

ΑΣΤΕΡΙΟΣ Ι. ΚΟΥΤΣΙΑΝΟΣ

**Η διδασκαλία της
ΧΗΜΕΙΑΣ και με
Εικονικά Πειράματα
(Ιοντική Ισορροπία, Θερμοχημεία)**

Κοζάνη 2013

Αστέριος Ι. Κούτσιανος
Ιωνίας 34, 50100, Κοζάνη
Τηλέφωνο: 6978093017
Email: koutsianos@gmail.com
ISBN: 978-618-80969-1-2

Κοζάνη 2013

Πρόλογος

Η σημασία των πειραμάτων στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών είναι αδιαμφισβήτητη. Σύμφωνα με τους Bruner και Piaget ο μαθητής μαθαίνει και διατηρεί τη γνώση, όταν συμμετέχει, ενεργεί και ανακαλύπτει τη γνώση μέσα από συγκεκριμένες δραστηριότητες. Με την πειραματική διδασκαλία διεγείρεται η περιέργεια και το ενδιαφέρον του μαθητή. Δεν δέχεται τη γνώση αλλά την κατακτά. Έρχεται κοντύτερα στη φύση των Φυσικών Επιστημών που είναι η δοκιμή, η παρατήρηση, η επεξεργασία δεδομένων και τελικά η αποδοχή ή η απόρριψη. Γίνεται ο ίδιος ένας μικρός επιστήμονας – πειραματιστής, γοητεύεται από την πειραματική διαδικασία και το μάθημα και τελικά εμπεδώνει απόλυτα τη διδακτέα ύλη.

Είναι όμως κοινός τόπος ότι στην Γ Λυκείου ελάχιστα πειράματα πραγματοποιούνται ή και καθόλου. Πολλές φορές καθαρά πειραματικές διαδικασίες διδάσκονται με σχεδιασμό των σκευών και οργάνων στον πίνακα (π.χ. κατά τη διδασκαλία της Ογκομέτρησης σχεδιάζονται η προχοΐδα και η κωνική φιάλη με το άγνωστο διάλυμα). Αυτό οφείλεται κυρίως στην πίεση του χρόνου “ να βγει η ύλη”, στην έλλειψη αντιδραστηρίων και υλικών, στο ότι πολλά πειράματα δεν πετυχαίνουν εύκολα ή δεν προκύπτουν ακριβή αποτελέσματα. Κάποια πειράματα, για να έχουν εκπαιδευτική αξία, απαιτούν τόσο μεγάλη ακρίβεια μετρήσεων, που είναι αδύνατο να επιτευχθεί με τα όργανα ενός σχολικού εργαστηρίου (π.χ. η μεταβολή της K_w με τη θερμοκρασία). Εδώ παρουσιάζεται μια εναλλακτική πρόταση για τη διδασκαλία της Ιοντικής Ισορροπίας (Χημεία Γ' Λυκείου Θετικής Κατεύθυνσης) και της Θερμοδυναμικής (Χημεία Β' Λυκείου Θετικής Κατεύθυνσης). Γίνεται προσπάθεια αξιοποίησης των δυνατοτήτων που μας προσφέρει η Τεχνολογία και η Πληροφορική, χωρίς όμως τον παραγκωνισμό, αλλά την αναβάθμιση της κλασικής και δοκιμασμένης μεθόδου διδασκαλίας.

Χρησιμοποιείται λογισμικό για την εκτέλεση “εικονικών πειραμάτων”, διότι έτσι εξοικονομείται χρόνος και προκύπτουν ακριβείς “πειραματικές μετρήσεις”.

Βέβαια κανένα εικονικό πείραμα δεν μπορεί να αντικαταστήσει, και ως προς την εκπαιδευτική αξία, το πραγματικό, το οποίο και πρέπει να προτιμάται, όποτε είναι δυνατό.

Κατά την προτεινόμενη εδώ μέθοδο παράλληλης διδασκαλίας:

- Το υπό μελέτη φαινόμενο (η άσκηση ή το πρόβλημα) προσομοιώνεται, με χρησιμοποίηση κατάλληλου λογισμικού, σε εικονικό πείραμα. Οι μαθητές έχουν τη δυνατότητα να θέτουν οι ίδιοι τις παραμέτρους του “πειράματος”.
- Το ίδιο φαινόμενο αντιμετωπίζεται παράλληλα και με τον κλασικό τρόπο διδασκαλίας. Οι μαθητές επιλύουν υπολογιστικά το πρόβλημα που έχουν θέσει στο λογισμικό ή απαντούν στις ερωτήσεις στηριζόμενοι στη θεωρία που έχουν διδαχθεί.
- Σε κάθε βήμα συσχετίζουν και επαληθεύουν τις μετρήσεις του πειράματος με τα αποτελέσματα των δικών τους υπολογισμών.
- Οι μαθητές βλέπουν ή εκτελούν το πείραμα και ταυτόχρονα εργάζονται σύμφωνα με τις απαιτήσεις των θεμάτων των Πανελλαδικών Εξετάσεων.

Ευχαριστούμε, εκ των προτέρων, τους συναδέλφους, που θα μας επιστημάνουν λάθη, παραλείψεις και θα μας προτείνουν τρόπους βελτίωσης αυτής της προσπάθειας.

Αστέριος Ι. Κούτσιανος - Χημικός, MSc- Υπεύθυνος Ε.Κ.Φ.Ε. Κοζάνης

Περιεχόμενα

	Σελίδα
Εισαγωγή	7
1 Γνωριμία με το Iridium	9
1.1 Γενικές Πληροφορίες για το Iridium.....	9
1.2 Βασικά βήματα για να εργαζόμαστε με το Iridium.....	10
2 Θερμιδομετρία – Ενθαλπία Εξουδετέρωσης	15
2.1 Ενθαλπία εξουδετέρωσης ισχυρού οξέος (HCl) με ισχυρή βάση (NaOH)..	16
2.2 Ενθαλπία εξουδετέρωσης ασθενούς οξέος (HCN) με ισχυρή βάση (NaOH).....	17
2.3 Ενθαλπία εξουδετέρωσης ισχυρού οξέος (HCl) με ασθενή βάση (NH ₃)...	18
2.4 Εξουδετέρωση ισχυρού οξέος (HCl) με πολύ ασθενή βάση (C ₅ H ₅ N).....	18
2.5 Εξουδετέρωση ισχυρού διπρωτικού οξέος (H ₂ SO ₄) με ισχυρή βάση (NaOH).....	19
3 Πότε ο ιοντισμός του νερού επηρεάζει το PH διαλύματος;	21
3.1 Αραίωση όξινου διαλύματος (HCl).....	21
3.2 Αραίωση βασικού διαλύματος (NaOH).....	23
4 Μελέτη της επίδρασης της θερμοκρασίας στις συγκεντρώσεις των ιόντων, στο PH διαλύματος και στις σταθερές ιοντισμού K_a,K_b,K_w...	25
4.1 Επίδραση της θερμοκρασίας στον ιοντισμό του H ₂ O.....	26
4.2 Επίδραση της θερμοκρασίας στο PH διαλύματος NaCl και σύγκριση με τα προηγούμενα.....	27
4.3 Επίδραση τη θερμοκρασία τον ιοντισμό ασθενούς οξέος, έστω HCN.....	28
4.4 Επίδραση της θερμοκρασίας στον ιοντισμό ασθενούς βάσης, έστω NH ₃ .	28
4.5 Επίδραση της θερμοκρασίας στο PH διαλύματος ισχυρού οξέος, έστω HCl.....	29
4.6 Επίδραση της θερμοκρασίας στο PH διαλύματος ισχυρής βάσης, έστω NaOH.....	29
4.7 Επίδραση της θερμοκρασίας στο PH ρυθμιστικού διαλύματος NH ₃ /NH ₄ Cl.....	31
5 Μελέτη της μεταβολής των μεγεθών C, PH, POH, (H₃O⁺), nH₃O⁺, (OH⁻), nOH, α με την αραίωση του διαλύματος	33
5.1 Αραίωση διαλύματος HCl (ισχυρού οξέος).....	33
5.2 Αραίωση διαλύματος CH ₃ COOH (ασθενούς οξέος).....	35
5.3 Αραίωση διαλύματος NaOH (ισχυρής βάσης).....	37

5.4	Αραίωση διαλύματος NH_3 (ασθενούς βάσης)	39
5.5	Αραίωση Ρυθμιστικού Διαλύματος (CH_3COOH / CH_3COONa).....	41
5.6	Αραίωση Ρυθμιστικού Διαλύματος (NH_3 / NH_4ClO_4).....	44
5.7	Αραίωση διαλυμάτων αλάτων, ισχυρού οξέος με ισχυρή βάση (NaNO_3), ασθενούς οξέος με ισχυρή βάση (CH_3COONa), ισχυρού οξέος με ασθενή βάση (NH_4NO_3) και ασθενούς οξέος με ασθενή βάση ($\text{CH}_3\text{COONH}_4$).....	46
5.7.1	Διαδοχικές αραιώσεις διαλυμάτων NaNO_3	47
5.7.2	Διαδοχικές αραιώσεις διαλυμάτων CH_3COONa	48
5.7.3	Διαδοχικές αραιώσεις διαλυμάτων NH_4NO_3	49
5.7.4	Διαδοχικές αραιώσεις διαλυμάτων $\text{CH}_3\text{COONH}_4$	50
6	Τρόποι παρασκευής και ιδιότητες ρυθμιστικών διαλυμάτων	53
6.1	Ανάμειξη διαλύματος ασθενούς οξέος (CH_3COOH) με διάλυμα αλάτος του (CH_3COONa).....	54
6.2	Μερική εξουδετέρωση διαλύματος ασθενούς οξέος (CH_3COOH) από διάλυμα ισχυρής βάσης (NaOH).....	55
6.3	Μερική αντίδραση αλάτος ασθενούς οξέος και ισχυρής βάσης (CH_3COONa) με ισχυρό οξύ (HCl).....	55
6.4	Ανάμειξη διαλύματος ασθενούς βάσης (NH_3) με διάλυμα αλάτος της (NH_4Cl).....	56
6.5	Μερική εξουδετέρωση διαλύματος ασθενούς βάσης (NH_3) από διάλυμα ισχυρού οξέος (HCl).....	57
6.6	Μερική αντίδραση αλάτος ασθενούς βάσης και ισχυρού οξέος (NH_4Cl) με ισχυρή βάση (NaOH).....	58
6.7	Ρυθμιστική Ικανότητα.....	62
7	Ογκομέτρηση Τιτλοδότηση	69
7.1	Ογκομέτρηση «αγνώστου» διαλύματος ισχυρού οξέος HNO_3 με πρότυπο διάλυμα ισχυρής βάσης NaOH	69
7.2	Ογκομέτρηση «αγνώστου» διαλύματος ισχυρής βάσης NaOH με πρότυπο διάλυμα ισχυρού οξέος HCl	74
7.3	Ογκομέτρηση «αγνώστου» διαλύματος ασθενούς οξέος CH_3COOH με πρότυπο διάλυμα ισχυρής βάσης NaOH	78
7.4	Ογκομέτρηση «αγνώστου» διαλύματος ασθενούς βάσης NH_3 με πρότυπο διάλυμα ισχυρού οξέος HCl	83
	Βιβλιογραφία	89

Εισαγωγή

Τα εικονικά πειράματα που προτείνονται πραγματοποιούνται με χρησιμοποίηση του IrYdium . Είναι λογισμικό με μεγάλη υπολογιστική ακρίβεια. Διαθέτει αντιδραστήρια, διαλύματα ηλεκτρολυτών, δείκτες, σκεύη, θερμόμετρο, πεχάμετρο και ό,τι χρειάζεται για τη διεξαγωγή πολλών “πειραμάτων” Ιοντικής Ισορροπίας. Είναι χρήσιμο επίσης και για τη μελέτη φαινομένων Θερμιδομετρίας (Μεταβολή της θερμοκρασίας κατά την ανάμειξη υγρών, διαλυμάτων ίδιας διαλυμένης ουσίας ή διαφορετικών διαλυμένων ουσιών και όταν αυτή ακόμη συνοδεύεται με αντίδραση εξουδετέρωσης ή διπλής αντικατάστασης. Μπορεί να βρεθεί “πειραματικά” η ενθαλπία εξουδετέρωσης, η ενθαλπία διάλυσης κ.α.)

Στα προτεινόμενα σχέδια διδασκαλίας απαιτείται η ενεργή συμμετοχή των μαθητών υπό την καθοδήγηση του καθηγητή. Οι μαθητές επιλύουν κάποιο υπολογιστικό πρόβλημα ή απαντούν σε κάποια ερώτηση και επαληθεύουν την απάντησή τους “πειραματικά”. Ή αντίθετα εκτελούν το “πείραμα” και ερμηνεύουν τα αποτελέσματα υπολογιστικά και θεωρητικά.

Το μάθημα – “πείραμα” μπορεί να γίνει στο εργαστήριο Πληροφορικής του σχολείου, στο εργαστήριο Φυσικών Επιστημών ή στην αίθουσα διδασκαλίας με χρησιμοποίηση βιντεοπροβολέα.

Το “πείραμα” εκτελείται από τον καθηγητή ή από ομάδα μαθητών που έχουν εξοικειωθεί, σε προηγούμενα σχολικά έτη, με το λογισμικό. (Δεν πρέπει, ούτε είναι χρήσιμο, οι μαθητές της Γ' Λυκείου να ξοδέψουν χρόνο για να “μάθουν” το λογισμικό).

Διανέμονται στους μαθητές φωτοτυπίες με τα προβλήματα, τις ερωτήσεις, τους πίνακες και μιλιμετρέ χαρτί, όπου ζητείται η κατασκευή διαγραμμάτων.

Πριν και κατά τη διάρκεια του “πειράματος” οι μαθητές:

- Επιλύουν τα προβλήματα ή απαντούν στις ερωτήσεις που προηγούνται του “πειράματος”. Σε κάποιες περιπτώσεις πρέπει να βρουν τις ποσότητες διαθέσιμων διαλυμάτων που πρέπει να αναμειχθούν, ή ουσιών που πρέπει να διαλυθούν, για να παραχθούν συγκεκριμένα διαλύματα που χρησιμοποιούνται στο “πείραμα”.
- Συμπληρώνουν τα κελιά των πινάκων με τις μετρηθείσες τιμές. Οι τιμές αυτές δίνονται από τα “όργανα” του λογισμικού (ποσότητα διαλύματος, PH , θερμοκρασία, συγκεντρώσεις ιόντων και μορίων κ.α.).
- Υπολογίζουν και συμπληρώνουν τα κελιά με τις υπολογισθείσες τιμές, επιλύοντας ουσιαστικά ασκήσεις μικρής ή μεγαλύτερης δυσκολίας. Οι τιμές αυτές, κατά κανόνα,

ελάχιστα διαφέρουν από τις “μετρηθείσες”, εκτός εάν γίνει λάθος στην εκτέλεση του πειράματος, λόγω του ανθρώπινου παράγοντα. Συγκρίνοντας τις τιμές, ελέγχουν τις απαντήσεις τους, ή ελέγχουν τις μετρήσεις, αν είναι σίγουροι για τις απαντήσεις τους. Σε κάθε περίπτωση η εκπαιδευτική σημασία αυτού του σταδίου είναι μεγάλη, αφού ο μαθητής άμεσα συγκρίνει την απάντηση που αυτός βρήκε με την ένδειξη του οργάνου του εργαστηρίου. Διεγείρεται το ενδιαφέρον του για το μάθημα, το οποίο γίνεται πιο ευχάριστο, χωρίς να χάνεται ο στόχος και να ξοδεύεται πολύ περισσότερος χρόνος από ένα κλασικό, στον πίνακα, μάθημα.

- Κατασκευάζουν τα διαγράμματα, όπου ζητούνται. Επειδή η εκπαιδευτική αξία των διαγραμμάτων είναι μεγάλη και δεν απαιτείται πολύς χρόνος για την κατασκευή τους, προτείνεται να κατασκευάζονται σε μιλιμετρέ χαρτί, χωρίς να αποκλείεται και η χρήση κάποιου προγράμματος, αν το επιτρέπει ο εξοπλισμός και το κρίνει χρήσιμο ο καθηγητής.
- Επιλύουν τα προβλήματα ή απαντούν στις ερωτήσεις που ακολουθούν την πειραματική διαδικασία . Οι ερωτήσεις και τα προβλήματα που προτείνονται είναι σχετικά με το φαινόμενο που έχουν μελετήσει, είναι επιπέδου και μορφής Πανελλαδικών Εξετάσεων ή έχουν τεθεί ως θέματα στις Εξετάσεις τα προηγούμενα έτη.

ΓΝΩΡΙΜΙΑ ΜΕ ΤΟ IrYdium

1.1 Γενικές πληροφορίες για το IrYdium

Δημιουργήθηκε από ομάδα Χημικών και Προγραμματιστών στα πλαίσια του IrYdiumProject, που χρηματοδοτείται από την NationalScienceFoundation των Η.Π.Α. Διατίθεται ελεύθερα για εκπαιδευτική χρήση, με άδεια που παραχώρησαν οι δημιουργοί του, στην Αγγλική, Γαλλική, Ισπανική και Καταλανική γλώσσα. Εξελληνίστηκε στο πλαίσιο του προγράμματος Νηρηίδες του Ε.Α.Ι.Τ.Υ. από το τμήμα Χημείας του Α.Π.Θ.

Είναι ανοικτό λογισμικό, δεν έχει συγκεκριμένο περιεχόμενο. Είναι ένα περιβάλλον προσομοίωσης γραμμένο σε γλώσσα html. Επιτρέπει τις προσομοιώσεις φαινομένων και διεργασιών Χημείας. Είναι ανοικτό περιβάλλον και δίνει ελεύθερα τη δυνατότητα στον καθηγητή – μαθητή να διερευνήσει χημικά φαινόμενα, θέτοντας αυτός τις παραμέτρους και όχι μόνο να χρησιμοποιεί προεπιλεγμένες προσομοιώσεις.

Δεν χρειάζεται εγκατάσταση. “Τρέχει” με διπλό κλικ πάνω στο εκτελέσιμο “Vlab” αρχείο που υπάρχει στο φάκελο και κατεβαίνει από το διαδίκτυο. Τρέχει και από το “φλασάκι”.

Διατίθεται online σε όλους, χωρίς περιορισμούς, στη διεύθυνση:

<http://www.chemcollective.org/applets/vlab.php> Επιλέγουμε “Ελληνικά” για να “κατέβει” η ελληνική έκδοση.

Είναι πολύ χρήσιμο για τη διδασκαλία της Ιοντικής Ισορροπίας και όχι μόνο. Σ’ αυτό συντελεί η μεγάλη υπολογιστική ακρίβεια που το διακρίνει. Με ένα κλικ στο δοχείο που περιέχει κάποιο διάλυμα ή χημική ουσία δίνονται, στη δεξιά στήλη, όλες οι πληροφορίες για το διάλυμα ή τη χημική ουσία: ποσότητα, θερμοκρασία, PH, συγκεντρώσεις ιόντων και μη ιοντισμένων μορίων, φυσική κατάσταση κ.α. Το δοχείο (ποτήρι ζέσης, κωνική φιάλη κ.λ.π.) μετατρέπεται σε θερμοδόμετρο με την επιλογή «απομονωμένο από το περιβάλλον» και δημιουργούνται έτσι εύκολα, εικονικά πειράματα Θερμιδομετρίας.

1.2 Βασικά βήματα για να εργαζόμαστε με το IrYdium

Ανοίγοντας το λογισμικό διακρίνουμε τις εξής περιοχές (βλ. σελίδες 13, 14):

Στο κέντρο της οθόνης είναι ο πάγκος εργασίας. Πάνω στην αριστερή στήλη (περιοχή α) βρίσκονται τα ντουλάπια με τα αντιδραστήρια, στις θέσεις γ και δ γυάλινα σκεύη και όργανα. Στη δεξιά στήλη (περιοχές ε και στ) εμφανίζονται στοιχεία και μετρήσεις του διαλύματος (όγκος, συγκεντρώσεις ιόντων και μη ιοντισμένων μορίων, θερμοκρασία, ΡΗ κ.λ.π.) Κάτω στην περιοχή θ πληκτρολογούμε τις ποσότητες που θέλουμε να μεταγγιστούν ή ζυγιστούν. Με την “εντολή” (β) μεταφέρουμε αντιδραστήρια ή σκεύη στον πάγκο και με τις “εντολές” (ι) και (κ) προσθέτουμε ή αφαιρούμε ποσότητες.

1.Πάγκος Εργασίας

Πάγκος εργασίας είναι η επιφάνεια εργασίας. Μπορούμε να φτιάξουμε περισσότερους από ένα, στους οποίους να πραγματοποιούνται διαφορετικά πειράματα, με τη διαδικασία: αρχείο > νέος πάγκος. Κάτω αριστερά εμφανίζεται ως Πάγκος 1 ή Πάγκος 2 κ.λ.π. Με δεξί κλικ σε συγκεκριμένο πάγκο επιλέγουμε Μετονομασία ή Διαγραφή. Δίνουμε την ονομασία του πάγκου ή την ονομασία του πειράματος που διεξάγεται σ’ αυτόν ή τον “καθαρίζουμε”.

2.Μεταφορά αντιδραστηρίων και σκευών στον πάγκο εργασίας - Μετρήσεις

Στην περιοχή (α) υπάρχουν τα ντουλάπια με τα αντιδραστήρια. Για να μεταφέρουμε στον πάγκο εργασίας κάποιο αντιδραστήριο, έστω διάλυμα NH_3 1M, ανοίγουμε με αριστερό κλικ στο «πόμολο», το ντουλάπι με τις ασθενείς βάσεις. Επιλέγουμε το διάλυμα, με αριστερό κλικ και το μεταφέρουμε στον πάγκο δίνοντας εντολή με αριστερό κλικ στο «κουμπί» (β). Το ντουλάπι κλείνει πατώντας πάλι το «πόμολο» του.

Στο ντουλάπι (γ) υπάρχουν τα απαραίτητα σκεύη , ποτήρια ζέσης, κωνικές φιάλες, ογκομετρικοί κύλινδροι, σιφώνια, ογκομετρικές φιάλες, προχοϊδα, πλαστικά ποτήρια. Επιλέγουμε αυτό που χρειαζόμαστε και αμέσως μεταφέρεται στον πάγκο εργασίας.

Με την ίδια διαδικασία μεταφέρουμε από το ερμάριο (δ) λύχνο Bunsen, κάψα ζύγισης και ζυγό.

Στην περιοχή (ε) εμφανίζονται τα στοιχεία του διαλύματος που μελετάμε, συγκέντρωση, όγκος, φυσική κατάσταση και οι συγκεντρώσεις όλων των ιόντων και των μη ιοντισμένων μορίων αριθμητικά και με μπάρες. Αρκεί να τοποθετήσουμε τον κένσορα στο διάλυμα και να κάνουμε αριστερό κλικ. Ταυτόχρονα στην περιοχή (στ) βλέπουμε το ΡΗ του διαλύματος και τη

θερμοκρασία του.

Αν θέλουμε να απομακρύνουμε από τον πάγκο κάποιο σκεύος, το επιλέγουμε και δίνουμε εντολή πατώντας το «κουμπί» (ζ) .

3.Μετάγγιση διαλύματος

Για να μεταγγίσουμε ποσότητα διαλύματος (έστω το διάλυμα HCl 0,1M σε κωνική φιάλη) σε κάποιο άλλο σκεύος (έστω ποτήρι ζέσης), «πιάνουμε» με αριστερό κλικ διαρκώς την κωνική και την πλησιάζουμε στο ποτήρι. Όταν η κωνική πλαγιάσει προς το ποτήρι (η), πληκτρολογούμε (θ) τον όγκο που θέλουμε να μεταγγίσουμε (η υποδιαστολή με τελεία) και πατάμε προσθήκη (ι).

