

Άσκηση

Ποια από τις παρακάτω τετράδες ισχύει για υδατικά διαλύματα αλάτων ;

① Νιτρικός σίδηρος(III): **βασικό**
Κυανίδιο του ασβεστίου: **βασικό**
Ανθρακικό νάτριο: **όξινο**
Υπερχλωρικό αμμώνιο: **βασικό**

② Νιτρικός σίδηρος(III): **όξινο**
Κυανίδιο του ασβεστίου: **όξινο**
Ανθρακικό νάτριο: **βασικό**
Υπερχλωρικό αμμώνιο: **βασικό**

③ Νιτρικός σίδηρος(III): **βασικό**
Κυανίδιο του ασβεστίου: **όξινο**
Ανθρακικό νάτριο: **βασικό**
Υπερχλωρικό αμμώνιο: **όξινο**

ⓧ Νιτρικός σίδηρος(III): **όξινο**
Κυανίδιο του ασβεστίου: **βασικό**
Ανθρακικό νάτριο: **βασικό**
Υπερχλωρικό αμμώνιο: **όξινο**

Άσκηση

Σε ένα διάλυμα του άλατος NaX συγκέντρωσης $0,15\text{ M}$ που έχει $\text{pH} = 9,77$ ποια είναι η συγκέντρωση του ασθενούς οξέος HX και ποια η τιμή της K_a αυτού;

❌ $[\text{HX}] = 5,9 \times 10^{-5}\text{ M}$
 $K_a = 4,3 \times 10^{-7}$

② $[\text{HX}] = 1,70 \times 10^{-10}\text{ M}$
 $K_a = 5,34 \times 10^{-7}$

③ $[\text{HX}] = 1,7 \times 10^{-5}\text{ M}$
 $K_a = 5,35 \times 10^{-7}$

④ $[\text{HX}] = 5,9 \times 10^{-5}\text{ M}$
 $K_a = 4,28 \times 10^{-7}$

<u>Συγκεντρώσεις (M)</u>	$\text{X}^-(\text{aq})$	$+$	$\text{H}_2\text{O}(\ell)$	\rightleftharpoons	$\text{HX}(\text{aq})$	$+$	$\text{HO}^-(\text{aq})$
Αρχικές	0,15				0		0
Μεταβολές	-x				+x		+x
Ισορροπία	$0,15 - x$				x		x

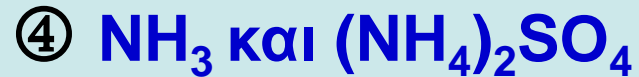
$$\text{pOH} = 14,00 - 9,77 = 4,23 \Rightarrow [\text{OH}^-] = 5,9 \times 10^{-5}\text{ M} = [\text{HX}]$$

$$K_a K_h = K_w \Rightarrow K_a = 4,3 \times 10^{-7}$$

$$\text{Επειδή: } K_h = 2,3 \times 10^{-8}$$

Άσκηση

Ποιος από τους παρακάτω συνδυασμούς δεν μπορεί να παράξει ρυθμιστικό διάλυμα;



Άσκηση

Ποιο από τα παρακάτω διαλύματα θα δείξει τη μικρότερη μεταβολή pH αν προστεθούν σε αυτό 2,0 mL διαλύματος HCl 0,01 M ;

- 30 mL NaOH 0,1 M + 30 mL CH₃COOH 0,1 M
- 15 mL NaOH 0,1 M
- 30 mL NaOH 0,1 M + 60 mL CH₃COOH 0,1 M
- 15 mL CH₃COOH 0,1 M

Άσκηση

Πόσο είναι το pH του ρυθμιστικού διαλύματος που παρασκευάζεται με προσθήκη 45,0 mL NaF 0,15 M σε 35,0 mL HF 0,10 M;

3,44

3,45

4,5

4,56

$$\Rightarrow \text{pH} = \text{p}K_a + \log \frac{[\text{A}^-]}{[\text{HA}]} \quad \text{ή} \quad \text{pH} = \text{p}K_a + \log \frac{[\text{άλας}]}{[\text{οξύ}]}$$

$$K_a = 6,8 \times 10^{-4}$$

$$[\text{άλας}] = 8,4375 \times 10^{-2} \text{ M}$$

$$[\text{οξύ}] = 4,375 \times 10^{-2} \text{ M}$$

$$\Rightarrow \text{pH} = 3,45272$$

Ογκομετρήσεις οξέος - βάσεως

Ογκομετρική ανάλυση ή απλά ογκομέτρηση είναι η διαδικασία **προσδιορισμού** της **συγκέντρωσης** ενός διαλύματος ουσίας A με τη βοήθεια ενός άλλου διαλύματος ουσίας B γνωστής συγκέντρωσης.

Πρότυπο διάλυμα σε μια ογκομέτρηση λέγεται το διάλυμα της ουσίας B του οποίου η συγκέντρωση είναι **επακριβώς γνωστή**.

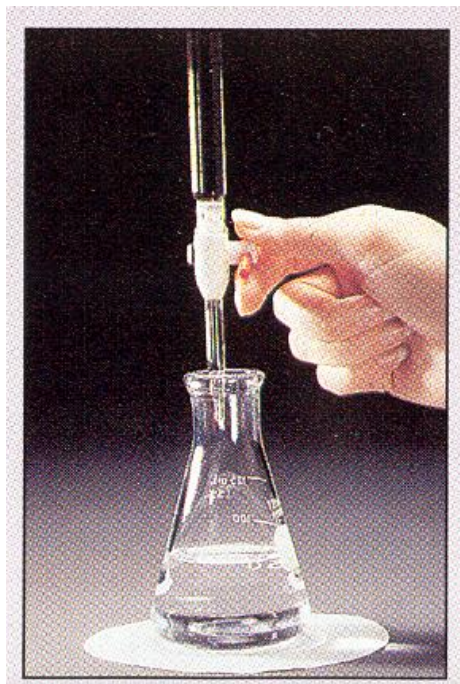
Προχοΐδα είναι ένας γυάλινος σωλήνας βαθμονομημένος έτσι ώστε να μετρά (ακριβώς) τον όγκο υγρού που παρέχεται μέσω μιας στρόφιγγας.

