

Σύνθεση και προσδιορισμός του pH διαλυμάτων αλάτων

Φύλλο εργασίας



Τάξη	Γ' Λυκείου	Ονοματεπώνυμο	
Μάθημα	Χημεία		
Γνωστικό αντικείμενο	Οξέα – Βάσεις και ιοντική ισορροπία	
Διδακτική ενότητα	Σύνθεση και προσδιορισμός του pH διαλυμάτων αλάτων	Τμήμα
Απαιτούμενος χρόνος	2 διδακτικές ώρες	Ημερομηνία

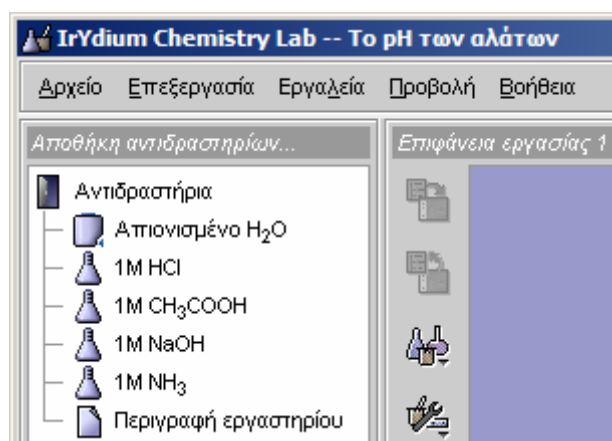
Ειδικοί διδακτικοί στόχοι

Το λογισμικό αυτό θα σας βοηθήσει:

- Να μπορείτε εργαζόμενοι σε συνθήκες εικονικού εργαστηρίου, να παρασκευάζετε διαλύματα αλάτων μέσα από την διαδικασία εξουδετέρωσης οξέων με βάσεις.
- Να μπορείτε να γράφετε τις αντιδράσεις εξουδετέρωσης, διάστασης και ιοντισμού.
- Να μπορείτε να προβλέπετε την περιοχή του pH των διαλυμάτων αλάτων και να επιβεβαιώνετε την πρόβλεψή σας εργαζόμενοι σε συνθήκες εικονικού εργαστηρίου.

Αναλυτική περιγραφή

Εκκινήστε την εφαρμογή «Εικονικό εργαστήριο Χημείας, IrYdium» με διπλό κλικ στο αρχείο «Vlab.exe» και επιλέξτε το μενού Αρχείο → Άνοιγμα εργασίας. Επιλέγοντας «Χημικοί Υπολογισμοί» και «Το pH των διαλυμάτων των αλάτων» εμφανίζεται στην οθόνη η παρακάτω εφαρμογή.



Σημείωση: Επισημαίνεται ότι σε συνθήκες πραγματικού εργαστηρίου μετά την παρασκευή, αραιώση ή ανάμιξη διαλυμάτων πρέπει να ακολουθεί ισχυρή ανάδευση με την οποία προκύπτει ομογενές τελικό διάλυμα.

Δραστηριότητες

A. Ανάμιξη ίσων όγκων διαλυμάτων 0,2 M HCl και 0,2 M NH₃ και προσδιορισμός του pH του άλατος που προκύπτει.

Στη δραστηριότητα αυτή υπάρχουν δύο προσεγγίσεις για μία τυπική άσκηση που αντιμετωπίζουν οι μαθητές της Γ' Λυκείου. Η εκφώνηση της άσκησης είναι η παρακάτω:

«Αναμιγνύονται 50 mL διαλύματος HCl 0,2 M με 50 mL διαλύματος αμμωνίας, NH₃ 0,2 M.

Ποιο είναι το pH του διαλύματος που προκύπτει;

Δίδονται $K_b \text{ NH}_3 = 1,74 \cdot 10^{-5}$ και $K_w = 10^{-14}$.»

Με την 1^η προσέγγιση, θα επιλύσετε την άσκηση με τον «κλασσικό τρόπο», ενώ με την 2^η προσέγγιση θα εργασθείτε στο εικονικό εργαστήριο Χημείας Iridium και θα ακολουθήσετε ακριβώς την διαδικασία που περιγράφει η άσκηση αφού προηγουμένως δημιουργήσετε τα παραπάνω αντιδραστήρια με αραιώση από πυκνότερα. Επίσης θα προσπαθήσετε να επαληθεύσετε το αποτέλεσμα του 1^{ου} τρόπου προσέγγισης.