4.Προσθήκη νερού

Για να προσθέσουμε νερό σε έστω ογκομετρική φιάλη «πιάνουμε» και μεταφέρουμε το δοχείο με το νερό ώστε η στρόφιγγά του να βρίσκεται πάνω από το στόμιο της κωνικής φιάλης (κ) ή πλησιάζουμε την κωνική στη στρόφιγγα του δοχείου. Με δεξί κλικ πάνω στο δοχείο εμφανίζεται πίνακας επιλογών. Επιλέγουμε με αριστερό κλικ «καθορισμός ως πηγή».

Με την ίδια διαδικασία επιλέγουμε για την ογκομετρική φιάλη «ορισμός ως παραλήπτης».

Πληκτρολογούμε τον όγκο του νερού που θέλουμε να προσθέσουμε (θ) και πατάμε προσθήκη (ι).

5.Αναρρόφηση διαλύματος με σιφώνιο και σταγονόμετρο

Μεταφέρουμε το σιφώνιο στο στόμιο του δοχείου, έστω στην κωνική με διάλυμα NaOH 0.1M. Πληκτρολογούμε (θ) τον όγκο που θέλουμε να αναρροφήσουμε και πατάμε προσθήκη (ι).

Πατώντας «αφαίρεση» (κ), αφού πρώτα επιλέξουμε τον επιθυμητό όγκο, πέφτει από το σιφώνιο σε άλλο δοχείο ή στο ίδιο ο όγκος του διαλύματος που επιλέξαμε.

Με τον ίδιο τρόπο χρησιμοποιούμε και το σταγονόμετρο.

6.Ζύγιση

Το λογισμικό διαθέτει ηλεκτρονικό ζυγό και κάψα ζύγισης. Μπορούμε να ζυγίσουμε στερεά και διαλύματα.

Για να ζυγίσουμε στερεό NaCl «πιάνουμε» και τοποθετούμε την κάψα ζύγισης στο δίσκο του ζυγού. Μηδενίζουμε με αριστερό κλικ στο κουμπί TARE το ζυγό. Πλησιάζουμε το δοχείο με το NaCl στην κάψα, το δοχείο γέρνει και εμφανίζεται ένα κουταλάκι (λ). Πληκτρολογούμε τα γραμμάρια (θ) και πατάμε «προσθήκη».

Για να ζυγίσουμε υγρό ακολουθούμε την ίδια διαδικασία αλλά τοποθετούμε στο δίσκο του ζυγού κάποιο δοχείο για υγρά και όχι κάψα. Πλησιάζουμε το γεμάτο δοχείο στο άδριο, το πρώτο πλαγιάζει, πληκτρολογούμε τα ml(θ), πατάμε «προσθήκη» και ο ζυγός δείχνει τα γραμμάρια του διαλύματος που προσθέσαμε.

7.Λύχνος Bunsen

Μεταφέρουμε από το ντουλάπι (δ) το λύχνο στον πάγκο. Το διάλυμα που θα θερμάνουμε πρέπει να βρίσκεται υποχρεωτικά σε ποτήρι ζέσης. Τοποθετούμε το ποτήρι πάνω από το λύχνο ή το αντίθετο και τότε εμφανίζονται δυο βέλη με τα οποία ανάβουμε το λύχνο και αυξομειώνουμε την ένταση της φλόγας.

8.Δημιουργία ετικέτας

Δεξί κλικ στο δοχείο που περιέχει το διάλυμα > μετονομασία > πληκτρολογούμε το χημικό τύπο και τη συγκέντρωση > Ο.Κ.

9.Πως μετατρέπεται ένα ποτήρι ζέσης σε «θερμιδόμετρο»

Με δεξί κλικ στο ποτήρι ζέσης ή σε οποιοδήποτε άλλο σκεύος εμφανίζεται ένα παράθυρο επιλογών. Επιλέγουμε με αριστερό κλικ 'θερμικές ιδιότητες'. Στη συνέχεια 'απομονωμένο από το περιβάλλον' και 'ΟΚ'. Η θερμοκρασία του περιεχομένου του «ποτηριού - θερμιδομέτρου» φαίνεται στην περιοχή (στ).

ΘΕΡΜΙΔΟΜΕΤΡΙΑ - ΕΝΘΑΛΠΙΑ ΕΞΟΥΔΕΤΕΡΩΣΗΣ

Σκοπός και στόχοι:

Με την ακόλουθη διαδικασία, μελετάμε τη Θερμιδομετρία και αντιμετωπίζουμε υπολογιστικά προβλήματα, σαν αυτά που έχει το σχολικό βιβλίο της Χημείας Θετικής Κατεύθυνσης Β Λυκείου, με εικονικά πειράματα. Εκτελούνται και μελετούνται “πειράματα” εξουδετέρωσης ισχυρών και ασθενών ηλεκτρολυτών. Οι μαθητές αφού συμπληρώσουν τους πίνακες, υπολογίζουν τη θερμότητα που εκλύεται και τις ενθαλπίες εξουδετέρωσης. Διαπιστώνουν ότι:

- α) η ενθαλπία εξουδετέρωσης ισχυρών ηλεκτρολυτών είναι ανεξάρτητη από τους ηλεκτρολύτες
- β) η ενθαλπία εξουδετέρωσης ασθενών ηλεκτρολυτών εξαρτάται από τους ηλεκτρολύτες και είναι πάντα μεγαλύτερη της ενθαλπίας εξουδετέρωσης ισχυρών ηλεκτρολυτών. Επεξεργάζονται τις πειραματικές μετρήσεις, ερμηνεύουν τα αποτελέσματα και απαντούν στις ερωτήσεις που ακολουθούν.

Το τελευταίο “πείραμα” «εξουδετέρωση ισχυρού οξέος (H_2SO_4) με ισχυρή βάση ($NaOH$)» προτείνεται λόγω της μεγάλης διδακτικής σημασίας του, αφού διαφέρουν οι συντελεστές των αντιδρώντων και κατανοούν αποτελεσματικότερα οι μαθητές τον έλεγχο περισσειας και τη στοιχειομετρική υπολογιστική διαδικασία.

Παρατήρηση: Η μελέτη της ενθαλπίας εξουδετέρωσης ισχυρών ηλεκτρολυτών μπορεί να γίνει πολύ εύκολα και με πραγματικά πειράματα με κάποιο αυξημένο βέβαια πειραματικό σφάλμα.

Περιγραφή της διαδικασίας:

Θα μελετήσουμε εξουδετερώσεις: ισχυρό οξύ - ισχυρή βάση, ασθενές οξύ –ισχυρή βάση, ισχυρό οξύ – ασθενής βάση.

Σε κάθε περίπτωση οι μαθητές θα βρίσκουν τη μεταβολή θερμοκρασίας $\Delta\theta$ και θα υπολογίζουν την εκλυόμενη θερμότητα και την ενθαλπία της συγκεκριμένης αντίδρασης εξουδετέρωσης. Θα συμπληρώνουν τους πίνακες για να είναι πιο εύκολη η σύγκριση των αποτελεσμάτων και η εξαγωγή συμπερασμάτων.

Σα θερμιδόμετρο χρησιμοποιούμε το δοχείο που γίνεται η εξουδετέρωση (ποτήρι ζέσης) θερμικά μονωμένο (δεξί κλικ στο ποτήρι > επιλογή θερμικές ιδιότητες > επιλογή απομονωμένο από το περιβάλλον). Η θερμοχωρητικότητα του οργάνου θεωρείται αμελητέα. Για να υπολογίσουμε τη μάζα του διαλύματος, δεχόμαστε ότι η πυκνότητά του είναι 1g/ml.

Προετοιμασία των πειραμάτων:

Από τα ντουλάπια του λογισμικού μεταφέρουμε στον πάγκο εργασίας διαλύματα 1M HCl, 1M HCN, 1M NaOH, 1M NH₃ και 1M C₅H₅N. Σε κάθε κωνική φιάλη περιέχεται ποσότητα 100ml διαλύματος. Σε κάποιες περιπτώσεις θα χρειαστούμε μεγαλύτερες ποσότητες διαλυμάτων. Για το κάθε ζευγάρι ενώσεων που αντιδρούν θα χρησιμοποιήσουμε τρία ποτήρια ζέσης (θερμιδόμετρα).

2.1 Ενθαλπία εξουδετέρωσης ισχυρού οξέος (HCl) με ισχυρή βάση (NaOH)

Θα χρησιμοποιήσουμε τρία «θερμιδόμετρα» (θερμικά μονωμένα ποτήρια ζέσης, όπως αναφέραμε προηγούμενα) τα οποία μεταφέρουμε στον πάγκο εργασίας.

Σε κάθε «θερμιδόμετρο» ρίχνουμε τους όγκους διαλυμάτων των δυο πρώτων στηλών του παρακάτω πίνακα. Υπολογίζουμε τα n_{HCl} και n_{NaOH} και συμπληρώνουμε τις αντίστοιχες στήλες, $n=C \cdot V$ (C η συγκέντρωση και V ο όγκος σε L του διαλύματος).

Με κλικ στο «θερμιδόμετρο», το θερμόμετρο μας δείχνει την τελική θερμοκρασία θ_t σε °C. Υπολογίζουμε την μεταβολή της θερμοκρασίας $\Delta\theta$ (°C ή K ή grand). Η αρχική θερμοκρασία των διαλυμάτων είναι 25°C, εκτός αν εμείς έχουμε επιλέξει άλλη τιμή.

Οι μαθητές υπολογίζουν τη θερμότητα $Q=m \cdot c \cdot \Delta\theta$ (m η μάζα του διαλύματος που προκύπτει μετά την ανάμειξη) που εκλύεται και εργαζόμενοι στοιχειομετρικά, κάνοντας έλεγχο περισσειας, υπολογίζουν την ενθαλπία ΔH της αντίδρασης **σε kJ ανά mol σχηματιζόμενου νερού**.

Δεχόμαστε $c_{\text{διαλύματος}} = c_{\text{νερού}} = 1 \text{ cal/g} \cdot \text{grad} = 4.184 \text{ J/g} \cdot \text{grad} = 4.2 \text{ J/g} \cdot \text{grad}$.

Πίνακας I (HCl + NaOH)

V_{HCl} (ml)	V_{NaOH} (ml)	n_{HCl}	n_{NaOH}	θ_{T} (°C)	$\Delta\theta$ (°C)	Q(KJ)	ΔH (KJ/mol)
100	100						
100	50						
50	100						

2.2 Ενθαλπία εξουδετέρωσης ασθενούς οξέος (HCN) με ισχυρή βάση (NaOH)

Ακολουθώντας τη διαδικασία του προηγούμενου εικονικού πειράματος, συμπληρώνουμε τον πίνακα II.

Πίνακας II(HCN + NaOH)

V_{HCN} (ml)	V_{NaOH} (ml)	n_{HCN}	n_{NaOH}	θ_{T} (°C)	$\Delta\theta$ (°C)	Q(KJ)	ΔH (KJ/mol)
100	100						
100	50						
50	100						

Είναι δυνατό σε πραγματικό σχολικό εργαστήριο να πειραματιστούμε με διάλυμα HCN;

2.3 Ενθαλπία εξουδετέρωσης ισχυρού οξέος (HCl) με ασθενή βάση (NH₃)

Εργαζόμενοι όπως στα προηγούμενα πειράματα συμπληρώνουμε τον πίνακα III

Πίνακας III (HCl + NH₃)

V _{HCl} (ml)	V _{NH₃} (ml)	n _{HCl}	n _{NH₃}	θ _T (°C)	Δθ(°C)	Q(KJ)	ΔH(KJ/mol)
100	100						
100	50						
50	100						

2.4 Εξουδετέρωση ισχυρού οξέος (HCl) με πολύ ασθενή βάση (C₅H₅N)

(Αν δεν υπάρχει χρόνος, είναι προτιμότερο να γίνει η εξουδετέρωση της πυριδίνης (C₅H₅N) με το HCl και όχι της NH₃. Η πυριδίνη είναι πολύ πιο ασθενής βάση και η ενθαλπία εξουδετέρωσης διαφέρει αισθητά από την ενθαλπία εξουδετέρωσης ισχυρού οξέος με ισχυρή βάση και επιτυγχάνεται αποτελεσματικότερα ο εκπαιδευτικός στόχος.)

Πίνακας IV (HCl + C₅H₅N)

V _{HCl} (ml)	V _{C₅H₅N} (ml)	n _{HCl}	n _{C₅H₅N}	θ _T (°C)	Δθ(°C)	Q(KJ)	ΔH(KJ/mol)
100	100						
100	50						
50	100						

2.5 Εξουδετέρωση ισχυρού διπρωτικού οξέος (H_2SO_4) με ισχυρή βάση (NaOH)

Προετοιμασία του πειράματος:

Μεταφέρουμε στον πάγκο εργασίας διάλυμα H_2SO_4 1M , διάλυμα NaOH 3M, δύο ογκομετρικές φιάλες των 1000ml και το δοχείο με το νερό.

Στη μια ογκομετρική φιάλη μεταγγίζουμε τα 100ml διαλύματος H_2SO_4 1M και συμπληρώνουμε με νερό μέχρι τη χαραγή της ογκομετρικής.

Οι μαθητές απαντούν στα ερωτήματα:

- Πόσα ml νερού πρέπει να προσθέσουμε;
- Ποια είναι η συγκέντρωση του διαλύματος που προκύπτει; (0.1M)

Φτιάχνουμε την ετικέτα H_2SO_4 0.1M με την επιλογή μετονομασία

Στη άλλη ογκομετρική φιάλη μεταγγίζουμε τα 100ml διαλύματος NaOH 3M και προσθέτουμε 900ml νερό.

Οι μαθητές βρίσκουν τη συγκέντρωση του νέου – αραιωμένου διαλύματος. (0.3M)

Όπως προηγούμενα κάνουμε την ετικέτα NaOH 0.3M

Εκτέλεση του πειράματος. Επεξεργασία των πειραματικών μετρήσεων:

Σε τρία ποτήρια ζέσης των 250ml θερμικά μονωμένα μεταγγίζουμε τους όγκους των διαλυμάτων που φαίνονται στον πίνακα V και συμπληρώνουμε τα κελιά με τις μετρήσεις και τις τιμές που υπολογίζουν οι μαθητές.

Πίνακας V($H_2SO_4 + NaOH$)

$V_{H_2SO_4}$ (ml)	V_{NaOH} (ml)	$n_{H_2SO_4}$	n_{NaOH}	θ_T ($^{\circ}C$)	$\Delta\theta$ ($^{\circ}C$)	Q(KJ)	ΔH (KJ/mol) *
100	100						
100	50						
50	100						

*Η ενθαλπία σε KJ ανά mol σχηματιζόμενου νερού

Ερωτήσεις:

1. Η ενθαλπία εξουδετέρωσης ισχυρού οξέος με ισχυρή βάση εξαρτάται από τις ποσότητες των σωμάτων που αντιδρούν;
2. Η ενθαλπία εξουδετέρωσης ασθενούς οξέος με ισχυρή βάση είναι ίση με την ενθαλπία εξουδετέρωσης ισχυρού οξέος με ισχυρή βάση; Αν όχι, πώς εξηγείται;
3. Η εξουδετέρωση είναι φαινόμενο ενδόθερμο ή εξώθερμο;
4. Ο ιοντισμός είναι φαινόμενο ενδόθερμο ή εξώθερμο;
5. Η θερμότητα που εκλύεται εξαρτάται από τις ποσότητες των σωμάτων που αντιδρούν;
6. Η ενθαλπία εξουδετέρωσης ισχυρού οξέος με ισχυρή βάση εξαρτάται από το ποιο είναι το ισχυρό οξύ και ποια η ισχυρή βάση;
7. Η ενθαλπία εξουδετέρωσης ισχυρού οξέος με ασθενή βάση εξαρτάται από το ποια είναι η ασθενής βάση; Πώς το δικαιολογείται;

3

ΠΟΤΕ Ο ΙΟΝΤΙΣΜΟΣ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ ΕΠΗΡΕΑΖΕΙ ΤΟ ΡΗ ΔΙΑΛΥΜΑΤΟΣ:

Εμπλεκόμενες γνωστικές περιοχές:

Χημεία Θετικής Κατεύθυνσης Γ Λυκείου. 3^ο Κεφάλαιο – Ιοντική Ισορροπία.

Σκοπός και στόχοι:

Χρησιμοποιώντας το Iridium θα επαληθεύσουμε το ακόλουθο συμπέρασμα του παραδείγματος 3.4 του σχολικού βιβλίου:

« Κατά τη μελέτη ιοντικών διαλυμάτων θα γράφουμε την αντίδραση ιοντισμού του νερού, μόνο στην περίπτωση που έχουμε (H_3O^+) από το οξύ μικρότερη από $10^{-6} M$ ή (OH^-) από τη βάση μικρότερη από $10^{-6} M$ »

Πολλοί μαθητές δυσκολεύονται να το κατανοήσουν. Η επίλυση των εξισώσεων είναι δύσκολη και ανούσια. Χρησιμοποιώντας στη διδασκαλία το λογισμικό «πειραματιζόμαστε», έστω εικονικά, οι μαθητές καταλήγουν μόνοι τους στο προηγούμενο συμπέρασμα και σίγουρα το εμπνέδωνουν αποτελεσματικότερα.

Ταυτόχρονα εξοικειώνονται με τις αραιώσεις διαλυμάτων και κατανοούν σε βάθος τις μεταβολές των μεγεθών ΡΗ, (H_3O^+), (OH^-). Παρατηρούν και ερμηνεύουν τις μεταβολές του ΡΗ και των άλλων μεγεθών διαλύματος ισχυρού οξέος ή ισχυρής βάσης με την αραιώση.

3.1 Αραίωση οξίνου διαλύματος (HCl)

Περιγραφή της διαδικασίας:

Από τα ντουλάπια του εικονικού εργαστηρίου βγάζουμε διάλυμα HCl 0.1 M, ογκομετρικές φιάλες των 1000 ml και αποσταγμένο νερό για να κάνουμε τις διαδοχικές αραιώσεις.

Σε ογκομετρική φιάλη των 1000 ml μεταγγίζουμε 10 ml διαλύματος HCl 0.1 M και προσθέτουμε 90 ml νερό οπότε παρασκευάσαμε το διάλυμα HCl $10^{-2}M$. Στο διάλυμα αυτό προσθέτουμε άλλα 900 ml νερό και παρασκευάζουμε το διάλυμα HCl $10^{-3}M$.

Παίρνουμε 10 ml από το προηγούμενο διάλυμα ($10^{-3}M$) και ακολουθούμε την ίδια διαδικασία, μέχρι να παρασκευάσουμε το διάλυμα με συγκέντρωση $10^{-6} M$. Από εδώ και πέρα, επειδή χρειαζόμαστε περισσότερες μετρήσεις καλό είναι να διπλασιάζουμε κάθε φορά τον όγκο

υποδιπλασιάζοντας τις συγκεντρώσεις.

Από όλα τα διαλύματα που παρασκευάζουμε μετράμε το PH και την ολική συγκέντρωση $(\text{H}_3\text{O}^+)_{\text{ολ}}$. Υπολογίζουμε τη συγκέντρωση $(\text{H}_3\text{O}^+)_{\text{οξ}}$ που προέρχεται από τον ιοντισμό του οξέος και συμπληρώνουμε τον Πίνακα I

H $(\text{H}_3\text{O}^+)_{\text{ολ}}$, η $(\text{OH}^-)_{\text{ολ}}$ και το PH δίνονται από το λογισμικό. Οι μαθητές υπολογίζουν τις $(\text{H}_3\text{O}^+)_{\text{οξ}}$ και $(\text{OH}^-)_{\text{βασ}}$. $((\text{OH}^-)_{\text{βασ}}$ είναι η συγκέντρωση των OH^- που προέρχονται από τη διάσταση της βάσης)

(Έχει συμπληρωθεί ενδεικτικά η στήλη με συγκέντρωση $0,5 \cdot 10^{-6} \text{ M}$)

Πίνακας I (διαδοχικές αραιώσεις διαλυμάτων HCl)

Συγκέντρωση HCl (M)	PH	$(\text{H}_3\text{O}^+)_{\text{ολ}}$	$(\text{H}_3\text{O}^+)_{\text{οξ}}$
10^{-1}			
10^{-2}			
10^{-3}			
10^{-4}			
10^{-5}			
10^{-6}			
$0,5 \cdot 10^{-6}$	6,28	$5,19 \cdot 10^{-7}$	$5,0 \cdot 10^{-7}$
$0,25 \cdot 10^{-6}$			
$0,125 \cdot 10^{-6}$			
10^{-7}			
10^{-8}			

3.2 Αραίωση βασικού διαλύματος (NaOH)

Η ίδια διαδικασία μπορεί να γίνει και με διάλυμα NaOH 0.1M. Μετράμε το PH, την ολική συγκέντρωση (OH⁻)ολ. , υπολογίζουμε το POH, τη συγκέντρωση (OH⁻)βασ. που προέρχεται από τη διάσταση της βάσης και συμπληρώνουμε τον Πίνακα II.

Πίνακας II (διαδοχικές αραιώσεις διαλυμάτων NaOH)

Συγκέντρωση NaOH (M)	PH	POH	(OH ⁻) ολ	(OH ⁻)βασ
10 ⁻¹				
10 ⁻²				
10 ⁻³				
10 ⁻⁴				
10 ⁻⁵				
10 ⁻⁶				
0,5. 10 ⁻⁶				
0,25. 10 ⁻⁶				
0,125. 10 ⁻⁶				
10 ⁻⁷				
10 ⁻⁸				

Ερωτήσεις:

Να χαρακτηριστούν σα σωστές ή λανθασμένες οι προτάσεις:

1. Υδατικό διάλυμα HCl συγκέντρωσης 10⁻⁸ M στους 25°C έχει PH = 8. (Εξετάσεις 2003)
2. Το PH υδατικού διαλύματος NaOH συγκέντρωσης 10⁻⁸ M είναι 6. (Εξετάσεις 2011)
3. Κατά την αρραίωση διαλύματος ισχυρού οξέος:
 - I) Αυξάνεται το PH και μειώνεται η συγκέντρωση OH⁻
 - II) Μειώνεται το PH και αυξάνεται η συγκέντρωση H₃O⁺
 - III) Αυξάνεται το PH και μειώνεται η συγκέντρωση H₃O⁺
 - IV) Μειώνεται το POH και αυξάνεται η συγκέντρωση H₃O⁺
 - V) Μειώνεται το PH και μειώνεται η συγκέντρωση H₃O⁺
 - VI) Μειώνεται το POH, αυξάνεται η συγκέντρωση OH⁻ και μειώνεται η συγκέντρωση H₃O⁺
4. Κατά την αρραίωση διαλύματος ισχυρής βάσης:

- I) Μειώνεται το PH και μειώνεται η συγκέντρωση H_3O^+
- II) Αυξάνεται το POH και μειώνεται η συγκέντρωση OH^-
- III) Αυξάνεται η συγκέντρωση H_3O^+ , μειώνεται το PH και αυξάνεται συγκέντρωση OH^-
- IV) Μειώνεται το PH και αυξάνεται η συγκέντρωση H_3O^+

4

ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΕΠΙΔΡΑΣΗΣ ΤΗΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ ΣΤΙΣ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΕΙΣ ΤΩΝ ΙΟΝΤΩΝ, ΣΤΟ ΡΗ ΔΙΑΛΥΜΑΤΟΣ ΚΑΙ ΣΤΙΣ ΣΤΑΘΕΡΕΣ ΙΟΝΤΙΣΜΟΥ K_a , K_b , K_w

Εμπλεκόμενες γνωστικές περιοχές:

Χημεία Θετικής Κατεύθυνσης Γ Λυκείου. Κεφάλαιο 3 – Ιοντική Ισορροπία.