Ισοδύναμο σημείο είναι το σημείο της ογκομέτρησης στο οποίο έχουν αντιδράσει στοιχειομετρικά ισοδύναμες ποσότητες προτύπου διαλύματος και ογκομετρούμενης ουσίας.

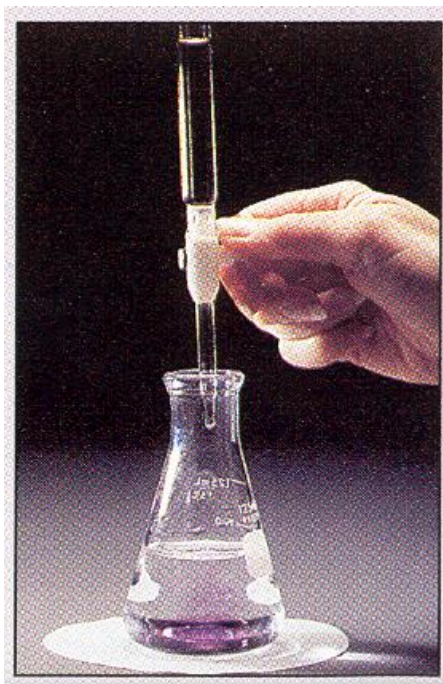
Καμπύλη ογκομετρήσεως ή καμπύλη pH είναι μια γραφική παράσταση του **pH** ενός διαλύματος έναντι του **όγκου** του προστιθέμενου προτύπου διαλύματος.

Ογκομετρήσεις οξέος - βάσεως

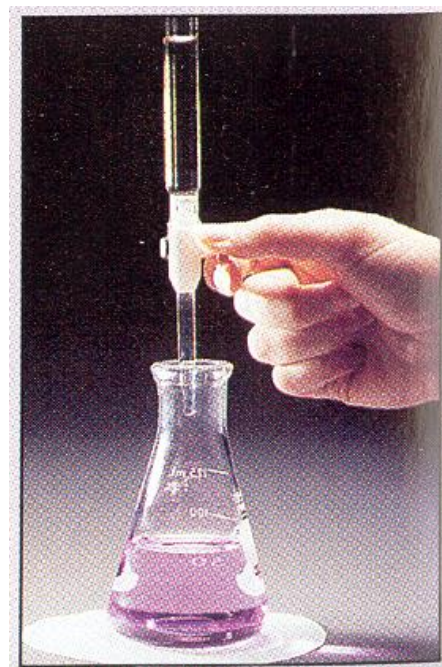
Ογκομέτρηση μιας άγνωστης ποσότητας HCl(aq) με πρότυπο διάλυμα NaOH(aq) παρουσία δείκτη φαινολοφθαλεΐνης



Κωνική φιάλη με οξύ ορισμένου όγκου αλλά άγνωστης συγκέντρωσης + δείκτης (άχρωμο)
Προσθήκη πρότυπου δ. NaOH από προχοΐδα.



Λίγο πριν από το Ι.Σ., το διάλυμα γίνεται ροζ, όμως αλλάζει πάλι προς άχρωμο με ανακίνηση του διαλύματος.



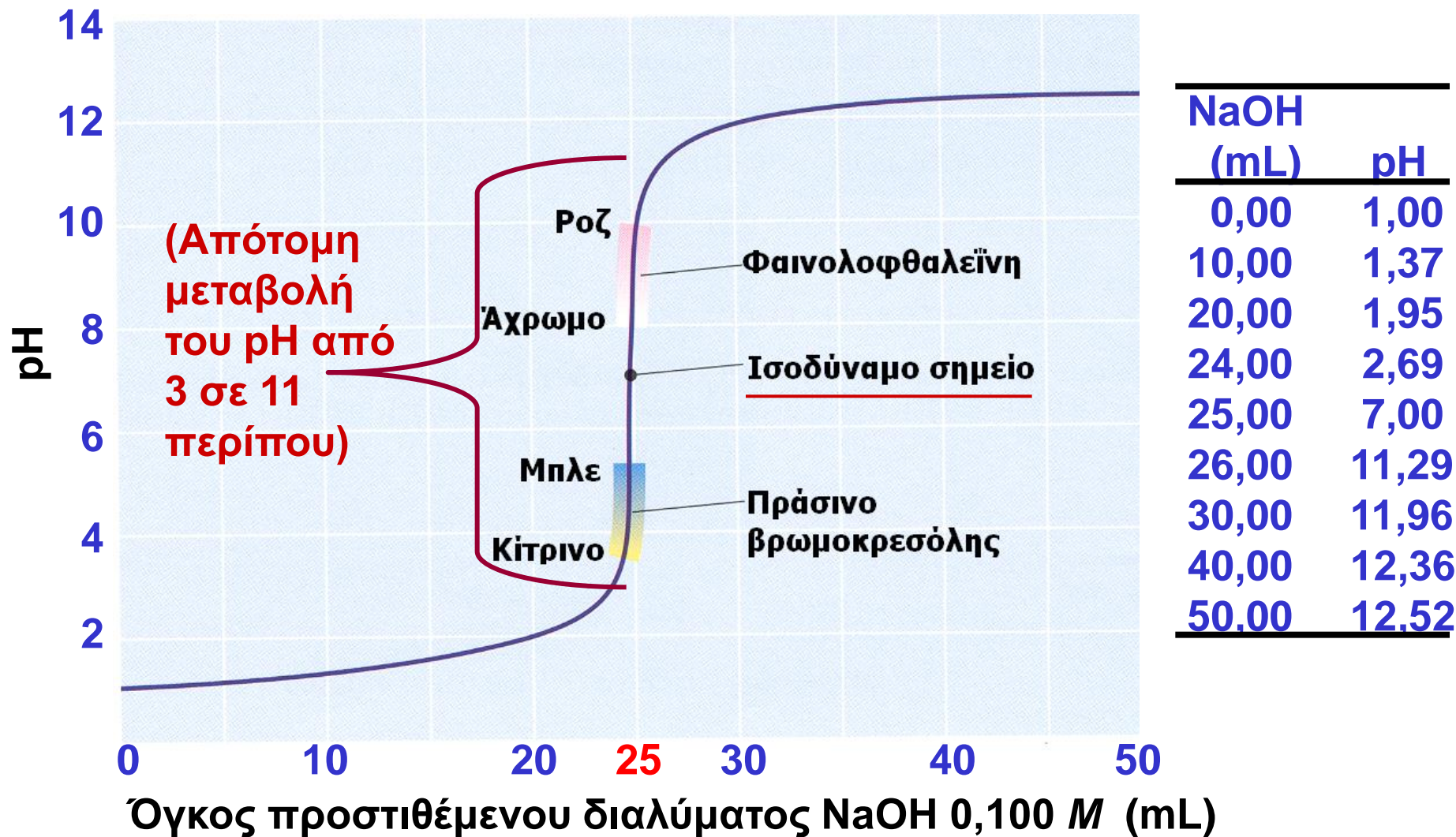
Στο Ι.Σ., μία ανεπαίσθητη περίσσεια OH^- καθιστά το διάλυμα μονίμως ροζ.

