

# ΑΠΟ ΤΗΝ ΚΛΑΣΣΙΚΗ ΟΓΚΟΜΕΤΡΗΣΗ ΣΤΗΝ ΕΙΚΟΝΙΚΗ ΤΩΝ ΝΕΩΝ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ

Δ Ι.Μαρκογιαννάκης<sup>1</sup>, Κ.Παπαθανασίου<sup>2</sup> Ι Δ Μαρκογιαννάκης<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Εργαστηριακό Κέντρο Φυσικών Επιστημών Χανίων, (ΕΚΦΕ) Χανίων 73100, Χανιά,

<sup>2</sup> Γυμνάσιο Βουκολιών Χανίων, <sup>3</sup> Μεταπτυχιακός Φοιτητής Πολυτεχνείου Κρήτης

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

**A) Σκοπός** της εργασίας μας είναι να δείξει, τις πολλαπλές δυνατότητες που έχουμε για την εργαστηριακή άσκηση-διδασκαλία της χημείας, οι οποίες θα πρέπει να αξιοποιούνται ανάλογα με τις συνθήκες, με μόνο γνώμονα, την όσο το δυνατόν καλλίτερη κατάκτηση της γνώσης, από τους μαθητές μας.

**B) Προσδοκώμενα αποτελέσματα (Διδακτικοί στόχοι).**

Όταν θα έχουμε τελειώσει την παρουσίασή μας φιλοδοξούμε να :

- αναγνωρίζετε και περιγράφετε τους τρόπους προσέγγισης της ογκομέτρησης που θα παρουσιάσουμε,
- συγκρίνετε τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα της κάθε μεθόδου,
- έχετε πληροφορηθεί πως μπορείτε σε εικονικό αλλά και σε πραγματικό εργαστήριο να κατασκευάσετε καμπύλη ογκομέτρησης,
- αποδεχτείτε την αναγκαιότητα όλων των μεθόδων παρουσίασης,
- χρησιμοποιείτε εναλλακτικούς τρόπους για την διδασκαλία της ογκομέτρησης,
- εκτιμήσετε την συμβολή των νέων τεχνολογιών (N.T.) στην διδασκαλία.

**Λέξεις κλειδιά :** ογκομέτρηση, νέες τεχνολογίες, προσομοίωση, λογισμικό, εικονικό εργαστήριο, java applets, Chem.Lab., Multilog.

## ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

### 1) Κλασσική ογκομέτρηση.

Δεν θα αναφερθούμε εκτενώς σε αυτή αφού η προσέγγισή της, είναι σε όλους γνωστή και αναφέρεται στους εργαστηριακούς οδηγούς. Απλά κάνουμε τις εξής παρατηρήσεις:

- Χρησιμοποιούμε NaOH 1M (αλκαλιμετρία) ενώ το όξινο δείγμα μας είναι ξίδι λευκό την περιεκτικότητα του οποίου θέλουμε να προσδιορίσουμε. Το λευκό ξίδι χρησιμοποιείται για να μπορούμε να διακρίνουμε ευκολότερα το τελικό σημείο, δηλαδή τη χρωματική αλλαγή του δείκτη. (ευρίσκεται στα μεγάλα καταστήματα τροφίμων από όπου μπορούμε να το προμηθευτούμε).
- Ο κατάλληλος δείκτης είναι η φαινολοφθαλεΐνη η οποία έχει πεδίο χρωματικών αλλαγών στο pH 8-10 (περίπου) οπότε περιλαμβάνει το ισοδύναμο σημείο της περίπτωσης μας (pH =8,78). Η ογκομέτρηση τελειώνει όταν το χρώμα του δείκτη διαρκεί τουλάχιστον 1 λεπτό.
- Αμέσως μετά το τέλος της εργαστηριακής άσκησης πρέπει να αδειάζουμε την προχοΐδα από το NaOH γιατί η παραμονή του θα καταστρέψει την στρόφιγγά της αφού αντιδρά με το γυαλί σχηματίζοντας μια ομογενή μάζα.
- Όταν έχουμε χρόνο θα πρέπει να κάνουμε αναφορά στη χρήση της ογκομέτρησης για τον προσδιορισμό της οξύτητας στο λάδι.

