

Ενδεικτική επίλυση

α) Τα mol του αερίου H_2 που έχουν παραχθεί είναι ίσα με:

$$n = \frac{V}{V_m} = \frac{1,12 \text{ L}}{22,4 \frac{\text{L}}{\text{mol}}} = 0,05 \text{ mol}$$

Από τη θερμοχημική εξίσωση $Ca(s) + 2H_2O(l) \rightarrow Ca(OH)_2(aq) + H_2(g) \quad \Delta H = - 430 \text{ kJ/mol}$ ①

προκύπτει ότι όταν παράγεται 1 mol $H_2(g)$ εκλύεται θερμότητα 430 kJ

όταν παράγονται 0,05 mol $H_2(g)$ εκλύεται θερμότητα x kJ

$$\frac{1 \text{ mol}}{0,05 \text{ mol}} = \frac{430 \text{ kJ}}{x \text{ kJ}} \Rightarrow x = 430 \cdot 0,05 = 21,5$$

Επομένως η θερμότητα που εκλύεται μέχρι το τέλος της αντίδρασης είναι 21,5 kJ.

β) Από τη στοιχειομετρία της αντίδρασης:

$Ca(s) + 2H_2O(l) \rightarrow Ca(OH)_2(aq) + H_2(g) \quad \Delta H = - 430 \text{ kJ/mol}$ ① προκύπτει ότι :

$$\frac{n_{Ca(OH)_2}}{n_{H_2}} = \frac{1}{1} \Rightarrow \frac{n_{Ca(OH)_2}}{0,05 \text{ mol}} = \frac{1}{1} \Rightarrow n_{Ca(OH)_2} = 0,05 \text{ mol}$$

Η συγκέντρωση του $Ca(OH)_2$ στο διάλυμα Δ1 είναι :

$$c_{Ca(OH)_2} = c_1 = \frac{n}{V} = \frac{0,05 \text{ mol}}{10 \text{ L}} = 5 \cdot 10^{-3} \text{ M}$$

Στο διάλυμα συμβαίνει διάσπαση του $Ca(OH)_2$.

| M | $Ca(OH)_2$ (aq) | \rightarrow | Ca^{2+} (aq) | + $2OH^-$ (aq) |
|----------------------|-------------------|---------------|-------------------|----------------|
| αρχικά | $5 \cdot 10^{-3}$ | | | |
| δίστανται | $5 \cdot 10^{-3}$ | | | |
| παράγονται | | | $5 \cdot 10^{-3}$ | 10^{-2} |
| τελικά (διάλυμα Δ1) | | | $5 \cdot 10^{-3}$ | 10^{-2} |

Το εφυδατωμένο ιόν ασβεστίου, $Ca^{2+}(aq)$, δεν αντιδρά με το νερό, διότι είναι συζυγές οξύ της βάσης $Ca(OH)_2$, η οποία είναι ισχυρή σε υδατικά διαλύματα.

Επομένως στο διάλυμα Δ1 : $[OH^-] = 10^{-2} \text{ M} \Rightarrow pOH = 2$.

$pH + pOH = 14 \Rightarrow pH = 12$.

Άρα το pH του διαλύματος Δ1 είναι 12.

γ) Οι μεταβολές που συμβαίνουν κατά την αντίδραση, που καταλήγει σε κατάσταση χημικής ισορροπίας, εμφανίζονται στον παρακάτω πίνακα:

| mol | H ₂ + | Cl ₂ ⇌ | 2HCl |
|------------------|------------------|-------------------|------|
| αρχικά | 0,05 | 0,05 | |
| αντιδρούν | x | x | |
| παράγονται | | | 2x |
| χημική ισορροπία | 0,05 - x | 0,05 - x | 2x |

Η απόδοση της αντίδρασης δίνεται από τη σχέση:

$$\alpha = \frac{n(\text{HCl}) \text{ που παράγονται πρακτικά}}{n(\text{HCl}) \text{ που θα παράγονταν θεωρητικά}} = \frac{2x}{2 \cdot 0,05} = \frac{2x}{0,1} \quad (1)$$

Από την έκφραση της σταθεράς χημικής ισορροπίας, K_c , προκύπτει:

$$K_c = \frac{[\text{HCl}]^2}{[\text{H}_2][\text{Cl}_2]} \Rightarrow 36 = \frac{\left(\frac{2x}{1}\right)^2}{\left(\frac{0,05 - x}{1}\right)^2} \Rightarrow 6^2 = \frac{(2x)^2}{(0,05 - x)^2} \Rightarrow +6 = \frac{2x}{0,05 - x} \Rightarrow$$

$$x = \frac{0,3}{8} = 0,0375$$

$$\text{Από την (1)} \Rightarrow \alpha = \frac{2 \cdot 0,0375}{0,1} = 0,75$$

Άρα η απόδοση της αντίδρασης παραγωγής HCl, στις συνθήκες που αποκαταστάθηκε η ισορροπία, είναι 0,75 ή 75%.

δ) Με την ανάμειξη 5 L του διαλύματος Ca(OH)₂ με το HCl πραγματοποιείται χημική αντίδραση.

Οι αρχικές ποσότητες, σε mol είναι:

του Ca(OH)₂ είναι: $n' = c_1 \cdot V' = 0,005 \text{ M} \cdot 5 \text{ L} = 0,025 \text{ mol}$ και

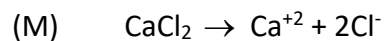
του HCl είναι: $n'' = 0,05 \text{ mol}$.

| mol | Ca(OH) ₂ (aq) + 2HCl (aq) → CaCl ₂ (aq) + 2H ₂ O(l) | | | |
|---------------------|--|------|-------|--|
| αρχικά | 0,025 | 0,05 | | |
| αντιδρούν | 0,025 | 0,05 | | |
| παράγονται | | | 0,025 | |
| τελικά (διάλυμα Δ2) | - | - | 0,025 | |

Στο διάλυμα Δ2, με όγκο $V_2 = 5 \text{ L}$, περιέχεται CaCl_2 με συγκέντρωση:

$$c_2 = \frac{n_2}{V_2} = \frac{0,025 \text{ mol}}{5 \text{ L}} = 0,005 \text{ M}$$

- Το CaCl_2 δίσταται:



αρχικά c_2

τελικά $- \quad c_2 \quad 2c_2$

Το $\text{Ca}^{2+}(\text{aq})$, δεν αντιδρά με το νερό.

Τα ιόντα Cl^- δεν αντιδρούν με το νερό, διότι το Cl^- είναι η συζυγής βάση του HCl , το οποίο είναι ισχυρό οξύ σε υδατικά διαλύματα.

Επομένως στο διάλυμα Δ2 ισχύει: $[\text{H}_3\text{O}^+] = [\text{OH}^-]$, δηλαδή είναι ουδέτερο διάλυμα και έχει $\text{pH} = 7$.