Δείκτες οξέων – βάσεων

Δείκτης	pK	Περιοχή pH αλλαγής χρώματος	Χρώμα	
			Όξινο περιβάλλον	Αλκαλικό περιβάλλον
Μπλε θυμόλης	1,6	1,1 – 2,8	κόκκινο	κίτρινο
Πορτοκαλί μεθυλίου	3,5	3,1 – 4,5	κόκκινο	κίτρινο
Ερυθρό μεθυλίου	5,0	4,2 – 6,3	κόκκινο	κίτρινο
Ηλιοτρόπιο	7,0	5,0 – 8,0	κόκκινο	μπλε
Μπλε βρωμοθυμόλης	7,3	6,0 – 7,6	κίτρινο	μπλε
Φαινολοφθαλεΐνη	9,5	8,3 – 10,0	άχρωμο	ροζ

!!! Όπως αποδεικνύεται θεωρητικά, οι περισσότεροι δείκτες έχουν περιοχή pH για χρωματική αλλαγή περίπου 2 μονάδων pH, όπως προβλέπεται από τη σχέση $\text{pH} = \text{pK} \pm 1$

Ογκομέτρηση ισχυρού οξέος με ισχυρή βάση



Κάθε δείκτης που αλλάζει χρώμα στην περιοχή pH 3 έως 11 θεωρείται κατάλληλος.

Άσκηση

Πόσο είναι το pH του διαλύματος που προκύπτει, όταν 15,0 mL NaOH 0,10 M προστεθούν σε 25,0 mL HCl 0,10 M;

