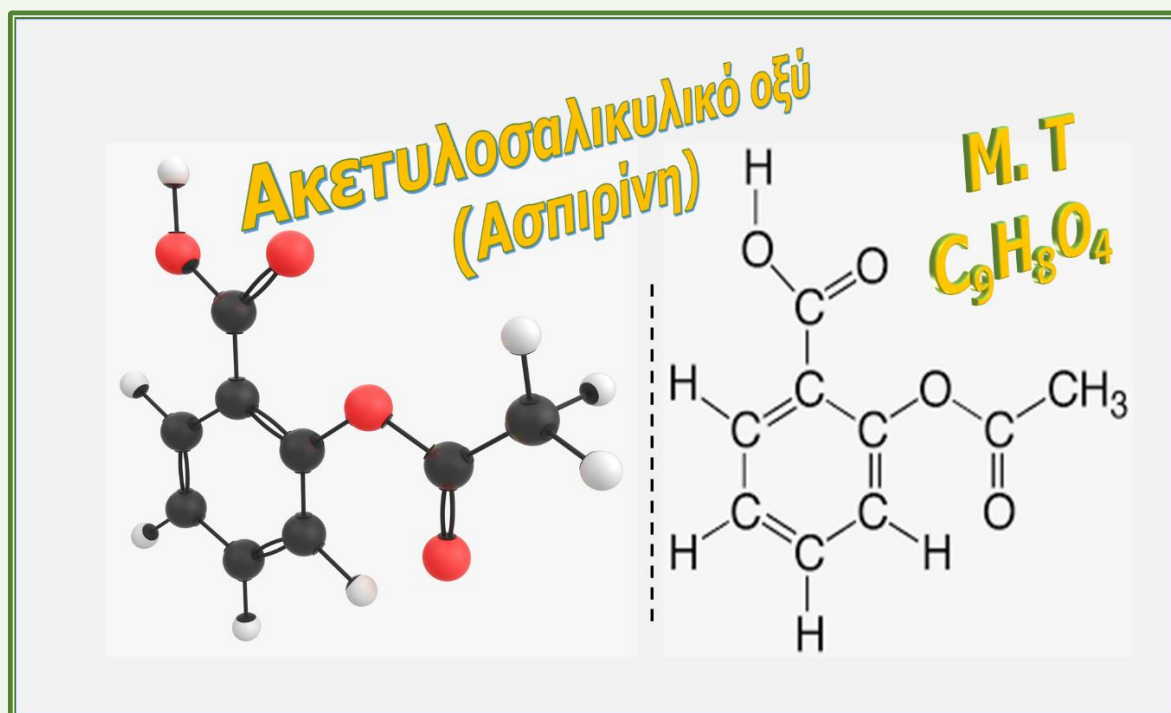
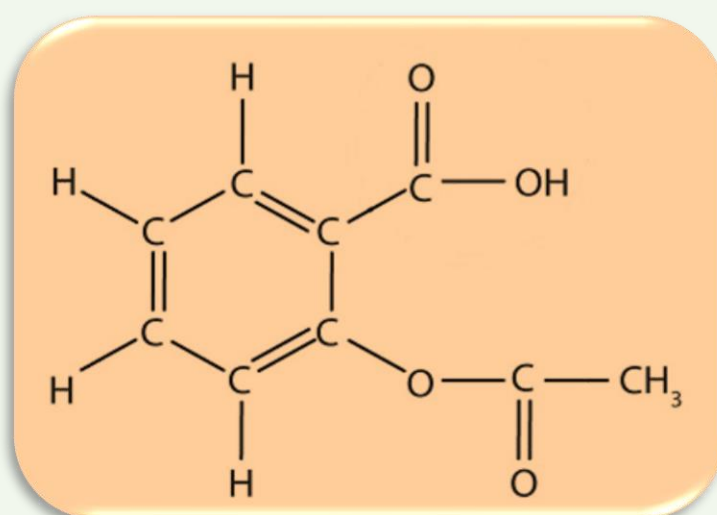