1^η Προσέγγιση (κλασσική επίλυση της άσκησης)

Αρχικά πρέπει να υπολογίσουμε τις ποσότητες των δύο ηλεκτρολυτών που αντιδρούν:

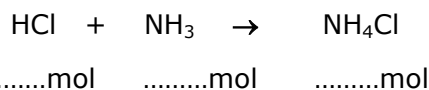
Για το HCl έχουμε:

$$\eta_{\text{HCl}} = C_1 \cdot V_1, \text{ δηλαδή } \eta_{\text{HCl}} = 0,2 \cdot 0,05, \text{ οπότε } \eta_{\text{HCl}} = \dots\dots\dots \text{ mol}$$

Για την NH₃ έχουμε:

$$\eta_{\text{NH}_3} = C_2 \cdot V_2, \text{ δηλαδή } \eta_{\text{NH}_3} = 0,2 \cdot 0,05, \text{ οπότε } \eta_{\text{NH}_3} = \dots\dots\dots \text{ mol}$$

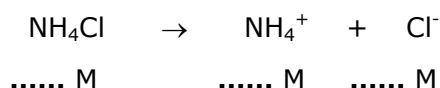
Υπολογίζουμε την ποσότητα του άλατος που σχηματίζεται στο τελικό διάλυμα, όγκου 0,1 L, μετά την αντίδραση εξουδετέρωσης που πραγματοποιείται:



Τελικά η συγκέντρωση του NH₄Cl στο τελικό διάλυμα είναι:

$$C_{\text{NH}_4\text{Cl}} = \frac{\eta}{V} \text{ ή } C_{\text{NH}_4\text{Cl}} = \dots\dots\dots / 0,1 \text{ οπότε } C_{\text{NH}_4\text{Cl}} = \dots\dots\dots \text{ M}$$

Το NH₄Cl είναι άλας και στο νερό διίσταται πλήρως σύμφωνα με την αντίδραση:



Το ιόν Cl⁻, επειδή προέρχεται από ισχυρό οξύ (HCl), δεν αντιδρά με το H₂O. Το άλλο ιόν, δηλαδή το NH₄⁺, είναι συζυγές οξύ της ασθενούς βάσης NH₃ και αντιδρά με το H₂O σύμφωνα με την παρακάτω αντίδραση:

αντίδραση	$\text{NH}_4^+ + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_3 + \text{H}_3\text{O}^+$	
αρχικά / M	
αντιδρούν / M	-x	
παράγονται / M		x x
ισορροπία / M	(..... - x)	x x

Η K_a του NH₄⁺ υπολογίζεται με τον παρακάτω τρόπο:

$$K_{\text{NH}_3} \cdot K_{\text{NH}_4^+} = K_w \text{ ή } K_{\text{NH}_4^+} = \frac{K_w}{K_{\text{NH}_3}} = \frac{\dots\dots\dots}{\dots\dots\dots} = \dots\dots\dots$$

οπότε:

$$K_{\text{NH}_4^+} = \frac{[\text{NH}_3] \cdot [\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{NH}_4^+]} \Rightarrow \text{ή } \dots\dots\dots = \frac{\dots\dots\dots}{\dots\dots\dots}$$

Επειδή $\frac{K_{\text{NH}_4^+}}{C} \ll 10^{-2}$ βρίσκουμε $x = [\text{H}_3\text{O}^+] = \dots\dots\dots$ και $\text{pH} = \dots\dots\dots$

2^η Προσέγγιση (με το εικονικό εργαστήριο)

Στο φύλλο εργασίας οι διαδικασίες του εικονικού εργαστηρίου που πρέπει να ακολουθηθούν περιγράφονται περιληπτικά. Οι αναλυτικές οδηγίες υπάρχουν στις αντίστοιχες «Οδηγίες χρήσης» του λογισμικού.