Σκοπός και Στόχοι:

Στη σελίδα 102 του σχολικού βιβλίου αναφέρεται: «Η K_w , όπως γενικώς συμβαίνει στις σταθερές ισορροπίας αραιών υδατικών διαλυμάτων μεταβάλλεται μόνο με τη θερμοκρασία. Μάλιστα αυξάνεται με τη αύξηση της θερμοκρασίας, καθώς οι αντιδράσεις ιοντισμού είναι ενδόθερμες». Το πώς η θερμοκρασία επηρεάζει τις σταθερές K_a , K_b , K_w , το ΡΗ, τις συγκεντρώσεις ιόντων κ.α. είναι δυσνόητα θέματα για τους μαθητές. Αρκετοί μαθητές καταφεύγουν στην αποστήθιση και γρήγορα τα ξεχνούν, ουσιαστικά δεν τα μαθαίνουν ποτέ.

Στο συγκεκριμένο εικονικό πείραμα οι μαθητές έχουν τη δυνατότητα να δουν και να μετρήσουν τις μεταβολές και έτσι να επαληθεύσουν και να εμπεδώσουν καλύτερα αυτά που διδάσκονται θεωρητικά στον πίνακα. Η μελέτη αυτή είναι σχεδόν αδύνατο να γίνει με πραγματικό πείραμα στο σχολικό εργαστήριο.

Περιγραφή της διαδικασίας:

- Μεταφέρουμε ποσότητες των διαλυμάτων στον πάγκο εργασίας.
- Κάνουμε δεξί κλικ πάνω στο διάλυμα και επιλέγουμε θερμικές ιδιότητες > θερμοκρασία (πληκτρολογούμε) > απομονωμένο από το περιβάλλον.
- Οι συγκεντρώσεις των ιόντων φαίνονται στον πίνακα που βρίσκεται κάτω από τις μπάρες (πάνω δεξιά στην επιφάνεια εργασίας), η θερμοκρασία και το ΡΗ κάτω δεξιά.
- Οι μαθητές συμπληρώνουν τις στήλες με τις «μετρήσεις» και υπολογίζουν τις σταθερές ιοντισμού στις διαφορετικές θερμοκρασίες.
- Συγκρίνουν τις τιμές, ερμηνεύουν και απαντούν στις ερωτήσεις.

4.1 Επίδραση της θερμοκρασίας στον ιοντισμό του H₂O

1^ο Πείραμα

Σε ποτήρι ζέσης προσθέτουμε κάποια ποσότητα, έστω 200ml, νερού. Στη συνέχεια με δεξί κλικ στο ποτήρι επιλέγουμε θερμικές ιδιότητες , θερμοκρασία και απομονωμένο από το περιβάλλον. Καταγράφουμε τις μετρήσεις και συμπληρώνουμε τον Πίνακα Ι.

Πίνακας Ι (H₂O)

Θερ/σία °C	PH	(H ₃ O ⁺) M	(OH ⁻) M	K _w
40				
25				
10				

2^ο Πείραμα

Στο ποτήρι ζέσης με το νερό, επιλέγουμε θερμικές ιδιότητες και παύουμε την εντολή «μονωμένο από το περιβάλλον». Σύντομα θα αποκτήσει τη θερμοκρασία περιβάλλοντος 25°C.

Μεταφέρουμε το ποτήρι πάνω από το λύχνο. Με τα βέλη που εμφανίζονται, ανάβουμε το λύχνο και αυξομειώνουμε την ένταση της φλόγας. Παρατηρούμε τις μεταβολές του PH, και των συγκεντρώσεων ιόντων και μορίων καθώς μεταβάλλεται η θερμοκρασία.

Ερωτήσεις:

- Τι παρατηρείτε για τις συγκεντρώσεις (H₃O⁺), (OH⁻) και για την K_w ;
- Τι φαινόμενο είναι ο ιοντισμός του νερού ενδόθερμο ή εξώθερμο;
- Το PH καθαρού νερού είναι 7.3. Πως εξηγείται αυτό;
- Στους 80°C το καθαρό νερό είναι όξινο, βασικό ή ουδέτερο; (Εξετάσεις .2013)
- Στους 80°C το καθαρό νερό έχει PH μεγαλύτερο του 7, 7 ή μικρότερο του 7; Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.
- Στους 15°C, στο καθαρό νερό, οι συγκεντρώσεις των ιόντων H₃O⁺ και OH⁻ είναι ίσες ή όχι και γιατί;

4.2 Επίδραση της θερμοκρασίας στο PH διαλύματος NaCl και σύγκριση με τα προηγούμενα.

1^ο Πείραμα

Για να παρασκευάσουμε διάλυμα NaCl 0,1M εργαζόμαστε ως εξής: Μεταφέρουμε από το ντουλάπι που περιέχει τα στερεά στον πάγκο εργασίας το NaCl. Επίσης μεταφέρουμε το ζυγό μια κάψα ζύγισης και μία ογκομετρική φιάλη των 1000ml. Τοποθετούμε την κάψα ζύγισης στο ζυγό και μηδενίζουμε. Μετακινούμε το δοχείο με το NaCl πάνω από την κάψα ζύγισης και προσθέτουμε 5.85 g στερεού NaCl. Στη συνέχεια το μεταφέρουμε στην ογκομετρική φιάλη και προσθέτουμε και 1000ml H₂O. Με δεξί κλικ στην ογκομετρική φιάλη επιλέγουμε θερμικές ιδιότητες , θερμοκρασία και απομονωμένο από το περιβάλλον. Συμπληρώνουμε τον Πίνακα II.

Πίνακας II (NaCl)

Θερ/σία °C	PH	(H ₃ O ⁺) M	(OH ⁻) M	K _w	(Na ⁺) M	(Cl ⁻) M
40						
25						
10						

2^ο Πείραμα

Μεταγγίζουμε 200 ml διαλύματος από την κωνική φιάλη σε ποτήρι ζέσης. Φροντίζουμε να μην είναι μονωμένο από το περιβάλλον. Μεταφέρουμε το ποτήρι πάνω από το λύχνο. Με τα βέλη που εμφανίζονται, ανάβουμε το λύχνο και αυξομειώνουμε την ένταση της φλόγας. Παρατηρούμε τις μεταβολές του PH, και των συγκεντρώσεων ιόντων και μορίων με τη μεταβολή της θερμοκρασίας.

Ερωτήσεις:

- Η παρουσία του NaCl επηρεάζει το PH;
- Η K_w επηρεάζεται από το NaCl;
- Γιατί οι συγκεντρώσεις (Na⁺) και (Cl⁻) δεν μεταβάλλονται;
- Αναφερόμενοι σε διάλυμα NaCl στους 70°C: 1) το PH του διαλύματος είναι μεγαλύτερο του 7, 7 ή μικρότερο του 7; 2) Το διάλυμα είναι όξινο, ουδέτερο ή βασικό; 3) Είναι οι συγκεντρώσεις των ιόντων H₃O⁺ και OH⁻ ίσες ή όχι και γιατί;

4.3 Επίδραση τη θερμοκρασία τον ιοντισμό ασθενούς οξέος, έστω HCN

Στο ντουλάπι με τα ασθενή οξέα υπάρχει διάλυμα HCN 1M, το επιλέγουμε και το μεταφέρουμε στον πάγκο εργασίας. Ακολουθώντας την προηγούμενη διαδικασία συμπληρώνουμε τον Πίνακα III.

Πίνακας III (HCN)

Θερ/σία °C	PH	(H ₃ O ⁺) M	(OH ⁻) M	K _w	(HCN) M	(CN ⁻) M	K _a
40							
25							
10							

Ερωτήσεις:

- Η K_w επηρεάζεται από την παρουσία του HCN;
- Πως μεταβάλλεται η K_a του HCN με τη μεταβολή της θερμοκρασίας;
- Ο ιοντισμός του HCN είναι φαινόμενο εξώθερμο ή ενδόθερμο; Πως προκύπτει αυτό από τις τιμές της K_a που υπολογίσατε;

4.4 Επίδραση της θερμοκρασίας στον ιοντισμό ασθενούς βάσης, έστω NH₃

Στο ντουλάπι με τα ασθενή οξέα υπάρχει διάλυμα NH₃ 1M, το επιλέγουμε και το μεταφέρουμε στον πάγκο εργασίας. Ακολουθώντας την προηγούμενη διαδικασία συμπληρώνουμε τον Πίνακα IV.

Πίνακας IV (NH₃)

Θερ/σία °C	PH	(H ₃ O ⁺) M	(OH ⁻) M	K _w	(NH ₃) M	(NH ₄ ⁺) M	K _b
40							
25							
10							

Ερωτήσεις:

- Η K_w επηρεάζεται από την παρουσία της NH_3 ;
- Πως μεταβάλλεται η K_b της NH_3 με τη μεταβολή της θερμοκρασίας;

4.5 Επίδραση της θερμοκρασίας στο ΡΗ διαλύματος ισχυρού οξέος, έστω HCl

Στο ντουλάπι με τα ισχυρά οξέα υπάρχει διάλυμα HCl 1M, το επιλέγουμε και το μεταφέρουμε στον πάγκο εργασίας. Ακολουθώντας την προηγούμενη διαδικασία συμπληρώνουμε τον Πίνακα V.

Πίνακας V (HCl)

Θερ/σία °C	PH	(H ₃ O ⁺) M	(OH ⁻) M	K _w	(Cl ⁻) M
40					
25					
10					

- Τι παρατηρείτε για τη συγκέντρωση (Cl⁻) και πως το εξηγείτε;

4.6 Επίδραση της θερμοκρασίας στο ΡΗ διαλύματος ισχυρής βάσης, έστω NaOH

Στο ντουλάπι με τις ισχυρές βάσεις υπάρχει διάλυμα NaOH 1M, το επιλέγουμε και το μεταφέρουμε στον πάγκο εργασίας. Ακολουθώντας την προηγούμενη διαδικασία συμπληρώνουμε τον Πίνακα VI.

Πίνακας VI (NaOH)

Θερ/σία °C	PH	(H ₃ O ⁺) M	(OH ⁻) M	K _w	(Na ⁺) M
40					
25					
10					

- Τι παρατηρείτε για τη συγκέντρωση (Na⁺) και πως το εξηγείτε;

Ερωτήσεις:

1. Με τη μείωση της θερμοκρασίας προς ποια κατεύθυνση μετατοπίζεται μια αντίδραση ιοντισμού;
2. Πως μεταβάλλεται ο βαθμός ιοντισμού με την αύξηση της θερμοκρασίας;
3. Οι σταθερές K_a , K_b και K_w πως μεταβάλλονται με την αυξομείωση της θερμοκρασίας;
4. Γιατί στα διαλύματα HCl , $NaCl$ και $NaOH$ οι συγκεντρώσεις (Na^+) και (Cl^-) δεν μεταβάλλονται με τη μεταβολή της θερμοκρασίας;
5. Μπορεί το pH διαλύματος να είναι μικρότερο του 0 και μεγαλύτερο του 14;
6. Είναι δυνατό το pH ουδέτερου διαλύματος να είναι μεγαλύτερο ή μικρότερο του 7 και σε ποιες περιπτώσεις;
7. Να χαρακτηριστούν σα σωστές ή λανθασμένες οι προτάσεις:
 - A) Στη θερμοκρασία $37^\circ C$ τα ουδέτερα υδατικά διαλύματα έχουν pH μικρότερο του 7. (Εξετάσεις 2002)
 - B) Η τιμή της σταθεράς ιοντισμού του νερού K_w αυξάνεται με την αύξηση της θερμοκρασίας. (Εξετάσεις 2009)
 - Γ) Το pH του καθαρού νερού εξαρτάται από τη θερμοκρασία. (Εξετάσεις 2009)
 - Δ) Επειδή η αντίδραση ιοντισμού είναι ενδόθερμη, η τιμή της σταθεράς ιοντισμού K_a ενός ασθενούς οξέος μειώνεται με την αύξηση της θερμοκρασίας. (Εξετάσεις 2004)
 - E) Το καθαρό H_2O στους $80^\circ C$ είναι όξινο. Να αιτιολογηθεί η απάντηση. (Εξετάσεις 2013)
- ΣΤ) Με τη μείωση της θερμοκρασίας υδατικού διαλύματος $NaCl$ το διάλυμα γίνεται βασικό. Να αιτιολογηθεί η απάντηση.
8. Δίνεται αραιό υδατικό διάλυμα ασθενούς οξέος HA , θερμοκρασίας $25^\circ C$. Να προβλέψετε αν ο βαθμός ιοντισμού του οξέος HA αυξάνεται, μειώνεται ή παραμένει σταθερός όταν:
 - i. Ελαττωθεί η θερμοκρασία του διαλύματος χωρίς μεταβολή του όγκου του.
 - ii. Προσθεθεί ίσος όγκος διαλύματος $NaCl$ θερμοκρασίας $25^\circ C$.
 - iii. Να αιτιολογήσετε τις απαντήσεις σας. (Εξετάσεις 2008)

4.7 Επίδραση της θερμοκρασίας στο PH ρυθμιστικού διαλύματος $\text{NH}_3/\text{NH}_4\text{Cl}$

Θα μελετήσουμε «πειραματικά» το πώς μεταβάλλεται το PH ρυθμιστικού διαλύματος με τη μεταβολή της θερμοκρασίας. Στο λογισμικό δεν υπάρχουν έτοιμα ρυθμιστικά διαλύματα. Θα το παρασκευάσουν οι μαθητές από τα διαθέσιμα αντιδραστήρια. Στο κεφάλαιο 5 αντιμετωπίζονται όλες οι περιπτώσεις παρασκευής ρυθμιστικού διαλύματος.

Θεωρούμε $K_b \text{NH}_3 = 2 \cdot 10^{-5}$ οπότε γίνονται σχετικά εύκολα οι πράξεις και τα αποτελέσματα που προκύπτουν υπολογιστικά είναι κοντά με αυτά που δίνει το λογισμικό. Δίνεται $\log 2 = 0.3$

Διαλύματα που θα χρησιμοποιήσουμε:

Στον πάγκο εργασίας μεταφέρουμε διαλύματα **NaOH 1M** και **NH_3 1M** από μια κωνική φιάλη του με περιεχόμενο 100 ml.

Σε κενή άλλη κωνική φιάλη **παρασκευάζουμε διάλυμα NH_4Cl 0.5M** αναμιγνύοντας ίσους όγκους έστω 50ml διαλυμάτων HCl 1M και NH_3 1M και γράφουμε την ετικέτα του.

Παρασκευή ρυθμιστικού διαλύματος:

Σε ποτήρι ζέσης των 250ml προσθέτουμε 75ml διαλύματος NH_4Cl 0.5M και 25ml διαλύματος NaOH 1M. Έτσι προκύπτει το ρυθμιστικό διάλυμα Δ.

Οι μαθητές υπολογίζουν με τη γνωστή μεθοδολογία το PH του διαλύματος αυτού στους 25°C. (9,6)

Απομονώνουμε θερμικά από το περιβάλλον το ποτήρι ζέσης και το κάνουμε θερμοδόμετρο. (Δεξί κλικ πάνω στο ποτήρι ζέσης, επιλέγουμε θερμικές ιδιότητες, θερμοκρασία (πληκτρολογούμε), απομονωμένο από το περιβάλλον)

Συμπληρώνουμε τον ακόλουθο πίνακα V με τις συγκεντρώσεις των (OH^-) και τις τιμές του PH σε διαφορετικές θερμοκρασίες. Αφού απομονώσαμε θερμικά το ποτήρι ζέσης κάθε φορά μεταβάλλουμε τη θερμοκρασία πληκτρολογώντας τη νέα τιμή και κάνουμε αριστερό κλικ.

Πίνακας V(Μεταβολή του ΡΗ ρυθμιστικού διαλύματος $\text{NH}_3/\text{NH}_4\text{Cl}$ με τη θερμοκρασία)

Θερμοκρασία °C	(OH^-) M	ΡΗ
60		
40		
25		
10		

Ερωτήσεις:

1. Καθώς αυξάνεται η θερμοκρασία του διαλύματος, πως μεταβάλλονται η (OH^-) και το ΡΗ του διαλύματος;
2. Αν δεχθούμε ότι δε διαστέλλεται ο όγκος του διαλύματος οι αρχικές συγκεντρώσεις $\text{C}_{\text{βάσης}}$ και $\text{C}_{\text{οξέος}}$ μεταβάλλονται;
3. Μεταβάλλεται ο λόγος $\text{C}_{\text{βάσης}}/\text{C}_{\text{οξέος}}$ ακόμη και αν δεχθούμε ότι έχουμε διαστολή του όγκου;
4. Πως εξηγείται η μεταβολή της (OH^-) και του ΡΗ του διαλύματος; Ποιο μέγεθος μεταβάλλεται, πως και γιατί;

5

ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΜΕΤΑΒΟΛΗΣ ΤΩΝ ΜΕΓΕΘΩΝ C, PH, POH, (H₃O⁺), nH₃O⁺, (OH⁻), nOH⁻, α ΜΕ ΤΗΝ ΑΡΑΙΩΣΗ ΤΟΥ ΔΙΑΛΥΜΑΤΟΣ

Εμπλεκόμενες γνωστικές περιοχές:

Χημεία Θετικής Κατεύθυνσης Γ Λυκείου, Ιοντική Ισορροπία

Σκοπός και στόχοι:

Πάρα πολύ συχνά οι μαθητές καλούνται να απαντήσουν σε ερωτήσεις ή να επιλύσουν ασκήσεις με αραιώση. Τις φράσεις «προστίθεται νερό ή πολλαπλασιάζεται ο όγκος με προσθήκη νερού ή αραιώνεται έως ότουκ.λ.π.» τις συναντούν σε πάρα πολλά προβλήματα. Παράλληλα τους ζητείται να υπολογίσουν κάποια μεγέθη ή να βρουν τη σχέση κάποιου μεγέθους (συγκέντρωση, βαθμός ιοντισμού, PH κ.α.) στο αρχικό και στο αραιωμένο διάλυμα. Στις προτεινόμενες εδώ “εργαστηριακές ασκήσεις” μελετώνται οι μεταβολές όλων των μεγεθών, σχεδόν όλων των περιπτώσεων αραιώσεων διαλυμάτων της διδακτέας – εξεταστέας ύλης.

Οι μαθητές πειραματίζονται εικονικά και παράλληλα επιλύουν προβλήματα σαν αυτά που τίθενται στις Πανελλαδικές Εξετάσεις. Με τον τρόπο αυτό γίνεται περισσότερο ευχάριστη η διδασκαλία και πιο αποτελεσματική η εμπάθυνση και η κατανόηση της εξεταστέας ύλης.

Αν δεχτούμε $K_{\text{aCH}_3\text{COOH}} = K_{\text{bNH}_3} = 2 \cdot 10^{-5}$, οι τιμές που προκύπτουν υπολογιστικά με τις “πειραματικές μετρήσεις” είναι πολύ κοντινές. Έτσι δίνεται η δυνατότητα στους μαθητές “πειραματιζόμενοι” να επαληθεύουν αυτά που υπολογίζουν και αντίστροφα.

Περιγραφή της διαδικασίας:

Μεταφέρουμε στον πάγκο εργασίας τα διαλύματα και τα σκεύη που χρειαζόμαστε. Σε έτοιμο διάλυμα ή σε διάλυμα που παρασκευάζουμε εμείς προσθέτουμε νερό (αραιώνουμε) και μετράμε τις τιμές του PH και των συγκεντρώσεων ιόντων και μορίων για να συμπληρώσουμε τα κελιά των πινάκων που αντιστοιχούν στις μετρηθείσες (Μετρ/σα) τιμές. Ο τρόπος παρασκευής των διαλυμάτων περιγράφεται στην κάθε περίπτωση ή δίνεται σαν υπολογιστική άσκηση επίλυσης για τους μαθητές. Οι μαθητές υπολογίζουν τα μεγέθη που ζητούνται και συμπληρώνουν τους πίνακες με τις υπολογισθείσες (Υπολ/σα) τιμές. Παρατηρούν, συγκρίνουν, μελετούν και ερμηνεύουν τις μεταβολές των μεγεθών καθώς αραιώνεται ένα διάλυμα .

Απαντούν στις ερωτήσεις και επιλύουν τις ασκήσεις.

5.1 Αραίωση διαλύματος HCl (ισχυρού οξέος).

Από το ντουλάπι με τα ισχυρά οξέα μεταφέρουμε στον πάγκο εργασίας διάλυμα HCl 0,1M (είναι το διάλυμα Δ). Επίσης μεταφέρουμε το δοχείο με το αποσταγμένο νερό και μια ογκομετρική φιάλη των 1000 ml.

Μεταγγίζουμε 10 ml διαλύματος Δ στην ογκομετρική φιάλη και ονομάζουμε Δ1 αυτό το διάλυμα.

Με αριστερό κλικ πάνω στη ογκομετρική φιάλη μετράμε το PH και τις συγκεντρώσεις (H_3O^+), (Cl^-), (OH^-) του Δ1. Με τον ίδιο τρόπο παίρνουμε τις μετρήσεις όλων των διαλυμάτων που παρασκευάζουμε στη συνέχεια. Συμπληρώνουμε τα αντίστοιχα κελιά του πίνακα I.

Στα 10 ml του διαλύματος Δ1 που βρίσκονται στην ογκομετρική φιάλη προσθέτουμε 90 ml νερό και προκύπτει το διάλυμα Δ2. Μετράμε και συμπληρώνουμε τα κελιά με την μετρηθείσα τιμή. Ομοίως και στο διάλυμα Δ3 που παρασκευάζεται με προσθήκη 900 ml νερού στα 100 ml του Δ2.

Οι μαθητές υπολογίζουν και συμπληρώνουν τα κελιά που πρέπει να συμπληρωθούν με τις υπολογισθείσες τιμές. Με nH_3O^+ συμβολίζονται τα mol των ιόντων H_3O^+ και υπολογίζονται από τη σχέση $nH_3O^+ = (H_3O^+) \cdot V$, όπου V ο όγκος του διαλύματος σε L. Με την ίδια διαδικασία υπολογίζονται τα mol των ιόντων OH^- και των ιόντων Cl^- .

Πίνακας I (αραίωση διαλύματος ισχυρού οξέος - HCl)

V (ml)	Δ		Δ1		Δ2		Δ3	
	Υπολ/σα	Μετρ/σα	Υπολ/σα	Μετρ/σα	Υπολ/σα	Μετρ/σα	Υπολ/σα	Μετρ/σα
CM	0,1	-		-		-		-
PH								
POH								
(H_3O^+)								
nH_3O^+		-		-		-		-
(Cl^-)								
nCl^-		-		-		-		-
(OH^-)								
nOH^-								
α								

Ερωτήσεις:

I. Κατά την αραίωση διαλύματος ισχυρού οξέος:

1. Πως μεταβάλλεται το pH και γιατί; Σε ποια τιμή τείνει;
2. Πως μεταβάλλεται η συγκέντρωση των ιόντων (H_3O^+) και η συγκέντρωση των ιόντων (OH^-); Ποιες θα είναι οι τελικές τιμές τους με άπειρη αραίωση;
3. Τα mol των ιόντων οξωνίου H_3O^+ μεταβάλλονται; Να αιτιολογήσετε.
4. Μεταβάλλεται ο βαθμός ιοντισμού ισχυρού οξέος κατά την αραίωση του διαλύματος; Ποια η τιμή του;
5. Τι παρατηρείτε για τις τιμές που μετρήσατε – υπολογίσατε των διαλυμάτων Δ και Δ1; Να αιτιολογήσετε.

