H_2 στην Χημική Ισορροπία.

Γράφουμε τις μεταβολές mol.

mol	H_2	$+ F_2$	$\rightleftharpoons 2 HF$
Αρχικά	2	2	-
1 ^η Χ.Ι.	1	1	2
Μεταβολή	$+\lambda$		
Αντιδρ.	ϕ	ϕ	
Παραγ.			2ϕ
2 ^η Χ.Ι.	$1+\lambda-\phi$	$1-\phi$	$2+2\phi$

με $0 < \phi < 1$.

Το H_2 είναι σε περίσσεια, οπότε η απόδοση της αντίδρασης υπολογίζεται από το F_2 , το οποίο μπορεί να αντιδράσει πλήρως. Επίσης, η απόδοση πρέπει να υπολογιστεί με βάση την αρχική ποσότητα F_2 , που ήταν 2 mol.

$$\alpha = \frac{\text{mol } F_2 \text{ που αντέδρασαν συνολικά}}{\text{αρχικά mol } F_2} = \frac{(1 + \phi) \text{ mol}}{2 \text{ mol}} \Rightarrow 0,8 = \frac{1 + \phi}{2} \Rightarrow \phi = 0,6.$$

Άρα, στη 2^η Χ.Ι. έχουμε την ακόλουθη σύσταση:

$$n_{H_2} = 0,4 + \lambda, \quad n_{F_2} = 0,4 \text{ mol και } n_{HF} = 3,2 \text{ mol.}$$

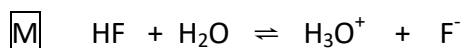
Από την σταθερά Χημικής Ισορροπίας έχουμε:

$$K_c = \frac{[\text{HF}]^2}{[\text{H}_2] \cdot [\text{F}_2]} \Rightarrow 4 = \frac{(3,2)^2}{(0,4 + \lambda)(0,4)} \Rightarrow 0,4 + \lambda = \frac{3,2^2}{4 \cdot 0,4} = 6,4 \Rightarrow \lambda = 6.$$

Άρα πρέπει να προστεθούν στο δοχείο 6 mol H₂ για να φθάσει η απόδοση της αντίδρασης στο 80%.

β) Για το διάλυμα HF έχουμε:

$$c_{\text{HF}} = \frac{n}{V} = \frac{3,2 \text{ mol}}{3,2 \text{ L}} = 1 \text{ M}.$$



Αρχ. 1

A./Π. z z z

l.l. 1-z z z

Από τη σταθερά ιοντισμού του HF έχουμε:

$$K_{\alpha, \text{HF}} = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+] \cdot [\text{F}^-]}{[\text{HF}]} \Rightarrow K_{\alpha, \text{HF}} = \frac{z \text{ M} \cdot z \text{ M}}{(1-z) \text{ M}} \Rightarrow 10^{-4} \simeq \frac{z^2}{1} \text{ M} \Rightarrow z = 10^{-2} \text{ M}.$$

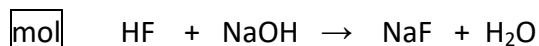
Άρα $\text{pH} = -\log [\text{H}_3\text{O}^+] = -\log z = -\log 10^{-2} \Rightarrow \text{pH} = 2.$

Επομένως, το pH του διαλύματος Δ1 είναι ίσο με 2.

γ) Το HF είναι σε περίσσεια αφού προκύπτει ρυθμιστικό διάλυμα.

Τα mol του HF είναι $n_{\text{HF}} = c \cdot V = 1 \text{ M} \cdot 0,55 \text{ L} = 0,55 \text{ mol}.$

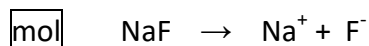
Οπότε για την εξουδετέρωση ισχύει:



Αρχ. 0,55 0,5

Τελ. 0,05 - 0,5

Για τη διάσταση του άλατος έχουμε:



Αρχ. 0,5

Τελ. - 0,5 0,5

Από τον τύπο των Henderson-Hasselbalch προκύπτει:

$$\text{pH} = \text{p}K_{\alpha, \text{HF}} + \log \frac{[\text{F}^-]}{[\text{HF}]} \Rightarrow \text{pH} = -\log 10^{-4} + \log \frac{\frac{0,5 \text{ mol}}{0,55 \text{ L}}}{\frac{0,05 \text{ mol}}{0,55 \text{ L}}} \Rightarrow \text{pH} = 4 + \log 10 \Rightarrow \text{pH} = 5.$$

Επομένως, το pH του διαλύματος Δ2 είναι ίσο με 5.