1. Παρασκευάστε με τη βοήθεια ογκομετρικής φιάλης των 100 mL διάλυμα 0,2 M HCl (δ. HCl) με αραιώση διαλύματος 1M HCl που υπάρχει στην αποθήκη αντιδραστηρίων. Η αρχική ποσότητα του διαλύματος HCl 1M που θα χρησιμοποιήσετε υπολογίζεται από τον τύπο:

$$C_{\text{HCl } 1} \cdot V_{\text{αρχ}} = C_{\text{HCl } 2} \cdot V_{\text{τελ}}, \text{ δηλαδή } 1 \cdot V_{\text{αρχ}} = 0,2 \cdot 0,1, \text{ οπότε } V_{\text{αρχ}} = \dots\dots\dots \text{ λίτρα, δηλ. } \dots\dots\dots \text{ ml.}$$

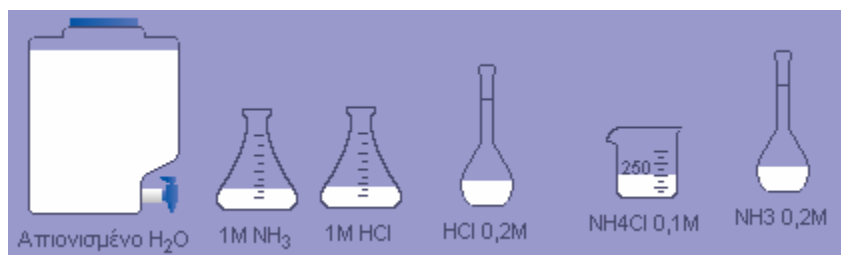
Μετονομάστε την ετικέτα της ογκομετρικής των 100 mL στην οποία παρασκευάσατε το διάλυμα σε «HCl 0,2M».

2. Κατόπιν με τον ίδιο τρόπο παρασκευάστε 100 mL διαλύματος NH_3 0,2M (δ. NH_3). Μετονομάστε την ετικέτα της ογκομετρικής των 100 mL στην οποία παρασκευάσατε το διάλυμα σε « NH_3 0,2M».

3. Αναμίξτε σε ποτήρι των 250 mL 50 mL από τα δύο διαλύματα, οπότε προκύπτουν 100 mL διαλύματος NH_4Cl , (δ. NH_4Cl).

Με την βοήθεια του τύπου $C_{\text{αρχ}} \cdot V_{\text{αρχ}} = C_{\text{τελ}} \cdot V_{\text{τελ}}$, υπολογίστε τις συγκεντρώσεις του HCl και της NH_3 μετά την ανάμιξη, καθώς και την συγκέντρωση του NH_4Cl που παράγεται. (NH_4Cl ... M)

Μετονομάστε την ετικέτα του ποτηριού των 250 mL στην οποία παρασκευάσατε το διάλυμα σε « NH_4Cl ... M». Η μορφή του εικονικού εργαστηρίου είναι η παρακάτω:



4. Συμπληρώστε τον παρακάτω πίνακα με τις τιμές του όγκου, συγκέντρωσης και pH των διαλυμάτων.
5. Συζητήστε με τους συμμαθητές σας τα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα κάθε τρόπου προσέγγισης. Συζητήστε επίσης την πιθανότητα τα αποτελέσματα ανάμεσα στις δύο προσεγγίσεις να είναι λίγο διαφορετικά.

A. Παρασκευή διαλυμάτων 0,2M HCl και 0,2M NH_3 , ανάμιξη ίσων όγκων των διαλυμάτων και προσδιορισμός του pH του άλατος που προκύπτει.

	δ. HCl	δ. NH_3	δ. NH_4Cl
Όγκος δ/τος (ml)
Συγκέντρωση δ/τος (M)
pH διαλύματος

Β. Ανάμιξη ίσων όγκων διαλυμάτων 0,2M CH₃COOH και 0,2M NaOH και προσδιορισμός του pH του άλατος που προκύπτει.