1,61

2,29

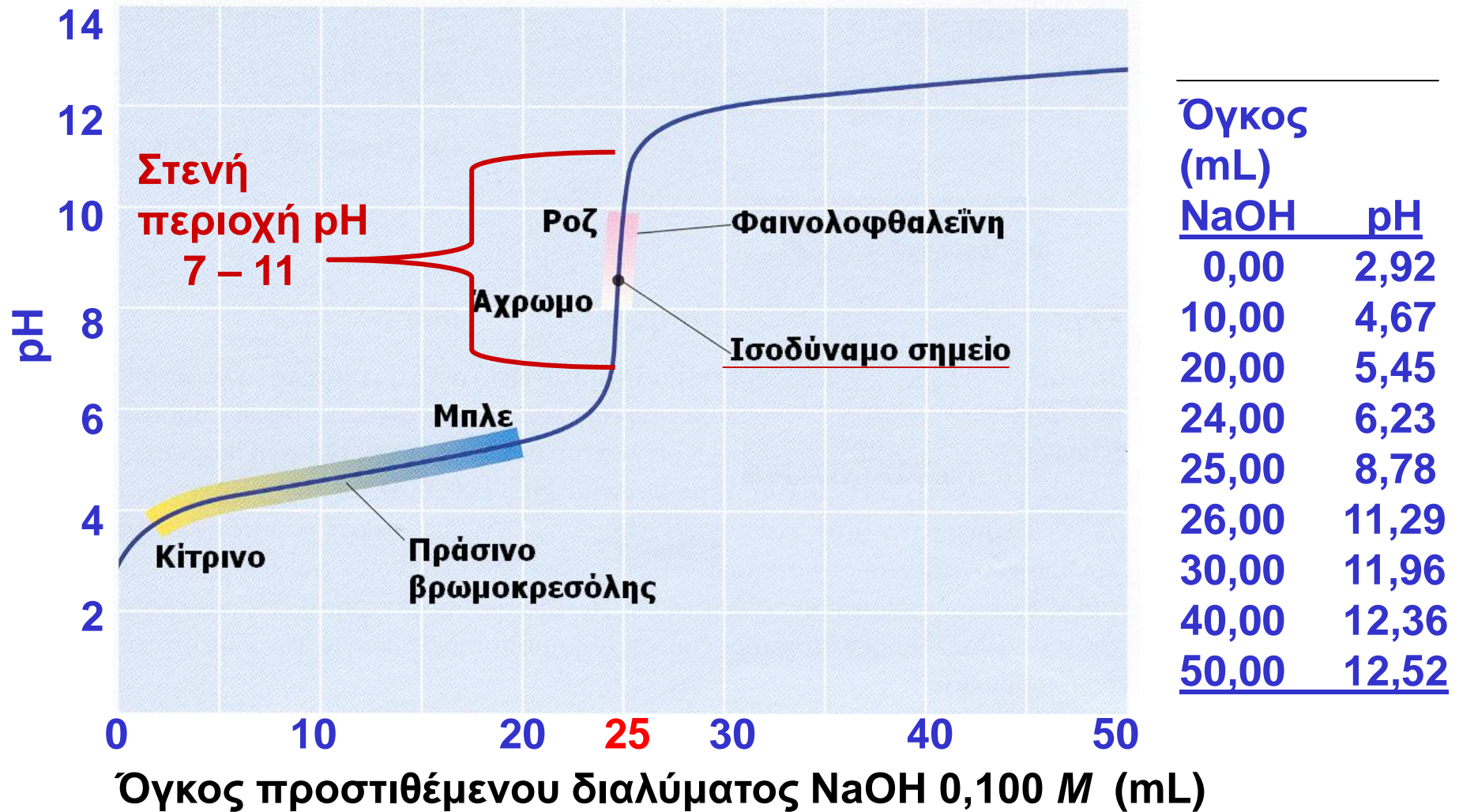
1,60

2,30

Τα ιόντα OH^- του NaOH αντιδρούν πλήρως με τα H_3O^+ του HCl(aq) (και βρίσκονται σε περίσσεια)

Ογκομέτρηση ασθενούς οξέος ΗΑ με ισχυρή βάση

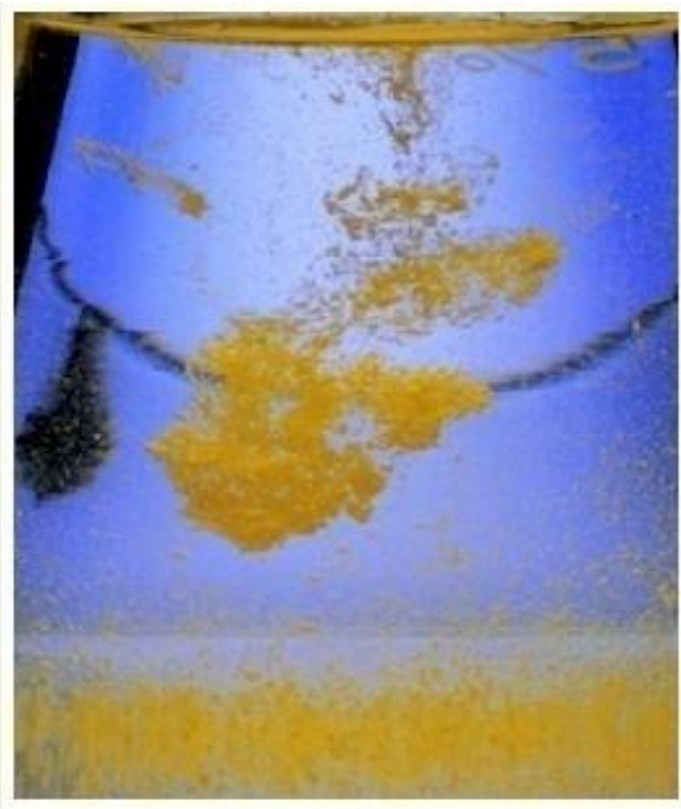
ΗΑ = νικοτινικό οξύ, $K_a = 1,4 \times 10^{-5}$



Φαινολοφθαλεΐνη: κατάλληλος δείκτης

Πράσινο βρωμοκρεσόλης: ακατάλληλος δείκτης

7. ΔΙΑΛΥΤΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΚΑΘΙΖΗΣΗ



Σχηματισμός ιζήματος
χρωμικού μολύβδου(II)

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

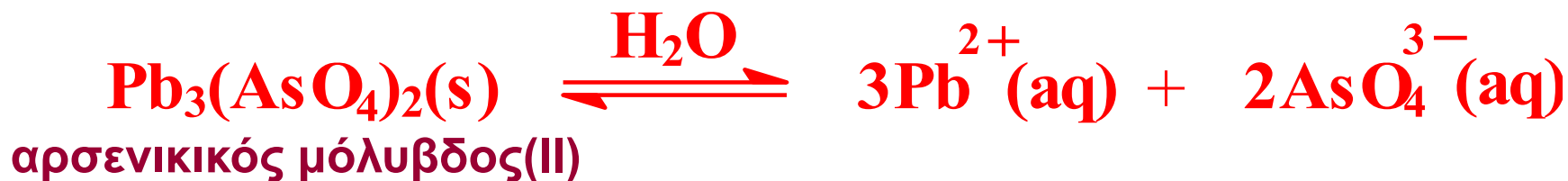
- Η σταθερά γινομένου διαλυτότητας
- Διαλυτότητα και επίδραση κοινού ιόντος
- Υπολογισμοί καθίζησης
- Επίδραση του pH στη διαλυτότητα
- Σύμπλοκα ιόντα και διαλυτότητα
- Ποιοτική ανάλυση μεταλλικών ιόντων

Η σταθερά γινομένου διαλυτότητας



$$K_{sp} = [\text{Ca}^{2+}][\text{C}_2\text{O}_4^{2-}]$$

K_{sp} = σταθερά γινομένου διαλυτότητας ή γινόμενο διαλυτότητας είναι η σταθερά της ισορροπίας που αποκαθίσταται μεταξύ της στερεάς ένωσης και των ιόντων της σε κορεσμένο διάλυμα.



$$K_{sp} = [\text{Pb}^{2+}]^3[\text{AsO}_4^{3-}]^2$$

Σχέση διαλυτότητας και K_{sp}

Διαλυτότητα (= S): η μάζα μιας ουσίας που διαλύεται σε ορισμένη ποσότητα διαλύτη (π.χ. νερού) και σε δεδομένη θερμοκρασία για να προκύψει ένα κορεσμένο διάλυμα.