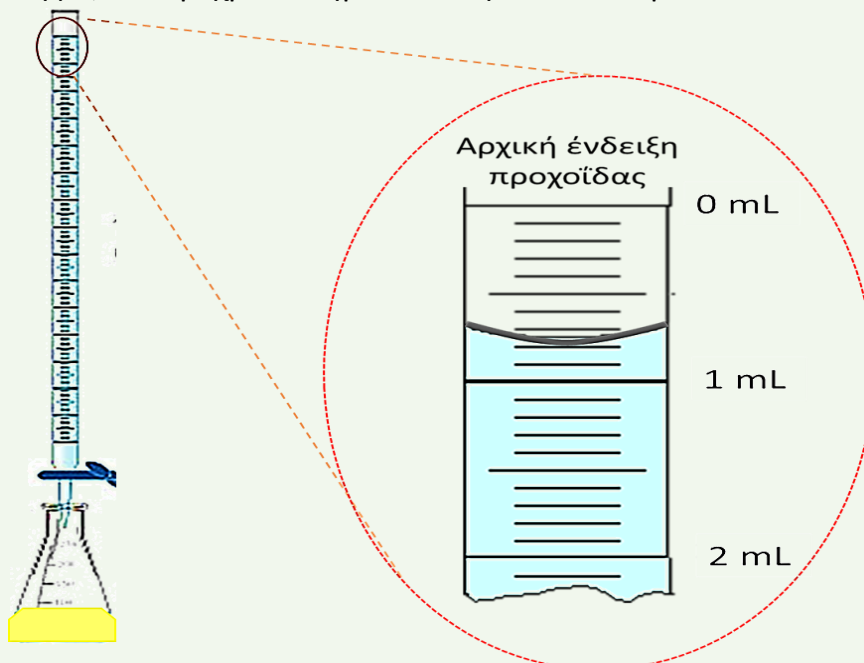


Α. Η ασπιρίνη χρησιμοποιείται ως αντιπυρετικό και αναλγητικό φάρμακο και περιέχει ως δραστικό συστατικό της, την ένωση ακετυλοσαλικυλικό οξύ (ο συντακτικός της τύπος εμφανίζεται παρακάτω) η οποία είναι ένα ασθενές μονοπρωτικό οξύ, καθώς και αδρανείς ενώσεις.