Και στη δραστηριότητα αυτή υπάρχουν δύο προσεγγίσεις για μία τυπική άσκηση που αντιμετωπίζουν οι μαθητές της Γ' Λυκείου. Η εκφώνηση της άσκησης είναι η παρακάτω:

«Αναμιγνύονται 50 mL διαλύματος CH₃COOH 0,2 M με 50 mL διαλύματος NaOH 0,2 M.

Ποιο είναι το pH του διαλύματος που προκύπτει;

Δίδονται $K_a \text{ CH}_3\text{COOH} = 1,82 \cdot 10^{-5}$ και $K_w = 10^{-14}$.»

Με την 1^η προσέγγιση, θα επιλύσετε την άσκηση με τον «κλασσικό τρόπο», ενώ με την 2^η προσέγγιση θα εργασθείτε στο εικονικό εργαστήριο Χημείας Iridium και θα ακολουθήσετε ακριβώς την διαδικασία που περιγράφει η άσκηση αφού προηγουμένως δημιουργήσετε τα παραπάνω αντιδραστήρια με αραιώση από πυκνότερα. Επίσης θα προσπαθήσετε να επαληθεύσετε το αποτέλεσμα του 1^{ου} τρόπου προσέγγισης.

1^η Προσέγγιση (κλασσική επίλυση της άσκησης)

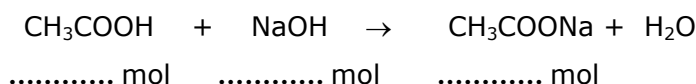
Αρχικά πρέπει να υπολογίσουμε τις ποσότητες των δύο ηλεκτρολυτών που αντιδρούν:

Για το CH₃COOH έχουμε: $n_{\text{CH}_3\text{COOH}} = C_1 \cdot V_1$, δηλαδή $n_{\text{CH}_3\text{COOH}} = 0,2 \cdot 0,05$,

οπότε $n_{\text{CH}_3\text{COOH}} = \dots\dots\dots \text{ mol}$

Για το NaOH έχουμε: $n_{\text{NaOH}} = C_2 \cdot V_2$, δηλαδή $n_{\text{NaOH}} = 0,2 \cdot 0,05$, οπότε $n_{\text{NaOH}} = \dots\dots\dots \text{ mol}$

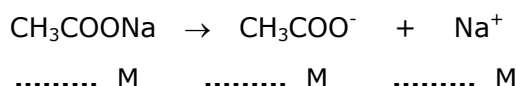
Υπολογίζουμε την ποσότητα του άλατος που σχηματίζεται στο τελικό διάλυμα, όγκου 0,1 L, μετά την αντίδραση εξουδετέρωσης που πραγματοποιείται:



Τελικά η συγκέντρωση του CH₃COONa στο τελικό διάλυμα είναι:

$$C_{\text{CH}_3\text{COONa}} = \frac{n}{V} \text{ ή } C_{\text{CH}_3\text{COONa}} = \dots\dots\dots / 0,1 \text{ οπότε } C_{\text{CH}_3\text{COONa}} = \dots\dots\dots \text{ M}$$

Το CH₃COONa είναι άλας και στο νερό διίσταται πλήρως σύμφωνα με την αντίδραση:



Το ιόν Na⁺, επειδή προέρχεται από την ισχυρή βάση NaOH, δεν αντιδρά με το H₂O. Το άλλο ιόν, δηλαδή το CH₃COO⁻, είναι συζυγής βάση του ασθενούς οξέος CH₃COOH και αντιδρά με το H₂O σύμφωνα με την παρακάτω αντίδραση:

αντίδραση	CH ₃ COO ⁻ + H ₂ O \rightleftharpoons CH ₃ COOH + OH ⁻		
αρχικά / M		
αντιδρούν / M	-x		
παράγονται / M		x	x
ισορροπία / M	(..... - x)	x	x

Η K_b του CH₃COO⁻ υπολογίζεται με τον παρακάτω τρόπο:

$$K_{\text{CH}_3\text{COOH}} \cdot K_{\text{CH}_3\text{COO}^-} = K_w \text{ ή } K_{\text{CH}_3\text{COO}^-} = \frac{K_w}{K_{\text{CH}_3\text{COOH}}}$$

$$\text{οπότε: } K_{\text{CH}_3\text{COO}^-} = \frac{[\text{CH}_3\text{COOH}] \cdot [\text{OH}^-]}{[\text{CH}_3\text{COO}^-]} \text{ ή } \dots\dots\dots = \frac{\dots\dots\dots}{\dots\dots\dots}$$