II. Να χαρακτηρίσετε σαν σωστές ή λανθασμένες τις ακόλουθες προτάσεις:

1. Κατά τη αραίωση διαλύματος HNO_3 το pH του διαλύματος αυξάνεται γιατί ελαττώνεται ο αριθμός των ιόντων H_3O^+ που βρίσκονται στο διάλυμα.
2. Κατά τη αραίωση διαλύματος $HClO_4$ ο βαθμός ιοντισμού του αυξάνεται διότι ελαττώνεται η συγκέντρωσή του.
3. Υδατικό διάλυμα HNO_3 (Δ1), όγκου V , αραιώνεται σε τριπλάσιο όγκο $4V$ και προκύπτει διάλυμα (Δ2). Η σχέση των συγκεντρώσεων των ιόντων οξωνίου στα δυο διαλύματα είναι: $(H_3O^+)_1 = 1/4 (H_3O^+)_2$. (Όπου $(H_3O^+)_1$ και $(H_3O^+)_2$ οι συγκεντρώσεις στα διαλύματα Δ1 και Δ2 αντίστοιχα)

5.2 Αραίωση διαλύματος CH_3COOH (ασθενούς οξέος).

Μεταφέρουμε στον πάγκο εργασίας, από το ντουλάπι που έχει τα ασθενή οξέα, 100 ml διαλύματος CH_3COOH 1M (διάλυμα Δ). Μεταγγίζουμε 1 ml από το Δ σε ογκομετρική φιάλη και προσθέτοντας 9 ml νερό φτιάχνουμε το διάλυμα Δ1. Με προσθήκη 90 ml νερού στα 10 ml του Δ1 παρασκευάζουμε το Δ2. Προσθέτουμε στο Δ2 900 ml νερό και φτιάχνουμε το Δ3.

Πριν αραιώσουμε κάποιο διάλυμα μετράμε τα μεγέθη που χρειάζονται για να συμπληρωθεί ο πίνακας II και καταγράφουμε τις τιμές στα κελιά που αντιστοιχούν στις μετρηθείσες τιμές.

Τα υπόλοιπα κελιά συμπληρώνονται υπολογιστικά από τους μαθητές. Στον πίνακα αυτό υπολογίζεται επιπλέον και η σταθερά ιοντισμού K_a του οξέος. Μεταξύ των τιμών που «μετράμε» και αυτών που υπολογίζουμε είναι φυσικό να υπάρχει μια μικρή απόκλιση. (Δεχόμαστε, για ευκολία στις πράξεις, ότι $K_a(CH_3COOH) = 2 \cdot 10^{-5}$)

Πίνακας II (αραίωση διαλύματος ασθενούς οξέος - CH₃COOH)

	Δ		Δ1		Δ2		Δ3	
V (ml)	1		10		100		1000	
	Υπολ/σα	Μετρ/σα	Υπολ/σα	Μετρ/σα	Υπολ/σα	Μετρ/σα	Υπολ/σα	Μετρ/σα
CM	1	-		-		-		-
PH								
POH								
(H ₃ O ⁺)								
nH ₃ O ⁺		-		-		-		-
(OH ⁻)								
nOH ⁻		-		-		-		-
α		-		-		-		-
Ka		-		-		-		-

Ερωτήσεις:

- Κατά την αραίωση διαλύματος ασθενούς οξέος πως μεταβάλλεται η συγκέντρωση ιόντων οξωνίου (H₃O⁺), ο βαθμός ιοντισμού α και το PH του διαλύματος; Να αιτιολογήσετε τις απαντήσεις σας υπολογιστικά.
- Κατά την αραίωση διαλύματος ασθενούς οξέος, τα mol των ιόντων οξωνίου nH₃O⁺ μεταβάλλονται; Να αιτιολογήσετε.
- Να χαρακτηρίσετε τις επόμενες προτάσεις σαν σωστές ή λανθασμένες:
 - Κατά την αραίωση διαλύματος ασθενούς οξέος ο βαθμός ιοντισμού αυξάνεται. Αυτό εξηγείται ως εξής: Κατά την αραίωση προσθέτουμε νερό, η συγκέντρωση του νερού μεγαλώνει και η ισορροπία ιοντισμού του ασθενούς οξέος μετατοπίζεται προς τα δεξιά.
 - Αραιώνοντας διάλυμα ασθενούς οξέος, υπό σταθερή θερμοκρασία, η Ka του οξέος δεν μεταβάλλεται.
 - Υδατικό διάλυμα CH₃COOH (Δ1), όγκου V, αραιώνεται σε τριπλάσιο όγκο 3V και προκύπτει διάλυμα (Δ2). Η σχέση των συγκεντρώσεων των ιόντων οξωνίου στα δυο διαλύματα είναι: (H₃O⁺)₁ = 3 (H₃O⁺)₂. (Όπου (H₃O⁺)₁ και (H₃O⁺)₂ οι συγκεντρώσεις στα διαλύματα Δ1 και Δ2 αντίστοιχα)
 - Κατά την αραίωση διαλύματος HCOOH (ασθενές οξύ) ο βαθμός ιοντισμού

του αυξάνει και η συγκέντρωση των ιόντων οξωνίου (H_3O^+) μικραίνει.

- ν) Κατά την αραιώση διαλύματος ασθενούς οξέος ο βαθμός ιοντισμού αυξάνει και αυξάνει και ο αριθμός mol των ιόντων οξωνίου H_3O^+ .

4. Διαθέτουμε υδατικό διάλυμα CH_3COOH $\Delta 1$, όγκου V_1 και βαθμού ιοντισμού α_1 . Το διάλυμα $\Delta 1$ αραιώνεται με νερό ίδιας θερμοκρασίας και προκύπτει διάλυμα $\Delta 2$, όγκου V_2 και βαθμού ιοντισμού α_2

α. Για τους βαθμούς ιοντισμού α_1 και α_2 ισχύει:

- 1) $\alpha_1 < \alpha_2$ 2) $\alpha_1 > \alpha_2$ 3) $\alpha_1 = \alpha_2$

Να επιλέξετε τη σωστή από τις παραπάνω σχέσεις.

Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

β. Στο διάλυμα $\Delta 1$ προστίθεται στερεό CH_3COONa , χωρίς να μεταβληθούν ο όγκος και η θερμοκρασία του διαλύματος, και προκύπτει διάλυμα $\Delta 3$ με βαθμό ιοντισμού α_3 .

Ο βαθμός ιοντισμού α_3 είναι μικρότερος, μεγαλύτερος ή ίσος με τον βαθμό ιοντισμού α_1 του διαλύματος $\Delta 1$; (Εξετάσεις 2009)

5.3 Αραίωση διαλύματος NaOH (ισχυρής βάσης)

Από το ντουλάπι με τις ισχυρές βάσεις μεταφέρουμε στον πάγκο εργασίας διάλυμα NaOH 0,1M (είναι το διάλυμα Δ). Μεταγγίζουμε 10 ml διαλύματος Δ στην ογκομετρική φιάλη και ονομάζουμε $\Delta 1$ αυτό το διάλυμα. Στα 10 ml του διαλύματος $\Delta 1$ που βρίσκονται στην ογκομετρική φιάλη προσθέτουμε 90 ml νερό και προκύπτει το διάλυμα $\Delta 2$. Ομοίως και στο διάλυμα $\Delta 3$ που παρασκευάζεται με προσθήκη 900 ml νερού στα 100 ml του $\Delta 2$.

Πριν από κάθε αραιώση παίρνουμε τις μετρήσεις του διαλύματος για να συμπληρώσουμε τον πίνακα III.

Πίνακας III (αραίωση διαλύματος ισχυρής βάσης - NaOH)

	Δ		$\Delta 1$		$\Delta 2$		$\Delta 3$	
V (ml)			10		100		1000	
	Υπολ/σα	Μετρ/σα	Υπολ/σα	Μετρ/σα	Υπολ/σα	Μετρ/σα	Υπολ/σα	Μετρ/σα
CM	0,1	-		-		-		-
PH								
POH								
(H ₃ O ⁺)								
nH ₃ O ⁺		-		-		-		-
(Na ⁺)								
nNa ⁺		-		-		-		-
(OH ⁻)								
nOH ⁻								
α								

Ερωτήσεις:

I. Κατά την αραίωση διαλύματος ισχυρής βάσης:

1. Πως μεταβάλλονται το PH και το POH; Σε ποια τιμή τείνουν;
2. Πως μεταβάλλεται η συγκέντρωση των ιόντων (H₃O⁺) και η συγκέντρωση των ιόντων (OH⁻); Ποιες θα είναι οι τελικές τιμές τους με άπειρη αραίωση;
3. Τα mol των ιόντων nOH⁻ μεταβάλλονται; Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας..
4. Μεταβάλλεται ο βαθμός διάστασης του NaOH κατά την αραίωση του διαλύματος; Ποια η τιμή του;
5. Πως μεταβάλλονται τα mol των ιόντων νατρίου nNa⁺ και πως η συγκέντρωση των ιόντων αυτών (Na⁺);
6. Τι παρατηρείτε για τις τιμές που μετρήσατε – υπολογίσατε των διαλυμάτων Δ και $\Delta 1$; Να αιτιολογήσετε.

5.4 Αραίωση διαλύματος NH₃ (ασθενούς βάσης)

Παίρνουμε, από το ντουλάπι που έχει τις ασθενείς βάσεις, 100 ml διαλύματος NH_3 1M (διάλυμα Δ). Μεταγγίζουμε 1 ml από το Δ σε ογκομετρική φιάλη, προσθέτουμε 9 ml νερό και φτιάχνουμε το διάλυμα Δ1. Με προσθήκη 90 ml νερού στα 10 ml του Δ1 παρασκευάζουμε το Δ2. Προσθέτουμε στο Δ2 900 ml νερό και φτιάχνουμε το Δ3.

Πριν αραιώσουμε κάποιο διάλυμα μετράμε τα μεγέθη που χρειάζονται για να συμπληρωθεί ο πίνακας IV και καταγράφουμε τις τιμές στα κελιά που αντιστοιχούν στις μετρηθείσες τιμές.

Τα υπόλοιπα κελιά συμπληρώνονται υπολογιστικά από τους μαθητές.

(Δεχόμαστε $K_b\text{NH}_3=2 \cdot 10^{-5}$)

Πίνακας IV (αραίωση διαλύματος ασθενούς βάσης - NH_3)

	Δ		Δ1		Δ2		Δ3	
V (ml)			10		100		1000	
	Υπολ/σα	Μετρ/σα	Υπολ/σα	Μετρ/σα	Υπολ/σα	Μετρ/σα	Υπολ/σα	Μετρ/σα
CM	1	-		-		-		-
PH								
POH								
(H_3O^+)								
n H_3O^+		-		-		-		-
(OH^-)								
n OH^-								
α								
Kb								

Ερωτήσεις:

1. Κατά την αραιώση διαλύματος ασθενούς βάσης:

- Πως μεταβάλλονται το PH και το POH; Σε ποια τιμή τείνουν;
- Πως μεταβάλλεται η συγκέντρωση των ιόντων (H_3O^+) και η συγκέντρωση των ιόντων (OH^-); Ποιες θα είναι οι τελικές τιμές τους με άπειρη αραιώση;
- Τα mol των ιόντων n OH^- μεταβάλλονται; Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας..
- Μεταβάλλεται ο βαθμός ιοντισμού της NH_3 κατά την αραιώση διαλύματός της;

2..Ποια από τις παρακάτω προτάσεις ισχύει όταν υδατικό διάλυμα NH_3 αραιώνεται με νερό σε

σταθερή θερμοκρασία;

- α. Η τιμή της σταθεράς K_b μειώνεται.
- β. Ο βαθμός ιοντισμού της NH_3 αυξάνεται.
- γ. Το pH του διαλύματος αυξάνεται.
- δ. Η συγκέντρωση του διαλύματος της NH_3 αυξάνεται.

(Εξετάσεις 2003)

3. Υδατικό διάλυμα NH_3 όγκου V (διάλυμα $\Delta 1$) αραιώνεται με νερό και προκύπτει διάλυμα όγκου $2V$ (διάλυμα $\Delta 2$).

α) Να χαρακτηρίσετε την παρακάτω πρόταση ως σωστή ή λανθασμένη:

Η συγκέντρωση των ιόντων OH^- στο διάλυμα $\Delta 2$ είναι διπλάσια από τη συγκέντρωση των ιόντων OH^- στο διάλυμα $\Delta 1$. Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

Η θερμοκρασία παραμένει σταθερή και ισχύουν οι γνωστές προσεγγίσεις.

β) Στο διάλυμα $\Delta 1$ προστίθεται μικρή ποσότητα στερεού υδροξειδίου του νατρίου ($NaOH$) χωρίς μεταβολή όγκου και προκύπτει διάλυμα $\Delta 3$.

Να χαρακτηρίσετε την παρακάτω πρόταση ως σωστή ή λανθασμένη:

Η συγκέντρωση των ιόντων NH_4^+ στο διάλυμα $\Delta 3$ είναι μεγαλύτερη από τη συγκέντρωση των ιόντων NH_4^+ στο διάλυμα $\Delta 1$.

Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας. Η θερμοκρασία παραμένει σταθερή.

(Εξετάσεις 2008)

5.5 Αραίωση Ρυθμιστικού Διαλύματος ($\text{CH}_3\text{COOH} / \text{CH}_3\text{COONa}$)

Παρασκευή του ρυθμιστικού διαλύματος:

Από τα εرمάρια που περιέχουν τα αντιδραστήρια παίρνουμε διαλύματα CH_3COOH 1M και NaOH 1M.

- Με ποια αναλογία όγκων πρέπει να αναμειχθούν αυτά τα διαλύματα για να παρασκευαστεί διάλυμα με $\text{PH}=5$; ($K_a=2 \cdot 10^{-5}$) (3/2)
- Ποιους όγκους πρέπει να χρησιμοποιήσουμε για να παρασκευάσουμε 100 ml διαλύματος; (60 ml, 40 ml)

(Οι μαθητές απαντούν στα προηγούμενα ερωτήματα υπολογιστικά, εργαζόμενοι με τη μεθοδολογία που έχουν διδαχθεί. Αποφασίζουν, μετά από διερεύνηση, ότι το τελικό διάλυμα Δ είναι ρυθμιστικό.)

«Πειραματικό μέρος:»

Σε ποτήρι ζέσης των 250 ml ρίχνουμε 60 ml διαλύματος CH_3COOH 1M και 40 ml διαλύματος NaOH 1M για να παρασκευάσουμε το διάλυμα Δ.

Πριν αραιώσουμε κάποιο διάλυμα, όπως περιγράφεται παρακάτω, μετράμε το PH και τις συγκεντρώσεις για να συμπληρώσουμε τούς πίνακες V, V1 και V2.

Μεταγγίζουμε 20 ml του διαλύματος Δ στην ογκομετρική φιάλη των 1000 ml, έστω ότι είναι το διάλυμα Δ1. Προσθέτουμε στα 20 ml του Δ1 180 ml H_2O και παρασκευάζουμε το διάλυμα Δ2. Στη συνέχεια προσθέτουμε μέχρι τη χαραγή της ογκομετρικής H_2O και φτιάχνουμε το Δ3.

Σε κενή ογκομετρική φιάλη μεταγγίζουμε 1 ml του διαλύματος Δ3, προσθέτουμε 9 ml H_2O και παρασκευάζουμε το Δ4. Στο Δ4 προσθέτουμε 90 ml H_2O για να πάρουμε το Δ5 και από αυτό με προσθήκη 900 ml H_2O παίρνουμε το Δ6. Ακολουθούμε την ίδια διαδικασία, ξεκινώντας με 1 ml του Δ6 και δεκαπλασιάζοντας κάθε φορά τον όγκο, παρασκευάζουμε τα διαλύματα Δ7, Δ8, Δ9.

Πίνακας V (πεπερασμένη αραίωση ρυθμιστικού διαλύματος)

	Δ		$\Delta 1$		$\Delta 2$		$\Delta 3$	
V (ml)	100		20		200		1000	
	Υπολ/σα	Μετρ/σα	Υπολ/σα	Μετρ/σα	Υπολ/σα	Μετρ/σα	Υπολ/σα	Μετρ/σα
C_{CH_3COOH}		-		-		-		-
C_{CH_3COONa}		-						
PH								
POH								
(H_3O^+)								
nH_3O^+		-		-		-		-
(OH^-)								
nOH^-		-		-		-		-
α_{CH_3COOH}		-		-		-		-
(Na^+)								
nNa^+		-		-		-		-

Πίνακας V1 (άπειρη αραίωση ρυθμιστικού διαλύματος)

	$\Delta 3$		$\Delta 4$		$\Delta 5$		$\Delta 6$	
V (ml)	1		10		100		1000	
	Υπολ/σα	Μετρ/σα	Υπολ/σα	Μετρ/σα	Υπολ/σα	Μετρ/σα	Υπολ/σα	Μετρ/σα
C_{CH_3COOH}		-		-		-		-
C_{CH_3COONa}		-						
PH								
POH								
(H_3O^+)								
nH_3O^+		-		-		-		-
(OH^-)								
nOH^-		-		-		-		-
α_{CH_3COOH}		-		-		-		-
(Na^+)								
nNa^+								

Πίνακας V2 – συνέχεια (άπειρη αραίωση ρυθμιστικού διαλύματος)

	Δ6		Δ7		Δ8		Δ9	
V (ml)	1		10		100		1000	
	Υπολ/σα	Μετρ/σα	Υπολ/σα	Μετρ/σα	Υπολ/σα	Μετρ/σα	Υπολ/σα	Μετρ/σα
C_{CH_3COOH}		-		-		-		-
C_{CH_3COONa}								
PH								
POH								
(H_3O^+)								
$n_{H_3O^+}$		-		-		-		-
(OH^-)								
n_{OH^-}		-		-		-		-
α_{CH_3COOH}		-		-		-		-
(Na^+)								
n_{Na^+}								

Ερωτήσεις – Ασκήσεις:

Να χαρακτηρισθούν σαν σωστές ή λανθασμένες οι παρακάτω προτάσεις:

- 1) Όσο και αν αραιωθεί ένα ρυθμιστικό διάλυμα το PH παραμένει σταθερό. (Εξετάσεις 2005)
- 2) Κατά τη αραιώση ρυθμιστικού διαλύματος σε σχετικά μικρά όρια, το PH του διατηρείται πρακτικά σταθερό. (Εξετάσεις 2011)
- 3) Κατά τη αραιώση ρυθμιστικού διαλύματος σε σχετικά μικρά όρια, η συγκέντρωση (OH^-) , μεγαλώνει.
- 4) Κατά την πεπερασμένη αραιώση ρυθμιστικού διαλύματος NH_3/NH_4Cl ο βαθμός ιοντισμού της NH_3 αυξάνεται, διότι μειώνεται η συγκέντρωση, σύμφωνα με το νόμο αραιώσης του Ostwald.
- 5) Κατά τη αραιώση ρυθμιστικού διαλύματος CH_3COOH/ CH_3COONa σε σχετικά μικρά όρια τα ποί των ιόντων $n_{H_3O^+}$ παραμένουν πρακτικά σταθερά, διότι το PH του διαλύματος δεν μεταβάλλεται.
- 6) Αν κάποιου διαλύματος το PH δεν μεταβάλλεται με πεπερασμένη αραιώση, το διάλυμα είναι οπωσδήποτε ρυθμιστικό.

5.6 Αραίωση Ρυθμιστικού Διαλύματος (NH_3 /NH_4ClO_4)

Παρασκευή του ρυθμιστικού διαλύματος:

Οι μαθητές απαντούν στα ακόλουθα ερωτήματα υπολογιστικά, σαν να αντιμετωπίζουν προβλήματα εξετάσεων.

- Πόσα ml διαλύματος $\text{NH}_3 1\text{M}$ και πόσα ml διαλύματος $\text{HClO}_4 10\text{M}$ πρέπει να χρησιμοποιήσουμε για να παρασκευάσουμε 1000 ml διαλύματος $\text{NH}_4\text{ClO}_4 0.2\text{M}$; Ποιο είναι το pH του διαλύματος αυτού; (200ml, 20ml, 5)
- Με ποια αναλογία όγκων πρέπει να αναμιχθεί το διάλυμα του $\text{NH}_4\text{ClO}_4 0.2\text{M}$ με το διάλυμα $\text{NH}_3 1\text{M}$ για να παρασκευαστεί διάλυμα με $\text{pH}=9$; ($K_b=2 \cdot 10^{-5}$) (10/1)
- Ποιους όγκους των διαλυμάτων πρέπει να χρησιμοποιήσουμε για να παρασκευάσουμε 440 ml διαλύματος; Ποια η σύσταση του διαλύματος που προκύπτει και ποιες οι συγκεντρώσεις των διαλυμένων ουσιών; (400 ml, 40 ml, 2/11M, 1/11M)
- Στο προηγούμενο διάλυμα των 440 ml προσθέτουμε 560 ml νερό. Ποιες είναι οι συγκεντρώσεις στο νέο διάλυμα και ποιο το pH αυτού; (0.08M, 0.04M, 9)

«Πειραματικό μέρος»:

Από τα ερμάρια που περιέχουν τα αντιδραστήρια παίρνουμε διαλύματα $\text{NH}_3 1\text{M}$ και $\text{HClO}_4 10\text{M}$.

Σε ογκομετρική φιάλη των 1000 ml ρίχνουμε 200 ml διαλύματος $\text{NH}_3 1\text{M}$ και 20 ml διαλύματος $\text{HClO}_4 10\text{M}$. Συμπληρώνουμε με νερό (780 ml) μέχρι τη χαραγή και παρασκευάζουμε διάλυμα $\text{NH}_4\text{ClO}_4 0.2\text{M}$. Επιλέγοντας μετονομασία, φτιάχνουμε την ετικέτα του.

Πριν αραιώσουμε και παρασκευάσουμε νέο διάλυμα «μετράμε» τα μεγέθη που χρειάζονται για να συμπληρωθούν οι επόμενοι πίνακες.

Σε άλλη κενή ογκομετρική των 1000 ml μεταγγίζουμε 400 ml διαλύματος $\text{NH}_4\text{ClO}_4 0.2\text{M}$ και 40 ml διαλύματος $\text{NH}_3 1\text{M}$, παρασκευάσαμε το διάλυμα Ω. Στη φιάλη που περιέχει το Ω προσθέτουμε νερό (560 ml) μέχρι τη χαραγή και φτιάχνουμε το Δ. Συμπληρώνουμε το πίνακα VI1.

Πίνακας V11(αραίωση διαλύματος NH₃ /NH₄ClO₄)

	Ω		Δ	
V (ml)	440		1000	
	Υπολ/σα	Μετρ/σα	Υπολ/σα	Μετρ/σα
C _{NH3}		-		-
C _{NH4ClO4}		-		
PH				
POH				
(H ₃ O ⁺)				
nH ₃ O ⁺		-		-
(OH ⁻)				
nOH ⁻		-		-
α _{NH3}		-		-
(ClO ₄ ⁻)				
n ClO ₄ ⁻				

Ρίχνουμε 1 ml του διαλύματος Δ σε ογκομετρική φιάλη των 1000 ml, δεκαπλασιάζουμε τον όγκο και παρασκευάζουμε 10 ml διαλύματος Δ1. Σε αυτό προσθέτουμε 90 mlH₂O, φτιάχνουμε το Δ2 και στη συνέχεια συμπληρώνουμε μέχρι τη χαραγή με νερό και παρασκευάζουμε το Δ3. Συμπληρώνουμε τα κελιά του πίνακα V12

Πίνακας V12 (αραίωση διαλύματος NH₃ /NH₄ClO₄ συνέχεια)

	Δ		Δ1		Δ2		Δ3	
V (ml)	1		10		100		1000	
	Υπολ/σα	Μετρ/σα	Υπολ/σα	Μετρ/σα	Υπολ/σα	Μετρ/σα	Υπολ/σα	Μετρ/σα
C _{NH3}		-		-		-		-
C _{NH4ClO4}		-						
PH								
POH								
(H ₃ O ⁺)								
nH ₃ O ⁺		-		-		-		-
(OH ⁻)								
nOH ⁻		-		-		-		-
α _{NH3}		-		-		-		-
(ClO ₄ ⁻)								
n ClO ₄ ⁻								

Ερωτήσεις:

1. Κατά την πεπερασμένη αραίωση ρυθμιστικού διαλύματος $\text{NH}_3 / \text{NH}_4\text{ClO}_4$, να ερμηνεύσετε τις μεταβολές των μεγεθών: α) α_{NH_3} β) $n\text{OH}^-$
2. Γιατί με πεπερασμένη αραίωση δεν μεταβάλλεται το pH του διαλύματος Ω ; Πως χαρακτηρίζεται αυτό το διάλυμα;
3. Να παρουσιάσετε ένα άλλο τρόπο παρασκευής ρυθμιστικού διαλύματος $\text{NH}_3 / \text{NH}_4\text{ClO}_4$.