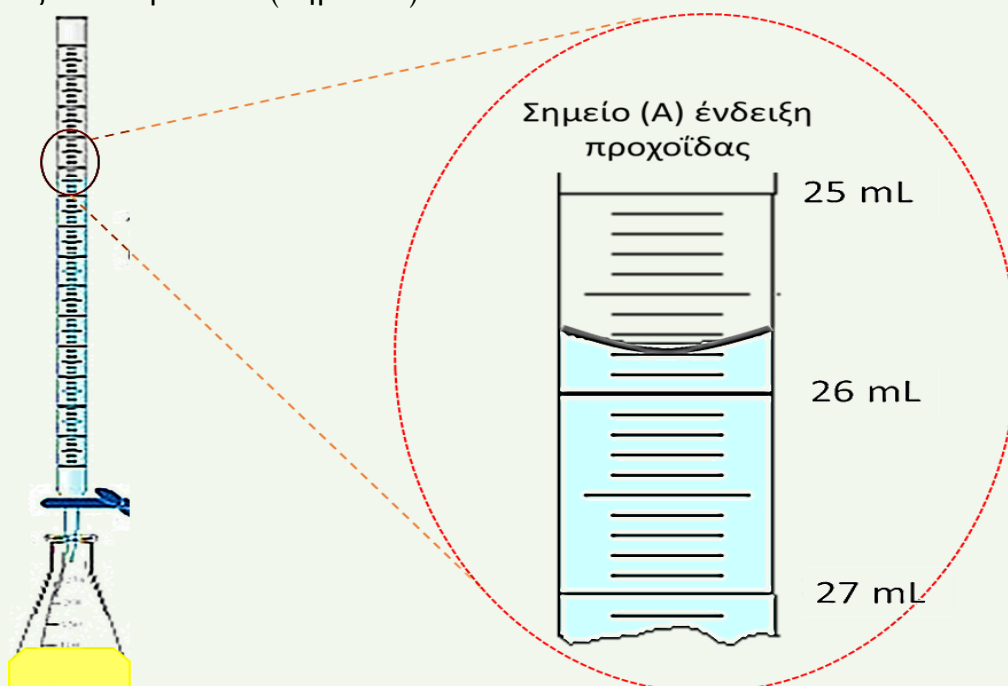


ΟΤΚΟΜΕΤΡΗΣΗ ΑΣΠΙΡΙΝΗΣ

0,758 g σκόνη ασπιρίνης διαλύονται πλήρως σε νερό. Το διάλυμα αυτό εισάγεται σε κωνική φιάλη και προστίθενται σταγόνες από τον δείκτη μπλε της βρωμοθυμόλης. Συμπληρώνουμε μια προχοΐδα με πρότυπο διάλυμα $\text{Ba}(\text{OH})_2$ συγκέντρωσης 0,04 M μέχρι το σημείο που φαίνεται παρακάτω.

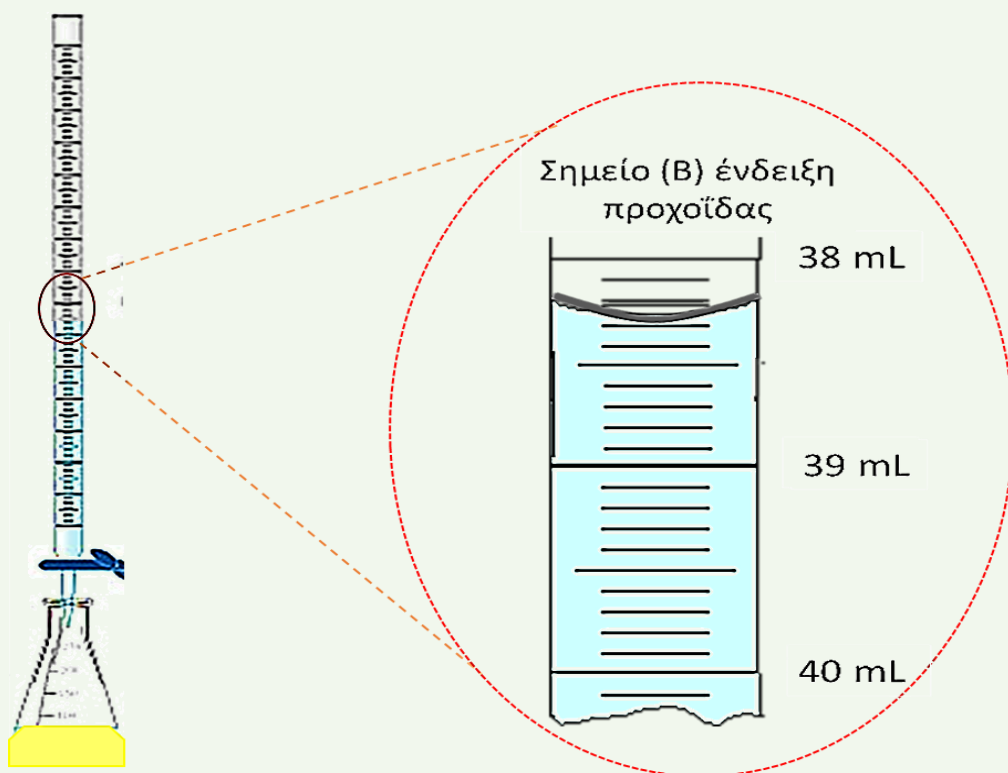


Ογκομετρούμε το διάλυμα της ασπιρίνης με το πρότυπο διάλυμα και όταν η συγκέντρωση της όξινης μορφής του δείκτη είναι 3000 φορές μεγαλύτερη από τη συγκέντρωση της βασικής μορφής του δείκτη, η ένδειξη της προχοΐδας εμφανίζεται παρακάτω (σημείο A).