Επειδή $\frac{K_{\text{CH}_3\text{COO}^-}}{C} \ll 10^{-2}$ βρίσκουμε $x = [\text{OH}^-] = \dots\dots\dots$ και $\text{pOH} = \dots\dots\dots$, οπότε $\text{pH} = \dots\dots\dots$

2^η Προσέγγιση (με το εικονικό εργαστήριο)

Στο φύλλο εργασίας οι διαδικασίες του εικονικού εργαστηρίου που πρέπει να ακολουθηθούν περιγράφονται περιληπτικά. Οι αναλυτικές οδηγίες υπάρχουν στις αντίστοιχες «Οδηγίες χρήσης» του λογισμικού.

1. Παρασκευάστε, με τη βοήθεια ογκομετρικής φιάλης των 100 ml, διάλυμα 0,2 M CH_3COOH (δ. CH_3COOH) με αραιώση διαλύματος 1M CH_3COOH που υπάρχει στην αποθήκη αντιδραστηρίων. Η αρχική ποσότητα του διαλύματος CH_3COOH που θα χρησιμοποιήσετε υπολογίζεται από τον τύπο:

$C_{\text{CH}_3\text{COOH}} \cdot V_{\text{αρχ}} = C_{\text{CH}_3\text{COOH}} \cdot V_{\text{τελ}}$, δηλαδή $1 \cdot V_{\text{αρχ}} = 0,2 \cdot 0,1$, οπότε $V_{\text{αρχ}} = \dots\dots\dots$ λίτρα, δηλ. $\dots\dots\dots$ ml.

Μετονομάστε την ετικέτα της ογκομετρικής των 100 mL στην οποία παρασκευάσατε το διάλυμα σε « CH_3COOH 0,2M».

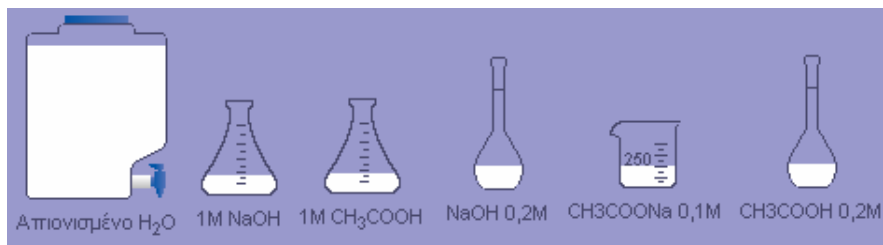
2. Κατόπιν με τον ίδιο τρόπο παρασκευάστε 100 mL διαλύματος NaOH 0,2M (δ. NaOH).

Μετονομάστε την ετικέτα της ογκομετρικής των 100 mL στην οποία παρασκευάσατε το διάλυμα σε « NaOH 0,2M».

3. Αναμίξτε σε ποτήρι των 250 mL 50 mL από τα δύο διαλύματα, οπότε προκύπτουν 100 mL διαλύματος CH_3COONa , (δ. CH_3COONa).

Με την βοήθεια του τύπου $C_{\text{αρχ}} \cdot V_{\text{αρχ}} = C_{\text{τελ}} \cdot V_{\text{τελ}}$, υπολογίστε τις συγκεντρώσεις του CH_3COOH και του NaOH μετά την ανάμιξη, καθώς και την συγκέντρωση του CH_3COONa που παράγεται. (CH_3COONa M)

Μετονομάστε την ετικέτα του ποτηριού των 250 mL στην οποία παρασκευάσατε το διάλυμα σε « CH_3COONa M». Η μορφή του εικονικού εργαστηρίου είναι η παρακάτω:



4. Συμπληρώστε τον παρακάτω πίνακα με τις τιμές του όγκου, συγκέντρωσης και pH των διαλυμάτων.
5. Συζητήστε με τους συμμαθητές σας τα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα κάθε τρόπου προσέγγισης. Συζητήστε επίσης την πιθανότητα τα αποτελέσματα ανάμεσα στις δύο προσεγγίσεις να είναι λίγο διαφορετικά.