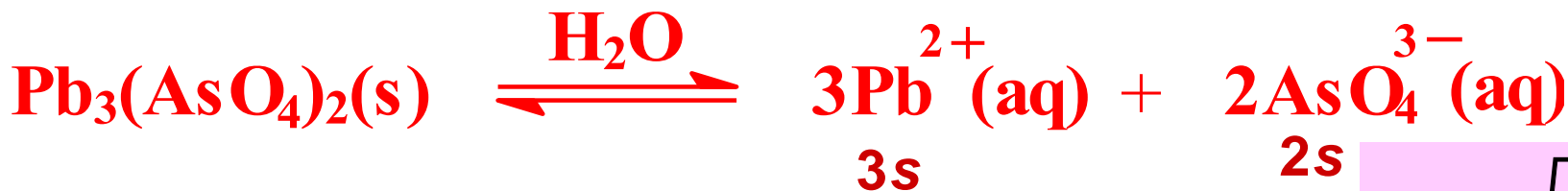
Διαλυτότητα CaC_2O_4 0,0061 g / L διαλύματος (25 °C)

Γραμμομοριακή διαλυτότητα CaC_2O_4

$s = 4,8 \times 10^{-5} \text{ mol / L}$ διαλύματος (25°C)



$$K_{sp} = [\text{Ca}^{2+}][\text{C}_2\text{O}_4^{2-}] = s \times s = s^2 \Rightarrow s = \sqrt{K_{sp}}$$



$$K_{sp} = [\text{Pb}^{2+}]^3[\text{AsO}_4^{3-}]^2 = (3s)^3 \times (2s)^2 = 108s^5 \Rightarrow s = \sqrt[5]{\frac{K_{sp}}{108}}$$

Παράγοντες που επηρεάζουν τη διαλυτότητα s

① Επίδραση κοινού ιόντος



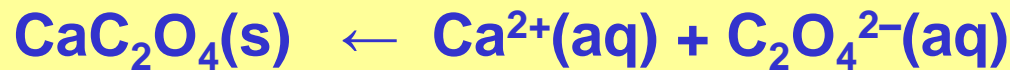
Προσθήκη CaCl_2 ($\rightarrow \text{Ca}^{2+} + 2\text{Cl}^-$)

Ca^{2+} = κοινό ιόν

ή προσθήκη $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ ($\rightarrow 2\text{Na}^+ + \text{C}_2\text{O}_4^{2-}$)

$\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$ = κοινό ιόν

Αρχή Le Chatelier \Rightarrow Ελάττωση της διαλυτότητας του CaC_2O_4

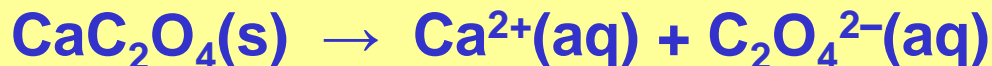


② Επίδραση μη κοινού ιόντος (φαινόμενο άλατος)

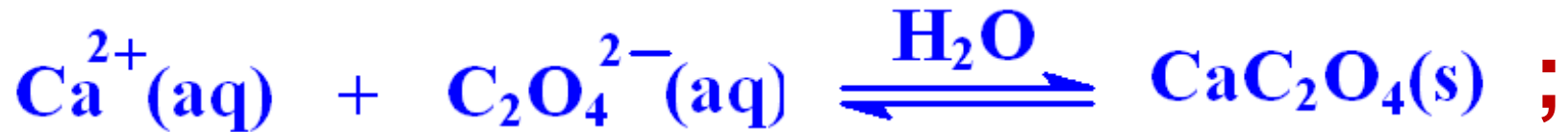
Προσθήκη NaCl ($\rightarrow \text{Na}^+ + \text{Cl}^-$)

Έλξεις από τα «ξένα» ιόντα, παρεμπόδιση κίνησης ιόντων,
μείωση ταχύτητας απόθεσης

\Rightarrow αύξηση της διαλυτότητας του CaC_2O_4



Το κριτήριο καθιζήσεως



Γινόμενο Ιόντων $Q = [\text{Ca}^{2+}][\text{C}_2\text{O}_4^{2-}]$

(όχι κατ' ανάγκη συγκεντρώσεις ισορροπίας, συνήθως αρχικές συγκεντρώσεις)

1. Αν $Q > K_{sp} \Rightarrow$ διάλυμα υπέρκορο, ισορροπία προς τα αριστερά, σχηματίζεται ίζημα

2. Αν $Q = K_{sp} \Rightarrow$ διάλυμα κορεσμένο (σε ισορροπία), δεν σχηματίζεται ίζημα

3. Αν $Q < K_{sp} \Rightarrow$ διάλυμα ακόρεστο, ισορροπία προς τα δεξιά, δεν σχηματίζεται ίζημα

Άσκηση

Υπολογισμός της σταθεράς γινομένου διαλυτότητας μιας δυσδιάλυτης ιοντικής ένωσης σε νερό και πρόβλεψη αν θα καταπέσει ίζημα

(α) Να υπολογίσετε την K_{sp} του υδροξειδίου του βηρυλλίου αν γνωρίζετε ότι η γραμμομοριακή διαλυτότητα, s , αυτού σε καθαρό νερό είναι $8,6 \times 10^{-7} \text{ mol / L}$ διαλύματος ($25 \text{ }^\circ\text{C}$).