ΟΤΚΟΜΕΤΡΗΣΗ ΑΣΠΙΡΙΝΗΣ

Συνεχίζουμε την προσθήκη πρότυπου διαλύματος μέχρι η συγκέντρωση της όξινης μορφής του δείκτη να είναι 1000 φορές μεγαλύτερη από την συγκέντρωση της βασικής μορφής του δείκτη (σημείο B) και η ένδειξη της προχοΐδας εμφανίζεται παρακάτω.



Να υπολογίσετε τη σταθερά ιοντισμού K_a του ακετυλοσαλικυλικού οξέος και την % w/w περιεκτικότητα σε ακετυλοσαλικυλικό οξύ στη σκόνη ασπιρίνης.

Δίνεται ότι όλα τα διαλύματα είναι στους 25 °C, όπου $K_w=10^{-14}$.

A_r : H = 1, C = 12, O = 16.

ΑΣΠΙΡΙΝΗ ΣΕ ΜΙΓΜΑ ΔΕΙΚΤΩΝ



ΕΡΥΘΡΟ ΤΟΥ ΜΕΘΥΛΙΟΥ



ΦΑΙΝΟΛΟΦΘΑΛΕΪΝΗ



ΜΠΛΕ ΤΗΣ ΒΡΩΜΟΘΥΜΟΛΗΣ

Β. 3,79 g σκόνη ασπιρίνης διαλύονται πλήρως σε νερό και προστίθενται σταγόνες από τους δείκτες μπλε της βρωμοθυμόλης, φαινολοφθαλεΐνη και ερυθρό του μεθυλίου οπότε προκύπτουν 750 mL διαλύματος Y_2 . Να υπολογίσετε την ποσότητα NaOH (σε mol) που πρέπει να προστεθεί στο Y_2 ώστε το τελικό διάλυμα Y_3 που θα προκύψει να έχει κίτρινο χρώμα.

Δίνεται ότι όλα τα διαλύματα είναι στους 25 °C όπου $K_w=10^{-14}$.

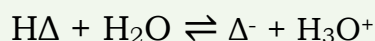
Για τους δείκτες που χρησιμοποιούνται δίνονται οι εξής πληροφορίες:

ΔΕΙΚΤΗΣ	K_a	ΧΡΩΜΑ	
		ΟΞΙΝΗΣ ΜΟΡΦΗΣ	ΒΑΣΙΚΗΣ ΜΟΡΦΗΣ
ΕΡΥΘΡΟ ΤΟΥ ΜΕΘΥΛΙΟΥ	10^{-4}	ΚΟΚΚΙΝΟ	ΚΙΤΡΙΝΟ
ΜΠΛΕ ΤΗΣ ΒΡΩΜΟΘΥΜΟΛΗΣ	10^{-7}	ΚΙΤΡΙΝΟ	ΜΠΛΕ
ΦΑΙΝΟΛΟΦΘΑΛΕΪΝΗ	10^{-9}	ΑΧΡΩΜΟ	ΚΟΚΚΙΝΟ

ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΕΣ ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ

Α. ΟΤΚΟΜΕΤΡΗΣΗ ΑΣΠΙΡΙΝΗΣ

Ο δείκτης μπλε της βρωμοθυμόλης (ΗΔ) ιοντίζεται σύμφωνα με την εξίσωση:



$$K_a(\text{H}\Delta) = \frac{[\Delta^-] \cdot [\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{H}\Delta]} \Rightarrow \frac{K_a(\text{H}\Delta)}{[\text{H}_3\text{O}^+]} = \frac{[\Delta^-]}{[\text{H}\Delta]} \Rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-7} \cdot 3 \cdot 10^{-3} \Rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+] = 3 \cdot 10^{-4} \text{ M}$$

Ο όγκος του πρότυπου διαλύματος που χρησιμοποιήθηκε (μέχρι το σημείο Α) σύμφωνα με τις ενδείξεις της προχοϊδας είναι:

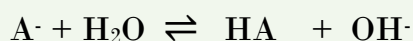
$$V_{(\text{πρότυπου})} = V_A - V_{(\text{αρχ.})} = 25,8 - 0,8 = 25,0 \text{ mL ή } 0,025 \text{ L.}$$

$$n_{\text{Ba}(\text{OH})_2} = c \cdot V = 0,04 \cdot 0,025 = 10^{-3} \text{ mol}$$

Αν το ακετυλοσαλικυλικό οξύ $\text{C}_9\text{H}_8\text{O}_4$ (συμβολίζεται ως ΗΑ) αντιδρούσε πλήρως με τη βάση $\text{Ba}(\text{OH})_2$ τότε στο διάλυμα θα υπήρχε μόνο το άλας BaA_2 .