Αποτελέσματα

Β. Παρασκευή διαλυμάτων 0,2M CH_3COOH και 0,2M NaOH , ανάμιξη ίσων όγκων των διαλυμάτων και προσδιορισμός του pH του άλατος που προκύπτει.

	δ. CH_3COOH	δ. NaOH	δ. CH_3COONa
Όγκος δ/τος (ml)
Συγκέντρωση δ/τος (M)
pH διαλύματος

Γ. Ανάμιξη ίσων όγκων διαλυμάτων 0,2M HCl και 0,2M NaOH και προσδιορισμός του pH του άλατος που προκύπτει.

Και στη δραστηριότητα αυτή υπάρχουν δύο προσεγγίσεις για μία τυπική άσκηση που αντιμετωπίζουν οι μαθητές της Γ' Λυκείου. Η εκφώνηση της άσκησης είναι η παρακάτω:

«Αναμιγνύονται 50 mL διαλύματος HCl 0,2 M με 50 mL διαλύματος NaOH 0,2 M.

Ποιο είναι το pH του διαλύματος που προκύπτει στους 25 °C;»

Με την 1^η προσέγγιση, θα επιλύσετε την άσκηση με τον «κλασσικό τρόπο», ενώ με την 2^η προσέγγιση θα εργασθείτε στο εικονικό εργαστήριο Χημείας Iridium και θα ακολουθήσετε ακριβώς την διαδικασία που περιγράφει η άσκηση αφού προηγουμένως δημιουργήσετε τα παραπάνω αντιδραστήρια με αραιώση από πυκνότερα. Επίσης θα προσπαθήσετε να επαληθεύσετε το αποτέλεσμα του 1^{ου} τρόπου προσέγγισης.

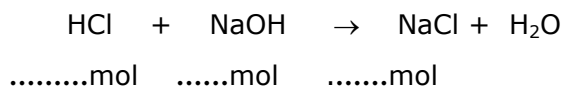
1^η Προσέγγιση (κλασική επίλυση της άσκησης)

Αρχικά πρέπει να υπολογίσουμε τις ποσότητες των δύο ηλεκτρολυτών που αντιδρούν:

Για το HCl έχουμε: $n_{\text{HCl}} = C_1 \cdot V_1$, δηλαδή $n_{\text{HCl}} = 0,2 \cdot 0,05$, οπότε $n_{\text{HCl}} = \dots\dots\dots \text{mol}$

Για το NaOH έχουμε: $n_{\text{NaOH}} = C_2 \cdot V_2$, δηλαδή $n_{\text{NaOH}} = 0,2 \cdot 0,05$, οπότε $n_{\text{NaOH}} = \dots\dots\dots \text{mol}$

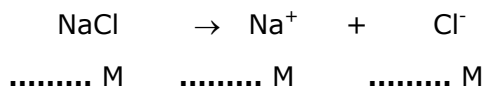
Υπολογίζουμε την ποσότητα του άλατος που σχηματίζεται στο τελικό διάλυμα, όγκου 0,1 L, μετά την αντίδραση εξουδετέρωσης που πραγματοποιείται:



Τελικά η συγκέντρωση του NaCl στο τελικό διάλυμα είναι:

$$C_{\text{NaCl}} = \frac{n}{V} \text{ ή } C_{\text{NaCl}} = \dots\dots\dots / 0,1 \text{ οπότε } C_{\text{NaCl}} = \dots\dots\dots \text{ M}$$

Το NaCl είναι άλας και στο νερό διίσταται πλήρως σύμφωνα με την αντίδραση:



Το ιόν Na^+ , επειδή προέρχεται από την ισχυρή βάση NaOH, δεν αντιδρά με το H_2O . Επίσης το ιόν Cl^- επειδή προέρχεται από ισχυρό οξύ (HCl), δεν αντιδρά με το H_2O .