(β) Πόση πρέπει να είναι η συγκέντρωση των ιόντων υδροξειδίου προκειμένου να καταπέσει ίζημα υδροξειδίου του βηρυλλίου από διάλυμα που περιέχει ιόντα βηρυλλίου σε συγκέντρωση $2,1 \times 10^{-10} \text{ M}$:

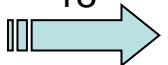
(α) Η ισορροπία διαλυτότητας της βάσης είναι:



Αρχικές	0	0
Μεταβολές	+s	+2s
Ισορροπία	s	2s

Αντικαθιστούμε στην έκφραση της σταθεράς γινομένου διαλυτότητας και λύνουμε ως προς s :

$$K_{sp} = [\text{Be}^{2+}][\text{OH}^-]^2 = s(2s)^2 = 4s^3 = 4(8,6 \times 10^{-7})^3 = \underline{2,5 \times 10^{-18}}$$



Άσκηση

(β) Πόση πρέπει να είναι η συγκέντρωση των ιόντων υδροξειδίου προκειμένου να καταπέσει ίζημα υδροξειδίου του βηρυλλίου από διάλυμα που περιέχει ιόντα βηρυλλίου σε συγκέντρωση $2,1 \times 10^{-10} M$:

(β) Αν x είναι η ζητούμενη συγκέντρωση και Q το γινόμενο ιόντων για το υδροξείδιο του βηρυλλίου τότε για να καταπέσει ίζημα πρέπει:

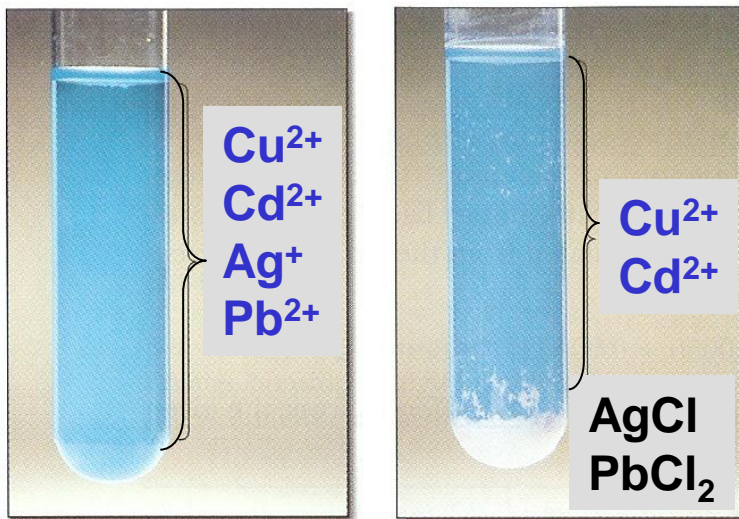
$$Q > K_{sp} \quad \text{ή}$$

$$[\text{Be}^{2+}][\text{OH}^-]^2 > K_{sp} \quad \text{ή}$$

$$(2,1 \times 10^{-10} M) x^2 > 2,5 \times 10^{-18} M \quad \text{ή}$$

$$x > 1,09 \times 10^{-4} M$$

Εφαρμογές του γινομένου διαλυτότητας

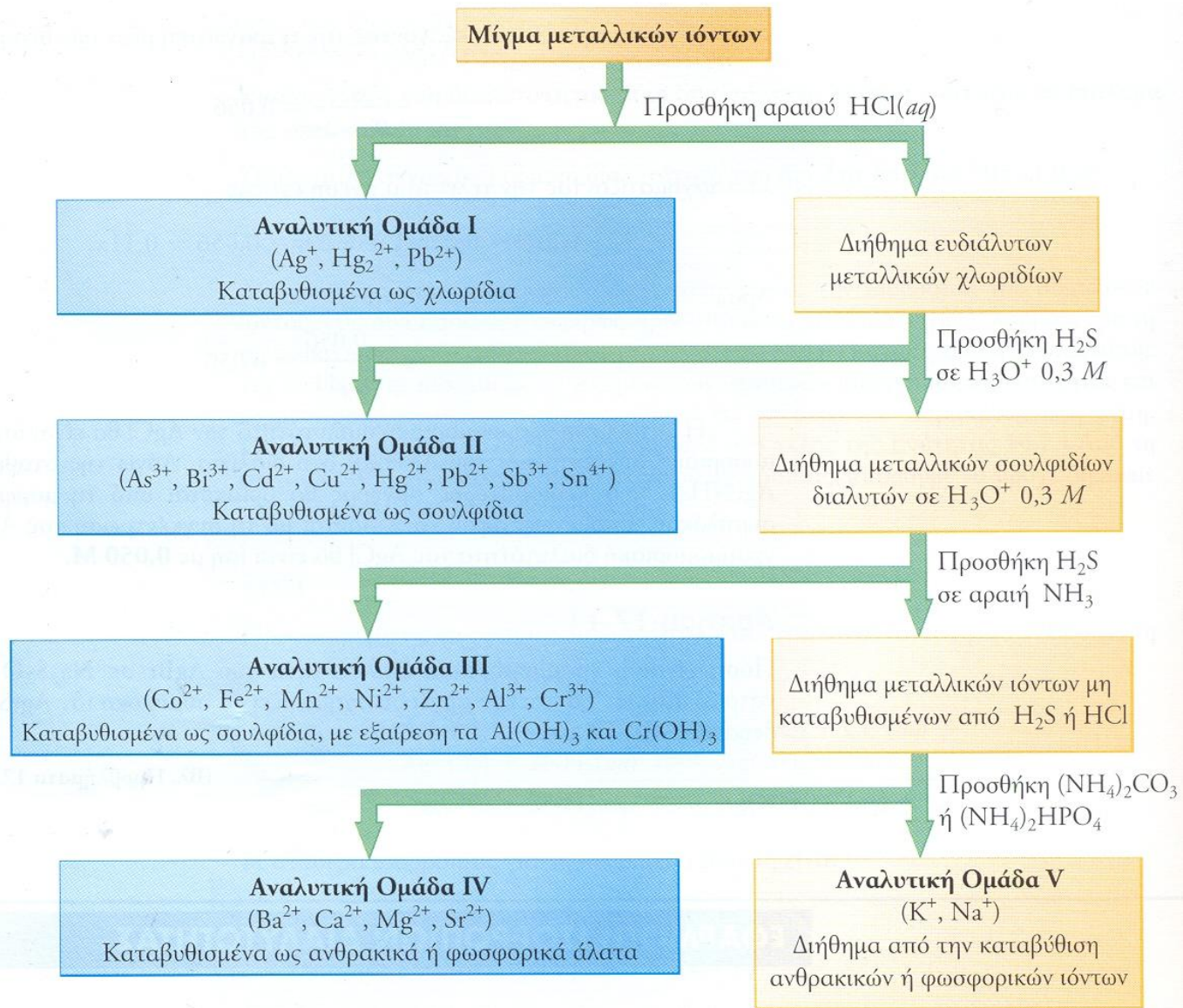


(α) Διαχωρισμός ιόντων λόγω διαφοράς διαλυτότητας



ΚΑΝΟΝΕΣ ΔΙΑΛΥΤΟΤΗΤΑΣ (ΓΙΑ ΥΔΑΤΙΚΑ ΔΙΑΛΥΜΑΤΑ)

3. Οι ενώσεις των αργύρου (Ag^+), υφυδραργύρου (Hg_2^{2+}), και μολύβδου (Pb^{2+}) είναι δυσδιάλυτες
4. Όλα τα χλωρίδια, βρωμίδια και ιωδίδια (Cl^- , Br^- , I^-) είναι ευδιάλυτα



Διάγραμμα ροής του σχήματος ποιοτικής ανάλυσης για το διαχωρισμό μεταλλικών ιόντων.

Εφαρμογές του γινομένου διαλυτότητας

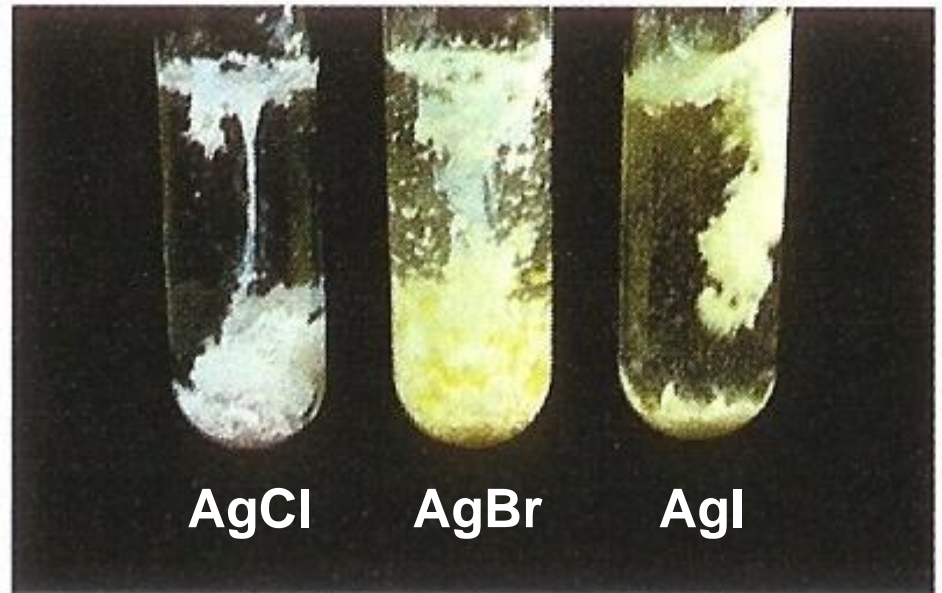
(β) Κλασματική καθίζηση

Είναι η τεχνική διαχωρισμού ενός μόνο ιόντος ή μιας ομάδας ιόντων από ένα μίγμα ιόντων με προσθήκη ενός αντιδραστηρίου, το οποίο (σε κατάλληλα pH, θερμοκρασία κ.λπ.) καταβυθίζει πρώτα το ένα ιόν, μετά το άλλο (**εκλεκτική καθίζηση**) κ.ο.κ.

Π.χ.

Αν σε διάλυμα ιόντων Cl^- , Br^- και I^- προστίθεται αργά AgNO_3 , πρώτα καθιζάνει το AgI , μετά το AgBr και τέλος το AgCl .

Διότι:

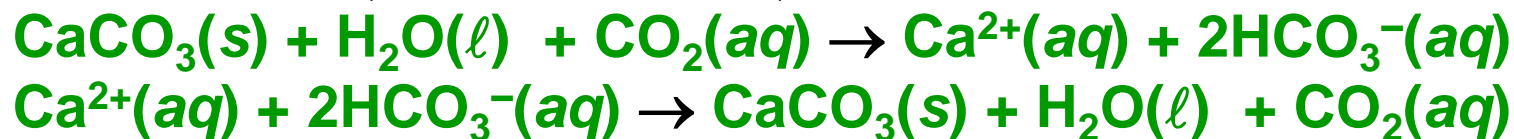


Σταλακτίτες και σταλαγμίτες

Ένα θαύμα της φύσης



όξινο νερό



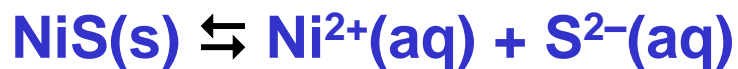
Ασβεστολιθικό σπήλαιο

Τέτοια σπήλαια σχηματίζονται από τη δράση όξινου υπόγειου νερού πάνω σε ασβεστολιθικά πετρώματα. Οι σταλακτίτες και σταλαγμίτες δημιουργούνται μέσα στα σπήλαια από την επανακαθίζηση ανθρακικού ασβεστίου, καθώς το διοξείδιο του άνθρακα του διαλύματος διαφεύγει στον περιβάλλοντα αέρα.