Από αυτά τα δύο ιόντα μόνο το A^- αντιδρά με το νερό σύμφωνα με την εξίσωση:



Οπότε, το διάλυμα θα είχε $\text{pH} > 7$ (άτοπο).

Για να έχουμε όξινο pH πρέπει να περισσεύει ΗΑ και πρέπει να αντιδρά όλη η ποσότητα του $\text{Ba}(\text{OH})_2$.

Έστω ότι αρχικά έχουμε $n \text{ mol}$ ΗΑ.

mol	$2\text{HA} + \text{Ba}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{BaA}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$		
αρχικά	n	10^{-3}	
αντ/παρ.	$-2 \cdot 10^{-3}$	10^{-3}	10^{-3}
τελικά	$n - 2 \cdot 10^{-3}$	---	10^{-3}

Για το διάλυμα που προκύπτει ισχύει:

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = K_a \cdot \frac{[\text{HA}]}{[\text{A}^-]} \Rightarrow 3 \cdot 10^{-4} = K_a \cdot \frac{\frac{n - 2 \cdot 10^{-3}}{V_{\text{ολ}}}}{2 \cdot \frac{10^{-3}}{V_{\text{ολ}}}} = K_a \cdot \frac{n - 2 \cdot 10^{-3}}{2 \cdot 10^{-3}} \quad (1)$$

Στο σημείο (B) ισχύει ότι:

$$K_{\text{aH}\Delta} = \frac{[\Delta^-] \cdot [\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{H}\Delta]} \Rightarrow \frac{K_{\text{aH}\Delta}}{[\text{H}_3\text{O}^+]} = \frac{[\Delta^-]}{[\text{H}\Delta]} \Rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-7} \cdot 10^{-3} \Rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-4} \text{ M}$$

Το διάλυμα που προκύπτει παραμένει όξινο. Δηλαδή ακόμη περισεύει ΗΑ.

Ο όγκος του πρότυπου διαλύματος που χρησιμοποιήθηκε μέχρι το σημείο (B) είναι:

$$V_{(\text{πρότυπου})} = V_{(\text{B})} - V_{(\text{αρχ})} = 38,3 - 0,8 = 37,5 \text{ mL} \quad \text{ή} \quad 0,0375 \text{ L.}$$

$$n_{\text{Ba(OH)}_2} = c \cdot V = 0,04 \cdot 0,0375 = 1,5 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

mol	$2\text{HA} + \text{Ba(OH)}_2 \rightarrow \text{BaA}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$			
αρχικά	n	$1,5 \cdot 10^{-3}$		
αντ/παρ.	$- 3 \cdot 10^{-3}$	$-1,5 \cdot 10^{-3}$	$+1,5 \cdot 10^{-3}$	
τελικά	$n - 3 \cdot 10^{-3}$	---	$1,5 \cdot 10^{-3}$	

Για το τελικό δ/μα ισχύει:

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = K_a \cdot \frac{[\text{HA}]}{[\text{A}^-]} \Rightarrow 10^{-4} = K_a \cdot \frac{\frac{n - 3 \cdot 10^{-3}}{V_{\text{ολ}'}}}{2 \cdot \frac{1,5 \cdot 10^{-3}}{V_{\text{ολ}'}}} = K_a \cdot \frac{n - 3 \cdot 10^{-3}}{3 \cdot 10^{-3}} \quad (2)$$

Από τις σχέσεις (1) , (2) προκύπτει:

$$K_a = 3 \cdot 10^{-4} \quad \text{και} \quad n = 4 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