5.7 Αραίωση διαλυμάτων αλάτων, ισχυρού οξέος με ισχυρή βάση (NaNO_3), ασθενούς οξέος με ισχυρή βάση (CH_3COONa), ισχυρού οξέος με ασθενή βάση (NH_4NO_3) και ασθενούς οξέος με ασθενή βάση ($\text{CH}_3\text{COONH}_4$).

Παρασκευή διαλυμάτων 0.1M των αλάτων NaNO_3 , CH_3COONa , NH_4NO_3 και $\text{CH}_3\text{COONH}_4$:

Μεταφέρουμε στον πάγκο εργασίας τα διαλύματα: HNO_3 10M, NaOH 1M, CH_3COOH 1M και NH_3 1M.

Οι μαθητές απαντούν στα παρακάτω ερωτήματα πριν προχωρήσουμε στο “εργαστηριακό μέρος”:

- Πώς μπορούμε να παρασκευάσουμε διαλύματα όγκου 1000 ml 0.1M των αλάτων NaNO_3 , CH_3COONa , NH_4NO_3 και $\text{CH}_3\text{COONH}_4$ από τα αντιδραστήρια που διαθέτουμε;
- Ποιους όγκους διαλυμάτων πρέπει να αναμείξουμε;
- (NaNO_3 : 100 ml NaOH 1M και 10 ml HNO_3 10M, CH_3COONa : 100 ml CH_3COOH 1M και 100 ml NaOH 1M, NH_4NO_3 : 100 ml NH_3 1M και 10 ml HNO_3 , $\text{CH}_3\text{COONH}_4$: 100 ml CH_3COOH 1M και 100 ml NH_3 1M)

5.7.1 Διαδοχικές αραιώσεις διαλυμάτων NaNO_3 :

Πριν αραιώσουμε κάποιο διάλυμα, με τις διαδικασίες που περιγράφονται παρακάτω, μετράμε τα ζητούμενα μεγέθη για να συμπληρώσουμε τον Πίνακα VII.

Σε ογκομετρική των 1000 ml ρίχνουμε 100 ml NaOH 1M και 10 ml HNO_3 10M, όπως έχουμε υπολογίσει, προσθέτουμε 890 ml νερό και παρασκευάζουμε το διάλυμα P: NaNO_3 0.1 M. Με την επιλογή μετονομασία επικολλούμε την ετικέτα στην ογκομετρική φιάλη.

Σε άλλη ογκομετρική των 1000 ml μεταγγίζουμε 1 ml του διαλύματος P και προσθέτουμε 9 ml H_2O για να φτιάξουμε το διάλυμα P1. Στο συνολικό όγκο του P1 προσθέτουμε 90 ml H_2O οπότε προκύπτει το P2. Συμπληρώνουμε νερό μέχρι τη χαραγή και παρασκευάζουμε το P3. Κάθε φορά δεκαπλασιάζουμε τον όγκο του διαλύματος.

Πίνακας VII (αραίωση διαλύματος NaNO_3)

	P		P1		P2		P3	
V (ml)	1		10		100		1000	
	Υπολ/σα	Μετρ/σα	Υπολ/σα	Μετρ/σα	Υπολ/σα	Μετρ/σα	Υπολ/σα	Μετρ/σα
C_{NaNO_3}		-		-		-		-
(Na^+)		-						
n Na^+								
(NO_3^-)								
n NO_3^-								
PH								
POH								
(H_3O^+)								
n H_3O^+		-		-		-		-
(OH^-)								
n OH^-		-		-		-		-
α		-		-		-		-

5.7.2 Διαδοχικές αραιώσεις διαλυμάτων CH₃COONa:

Σε ογκομετρική των 1000 ml ρίχνουμε 100 ml CH₃COOH 1M και 100 ml NaOH 1M, όπως έχουμε υπολογίσει, προσθέτουμε νερό 800 ml μέχρι τη χαραγή και παρασκευάζουμε το διάλυμα Σ: CH₃COONa 0.1 M. Φτιάχνουμε επικολλούμε την ετικέτα στην ογκομετρική φιάλη.

Σε κενή ογκομετρική των 1000 ml μεταγγίζουμε 1 ml του διαλύματος Σ και αραιώνοντας στο δεκαπλάσιο όγκο (με 9 ml H₂O) παρασκευάζουμε το διάλυμα Σ1. Δεκαπλασιάζοντας τον όγκο του Σ1 φτιάχνουμε το Σ2. Συμπληρώνουμε νερό μέχρι τη χαραγή και παρασκευάζουμε το Σ3.

Μετράμε και υπολογίζουμε τα ζητούμενα μεγέθη για να συμπληρώσουμε τον Πίνακα VIII. Για να συμπληρώσουμε τα κελία με τις τιμές που υπολογίζουμε δεχόμαστε $K_{a\text{CH}_3\text{COOH}} = 2 \cdot 10^{-5}$

Πίνακας VIII (αραίωση διαλύματος CH₃COONa)

	Σ		Σ1		Σ2		Σ3	
V (ml)	1		10		100		1000	
	Υπολ/σα	Μετρ/σα	Υπολ/σα	Μετρ/σα	Υπολ/σα	Μετρ/σα	Υπολ/σα	Μετρ/σα
C _{CH₃COONa}		-		-		-		-
(Na ⁺)		-		-		-		-
nNa ⁺								
C _{CH₃COO⁻*}								
n _{CH₃COO⁻}								
PH								
POH								
(H ₃ O ⁺)								
nH ₃ O ⁺		-		-		-		-
(OH ⁻)								
nOH ⁻		-		-		-		-
α _{CH₃COO⁻}		-		-		-		-

*Είναι οι αρχικές, πριν τον ιοντισμό, συγκεντρώσεις των ιόντων

5.7.3 Διαδοχικές αραιώσεις διαλυμάτων NH_4NO_3 :

Μεταγγίζουμε τους όγκους διαλυμάτων 100 ml NH_3 1M και 10 ml HNO_3 10 M που υπολογίσαμε σε ογκομετρική φιάλη των 1000 ml, συμπληρώνουμε με νερό μέχρι τη χαραγή και παρασκευάζουμε το διάλυμα T: NH_4NO_3 0.1M. Σε άλλη κενή ογκομετρική των 1000 ml ρίχνουμε 1 ml του T. Αραιώνοντας διαδοχικά, στον δεκαπλάσιο όγκο κάθε φορά, παρασκευάζουμε τα διαλύματα T1, T2 και T3. Συμπληρώνουμε τον πίνακα ΙΧ με τις τιμές που μετρήσαμε και υπολογίσαμε. Αν δεχτούμε $K_{\text{bNH}_3}=10^{-5}$ οι πράξεις γίνονται σχετικά εύκολα και οι υπολογισθείσες με τις μετρηθείσες τιμές είναι πολύ κοντινές.

Πίνακας ΙΧ (αραίωση διαλύματος NH_4NO_3)

	T		T1		T2		T3	
V (ml)	1		10		100		1000	
	Υπολ/σα	Μετρ/σα	Υπολ/σα	Μετρ/σα	Υπολ/σα	Μετρ/σα	Υπολ/σα	Μετρ/σα
C NH_4NO_3		-		-		-		-
(NO_3^-)								
n NO_3^-		-						
(NH_4^+) *								
PH								
POH		-						
(H_3O^+)								
n H_3O^+		-		-		-		-
(OH^-)								
n OH^-		-		-		-		-
αNH_4^+		-		-		-		-

*Είναι οι αρχικές, πριν τον ιοντισμό, συγκεντρώσεις των ιόντων

Ερωτήσεις:

Να χαρακτηρίσετε τις ακόλουθες προτάσεις σα σωστές ή λανθασμένες:

1. Κατά την αραίωση διαλύματος NH_4Cl το pH , στους 25°C , τείνει στο 7.
2. Κατά την αραίωση διαλύματος NH_4NO_3 ο αριθμός των mol των νιτρικών ιόντων, NO_3^- , δεν μεταβάλλεται.
3. Ο βαθμός ιοντισμού των ιόντων αμμωνίου, NH_4^+ , αυξάνεται με την αραίωση του διαλύματος NH_4NO_3 , διότι μεγαλώνει η συγκέντρωση του νερού και η ισορροπία μετατοπίζεται προς τα δεξιά.

5.7.4 Διαδοχικές αραιώσεις διαλυμάτων $\text{CH}_3\text{COONH}_4$:

Αναμειγνύουμε 100 ml CH_3COOH 1M και 100 ml NH_3 1M σε κενή ογκομετρική φιάλη των 1000 ml.

Παρατηρούμε ότι το pH του διαλύματος αρχικά είναι περίπου 6.91 και σταδιακά αυξάνει μέχρι που τελικά γίνεται 7. Πώς ερμηνεύεται αυτό; Η αντίδραση μεταξύ CH_3COOH και NH_3 είναι εξώθερμη ή ενδόθερμη; Προσέχουμε τη θερμοκρασία!

Συμπληρώνουμε με 800 ml νερό μέχρι τη χαραγή και παρασκευάζουμε το διάλυμα Φ. Ρίχνουμε 1 ml του διαλύματος Φ σε άλλη ογκομετρική φιάλη των 1000 ml εργαζόμενοι όπως προηγούμενα παρασκευάζουμε τα διαλύματα Φ1, Φ2 και Φ3. Όπως πάντα πριν αραιώσουμε κάποιο διάλυμα μετράμε τα μεγέθη για τα οποία ενδιαφερόμαστε και συμπληρώνουμε τον πίνακα Χ. Για τους υπολογισμούς δεχόμαστε $K_{\text{aCH}_3\text{COOH}} = K_{\text{bNH}_3} = 2 \cdot 10^{-5}$

Πρέπει να επισημανθεί ότι το pH όλων των διαλυμάτων $\text{CH}_3\text{COONH}_4$ που παρασκευάσαμε είναι 7 διότι $K_{\text{aCH}_3\text{COOH}} = K_{\text{bNH}_3}$ και άρα $K_{\text{bCH}_3\text{COO}^-} = K_{\text{aNH}_4^+}$. Αυτό το αντιλαμβάνονται καλύτερα οι μαθητές, αν κάνουν τους υπολογισμούς μόνοι τους. Μόνοι τους επίσης πρέπει να αντιληφθούν το γιατί δεν είναι ουδέτερα όλα τα διαλύματα αλάτων ασθενούς οξέος με ασθενή βάση.

Πίνακας Χ (αραίωση διαλύματος CH₃COONH₄)

	Φ		Φ1		Φ2		Φ3	
V (ml)	1		10		100		1000	
	Υπολ/σα	Μετρ/σα	Υπολ/σα	Μετρ/σα	Υπολ/σα	Μετρ/σα	Υπολ/σα	Μετρ/σα
C _{CH₃COONH₄}		-		-		-		-
(CH ₃ COO-) *								
(NH ₄ ⁺) *								
PH								
POH		-						
(H ₃ O ⁺)								
nH ₃ O ⁺		-		-		-		-
(OH ⁻)								
nOH ⁻		-		-		-		-
α _{CH₃COO⁻}								
α _{NH₄⁺}		-		-		-		-

*Είναι οι αρχικές, πριν τον ιοντισμό, συγκεντρώσεις των ιόντων

Ερωτήσεις:

A) Να χαρακτηρίσετε τις ακόλουθες προτάσεις σα σωστές ή λανθασμένες:

- Κατά την αραίωση διαλύματος CH₃COONH₄ τα mol των ιόντων H₃O⁺, nH₃O⁺, αυξάνουν διότι η συγκέντρωσή τους παραμένει σταθερή και ο όγκος του διαλύματος μεγαλώνει.
- Όλα τα διαλύματα CH₃COONH₄ είναι ουδέτερα διότι K_aCH₃COOH=K_bNH₃ και οι συγκεντρώσεις των ιόντων CH₃COO⁻, NH₄⁺ είναι ίσες αφού προέρχονται από τη διάσταση του CH₃COONH₄.
- Κατά την αραίωση διαλύματος CH₃COONH₄ οι συγκεντρώσεις των ιόντων H₃O⁺ και OH⁻ ελαττώνονται διότι μεγαλώνει ο όγκος του διαλύματος.
- Με την αραίωση διαλύματος CH₃COONH₄ τι διάλυμα γίνεται όξινο αφού η συγκέντρωση των ιόντων (H₃O⁺) είναι μεγαλύτερη της συγκέντρωσης ιόντων (OH⁻).

B) Δίνονται οι σταθερές ιοντισμού: K_aCH₃COOH = K_bNH₃ = 10⁻⁵ και K_w = 10⁻¹⁴

α. Να προβλέψετε προς ποια κατεύθυνση είναι μετατοπισμένη η ισορροπία:



β. Να προβλέψετε αν υδατικό διάλυμα του άλατος CH₃COONH₄ είναι όξινο, βασικό ή ουδέτερο,

γράφοντας τις αντιδράσεις των ιόντων του άλατος με το νερό. Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας. (Εξετάσεις 2003)

Γ) Κατά τη διάλυση του άλατος NH_4F στο νερό προκύπτει τελικά όξινο διάλυμα. Με βάση το παραπάνω δεδομένο:

α) Ποιο από τα ιόντα NH_4^+ και F^- ιοντίζεται σε μεγαλύτερο βαθμό; Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

β) Να συγκρίνετε τις τιμές των σταθερών ιοντισμού K_a του HF και K_b της NH_3 . Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας. (Εξετάσεις 2003)

Δ) Με προσθήκη νερού **δεν** μεταβάλλεται το PH υδατικού διαλύματος:

a. CH_3COOH b. NH_4Cl c. NaCl d. CH_3COONa
(Εξετάσεις 2003)

ΤΡΟΠΟΙ ΠΑΡΑΣΚΕΥΗΣ ΚΑΙ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΡΥΘΜΙΣΤΙΚΩΝ ΔΙΑΛΥΜΑΤΩΝ

Εμπλεκόμενες γνωστικές περιοχές:

Χημεία Θετικής Κατεύθυνσης Γ Λυκείου, Ιοντική Ισορροπία

Σκοπός και στόχοι:

Τα ρυθμιστικά διαλύματα ανήκουν στην εξεταστέα ύλη των Πανελλαδικών Εξετάσεων. Συνήθως δεν επαρκεί ο χρόνος για να « βγει η ύλη» ή δεν υπάρχει ο απαραίτητος εργαστηριακός εξοπλισμός και δεν γίνονται πραγματικά πειράματα. Έτσι οι μαθητές τα διδάσκονται εντελώς θεωρητικά και μαθαίνουν να επιλύουν ασκήσεις, με συγκεκριμένη μεθοδολογία που είναι στο «πνεύμα» των εξετάσεων. Εργαστηριακές ασκήσεις γίνονται απλά υπολογιστικά προβλήματα.

Μια εναλλακτική πρόταση διδασκαλίας είναι η χρήση λογισμικού. Το Iγidium διαθέτει μεγάλη υπολογιστική ακρίβεια. Προβλήματα παρόμοια με αυτά που τίθενται στις εξετάσεις αντιμετωπίζονται με το λογισμικό πειραματικά. Το μάθημα γίνεται πιο ευχάριστο και οι μαθητές αφομοιώνουν καλλίτερα τη διδακτέα – εξεταστέα ύλη.

Οι μαθητές σε εικονικά πειράματα παρασκευάζουν ρυθμιστικά διαλύματα με όλους τους δυνατούς τρόπους. Διαπιστώνουν ότι τα διαλύματα που παρασκεύασαν διαθέτουν τις ιδιότητες των ρυθμιστικών. Παράλληλα διαπιστώνουν αυτά που στο «πείραμα» παρατήρησαν και με υπολογιστικό τρόπο.

Περιγραφή της διαδικασίας:

Στα ακόλουθα εικονικά πειράματα είναι δυνατό οι μαθητές να εργαστούν παράλληλα και υπολογιστικά. Αν δεχτούμε $K_a\text{CH}_3\text{COOH} = K_b\text{NH}_3 = 2 \cdot 10^{-5}$ οι πράξεις γίνονται σχετικά εύκολα και τα αποτελέσματα που προκύπτουν υπολογιστικά με αυτά που δίνει το λογισμικό είναι κοντά σε ικανοποιητικό βαθμό. Δίνεται $\log 2 = 0.3$

Διαλύματα που θα χρησιμοποιήσουμε:

Στον πάγκο εργασίας μεταφέρουμε διαλύματα CH_3COOH 1M, HCl 1M, NaOH 1M και NH_3 1M από τέσσερις κωνικές φιάλες του καθένα με περιεχόμενο 100 ml.

Σε κενή κωνική φιάλη αναμιγνύουμε ίσους όγκους, έστω 100ml, διαλυμάτων CH_3COOH 1M και NaOH 1M και **παρασκευάζουμε διάλυμα CH_3COONa 0.5M**. Με δεξί κλικ και επιλέγοντας μετονομασία, γράφουμε την ετικέτα του διαλύματος.

Όμοια σε άλλη κωνική φιάλη **παρασκευάζουμε διάλυμα NH_4Cl 0.5M** αναμιγνύοντας ίσους όγκους διαλυμάτων HCl 1M και NH_3 1M και γράφουμε την ετικέτα του.

6.1 Ανάμειξη διαλύματος ασθενούς οξέος (CH_3COOH) με διάλυμα άλατός του (CH_3COONa)

Σε ογκομετρική φιάλη των 1000ml προσθέτουμε ίσους όγκους 50ml, διαλυμάτων CH_3COOH 1M και CH_3COONa 0.5M. Έτσι προκύπτει το διάλυμα Δ. Μετράμε το PH του διαλύματος Δ και οι μαθητές το υπολογίζουν.

Από το διάλυμα αυτό μεταγγίζουμε ποσότητες των 25ml σε δυο ποτήρια ζέσης.

Στο ένα από αυτά προσθέτουμε 1ml HCl 1M και στο άλλο 1ml NaOH 1M δηλαδή μικρές αλλά υπολογίσιμες ποσότητες ισχυρού οξέος ή βάσης και σχηματίζονται αντίστοιχα τα διαλύματα Δ1 και Δ2.

Στο διάλυμα που βρίσκεται στην ογκομετρική φιάλη προσθέτουμε 450ml νερό και προκύπτει το διάλυμα Δ3 και στη συνέχεια 500ml νερό για να πάρουμε το διάλυμα Δ4.

Συμπληρώνουμε τον ακόλουθο πίνακα I με τις μετρήσεις που παίρνουμε από το “PHμετρο” και με τις τιμές που υπολογίζουν οι μαθητές:

Πίνακας I ($\text{CH}_3\text{COOH} / \text{CH}_3\text{COONa}$)

Διάλυμα	Μετρηθέν PH	Υπολογισθέν PH	Μεταβολή του PH από το διάλυμα Δ
Δ			-
Δ1		*	
Δ2		*	
Δ3			
Δ4			

*Για να υπολογιστεί το PH είναι απαραίτητη η χρήση υπολογιστικής μηχανής

6.2 Μερική εξουδετέρωση διαλύματος ασθενούς οξέος (CH_3COOH) από διάλυμα ισχυρής βάσης (NaOH).

Σε ογκομετρική φιάλη των 1000ml προσθέτουμε 50ml διαλύματος CH_3COOH 1M και 25ml διαλύματος NaOH 1M για να παρασκευαστεί το διάλυμα Δ . Από το διάλυμα αυτό μεταγγίζουμε ποσότητες των 25ml σε δυο ποτήρια ζέσης.

Στο ένα από αυτά προσθέτουμε 0.5ml HCl 1M και στο άλλο 0.5ml NaOH 1M δηλαδή μικρές αλλά υπολογίσιμες ποσότητες ισχυρού οξέος ή βάσης και σχηματίζονται αντίστοιχα τα διαλύματα Δ1 και Δ2.

Στο διάλυμα που βρίσκεται στην ογκομετρική φιάλη προσθέτουμε 225ml νερό και προκύπτει το διάλυμα Δ3 και στη συνέχεια 775ml νερό για να πάρουμε το διάλυμα Δ4.

Συμπληρώνουμε τον ακόλουθο πίνακα II.

Πίνακας II($\text{CH}_3\text{COOH} / \text{CH}_3\text{COONa}$)

Διάλυμα	Μετρηθέν PH	Υπολογισθέν PH	Μεταβολή του PH από το διάλυμα Δ
Δ			-
Δ1		*	
Δ2		*	
Δ3			
Δ4			

*Για να υπολογιστεί το PH είναι απαραίτητη η χρήση υπολογιστικής μηχανής

6.3 Μερική αντίδραση άλατος ασθενούς οξέος και ισχυρής βάσης (CH_3COONa) με ισχυρό οξύ (HCl)

Σε ογκομετρική φιάλη των 1000ml προσθέτουμε 75ml διαλύματος CH_3COONa 0.5M και 25ml διαλύματος HCl 1M . Έτσι προκύπτει το διάλυμα Δ. Από το διάλυμα αυτό μεταγγίζουμε ποσότητες των 25ml σε δυο ποτήρια ζέσης.

Στο ένα από αυτά προσθέτουμε 1ml HCl 1M και στο άλλο 1ml NaOH 1M δηλαδή μικρές αλλά

υπολογίσιμες ποσότητες ισχυρού οξέος ή βάσεις και σχηματίζονται αντίστοιχα τα διαλύματα Δ1 και Δ2.

Στο διάλυμα που βρίσκεται στην ογκομετρική φιάλη προσθέτουμε 450ml νερό και προκύπτει το διάλυμα Δ3 και στη συνέχεια 500ml νερό για να πάρουμε το διάλυμα Δ4.

Συμπληρώνουμε τον ακόλουθο πίνακα III:

Πίνακας III(CH₃COOH /CH₃COONa)

Διάλυμα	Μετρηθέν PH	Υπολογισθέν PH	Μεταβολή τουPH από το διάλυμα Δ
Δ			-
Δ1		*	
Δ2		*	
Δ3			
Δ4			

*Για να υπολογιστεί το PH είναι απαραίτητη η χρήση υπολογιστικής μηχανής

6.4 Ανάμειξη διαλύματος ασθενούς βάσης (NH₃) με διάλυμα άλατός της (NH₄Cl)

Σε ογκομετρική φιάλη των 1000ml προσθέτουμε ίσους όγκους 100ml, διαλυμάτων NH₃ 1M και NH₄Cl 0.5M. Έτσι προκύπτει το διάλυμα Δ. Από το διάλυμα αυτό μεταγγίζουμε ποσότητες των 50ml σε δυο ποτήρια ζέσης.

Στο ένα από αυτά προσθέτουμε 1.5mlHCl 1M και στο άλλο 1.5mlNaOH 1M δηλαδή μικρές αλλά υπολογίσιμες ποσότητες ισχυρού οξέος ή βάσης και σχηματίζονται αντίστοιχα τα διαλύματα Δ1 και Δ2.

Στο διάλυμα που βρίσκεται στην ογκομετρική φιάλη προσθέτουμε 450ml νερό και προκύπτει το διάλυμα Δ3 και στη συνέχεια 500ml νερό για να πάρουμε το διάλυμα Δ4.