Αρχή Le
Chatelier !!!

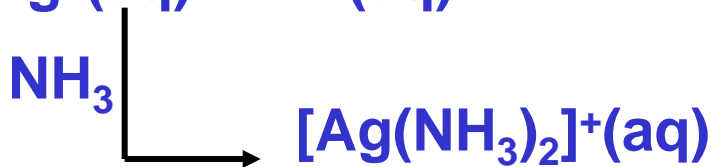
Κι άλλοι παράγοντες που επηρεάζουν τη διαλυτότητα s

③ Επίδραση υδρολύσεως



⇒ αύξηση της διαλυτότητας

④ Σχηματισμός συμπλόκων

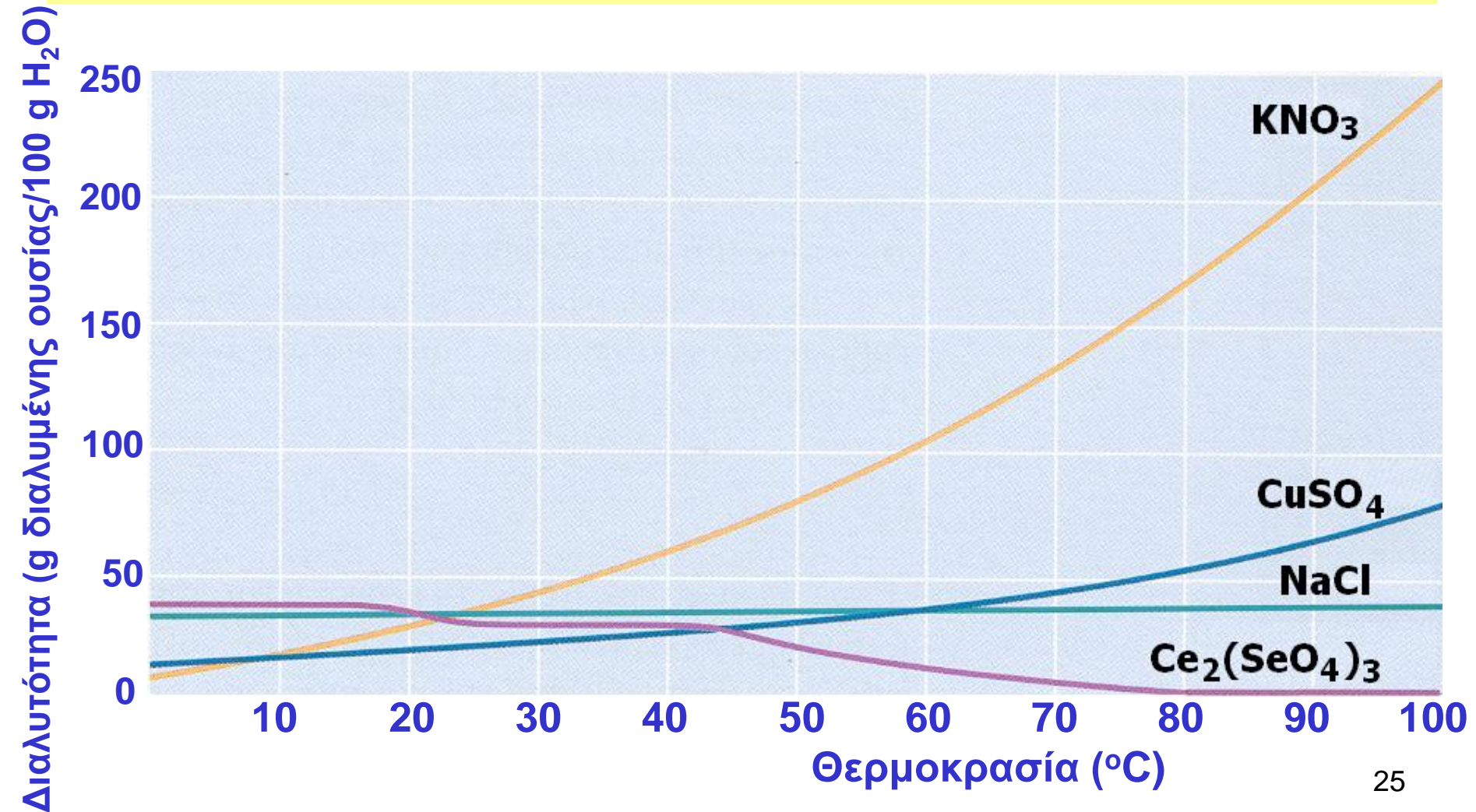


⇒ αύξηση της διαλυτότητας

Παράγοντες που επηρεάζουν τη διαλυτότητα s

⑤ Επίδραση της θερμοκρασίας

⇒ αύξηση της διαλυτότητας (συνήθως)



Άσκηση

Αναμιγνύονται 150 mL διαλύματος χλωριδίου του μαγνησίου $2,00 \times 10^{-5} \text{ M}$ με 50 mL διαλύματος υδροξειδίου του νατρίου συγκέντρωσης $4,0 \times 10^{-3} \text{ M}$:

Να γράψετε την αντίδραση καταβύθισης που είναι πιθανόν να λάβει χώρα: (Μονάδες 0,2)

(β) Να γράψετε την αντίδραση διάλυσης του ιζήματος που πιθανόν θα σχηματισθεί: (Μονάδες 0,2)

(γ) Περιμένετε σχηματισμό ιζήματος;(Μονάδες 1)