Ο μοριακός τύπος του ακετυλοσαλικυλικού οξέος είναι: $\text{C}_9\text{H}_8\text{O}_4$.

$$M_r = 9 \cdot 12 + 8 \cdot 1 + 4 \cdot 16 = 108 + 8 + 64 = 180$$

$$m_{(\text{HA})} = n \cdot M_r = 4 \cdot 10^{-3} \cdot 180 = 0,72 \text{ g}$$

Στα 0,758 g σκόνης ασπιρίνης περιέχονται 0,72 g ΗΑ οπότε η περιεκτικότητα σε ακετυλοσαλικυλικό οξύ στη σκόνη ασπιρίνης είναι ίση με 95 % w/w.

B. ΑΣΠΙΡΙΝΗ ΣΕ ΜΙΓΜΑ ΔΕΙΚΤΩΝ

Στα 100 g σκόνης ασπιρίνης περιέχονται 95 g $C_9H_8O_4$

Στα 3,79 g σκόνης ασπιρίνης περιέχονται x; g $C_9H_8O_4$

$$x = 3,6 \text{ g } C_9H_8O_4$$

$$n = \frac{m}{M_r} = \frac{3,6}{180} = 0,02 \text{ mol}$$

Το καθαρά κίτρινο χρώμα είναι μεταξύ των τιμών pH (5-6) καθώς σε αυτή την περιοχή pH οι δείκτες αποκτούν στο διάλυμα τα εξής χρώματα:

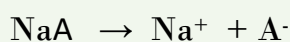
Κόκκινο του μεθυλίου: **κίτρινο**

Μπλε της βρωμοθυμόλης: **κίτρινο**

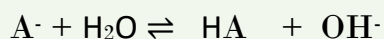
Φαινολοφθαλεΐνη: **άχρωμο**

ΔΕΙΚΤΕΣ Περιοχή pH αλλαγής χρώματος	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
ΚΟΚΚΙΝΟ ΤΟΥ ΜΕΘΥΛΙΟΥ (3-5) (ΚΟΚΚΙΝΟ - ΚΙΤΡΙΝΟ)														
ΜΠΛΕ ΤΗΣ ΒΡΩΜΟΘΥΜΟΛΗΣ (6-8) (ΚΙΤΡΙΝΟ - ΜΠΛΕ)														
ΦΑΙΝΟΛΟΦΘΑΛΕΪΝΗ (8-10) (ΑΧΡΩΜΟ - ΚΟΚΚΙΝΟ)														

Αν το ακετυλοσαλικυλικό οξύ $C_9H_8O_4$ (συμβολίζεται ως HA) αντιδρούσε στοιχειομετρικά με τη βάση NaOH τότε στο διάλυμα θα υπήρχε μόνο το άλας NaA.



Από αυτά τα δύο ιόντα μόνο το A^- αντιδρά με το νερό σύμφωνα με την εξίσωση:



Οπότε, το διάλυμα θα είχε $pH > 7$ (άτοπο).

Για να προκύψει όμως όξινο διάλυμα ($5 < pH < 6$) μετά την αντίδραση, θα πρέπει μαζί με το NaA που παράγεται να περισσεύει και HA. Συνεπώς, πρέπει να αντιδρά όλη η ποσότητα του NaOH.

mol	HA + NaOH $\rightarrow$ NaA + H ₂ O		
αρχικά	0,02	ϕ	
αντ/παρ.	$-\phi$	$-\phi$	$+\phi$
τελικά	$0,02 - \phi$	---	ϕ

Από το Ρ.Δ (HA/NaA) που προκύπτει θεωρώντας ϕ mol NaOH με 0,02 mol HA με $\phi < 0,02$ καταλήγουμε στη σχέση:

$$10^{-6} < [H_3O^+] < 10^{-5}$$

$$10^{-6} < K_a \cdot \frac{[HA]}{[A^-]} < 10^{-5}$$

$$10^{-6} < 3 \cdot 10^{-4} \cdot \frac{0,02 - \Phi}{\Phi} < 10^{-5}$$

$$0,0194 < \Phi < 0,0199$$