Συμπληρώνουμε τον ακόλουθο πίνακα IV:

Πίνακας IV (NH₃ / NH₄Cl)

Διάλυμα	Μετρηθέν PH	Υπολογισθέν PH	Μεταβολή του PH από το διάλυμα Δ
Δ			-
Δ1		*	
Δ2		*	
Δ3			
Δ4			

*Για να υπολογιστεί το PH είναι απαραίτητη η χρήση υπολογιστικής μηχανής

6.5 Μερική εξουδετέρωση διαλύματος ασθενούς βάσης (NH₃) από διάλυμα ισχυρού οξέος (HCl)

Σε ογκομετρική φιάλη των 1000ml προσθέτουμε 50ml διαλύματος NH₃ 1M και 25ml διαλύματος HCl 1M για να παρασκευαστεί το διάλυμα Δ . Από το διάλυμα αυτό μεταγγίζουμε ποσότητες των 25ml σε δυο ποτήρια ζέσης.

Στο ένα από αυτά προσθέτουμε 2ml HCl 1M και στο άλλο 2ml NaOH 1M δηλαδή μικρές αλλά υπολογίσιμες ποσότητες ισχυρού οξέος ή βάσης και σχηματίζονται αντίστοιχα τα διαλύματα Δ1 και Δ2.

Στο διάλυμα που βρίσκεται στην ογκομετρική φιάλη προσθέτουμε 225ml νερό και προκύπτει το διάλυμα Δ3 και στη συνέχεια 775ml νερό για να πάρουμε το διάλυμα Δ4.

Συμπληρώνουμε τον ακόλουθο πίνακα V:

Πίνακας V(NH₃ / NH₄Cl)

Διάλυμα	Μετρηθέν PH	Υπολογισθέν PH	Μεταβολή του PH από το διάλυμα Δ
Δ			-
Δ1		*	
Δ2		*	
Δ3			
Δ4			

*Για να υπολογιστεί το PH είναι απαραίτητη η χρήση

6.6 Μερική αντίδραση άλατος ασθενούς βάσης και ισχυρού οξέος (NH₄Cl) με ισχυρή βάση(NaOH)

Σε ογκομετρική φιάλη των 1000ml προσθέτουμε 75ml διαλύματος NH₄Cl 0.5M και 25ml διαλύματος NaOH 1M . Έτσι προκύπτει το διάλυμα Δ. Από το διάλυμα αυτό μεταγγίζουμε ποσότητες των 25ml σε δυο ποτήρια ζέσης.

Στο ένα από αυτά προσθέτουμε 1ml διαλύματος HCl 1M και στο άλλο 1ml διαλύματος NaOH 1M δηλαδή μικρές αλλά υπολογίσιμες ποσότητες ισχυρού οξέος ή βάσης και σχηματίζονται αντίστοιχα τα διαλύματα Δ1 και Δ2.

Στο διάλυμα που βρίσκεται στην ογκομετρική φιάλη προσθέτουμε 450ml νερό και προκύπτει το διάλυμα Δ3 και στη συνέχεια 500ml νερό για να πάρουμε το διάλυμα Δ4.

Συμπληρώνουμε τον ακόλουθο πίνακα VI:

Πίνακας VI(NH₃ / NH₄Cl)

Διάλυμα	Μετρηθέν PH	Υπολογισθέν PH	Μεταβολή του PH από το διάλυμα Δ
Δ			-
Δ1		*	
Δ2		*	
Δ3			
Δ4			

*Για να υπολογιστεί το PH είναι απαραίτητη η χρήση υπολογιστικής μηχανής

Παρατηρούμε ότι το PH ρυθμιστικού διαλύματος δεν μεταβάλλεται με πεπερασμένη αρραίωση και δεν μεταβάλλεται αισθητά με την προσθήκη μικρής ποσότητας ισχυρού οξέος ή βάσης.

Ερωτήσεις – Ασκήσεις:

1. Διαθέτουμε τέσσερα (4) υδατικά διαλύματα Δ1, Δ2, Δ3 και Δ4 ίσης συγκέντρωσης, που περιέχουν NH_3 , NaOH , HCl και NH_4Cl αντίστοιχα.

α. Να προτείνετε τρεις τρόπους παρασκευής ρυθμιστικού διαλύματος $\text{NH}_3 / \text{NH}_4\text{Cl}$ αναμειγνύοντας ποσότητες από τα παραπάνω διαλύματα, επιλέγοντας δύο κάθε φορά.

β. Να δικαιολογήσετε τις επιλογές σας.

(Εξετάσεις 2006)

2. Δίνονται τα παρακάτω υδατικά διαλύματα:

Διάλυμα Δ1 ασθενούς οξέος HA , συγκέντρωσης c και όγκου V .

Διάλυμα Δ2 άλατος NaA , συγκέντρωσης c και όγκου V .

Αναμειγνύουμε τα διαλύματα Δ1 και Δ2 και προκύπτει ρυθμιστικό διάλυμα Δ3.

α. Στο διάλυμα Δ3 προστίθεται

1. μικρή ποσότητα αερίου HCl .

2. μικρή ποσότητα στερεού NaOH .

Να γραφούν οι αντιδράσεις που πραγματοποιούνται σε καθεμιά από τις παραπάνω περιπτώσεις.

β. Να χαρακτηρίσετε ως σωστή ή λανθασμένη την παρακάτω πρόταση:

Όταν το διάλυμα Δ3 αραιώνεται σε διπλάσιο όγκο, το pH του αυξάνεται.

Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

(Εξετάσεις 2008)

3. Από τα παρακάτω υδατικά διαλύματα είναι ρυθμιστικό διάλυμα το:

α. $\text{H}_2\text{SO}_4(0,1\text{M}) - \text{Na}_2\text{SO}_4(0,1\text{M})$

β. $\text{HCl}(0,1\text{M}) - \text{NH}_4\text{Cl}(0,1\text{M})$

γ. $\text{HCOOH}(0,1\text{M}) - \text{HCOONa}(0,1\text{M})$

δ. NaOH (0,1M) – CH_3COONa (0,1M)

(Εξετάσεις 2009)

4. Να χαρακτηρίσετε ως σωστή ή λανθασμένη την παρακάτω πρόταση:

Με προσθήκη NaOH σε διάλυμα CH_3COONa προκύπτει ρυθμιστικό διάλυμα.

(Εξετάσεις 2003)

5. Να χαρακτηρίσετε ως σωστή ή λανθασμένη την παρακάτω πρόταση:

Όσο και αν αραιωθεί ένα ρυθμιστικό διάλυμα, το pH του παραμένει σταθερό. (Εξετάσεις 2005)

6. Δίνονται τρία υδατικά διαλύματα NH_3 , HCl , NH_4Cl .

α) Πώς μπορείτε να παρασκευάσετε ρυθμιστικό διάλυμα με δυο διαφορετικούς τρόπους, χρησιμοποιώντας δύο μόνο από τα διαλύματα κάθε φορά.

β) Να γράψετε τη σχέση που εκφράζει την $[\text{OH}^-]$ του ρυθμιστικού διαλύματος σε συνάρτηση με τη σταθερά K_b της βάσης και τις συγκεντρώσεις (Coξέος, Cβάσης) των ουσιών του διαλύματος.

(Εξετάσεις 2004)

7. Ποιο από τα παρακάτω ζεύγη ενώσεων όταν διαλυθεί στο νερό δίνει ρυθμιστικό διάλυμα.

α. HCl – NaCl

β. HCOOH – HCOONa

γ. HCl – NH_4Cl

δ. NaOH – CH_3COONa

(Εξετάσεις 2001)

8. Ποιο από τα παρακάτω υδατικά διαλύματα είναι ρυθμιστικό;

α. HNO_3 0,2M – KNO_3 0,2M

β. NH_3 0,1M – NH_4Cl 0,1M

γ. CH_3COOH 0,2M – HCOOH 0,1 M

δ. NaOH 0,1M – NH_3 0,1M

(Εξετάσεις 2005)

9. Ποια από τις παρακάτω αναμειξείς υδατικών διαλυμάτων δημιουργεί ρυθμιστικό διάλυμα;

α. 100 mL HCl 0,1 M με 100 mL NaOH 0,1 M

β. 100 mL HCl 0,1 M με 100 mL NH_3 0,1 M

γ. 100 mL NH_4Cl 0,1 M με 100 mL NH_3 0,1 M

δ. 100 mL NH_4Cl 0,1 M με 100 mL HCl 0,1 M

(Εξετάσεις 2009)

10. Δίνονται διαλύματα KOH , NH_3 , HCOOH , HCl , ίδιας συγκέντρωσης.

Επιλέξτε δύο από τα παραπάνω τέσσερα διαλύματα, τα οποία όταν αναμειχθούν μεταξύ τους σε κατάλληλες αναλογίες, μπορούν να δημιουργήσουν ρυθμιστικό διάλυμα. (Να αναφέρετε μόνο μία από τις όποιες δυνατές επιλογές). (Εξετάσεις 2010)

11. Να αιτιολογήσετε την πρόταση: Κατά τη αραίωση ρυθμιστικού διαλύματος σε σχετικά μικρά όρια, το pH του διατηρείται πρακτικά σταθερό. (Εξετάσεις 2011)

6.7 Ρυθμιστική Ικανότητα

Μεταφέρουμε στον πάγκο εργασίας διαλύματα HCl 0.1M , HCl 1M, NaOH 0.1M, NaOH 3M, NH₃ 1M, CH₃COOH 1M, CH₃COOH 3M και απιονισμένο νερό.

Παρασκευή ρυθμιστικών διαλυμάτων που θα χρησιμοποιήσουμε:

Ακολουθούμε διαφορετικές μεθόδους παρασκευής για να δώσουμε τη δυνατότητα στους μαθητές να επαναλάβουν αυτά που έμαθαν και να τα εμπεδώσουν στην “πράξη”.

Παρασκευή ρυθμιστικών διαλυμάτων NH₃ /NH₄Cl:

Τις απαντήσεις των ακόλουθων ερωτημάτων τις δίνουν υπολογιστικά οι μαθητές.

- Με ποια αναλογία όγκων πρέπει να αναμείξουμε τα διαλύματα HCl 1M και NH₃ 1M για να παρασκευάσουμε ρυθμιστικό διάλυμα με PH=9; (2/3)
- Ποιους όγκους των διαλυμάτων αυτών πρέπει να χρησιμοποιήσουμε για 100 ml τελικού διαλύματος; (40ml, 60ml)
- Ποια είναι η σύσταση και ποιες οι συγκεντρώσεις στο τελικό διάλυμα; (NH₃0.2M, NH₄Cl 0.4M)

Σε ογκομετρική φιάλη των 100ml ρίχνουμε 40ml διαλύματος HCl 1M και 60ml διαλύματος NH₃ 1M. Παρασκευάζουμε το ρυθμιστικό διάλυμα **PΔ1**, και με την επιλογή μετονομασία φτιάχνουμε την ετικέτα: (NH₃ 0.2M /NH₄Cl 0.4M)

Σε άλλη ογκομετρική φιάλη των 100 ml μεταγγίζουμε 10 ml του PΔ1 και προσθέτουμε νερό μέχρι τη χαραγή. Παρασκευάζουμε έτσι το **PΔ2** (NH₃ 0.02M /NH₄Cl 0.04M) και όπως προηγούμενα φτιάχνουμε την ετικέτα.

Ομοίως αραιώνουμε στο δεκαπλάσιο 10 ml του PΔ2 και παρασκευάζουμε το **PΔ3** (NH₃ 0.002M /NH₄Cl 0.004M)

Παρασκευή ρυθμιστικών διαλυμάτων CH₃COOH/CH₃COONa:

Οι μαθητές απαντούν στα ερωτήματα:

- Αναμειγνύουμε ίσους όγκους διαλυμάτων CH₃COOH 3M και NaOH 3M. Ποια η σύσταση, η συγκέντρωση και το PH του διαλύματος που προκύπτει; (CH₃COONa, 1.5M)
- Με ποια αναλογία όγκων πρέπει να αναμείξουμε το προηγούμενο διάλυμα με το διάλυμα CH₃COOH 3M για παρασκευάσουμε ρυθμιστικό διάλυμα με PH=5; (4/1)

- Ποιους όγκους των διαλυμάτων αυτών πρέπει να χρησιμοποιήσουμε για να παρασκευάσουμε 100 ml τελικού διαλύματος; (80ml, 20ml)
- Ποιες οι συγκεντρώσεις των περιεχομένων ουσιών στο τελικό διάλυμα; (1.2M 0.6M)

Σε ογκομετρική φιάλη των 100ml ρίχνουμε από ίσους όγκους, έστω 50ml, διαλυμάτων CH_3COOH 3M και NaOH 3M για να παρασκευάσουμε διάλυμα CH_3COONa 1.5M.

Σε ογκομετρική φιάλη των 100ml μεταγγίζουμε 80ml διαλύματος CH_3COONa 1.5M και 20ml διαλύματος CH_3COOH 3M, για να παρασκευάσουμε το **PΔ4**: (CH_3COOH 0.6M/ CH_3COONa 1.2M). Φτιάχνουμε και επικολλούμε την ετικέτα στην ογκομετρική φιάλη.

Σε άλλη ογκομετρική φιάλη των 100ml μεταγγίζουμε 10 ml του PΔ1 και προσθέτουμε 90 ml νερό, μέχρι τη χαραγή. Παρασκευάζουμε το **PΔ5** : (CH_3COOH 0.06M/ CH_3COONa 0.12M) και επικολλούμε την ετικέτα στην ογκομετρική φιάλη. Αραιώνουμε 10 ml του PΔ5 με 90 ml νερό και φτιάχνουμε το **PΔ6**: (CH_3COOH 0.006M/ CH_3COONa 0.012M)

Πειραματική διαδικασία I:

Τις ογκομετρικές φιάλες που περιέχουν τα δυθμιστικά διαλύματα PΔ1(NH_3 0.2M / NH_4Cl 0.4M), PΔ2 (NH_3 0.02M / NH_4Cl 0.04M), PΔ3 (NH_3 0.002M / NH_4Cl 0.004M), PΔ4:(CH_3COOH 0.6M/ CH_3COONa 1.2M), PΔ5 :(CH_3COOH 0.06M/ CH_3COONa 0.12M) και PΔ6 :(CH_3COOH 0.006M/ CH_3COONa 0.012M) τις τοποθετούμε με τη σειρά αυτή οριζόντια. Από το ντουλάπι που περιέχει τα γυάλινα σκεύη μεταφέρουμε και τοποθετούμε από ένα ποτήρι ζέσης των 250 ml κάτω από κάθε ογκομετρική φιάλη με τα διαλύματα. Για να αποφύγουμε τη διαδικασία της μετονομασίας, πρέπει να προσέξουμε σε ποια ογκομετρική αντιστοιχεί το κάθε ποτήρι ζέσης και να μην τα μπερδέψουμε.

Σε κάθε ποτήρι ζέσης μεταγγίζουμε 10 ml του διαλύματος που βρίσκεται από πάνω του και μεταφέρουμε την ογκομετρική πάλι στην αρχικής της θέση.

Μετακινώντας τον κένσορα μετράμε και καταγράφουμε το PH κάθε διαλύματος. Οι μαθητές υπολογίζουν τις τιμές που είναι πολύ κοντά στις μετρηθείσες και συμπληρώνουν τον πίνακα.

Προσθέτουμε 1ml διαλύματος HCl 0.1M σε κάθε ποτήρι ζέσης, μετράμε και υπολογίζουμε το PH των νέων διαλυμάτων.

Στη συνέχεια αφαιρούμε από τον πάγκο εργασίας τα ποτήρια ζέσης με δεξί κλικ και αφαίρεση. Μεταφέρουμε άλλα έξι κενά ποτήρια ζέσης των 250 ml στον πάγκο εργασίας και τα τοποθετούμε κάτω από τις ογκομετρικές, προσέχοντας, όπως και προηγούμενα, να μη χαλάσει

η διάταξη. Σε κάθε ποτήρι ζέσης μεταγγίζουμε 10 ml του διαλύματος της αντίστοιχης ογκομετρικής και στη συνέχεια προσθέτουμε 1 ml διαλύματος NaOH 0.1 M.

Μετράμε το PH και συμπληρώνουμε τον πίνακα με τις υπολογισθείσες και μετρηθείσες τιμές.

(Δίνονται $K_a \text{ CH}_3\text{COOH} = K_b \text{ NH}_3 = 2 \cdot 10^{-5}$, $\log 2 = 0.3$, $\log 11 = 1.04$, $\log 9.5 = 0.98$, $\log 13 = 1.11$)

Πίνακας VII(Ρυθμιστική ικανότητα)

	PH		PH		PH	
	Πριν την προσθήκη		Μετά την προσθήκη 1ml HCl 0.1M		Μετά την προσθήκη 1ml NaOH 0.1M	
	Υπολογισθέν	Μετρηθέν	Υπολογισθέν	Μετρηθέν	Υπολογισθέν	Μετρηθέν
ΡΔ1: (NH ₃ 0.2M / NH ₄ Cl 0.4M),						
ΡΔ2: (NH ₃ 0.02M / NH ₄ Cl 0.04M),						
ΡΔ3: (NH ₃ 0.002M / NH ₄ Cl 0.004M)						
ΡΔ4: (CH ₃ COOH 0.6M/ CH ₃ COONa 1.2M						
ΡΔ5: (CH ₃ COOH 0.06M/ CH ₃ COONa 0.12M						
ΡΔ6: (CH ₃ COOH 0.006M/ CH ₃ COONa 0.012M)						

Ερωτήσεις:

1. Τι παρατηρείτε για το PH των διαλυμάτων PΔ1, PΔ2 και PΔ3; Πώς το ερμηνεύετε; Παρατηρείτε κάτι παρόμοιο και για τα διαλύματα PΔ4, PΔ5 και PΔ6;
2. Ποιο από τα PΔ4, PΔ5 και PΔ6 διαθέτει ισχυρότερη ρυθμιστική ικανότητα και γιατί;
3. Κατά την προσθήκη 1ml HCl 0.1M στα 10 ml του διαλύματος PΔ3 ή PΔ6 διατηρείται η ρυθμιστική του ικανότητα; Να τεκμηριώσετε την απάντησή σας.

Πειραματική διαδικασία II:

Μεταφέρουμε στο νέο πάγκο εργασίας το δοχείο με νερό και τα διαλύματα HCl 0.1M, NaOH 0.1M, NaOH 1M, HNO₃ 10M, NH₃ 1M, CH₃COOH 1M, και στερεό NaCl.

Παρασκευάζουμε τα διαλύματα CH₃COONa 0.1M, NH₄NO₃ 0.1M και NaCl 0.1M, αφού πρώτα οι μαθητές απαντήσουν στις ερωτήσεις:

1. Πόσα ml διαλύματος CH₃COOH 1M και πόσα διαλύματος NaOH 1M πρέπει να χρησιμοποιήσουμε για να παρασκευάσουμε 100 ml διαλύματος CH₃COOH 0.1M ; (10 ml)
2. Πόσα ml διαλύματος HNO₃ 10M και πόσα διαλύματος NH₃ 1M πρέπει να χρησιμοποιήσουμε για να παρασκευάσουμε 100 ml διαλύματος NH₄NO₃ 0.1M ; (1ml, 10ml)
3. Πόσα ml διαλύματος NH₃ 1M ή CH₃COOH 1M πρέπει να αραιώσουμε με νερό για προκύψουν διαλύματα NH₃ 0.1M και CH₃COOH 0.1M αντίστοιχα; (10 ml)
4. Πόσα gr στερεού NaCl πρέπει να ζυγίσουμε για να φτιάξουμε διάλυμα NaCl 0.1M; (0.585gr)

Μεταφέρουμε στον πάγκο εργασίας πέντε ογκομετρικές φιάλες των 100ml. Στην πρώτη μεταγγίζουμε τους όγκους των διαλυμάτων που υπολογίσαμε και προσθέτοντας νερό μέχρι τη χαραγή παρασκευάζουμε το διάλυμα CH₃COONa 0.1M. Με την επιλογή μετονομασία φτιάχνουμε την ετικέτα του. Με όμοιο τρόπο παρασκευάζουμε σε άλλη ογκομετρική το διάλυμα NH₄NO₃ 0.1M και τα διαλύματα NH₃ 0.1M και CH₃COOH 0.1M.

Για να παρασκευάσουμε το διάλυμα NaCl 0.1M, μεταφέρουμε στον πάγκο εργασίας το ζυγό και την κάψα ζύγισης.

Τοποθετούμε τα δοχεία με το νερό και τα διαλύματα NaCl 0.1M , HCl 0.1M, NaOH 0.1M, CH₃COOH 0.1M , NH₃ 0.1M, CH₃COONa 0.1M και NH₄NO₃ 0.1M , στην επιφάνεια εργασίας, οριζόντια και σε σταθερή σειρά για να μην μπερδευτούμε.

Κάτω από το κάθε διάλυμα μεταφέρουμε από ένα ποτήρι ζέσης, στο οποίο μεταγγίζουμε 20 ml του υπερκείμενου διαλύματος. Υπολογίζουμε και μετράμε το ΡΗ των διαλυμάτων.

Προσθέτουμε σε κάθε ποτήρι ζέσης 1 ml διαλύματος HCl 0.1M για να συμπληρώσουμε τα αντίστοιχα κελιά του πίνακα.

Επαναλαμβάνουμε την ίδια διαδικασία σε άλλα επτά ποτήρια ζέσης και προσθέτουμε 1 ml διαλύματος NaOH 0.1M.

(Δίνονται: $K_a \text{ CH}_3\text{COOH} = K_b \text{ NH}_3 = 2 \cdot 10^{-5}$, $\log 2 = 0.3$, $\log 21 = 1.38$, $\log 19 = 1.28$)

Πίνακας VIII (Ρυθμιστική ικανότητα)

	ΡΗ		ΡΗ		ΡΗ	
	Πριν την προσθήκη		Μετά την προσθήκη 1ml HCl 0.1M		Μετά την προσθήκη 1ml NaOH 0.1M	
	Υπολογισθέν	Μετρηθέν	Υπολογισθέν	Μετρηθέν	Υπολογισθέν	Μετρηθέν
H ₂ O						
NaCl 0.1M						
HCl 0.1M						
NaOH 0.1M						
CH ₃ COOH 0.1M						
NH ₃ 0.1M						
CH ₃ COONa 0.1M						
NH ₄ NO ₃ 0.1M						

Ερωτήσεις – Ασκήσεις:

1. Από τα παρακάτω διαλύματα, ποιο έχει μεγαλύτερη ρυθμιστική ικανότητα:

α. CH_3COOH 0,1M – CH_3COONa 0,1M

β. CH_3COOH 0,01M – CH_3COONa 0,01M

γ. CH_3COOH 0,5M – CH_3COONa 0,5M

δ. CH_3COOH 1,0M – CH_3COONa 1,0M (Εξετάσεις 2011)

2. Να εξηγήσετε γιατί το ρυθμιστικό διάλυμα $\text{CH}_3\text{COOH} / \text{CH}_3\text{COONa}$ διατηρεί πρακτικά το pH του σταθερό, γράφοντας και τις κατάλληλες χημικές εξισώσεις, αν στο διάλυμα αυτό προσθέσουμε:

ι. μικρή ποσότητα HCl ii. μικρή ποσότητα NaOH (Εξετάσεις 2006)

3. Να χαρακτηρίσετε ως σωστές ή λανθασμένες τις παρακάτω προτάσεις:

α. Το υδατικό διάλυμα που περιέχει HF 0,1M και NaF 0,1M είναι ρυθμιστικό. (Εξετάσεις 2007)

β. Διάλυμα που περιέχει σε ίσες συγκεντρώσεις HCl και KCl είναι ρυθμιστικό.

(Εξετάσεις 2007)

4. Δίνονται τα παρακάτω υδατικά διαλύματα:

Διάλυμα Δ1 ασθενούς οξέος HA , συγκέντρωσης c και όγκου V .