Συνεπώς το pH στην περίπτωση αυτή είναι $\dots\dots\dots$, δηλαδή το διάλυμα είναι $\dots\dots\dots$

2^η Προσέγγιση (με το εικονικό εργαστήριο)

Στο φύλλο εργασίας οι διαδικασίες του εικονικού εργαστηρίου που πρέπει να ακολουθηθούν περιγράφονται περιληπτικά. Οι αναλυτικές οδηγίες υπάρχουν στις αντίστοιχες «Οδηγίες χρήσης» του λογισμικού.

1. Παρασκευάστε, με τη βοήθεια ογκομετρικής φιάλης των 100 ml, διάλυμα 0,2 M HCl (δ. HCl) με αραιώση διαλύματος 1M HCl που υπάρχει στην αποθήκη αντιδραστηρίων. Η αρχική ποσότητα του διαλύματος HCl που θα χρησιμοποιήσετε υπολογίζεται από τον τύπο:

$$C_{\text{HCl } 1} \cdot V_{\text{αρχ}} = C_{\text{HCl } 2} \cdot V_{\text{τελ}}, \text{ δηλαδή } 1 \cdot V_{\text{αρχ}} = 0,2 \cdot 0,1, \text{ οπότε } V_{\text{αρχ}} = \dots\dots\dots \text{ λίτρα, δηλ. } \dots\dots\dots \text{ ml.}$$

Μετονομάστε την ετικέτα της ογκομετρικής των 100 mL στην οποία παρασκευάσατε το διάλυμα σε «HCl 0,2M».

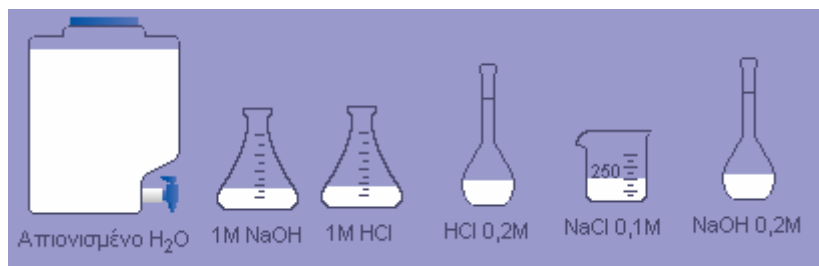
2. Κατόπιν με τον ίδιο τρόπο παρασκευάστε 100 mL διαλύματος NaOH 0,2M (δ. NaOH).

Μετονομάστε την ετικέτα της ογκομετρικής των 100 mL στην οποία παρασκευάσατε το διάλυμα σε «NaOH 0,2M».

3. Αναμίξτε σε ποτήρι των 250 mL 50 mL από τα δύο διαλύματα, οπότε προκύπτουν 100 mL διαλύματος NaCl, (δ. NaCl).

Με την βοήθεια του τύπου $C_{\text{αρχ}} \cdot V_{\text{αρχ}} = C_{\text{τελ}} \cdot V_{\text{τελ}}$, υπολογίστε τις συγκεντρώσεις του HCl και της NaOH μετά την ανάμιξη, καθώς και την συγκέντρωση του NaCl που παράγεται. (NaCl ... M)

Μετονομάστε την ετικέτα του ποτηριού των 250 mL στην οποία παρασκευάσατε το διάλυμα σε «NaCl M». Η μορφή του εικονικού εργαστηρίου είναι η παρακάτω



4. Συμπληρώστε τον παρακάτω πίνακα με τις τιμές του όγκου, συγκέντρωσης και pH των διαλυμάτων.
5. Συζητήστε με τους συμμαθητές σας τα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα κάθε τρόπου προσέγγισης. Συζητήστε επίσης την πιθανότητα τα αποτελέσματα ανάμεσα στις δύο προσεγγίσεις να είναι λίγο διαφορετικά.

Γ. Παρασκευή διαλυμάτων 0,2M HCl και 0,2M NaOH, ανάμιξη ίσων όγκων των διαλυμάτων και προσδιορισμός του pH του άλατος που προκύπτει.

	<i>δ. HCl</i>	<i>δ. NaOH</i>	<i>δ. NaCl</i>
Όγκος δ/τος (ml)
Συγκέντρωση δ/τος (M)
pH διαλύματος