Διάλυμα Δ2 άλατος NaA , συγκέντρωσης c και όγκου V .

Αναμειγνύουμε τα διαλύματα Δ1 και Δ2 και προκύπτει ρυθμιστικό διάλυμα Δ3.

α. Στο διάλυμα Δ3 προστίθεται

1. μικρή ποσότητα αερίου HCl .

2. μικρή ποσότητα στερεού NaOH .

Να γραφούν οι αντιδράσεις που πραγματοποιούνται σε καθεμιά από τις παραπάνω

περιπτώσεις.

β. Να χαρακτηρίσετε ως σωστή ή λανθασμένη την παρακάτω πρόταση:

Όταν το διάλυμα $\Delta 3$ αραιώνεται σε διπλάσιο όγκο, το pH του αυξάνεται.

Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

(Εξετάσεις 2008)

ΟΓΚΟΜΕΤΡΗΣΗ - ΤΙΤΛΟΔΟΤΗΣΗ

Σκοπός και στόχοι:

Η ογκομέτρηση – τιτλοδότηση ανήκει στην εξεταστέα ύλη των Πανελλαδικών Εξετάσεων της Γ Λυκείου. Αρκετές φορές τέθηκαν θέματα με ογκομέτρηση και με καμπύλη ογκομέτρησης. Ενώ είναι μια καθαρά πειραματική διαδικασία, συνήθως, λόγω της πίεσης του χρόνου “για να βγει η ύλη”, τη διδάσκουμε θεωρητικά, σχεδιάζοντας την προχοϊδα και την κωνική φιάλη με το άγνωστο διάλυμα στον πίνακα. Χρησιμοποιώντας το συγκεκριμένο λογισμικό μπορούμε να εξοικονομήσουμε χρόνο, η διδασκαλία να γίνει πιο ευχάριστη και τελικά να εμπεδώσουν αποτελεσματικότερα την ύλη οι μαθητές. Το εικονικό πείραμα βέβαια ποτέ δεν αντικαθιστά το πραγματικό.

Σε όλες τις περιπτώσεις που μελετάμε δεχόμαστε ότι $K_{a\text{CH}_3\text{COOH}}=K_{b\text{NH}_3}=2\cdot 10^{-5}$. Έτσι οι πράξεις γίνονται σχετικά εύκολα και οι τιμές που οι μαθητές βρίσκουν εργαζόμενοι υπολογιστικά είναι πολύ κοντά στις «πειραματικές».

Οι ΡΚα των δεικτών που διαθέτει το λογισμικό, πορτοκαλόχρουν του μεθυλίου, ερυθρό του μεθυλίου, φαινολοφθειρίνη, πράσινο της βρωμικρεζόλης, είναι κατά προσέγγιση αντίστοιχα 3.8, 5.2, 8.2 και 4.6. (πίνακας 3.3, σελίδα 124 σχολικού βιβλίου).

7.1 Ογκομέτρηση «αγνώστου» διαλύματος ισχυρού οξέος HNO_3 με πρότυπο διάλυμα ισχυρής βάσης NaOH

Παρασκευή «αγνώστου» διαλύματος:

Σε κωνική φιάλη των 500 ml μεταγγίζουμε 10 ml διαλύματος HNO_3 3M και προσθέτουμε 290 ml αποσταγμένο νερό. Έτσι παρασκευάσαμε το «αγνώστης» συγκέντρωσης διάλυμα, έστω Χ.

Οι μαθητές υπολογιστικά βρίσκουν τη συγκέντρωση του Χ.

Πρότυπο διάλυμα:

Σε ογκομετρική των 250 ml ρίχνουμε 50 ml διαλύματος NaOH 1M και προσθέτουμε μέχρι τη χαραγή νερό. Έστω Π το πρότυπο διάλυμα που παρασκευάσαμε.

Ποια είναι η συγκέντρωση του πρότυπου διαλύματος; (0,2 M)

Πριν προχωρήσουμε στο πειραματικό μέρος οι μαθητές πρέπει να απαντήσουν με αιτιολόγηση στα παρακάτω ερωτήματα:

- Στη συγκεκριμένη ογκομέτρηση, ποια είναι η τιμή του PH στο ισοδύναμο σημείο;
- Ποιο δείκτη, από τους διαθέσιμους, πρέπει να χρησιμοποιήσουμε για να ελαχιστοποιήσουμε το πειραματικό σφάλμα;

«Πειραματικό μέρος» I:(Τιτλοδότηση του αγνώστου διαλύματος)

Σε κωνική φιάλη των 250 ml μεταγγίζουμε 20 ml του αγνώστου διαλύματος X και με το σταγονόμετρο προσθέτουμε πολύ μικρό όγκο, έστω 0.1 ml (αντιστοιχεί σε δυο σταγόνες περίπου) του δείκτη που επιλέξαμε. (Μεταφέρουμε το σταγονόμετρο στο στόμιο του δοχείου που περιέχει το δείκτη, πληκτρολογούμε τον όγκο που θέλουμε να αφαιρέσουμε, έστω 1 ml και επιλέγουμε «αφαίρεση». Στη συνέχεια προσθέτουμε τα 0.1 ml, του δείκτη στην κωνική φιάλη πληκτρολογώντας τον όγκο και επιλέγοντας «προσθήκη»)

Μεταγγίζουμε στην προχοΐδα 50 ml του προτύπου διαλύματος. Μεταφέρουμε την προχοΐδα πάνω από το στόμιο της κωνικής φιάλης και εμφανίζεται σε μεγέθυνση η ογκομετρική κλίμακα. Καταγράφουμε την αρχική ένδειξη προσέχοντας το κάτω μέρος του μηνίσκου.

Επιλέγουμε με πληκτρολόγηση τον όγκο του προτύπου διαλύματος που επιθυμούμε να πέφτει κάθε φορά που ανοίγουμε τη στρόφιγγα. Η στρόφιγγα ανοίγει με αριστερό κλικ στην επιλογή «προσθήκη».

Αρχικά κάνουμε μια γρήγορη ογκομέτρηση ρίχνοντας κάθε φορά μεγάλη ποσότητα, έστω 1 ml, προτύπου διαλύματος και βρίσκουμε με την αλλαγή του χρώματος, τον κατά προσέγγιση απαιτούμενο όγκο προτύπου διαλύματος για την πλήρη εξουδετέρωση.

Επαναλαμβάνουμε την πειραματική διαδικασία με μεγαλύτερες στην αρχή ποσότητες προτύπου διαλύματος αλλά κοντά και πριν από τον όγκο που προηγούμενα βρήκαμε αλλάζουμε την ποσότητα που προσθέτουμε κάθε φορά 0.1 ml (δυο σταγόνες) ή 0.05 ml (μια

σταγόνα).

Σταματάμε την ογκομέτρηση τη στιγμή που μεταβάλλεται το χρώμα του διαλύματος. Καταγράφουμε την τελική ένδειξη.

Υπολογισμοί:

Αφαιρώντας από την τελική την αρχική ένδειξη υπολογίζουμε τον όγκο του προτύπου διαλύματος που απαιτείται.

Οι μαθητές γνωρίζοντας τον όγκο του αγνώστου διαλύματος, τον όγκο και τη συγκέντρωση (τίτλο) του προτύπου διαλύματος υπολογίζουν τη συγκέντρωση του αγνώστου διαλύματος.

«Πειραματικό μέρος» II: (Καμπύλη ογκομέτρησης)

Όπως και στο πειραματικό μέρος I, σε κωνική φιάλη των 250 ml μεταγγίζουμε 20 ml του αγνώστου διαλύματος X και με το σταγονόμετρο προσθέτουμε αν το κρίνουμε εκπαιδευτικά σκόπιμο 0.1 ml, του δείκτη. (Για την κατασκευή της καμπύλης ογκομέτρησης δεν είναι απαραίτητη η προσθήκη δείκτη).

Μεταφέρουμε την προχοΐδα πάνω από την κωνική φιάλη και εμφανίζεται μεγεθυμένη η ογκομετρική κλίμακα.

Συμπληρώνουμε τον πίνακα με τις ενδείξεις της προχοΐδας, τον όγκο του προτύπου διαλύματος που κάθε φορά προσθέτουμε και το PH του διαλύματος μετά από κάθε προσθήκη. VNaOH (ml) είναι ο όγκος του προτύπου διαλύματος που πέφτει κάθε φορά που ανοίγουμε τη στρόφιγγα, δηλαδή η διαφορά των ενδείξεων κατ' απόλυτη τιμή πριν και μετά το άνοιγμα της στρόφιγγας..

VNaOH (ml) <συνολικός> είναι ο συνολικός όγκος του διαλύματος του NaOH που έπεσε στην κωνική φιάλη.

Πίνακας I (Ογκομέτρηση αγνώστου διαλύματος HNO_3 με πρότυπο διάλυμα NaOH)

α/α	Ένδειξη προχοϊδας	V NaOH (ml)	V NaOH (ml) <συνολικός>	PH
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				

Επεξεργασία των «πειραματικών» δεδομένων, κατασκευή καμπύλης ογκομέτρησης:

Οι μαθητές σε χαρτί μιλιμετρέ κατασκευάζουν την καμπύλη ογκομέτρησης. Στον κατακόρυφο άξονα τίθενται οι τιμές του ΡΗ και στον οριζόντιο ο όγκος του προτύπου διαλύματος που συνολικά, μέχρι τη μέτρηση αυτή προστέθηκε (VNaOH (ml) <συνολικός>).

Από την καμπύλη ογκομέτρησης προσδιορίζουν το τελικό σημείο και τον απαιτούμενο όγκο του προτύπου διαλύματος για την εξουδετέρωση.

Υπολογίζουν τη συγκέντρωση του αγνώστου διαλύματος και απαντούν στις ερωτήσεις.

Ερωτήσεις:

1. Η προηγούμενη ογκομέτρηση χαρακτηρίζεται ως οξυμετρία ή αλκαλιμετρία και γιατί;
2. Ποια η διαφορά τελικού και ισοδύναμου σημείου ογκομέτρησης;
3. Αν κατά την πειραματική διαδικασία I (Τιτλοδότηση του αγνώστου διαλύματος) δεν χρησιμοποιούσαμε σα δείκτη φαινολοφθαλεΐνη ($PK_a = 8.2$) αλλά πορτοκαλόχρουν του μεθυλίου ($PK_a = 3.8$) το τελικό σημείο της ογκομέτρησης θα ήταν πριν το ισοδύναμο σημείο, στο ισοδύναμο σημείο ή μετά το ισοδύναμο σημείο. Η συγκέντρωση του αγνώστου διαλύματος που θα υπολογίζαμε θα διέφερε από την πραγματική; Αν ναι θα ήταν μεγαλύτερη ή μικρότερη;
4. Κατά την πειραματική διαδικασία II (κατασκευή καμπύλης ογκομέτρησης), όταν έχουμε συνολικά προσθέσει 5 ml προτύπου διαλύματος παρασκευάστηκε ρυθμιστικό διάλυμα;
5. Κατά την ογκομέτρηση διαλύματος HCl με πρότυπο διάλυμα NaOH στο ισοδύναμο σημείο το διάλυμα έχει: (Να επιλέξετε τη σωστή)
 - α. $pH=13$
 - β. $pH= 6$
 - γ. $pH= 7$
 - δ. $pH= 2$(Εξετάσεις 2007)
6. Ποιος από τους παρακάτω δείκτες είναι κατάλληλος για την ογκομέτρηση ισχυρού οξέος από ισχυρή βάση;
 - α. δείκτης με $K_a=10^{-2}$
 - β. δείκτης με $K_a=10^{-4}$
 - γ. δείκτης με $K_a=10^{-8}$
 - δ. δείκτης με $K_a=10^{-10}$(Εξετάσεις 2011)

7.2 Ογκομέτρηση «αγνώστου» διαλύματος ισχυρής βάσης NaOH με πρότυπο διάλυμα ισχυρού οξέος HCl

Παρασκευή «άγνωστου» διαλύματος:

Σε ογκομετρική φιάλη των 250 ml ρίχνουμε 5 ml διαλύματος NaOH 10M και συμπληρώνουμε με αποσταγμένο νερό μέχρι τη χαραγή. Έτσι παρασκευάσαμε το «άγνωστης» συγκέντρωσης διάλυμα, έστω Ψ.

Οι μαθητές βρίσκουν υπολογιστικά τη συγκέντρωση του Ψ.

Παρασκευή πρότυπου διαλύματος:

Σε ογκομετρική των 250 ml μεταγγίζουμε 50 ml διαλύματος HCl 1M και προσθέτουμε 200 ml νερό. Έστω Π το πρότυπο διάλυμα που παρασκευάσαμε.

Ποια είναι η συγκέντρωση του πρότυπου διαλύματος; (0,2 M)

Προτού προχωρήσουμε στις πειραματικές διαδικασίες οι μαθητές πρέπει να κατανοήσουν και να απαντήσουν στα ακόλουθα ερωτήματα:

- *Ποια είναι η τιμή του PH στο ισοδύναμο σημείο στην εν λόγω ογκομέτρηση;*
- *Είναι διαθέσιμοι στο *IrYdium* οι δείκτες πορτοκαλόχρουν του μεθυλίου, ερυθρό του μεθυλίου, φαινολοφθελειΐνη και πράσινο της βρωμοκρεζόλης με κατά κατά προσέγγιση pK_a 3.8, 5.2, 8.2 και 4.6 αντίστοιχα. Ποιόν από αυτούς προτείνετε και γιατί;*

«Πειραματικό μέρος» I:(Τιτλοδότηση του αγνώστου διαλύματος)

Σε κωνική φιάλη των 250 ml μεταγγίζουμε 10 ml του αγνώστου διαλύματος Ψ και με το σταγονόμετρο προσθέτουμε πολύ μικρό όγκο, έστω 0.1 ml, (ο όγκος μιας σταγόνας είναι περίπου 0.05 ml) του δείκτη που επιλέξαμε, με την ακόλουθη διαδικασία.

(Μεταφέρουμε το σταγονόμετρο στο στόμιο του δοχείου που περιέχει το δείκτη, πληκτρολογούμε τον όγκο που θέλουμε να αφαιρέσουμε, έστω 1 ml και επιλέγουμε «αφαίρεση». Στη συνέχεια προσθέτουμε τα 0.1 ml του δείκτη στην κωνική φιάλη πληκτρολογώντας τον όγκο και επιλέγοντας «προσθήκη»)

Για να είναι περισσότερο εμφανές το διάλυμα προσθέτουμε και κάποιο όγκο, έστω 40 ml νερό.

Η προσθήκη του νερού επηρεάζει τη συγκέντρωση του αγνώστου διαλύματος που θα βρούμε «πειραματικά»; Αιτιολογήστε την απάντησή σας.

Γεμίζουμε με το πρότυπο διάλυμα HCl την προχοΐδα και τη μεταφέρουμε στο στόμιο της κωνικής φιάλης. Τότε εμφανίζεται μεγεθυμένη η ογκομετρική κλίμακα και καταγράφουμε, κοιτώντας το κάτω μέρος του μηνίσκου, την αρχική τιμή.

Εκτελούμε μια γρήγορη ογκομέτρηση, προσθέτοντας κάθε φορά αρκετά μεγάλο όγκο έστω 1 ml, για να προσδιορίσουμε τον κατά προσέγγιση απαιτούμενο όγκο για την πλήρη εξουδετέρωση που μεταβάλλεται και το χρώμα του διαλύματος.

Επαναλαμβάνουμε την προηγούμενη διαδικασία αλλά κοντά στον όγκο που προηγούμενα προσδιορίσαμε μειώνουμε τον όγκο του διαλύματος που πέφτει κάθε φορά που ανοίγουμε τη στρόφιγγα. Αν θέλουμε να πέφτει περίπου όγκος μιας σταγόνας πρέπει να πληκτρολογήσουμε 0.05 ml. Τη στιγμή που αλλάζει το χρώμα σταματάμε την ογκομέτρηση. Η κατ' απόλυτη τιμή διαφορά της τελικής και αρχικής ένδειξης είναι ο ακριβής όγκος του προτύπου διαλύματος που εξουδετερώνει τα 10 ml αγνώστου Ψ.

Οι μαθητές δουλεύοντας στοιχειομετρικά, υπολογίζουν την συγκέντρωση του αγνώστου διαλύματος Ψ.

«Πειραματικό μέρος» II: (Καμπύλη ογκομέτρησης)

Σε κωνική φιάλη των 250 ml μεταγγίζουμε 20 ml του αγνώστου διαλύματος Ψ και με το σταγονόμετρο προσθέτουμε 0.1 ml (δύο σταγόνες), του δείκτη. (Δεν είναι απαραίτητο να προσθέσουμε δείκτη για να κατασκευάσουμε την καμπύλη ογκομέτρησης . Είναι εκπαιδευτικά χρήσιμο; Το κρίνει ο διδάσκων Καθηγητής) Μεταφέρουμε την προχοΐδα πάνω από την κωνική φιάλη και εμφανίζεται μεγεθυμένη η ογκομετρική κλίμακα.

Συμπληρώνουμε τον πίνακα με τις ενδείξεις της προχοΐδας, τον όγκο του προτύπου διαλύματος που κάθε φορά που ανοίγουμε τη στρόφιγγα πέφτει, το συνολικό όγκο που μέχρι την τελευταία μέτρηση ρίξαμε στο άγνωστο διάλυμα και το pH του διαλύματος μετά από κάθε προσθήκη.

VHCl (ml) είναι ο όγκος του προτύπου διαλύματος που πέφτει κάθε φορά που ανοίγουμε τη στρόφιγγα, δηλαδή η διαφορά των ενδείξεων κατ' απόλυτη τιμή.

VHCl (ml) <συνολικός> είναι ο συνολικός όγκος του διαλύματος του HCl που έπεσε στην κωνική φιάλη. Δηλαδή ο συνολικός όγκος διαλύματος που ρίξαμε προηγούμενα και ο όγκος που ρίξαμε την τελευταία φορά που ανοίξαμε τη στρόφιγγα.

Πίνακας II (Ογκομέτρηση αγνώστου διαλύματος NaOH με πρότυπο διάλυμα HCl)

α/α	Ένδειξη προχοΐδας	V HCl (ml)	V HCl (ml) <συνολικός>	PH
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				

Επεξεργασία των «πειραματικών» δεδομένων, κατασκευή καμπύλης ογκομέτρησης:

Οι μαθητές σε χαρτί μιλιμετρέ κατασκευάζουν την καμπύλη ογκομέτρησης. Στον κατακόρυφο άξονα τίθενται οι τιμές του ΡΗ και στον οριζόντιο ο όγκος του προτύπου διαλύματος που συνολικά, μέχρι τη μέτρηση αυτή προστέθηκε (VHCl (ml) <συνολικός>).

Η κατασκευή της καμπύλης μπορεί να γίνει και χρησιμοποιώντας το Excel. Εξαρτάται από την οργάνωση του εργαστηρίου.

Από την καμπύλη ογκομέτρησης προσδιορίζουν το τελικό σημείο και τον όγκο του προτύπου διαλύματος που απαιτήθηκε για την εξουδετέρωση.

Υπολογίζουν τη συγκέντρωση του αγνώστου διαλύματος.

Ερωτήσεις:

Να χαρακτηρίσετε τις ακόλουθες προτάσεις σα σωστές ή λανθασμένες:

- 1. Η συγκεκριμένη ογκομέτρηση είναι οξυμετρία διότι στην προχοΐδα βάλαμε διάλυμα οξέος.*
- 2. Αν το λογισμικό διέθετε και χρησιμοποιούσαμε σα δείκτη κίτρινο της αλιζαρίνης το πειραματικό σφάλμα θα ήταν μικρότερο. Το κίτρινο της αλιζαρίνης έχει PKa περίπου 11.*
- 3. Αν το λογισμικό διέθετε και χρησιμοποιούσαμε σα δείκτη κυανό της βρωμοφαινόλης με PKa περίπου 4, η συγκέντρωση του αγνώστου διαλύματος που θα βρίσκαμε θα ήταν μεγαλύτερη από την πραγματική.*
- 4. Αν διέθετε το λογισμικό κυανό της βρωμοθυμόλης θα τη χρησιμοποιούσαμε. (σελίδα 124 σχολικού βιβλίου).*
- 5. Η συγκεκριμένη ογκομέτρηση είναι οξυμετρία διότι ως πρότυπο διάλυμα χρησιμοποιήσαμε διάλυμα οξέος.*
- 6. Στο ισοδύναμο σημείο είναι το σημείο της ογκομέτρησης όπου έχει αντιδράσει πλήρως η ουσία (στοιχειομετρικά) με ορισμένη ποσότητα πρότυπου διαλύματος. (Εξετάσεις 2007)*

7.3 Ογκομέτρηση «αγνώστου» διαλύματος ασθενούς οξέος CH_3COOH με πρότυπο διάλυμα ισχυρής βάσης NaOH

Παρασκευή «αγνώστου» διαλύματος CH_3COOH :

Σε ογκομετρική φιάλη των 500 ml μεταγγίζουμε 5 ml διαλύματος CH_3COOH 3M και συμπληρώνουμε με νερό μέχρι τη χαραγή. Παρασκευάσαμε το «άγνωστο» διάλυμα, έστω Ω.

Οι μαθητές υπολογίζουν τη συγκέντρωση του Ω, και το PH δεχόμενοι ότι $K_a\text{CH}_3\text{COOH}=2.10^{-5}$
 $^5\log 2=0.3$, $\log 3=0.48$ (0.03M, 3.11)

Παρασκευή προτύπου διαλύματος NaOH 0.06M.

Πόσα ml διαλύματος NaOH 3M πρέπει να αναμείξουμε με νερό για να παρασκευάσουμε 500 ml διαλύματος NaOH 0.06M; (10 ml)

Σε ογκομετρική φιάλη των 500 ml ρίχνουμε 10ml διαλύματος NaOH 3M και 490 ml νερό. Με την επιλογή «μετονομασία» φτιάχνουμε και επικολλούμε την ετικέτα του διαλύματος.

Οι μαθητές απαντούν στα παρακάτω ερωτήματα:

- Στο ισοδύναμο σημείο αυτής της ογκομέτρησης το PH είναι μεγαλύτερο ίσο ή μικρότερο του 7 και γιατί;
- Από τους δείκτες που διαθέτει το λογισμικό πορτοκαλόχρουν του μεθυλίου, ερυθρό του μεθυλίου και φαινολοφθειϊνη με κατά κατά προσέγγιση PK_a 3.8, 5.2 και 8.2 αντίστοιχα, ποιόν επιλέγετε και γιατί;

«Πειραματικό μέρος» I:(Τιτλοδότηση του αγνώστου διαλύματος)

Σε κωνική φιάλη των 250 ml μεταγγίζουμε 10 ml του αγνώστου διαλύματος Ω. Για να είναι εμφανές το διάλυμα και η αλλαγή χρώματος προσθέτουμε και κάποια ποσότητα νερού. Η προσθήκη του νερού δεν επηρεάζει τη συγκέντρωση του αγνώστου διαλύματος που τελικά θα βρούμε.

Με το σταγονόμετρο προσθέτουμε πολύ μικρό όγκο, έστω 0.1 ml, (ο όγκος μιας σταγόνας είναι περίπου 0.05 ml) του δείκτη που επιλέξαμε, με την ακόλουθη διαδικασία. (Μεταφέρουμε το σταγονόμετρο στο στόμιο του δοχείου που περιέχει το δείκτη, πληκτρολογούμε τον όγκο που θέλουμε να αφαιρέσουμε, έστω 1 ml και επιλέγουμε «αφαίρεση». Στη συνέχεια προσθέτουμε τα 0.1 ml του δείκτη στην κωνική φιάλη πληκτρολογώντας τον όγκο και επιλέγοντας

«προσθήκη»)

Γεμίζουμε με το πρότυπο διάλυμα NaOH 0.06M την προχοΐδα και τη μεταφέρουμε στο στόμιο της κωνικής φιάλης. Τότε εμφανίζεται μεγεθυμένη η ογκομετρική κλίμακα και καταγράφουμε, κοιτώντας το κάτω μέρος του μηνίσκου, την αρχική τιμή.

Εκτελούμε μια γρήγορη ογκομέτρηση, προσθέτοντας κάθε φορά αρκετά μεγάλο όγκο έστω 1 ml, για να προσδιορίσουμε τον κατά προσέγγιση απαιτούμενο όγκο για την πλήρη εξουδετέρωση που μεταβάλλεται και το χρώμα του διαλύματος.

Επαναλαμβάνουμε την προηγούμενη διαδικασία αλλά κοντά στον όγκο που προηγουμένα προσδιορίσαμε μειώνουμε τον όγκο του διαλύματος που πέφτει κάθε φορά που ανοίγουμε τη στρόφιγγα. Αν θέλουμε να πέφτει περίπου όγκος μιας σταγόνας πρέπει να πληκτρολογήσουμε 0.05 ml. Τη στιγμή που αλλάζει το χρώμα σταματάμε την ογκομέτρηση. Η κατ' απόλυτη τιμή διαφορά της τελικής και αρχικής ένδειξης είναι ο ακριβής όγκος του προτύπου διαλύματος που εξουδετερώνει τα 10 ml αγνώστου Ψ.

Οι μαθητές δουλεύοντας στοιχειομετρικά, υπολογίζουν την συγκέντρωση του αγνώστου διαλύματος Ω.

«Πειραματικό μέρος» II: (κατασκευή καμπύλης ογκομέτρησης)

Σε κωνική φιάλη των 250 ml μεταγγίζουμε 20 ml του αγνώστου διαλύματος Ω. Μεταφέρουμε την προχοΐδα πάνω από την κωνική φιάλη και εμφανίζεται ευκρινώς η ογκομετρική κλίμακα.

Συμπληρώνουμε τον πίνακα με τις ενδείξεις της προχοΐδας, τον όγκο του προτύπου διαλύματος που κάθε φορά που ανοίγουμε τη στρόφιγγα πέφτει, το συνολικό όγκο που μέχρι την τελευταία μέτρηση ρίξαμε στο άγνωστο διάλυμα και το PH του διαλύματος μετά από κάθε προσθήκη. Κοντά στο ισοδύναμο σημείο πρέπει κάθε φορά που ανοίγουμε τη στρόφιγγα να προσθέτουμε μικρές ποσότητες προτύπου διαλύματος.

ΠίνακαςIII (Ογκομέτρηση αγνώστου διαλύματος CH₃COOH με πρότυπο διάλυμα NaOH)

α/α	Ένδειξη προχοϊδας	V NaOH (ml)	V NaOH (ml) <συνολικός>	PH
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				

Επεξεργασία των «πειραματικών» δεδομένων, κατασκευή καμπύλης ογκομέτρησης:

Οι μαθητές σε χαρτί μιλιμετρέ κατασκευάζουν την καμπύλη ογκομέτρησης. Στον κατακόρυφο άξονα τοποθετούν τις τιμές του PH και στον οριζόντιο τον όγκο του προτύπου διαλύματος που

συνολικά, μέχρι την τελευταία μέτρηση, προστέθηκε (VNaOH (ml) <συνολικός>).

Η καμπύλη ογκομέτρησης μπορεί να κατασκευαστεί και χρησιμοποιώντας το Excel.

Οι μαθητές εντοπίζουν το τελικό σημείο της ογκομέτρησης. Βρίσκουν τον όγκο του προτύπου διαλύματος που απαιτείται για την εξουδετέρωση. Υπολογίζουν τη συγκέντρωση του αγνώστου διαλύματος και απαντούν στις ακόλουθες ερωτήσεις.

Ερωτήσεις:

- 1. Η ογκομέτρηση που πραγματοποιήσατε είναι οξυμετρία ή αλκαλιμετρία;*
- 2. Γιατί στο ισοδύναμο σημείο, όπως και εσείς πειραματικά διαπιστώσατε, το PH είναι μεγαλύτερο του 7 στους 25°C ;*
- 3. Ποιο ήταν το PH του διαλύματος όταν είχατε προσθέσει 5 ml προτύπου διαλύματος; Να απαντήσετε στο ερώτημα αυτό με δυο τρόπους. Μελετώντας την καμπύλη ογκομέτρησης που κατασκευάσατε και εργαζόμενοι στοιχειομετρικά.*
- 4. Γιατί η καμπύλη εμφανίζει μικρή κλίση στο πρώτο στάδιο, πριν την απότομη αύξηση του PH ;*
- 5. Αν επιλέγατε για δείκτη το ερυθρό του μεθυλίου ($\text{PKa}=3.8$), η συγκέντρωση του αγνώστου διαλύματος που θα βρίσκατε θα απείχε πολύ από την πραγματική; Θα ήταν μικρότερη, ίση, ή κοντά στην πραγματική;*
- 6. Διάλυμα CH_3COOH ογκομετρείται με πρότυπο διάλυμα NaOH .*
 - α. Στο ισοδύναμο σημείο της ογκομέτρησης το διάλυμα είναι όξινο, ουδέτερο ή βασικό; Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.*
 - β. Ποιος από τους πρωτολυτικούς δείκτες, ερυθρό του αιθυλίου ($\text{pKa} = 5,5$) και φαινολοφθαλεΐνη ($\text{pKa}= 9$), είναι κατάλληλος για τον καθορισμό του τελικού σημείου της ογκομέτρησης; Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας. (Εξετάσεις 2004)*
- 7. Δίνεται αραιό υδατικό διάλυμα Δ , ασθενούς οξέος HA , θερμοκρασίας 25°C και πραγματοποιούμε τα παρακάτω πειράματα:*
 - α. Μετράμε με πεχάμετρο το pH του διαλύματος. Σε ποια περιοχή της κλίμακας του pH αναμένεται να είναι η ένδειξη του πεχαμέτρου;*
 - β. Σε ποσότητα του διαλύματος Δ προσθέτουμε νερό διατηρώντας σταθερή τη θερμοκρασία. Η ένδειξη του πεχαμέτρου θα αυξηθεί, θα ελαττωθεί ή θα παραμείνει αμετάβλητη σε σχέση με την προηγούμενη μέτρηση; Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας.*
 - γ. Ογκομετρούμε ποσότητα του αρχικού διαλύματος Δ με διάλυμα NaOH . Σε ποια περιοχή της κλίμακας του pH αναμένεται να είναι η ένδειξη του πεχαμέτρου στο*

ισοδύναμο σημείο;

Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας.

(Εξετάσεις 2009)

8. Ένας πρωτολυτικός δείκτης εμφανίζει κίτρινο και μπλε χρώμα σε δύο υδατικά διαλύματα, που έχουν $\text{pH}=4$ και $\text{pH}=10$ αντίστοιχα. Σε υδατικό διάλυμα με $\text{pH}=3$ ο δείκτης αυτός αποκτά χρώμα:

α. μπλε

β. κίτρινο

γ. ενδιάμεσο (πράσινο)

δ. δεν μπορεί να γίνει πρόβλεψη (Εξετάσεις 2008)

9. Να χαρακτηριστεί σα σωστή ή λανθασμένη η πρόταση: Ο προσδιορισμός του τελικού σημείου της ογκομέτρησης υδατικού διαλύματος CH_3COOH με υδατικό διάλυμα NaOH γίνεται με δείκτη που έχει $\text{PKa}=5$. (Εξετάσεις 2009)

10. Μαθητής προετοιμάζεται να υπολογίσει την περιεκτικότητα του ξυδιού σε CH_3COOH .

α. Ποιο από τα παρακάτω αντιδραστήρια θα χρησιμοποιήσει ως πρότυπο διάλυμα για την ογκομέτρηση; i) διάλυμα HCl 0,1 M ii) διάλυμα NaOH 0,1 M iii) διάλυμα NH_3 0,1 M

β. i) Ποιον από τους παρακάτω δείκτες θα χρησιμοποιήσει;

Δείκτης	Πεδίο pH αλλαγής χρώματος
α. φαινολοφθαλεΐνη	8 - 10
β. κόκκινο μεθυλίου	4,5 – 5,5
γ. κυανό θυμόλης	1,5 - 3

ii) Να δικαιολογήσετε την επιλογή σας.

(Εξετάσεις 2010)

11. Στο μέσο της ογκομέτρησης (όταν ρίξαμε το μισό όγκο προτύπου διαλύματος από τον απαιτούμενο για την πλήρη εξουδετέρωση) ποιο ήταν το pH του διαλύματος; Ποια η σχέση της τιμής αυτής του pH με την PKa του ασθενούς οξέος;

7.4 Ογκομέτρηση «αγνώστου» διαλύματος ασθενούς βάσης NH_3 με πρότυπο διάλυμα ισχυρού οξέος HCl

Παρασκευή «αγνώστου» διαλύματος NH_3 :

Παίρνουμε από το ντουλάπι με τις ασθενείς βάσεις διάλυμα NH_3 1M. Σε ογκομετρική φιάλη των 100 ml μεταγγίζουμε 10 ml από διάλυμα της NH_3 1M και συμπληρώνουμε με νερό μέχρι τη χαραγή. Παρασκευάσαμε το «άγνωστο» διάλυμα, έστω Λ.

Ποια είναι η συγκέντρωση και ποιο το PH του «αγνώστου» διαλύματος; Οι μαθητές απαντούν στα ερωτήματα. Δίνονται $K_{b\text{NH}_3}=2 \cdot 10^{-5}$ και $\log 2=0.3$. (0.1M, 11.15)

Παρασκευή προτύπου διαλύματος HCl 0.2M:

Πόσα ml του διαλύματος HCl 1M πρέπει να χρησιμοποιήσουμε για να παρασκευάσουμε 250 ml διαλύματος HCl 0.2M; (50 ml)

Από το ντουλάπι με τα ισχυρά οξέα παίρνουμε και μεταφέρουμε στον πάγκο εργασίας διάλυμα HCl 1M. Σε ογκομετρική φιάλη των 250 ml μεταγγίζουμε 50 ml διαλύματος HCl 1M και συμπληρώνουμε με νερό μέχρι τη χαραγή. Με την επιλογή «μετονομασία» γράφουμε και επικολλούμε την ετικέτα στη φιάλη.

Πριν προχωρήσουμε στις πειραματικές διαδικασίες οι μαθητές πρέπει να απαντήσουν στα ερωτήματα και να επιλέξουν το δείκτη που πρέπει να χρησιμοποιήσουμε.

- Στο ισοδύναμο σημείο αυτής της ογκομέτρησης το PH είναι μεγαλύτερο ίσο ή μικρότερο του 7 και γιατί;
- Από τους δείκτες που διαθέτει το λογισμικό πορτοκαλόχρουν του μεθυλίου, ερυθρό του μεθυλίου και φαινολοφθελειΐνη με κατά κατά προσέγγιση PKa 3.8, 5.2 και 8.2 αντίστοιχα, ποιόν επιλέγετε και γιατί; (ερυθρό του μεθυλίου)

«Πειραματικό μέρος» I:(Τιτλοδότηση του αγνώστου διαλύματος)

Σε κωνική φιάλη των 250 ml μεταγγίζουμε 20 ml του αγνώστου διαλύματος Λ. Για να είναι εμφανές το διάλυμα και η αλλαγή χρώματος προσθέτουμε και κάποια ποσότητα νερού, έστω

30 ml.

Το νερό που προσθέσαμε μεταβάλλει την τιμή της συγκέντρωσης του αγνώστου διαλύματος που θα βρούμε;

Με το σταγονόμετρο προσθέτουμε πολύ μικρό όγκο, έστω 0.1 ml, (ο όγκος μιας σταγόνας είναι περίπου 0.05 ml) του δείκτη (ερυθρό του μεθυλίου), με την ακόλουθη διαδικασία. (Μεταφέρουμε το σταγονόμετρο στο στόμιο του δοχείου που περιέχει το δείκτη, πληκτρολογούμε τον όγκο που θέλουμε να αφαιρέσουμε, έστω 1 ml και επιλέγουμε «αφαίρεση». Στη συνέχεια προσθέτουμε τα 0.1 ml του δείκτη στην κωνική φιάλη πληκτρολογώντας τον όγκο και επιλέγοντας «προσθήκη»)

Γεμίζουμε την προχοΐδα με το πρότυπο διάλυμα HCl 0.2M και τη μεταφέρουμε στο στόμιο της κωνικής φιάλης. Εμφανίζεται σε μεγέθυνση η ογκομετρική κλίμακα και καταγράφουμε, κοιτώντας το κάτω μέρος του μηνίσκου, την αρχική τιμή.

Εκτελούμε μια γρήγορη ογκομέτρηση, προσθέτοντας κάθε φορά αρκετά μεγάλο όγκο έστω 1 ml, για να προσδιορίσουμε τον κατά προσέγγιση απαιτούμενο όγκο για την πλήρη εξουδετέρωση όπου μεταβάλλεται και το χρώμα του διαλύματος.

Επαναλαμβάνουμε την προηγούμενη διαδικασία αλλά κοντά στον όγκο που προηγουμένα προσδιορίσαμε μειώνουμε τον όγκο του διαλύματος που πέφτει κάθε φορά που ανοίγουμε τη στρόφιγγα. Αν θέλουμε να πέφτει περίπου όγκος μιας σταγόνας πρέπει να πληκτρολογήσουμε 0.05 ml. Τη στιγμή που αλλάζει το χρώμα σταματάμε την ογκομέτρηση. Η κατ' απόλυτη τιμή διαφορά της τελικής και αρχικής ένδειξης είναι ο ακριβής όγκος του προτύπου διαλύματος που εξουδετερώνει τα 20 ml αγνώστου Λ.

Υπολογισμοί:

Οι μαθητές γνωρίζουν τον όγκο του αγνώστου διαλύματος, τη συγκέντρωση του προτύπου διαλύματος και έχουν βρει «πειραματικά» και τον απαιτούμενο όγκο του προτύπου. Οπότε δουλεύοντας στοιχειομετρικά, υπολογίζουν την συγκέντρωση του αγνώστου διαλύματος Ω .

«Πειραματικό μέρος» II: (Κατασκευή καμπύλης ογκομέτρησης)

Σε κωνική φιάλη των 250 ml μεταγγίζουμε 20 ml του αγνώστου διαλύματος Λ και με το σταγονόμετρο προσθέτουμε 0.1 ml (δύο σταγόνες), του δείκτη. (Δεν είναι απαραίτητο να προσθέσουμε δείκτη για να κατασκευάσουμε την καμπύλη ογκομέτρησης . Προσθέτουμε αν

κρίνεται εκπαιδευτικά χρήσιμο από το διδάσκοντα Καθηγητή) Μεταφέρουμε την προχοΐδα πάνω από την κωνική φιάλη και εμφανίζονται με ευκρίνεια οι υποδιαιρέσεις της ογκομετρικής κλίμακας.

Συμπληρώνουμε τον πίνακα με τις ενδείξεις της προχοΐδας, τον όγκο του προτύπου διαλύματος που κάθε φορά που ανοίγουμε τη στρόφιγγα πέφτει, το συνολικό όγκο που μέχρι την τελευταία μέτρηση ρίξαμε στο άγνωστο διάλυμα και το PH του διαλύματος μετά από κάθε προσθήκη.

VHCl (ml) είναι ο όγκος του προτύπου διαλύματος που πέφτει κάθε φορά που ανοίγουμε τη στρόφιγγα, δηλαδή η διαφορά των ενδείξεων κατ' απόλυτη τιμή. VHCl (ml) <συνολικός> είναι ο συνολικός όγκος του διαλύματος του HCl που έπεσε στην κωνική φιάλη. Δηλαδή ο συνολικός όγκος διαλύματος που ρίξαμε προηγούμενα και ο όγκος που ρίξαμε την τελευταία φορά που ανοίξαμε τη στρόφιγγα.

ΠίνακαςIV (Ογκομέτρηση αγνώστου διαλύματος NH₃ με πρότυπο διάλυμα HCl)

α/α	Ένδειξη προχοΐδας	V HCl (ml)	V HCl (ml) <συνολικός>	PH
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				

16				
17				
18				

Επεξεργασία των «πειραματικών» δεδομένων, κατασκευή καμπύλης ογκομέτρησης:

Οι μαθητές σε μιλιμετρέ χαρτί ή χρησιμοποιώντας το Excel κατασκευάζουν την καμπύλη ογκομέτρησης. Στον κατακόρυφο άξονα τίθενται οι τιμές του ΡΗ και στον οριζόντιο ο όγκος του προτύπου διαλύματος που συνολικά, μέχρι τη συγκεκριμένη μέτρηση προστέθηκε (VHC1 (ml) <συνολικός>).

Από την καμπύλη ογκομέτρησης προσδιορίζουν το τελικό σημείο και τον όγκο του προτύπου διαλύματος που απαιτήθηκε για την εξουδετέρωση.

Υπολογίζουν τη συγκέντρωση του αγνώστου διαλύματος.

Ερωτήσεις - Ασκήσεις:

1. Στην εν λόγω ογκομέτρηση χρησιμοποιήσατε για δείκτη ερυθρό του μεθυλίου. Αν χρησιμοποιούσατε πορτοκαλόχρουν του μεθυλίου, με $PK_a=3.8$, η συγκέντρωση (τίτλος) του αγνώστου που θα βρίσκατε θα ήταν κοντά στην πραγματική, μικρότερη ή μεγαλύτερη; Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.
2. Να απαντήσετε με αιτιολόγηση στα ερωτήματα της προηγούμενης ερώτησης στην περίπτωση που χρησιμοποιούσατε σα δείκτη φαινολοφθαλεΐνη με $PK_a=8.2$
3. Σε 20ml διαλύματος NH_3 0.1M προσθέτουμε τόσο διάλυμα HCl 0.2M, ώστε να πραγματοποιηθεί πλήρης εξουδετέρωση. Ποιος όγκος διαλύματος HCl 0.2M προστέθηκε; Ποιο είναι τότε το ΡΗ του διαλύματος; Να συγκρίνετε τις τιμές που υπολογίζετε θεωρητικά με αυτές που βρήκατε κατά την πειραματική διαδικασία κατασκευής της καμπύλης ογκομέτρησης. $K_bNH_3=2 \cdot 10^{-5}$, $\log 3=0,48$ (10ml, 8.76)
4. Σε 20ml διαλύματος NH_3 0.1M προσθέτουμε 5ml διαλύματος HCl 0.2M. Ποιο είναι το ΡΗ του διαλύματος (Δ1) που προκύπτει; Πως χαρακτηρίζεται αυτό το διάλυμα; Συγκρίνετε την τιμή που υπολογίσατε με αυτή που προκύπτει από την καμπύλη ογκομέτρησης που κατασκευάσατε. $K_bNH_3=2 \cdot 10^{-5}$, $\log 2=0.3$ (9.3)
Στα 25 ml διαλύματος Δ1 προσθέτουμε 175 ml νερό και δημιουργείται το διάλυμα Δ2. Ποιο είναι το ΡΗ του Δ2;

Αν στα 25 ml του Δ1 προσθέσουμε 5000 ml νερό, το ΡΗ του διαλύματος Δ3 που σχηματίζεται, είναι ίδιο με το ΡΗ του Δ2;

5. Να αιτιολογηθεί η πρόταση: Το ΡΗ στο ισοδύναμο σημείο, κατά την ογκομέτρηση διαλύματος NH_3 με πρότυπο διάλυμα HCl , είναι μικρότερο του 7. (Εξετάσεις 2011)
6. Στο μέσο της ογκομέτρησης (όταν ρίξαμε το μισό όγκο προτύπου διαλύματος από τον απαιτούμενο για την πλήρη εξουδετέρωση) ποιο ήταν το ΡΗ του διαλύματος; Ποια η σχέση της τιμής αυτής του ΡΗ με την PKb της ασθενούς βάσης;

Προβλήματα:

Διαθέτουμε διάλυμα Δ1 που περιέχει HCOOH συγκέντρωσης cM . Ογκομετρούνται 50 mL του διαλύματος Δ1 με πρότυπο διάλυμα NaOH συγκέντρωσης 1M. Για την πλήρη εξουδετέρωση του HCOOH απαιτούνται 100 mL διαλύματος NaOH , οπότε προκύπτει τελικό διάλυμα Δ2 όγκου 150 mL.

α. Στο διάλυμα Δ1 να υπολογίσετε τη συγκέντρωση cM του HCOOH και το βαθμό ιοντισμού του.

β. Τα 150 mL του διαλύματος Δ2 αραιώνονται με νερό μέχρι όγκου 500 mL, οπότε προκύπτει διάλυμα Δ3. Να υπολογίσετε το pH του διαλύματος Δ3.

γ. Ποιος είναι ο μέγιστος όγκος διαλύματος KMnO_4 συγκέντρωσης 0,5M οξεισιμένου με H_2SO_4 , που μπορεί να αποχρωματισθεί από 200 mL του αρχικού διαλύματος Δ1;

Δίνεται ότι όλα τα διαλύματα είναι υδατικά, στους 25°C και

$$K_a(\text{HCOOH}) = 2 \cdot 10^{-4}, K_w = 10^{-14}$$

Να γίνουν όλες οι δυνατές προσεγγίσεις που επιτρέπονται από τα αριθμητικά δεδομένα του προβλήματος (Εξετάσεις 2003)

Βιβλιογραφία

Ιστοσελίδα του Υπουργείου Παιδείας και Θρησκευμάτων «Θέματα Πανελλαδικών Εξετάσεων»

Στέλιος Λιοδάκης, Δημήτρης Γάκης, Δημήτρης Θεοδωρόπουλος, Παναγιώτης Θεοδωρόπουλος
«Χημεία Γ' Λυκείου θετικής κατεύθυνσης» Ο.Ε.Δ.Β. 2005

Στέλιος Λιοδάκης, Δημήτρης Γάκης, Δημήτρης Θεοδωρόπουλος, Παναγιώτης Θεοδωρόπουλος
«Χημεία Β' Λυκείου θετικής κατεύθυνσης» Ο.Ε.Δ.Β 2005

Επιμορφωτικό υλικό για την επιμόρφωση των εκπαιδευτικών στα Κέντρα Στήριξης
Επιμόρφωσης. Τεύχος 5: Κλάδος ΠΕ04 ΙΤΥ (ΤΕΚ) Πάτρα, Δεκέμβριος 2010

Επιμορφωτικό υλικό για την εκπαίδευση των επιμορφωτών στα Πανεπιστημιακά Κέντρα
Επιμόρφωσης. Τεύχος 1: Γενικό Μέρος. ΙΤΥ(ΤΕΚ) Πάτρα, Νοέμβριος 2007

Επιμορφωτικό υλικό για την επιμόρφωση των εκπαιδευτικών στα κέντρα στήριξης
επιμόρφωσης. Τεύχος 1: Γενικό Μέρος ΙΤΥ (ΤΕΚ) Πάτρα, Μάιος 2008

Θ.Π.Χατζηϊωάννου « Ποιοτική Ανάλυση και Χημική Ισορροπία» 1976

Δ. Α. Γιαννακουδάκη – Γ. Ε. Μανουσάκη. Γενική και Ανόργανος Χημεία.
Α.Π.Θ. Θεσσαλονίκη 1975

Κ. Σαλτερής. Χημεία Γ' Λυκείου. Α' Τεύχος. Σαββάλας

Σπύρος Μιχέλης. Χημεία Γ' Λυκείου Θετικής Κατεύθυνσης. Ελληνοεκδοτική. 2008

Μανώλης Κουλιφέτης - Βασίλης Μαντάς. Χημεία Γ' Λυκείου. Οξεία – Βάσεις και Ιοντική
Ισορροπία. Όμιλος Συγγραφέων Καθηγητών. Αθήνα

ISBN: 978-618-80969-0-5