### 2) Με java applets.

Τα java applets είναι μικρές εφαρμογές δημιουργημένες με τη γλώσσα Java. Ευρίσκονται στο Internet από το οποίο και διατίθενται. Είναι πολύ απλά στην εκμάθησή τους, παρέχοντάς μας, με την χρήση των, την δυνατότητα **εστίασης** της προσοχής του μαθητή σε ορισμένη κατεύθυνση της ύλης που θέλουμε να διδάξουμε. Εκτελούνται εύκολα από τον διδάσκοντα ο οποίος δεν χρειάζεται να δαπανήσει το σημαντικό χρόνο που απαιτεί η εξοικείωση με ολοκληρωμένα πακέτα. Υστερούν βεβαίως ως προς τα τελευταία στο πεδίο του εντυπωσιασμού, της χρήσης οπτικών και ακουστικών εφέ. Παραθέτουμε ενδεικτικά μερικά από αυτά.

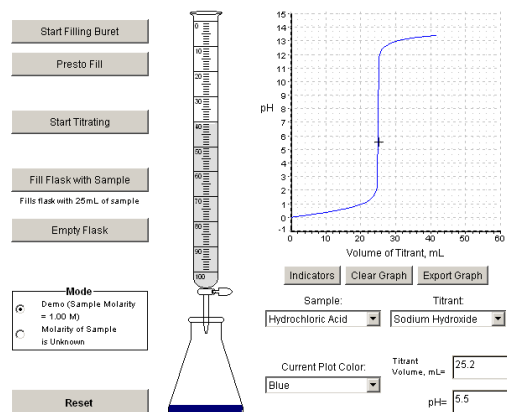
### α) «Εργαστήριο ογκομέτρησης» (Titration Lab)

Το applet από τη διαδικτυακή διεύθυνση [http://www.paccd.cc.ca.us/instdmn/phycidv/chem\\_dp/intersections/titrate/TitrationLab.html](http://www.paccd.cc.ca.us/instdmn/phycidv/chem_dp/intersections/titrate/TitrationLab.html) παρουσιάζει ένα περιβάλλον εικονικής ογκομέτρησης.

Παρουσιάζεται η κωνική «φιάλη» που θα πρέπει να γεμίσουμε με δείγμα όπως και μια εικονική «προχοίδα» που γεμίζουμε με πρότυπο διάλυμα όπου και τα δύο (δείγμα και πρότυπο διάλυμα) μπορούν να επιλεγθούν.

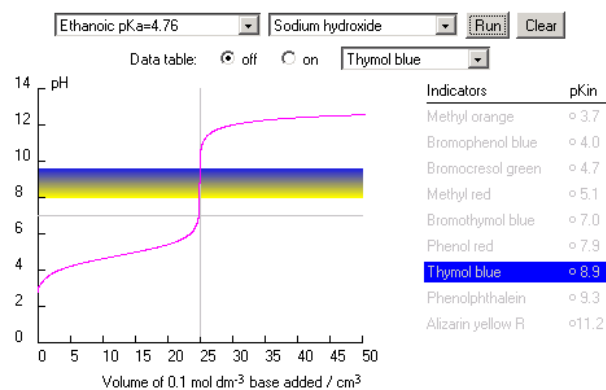
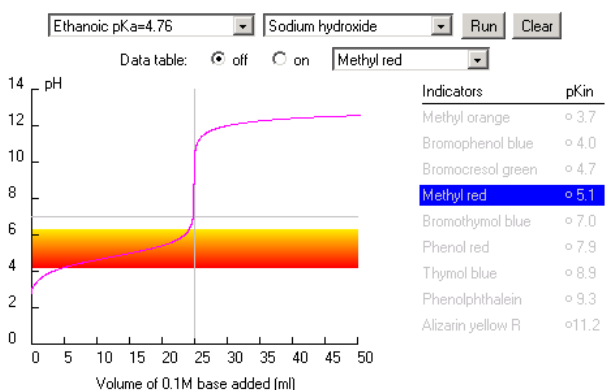
Η εφαρμογή δεν παραλείπει να μάς βοηθήσει στην επιλογή και του κατάλληλου δείκτη ανοίγοντας χωριστό «παράθυρο» με τις περιοχές αλλαγής χρώματος μιας ποικιλίας δεικτών. Καθώς η ογκομέτρηση προχωρά βλέπουμε την προχοίδα να «αδειάζει» ενώ παράλληλα καταγράφεται η αντίστοιχη καμπύλη. Στο τελικό σημείο παρατηρείται η αλλαγή του χρώματος του δείκτη.

### Titration Lab



### β) Επιλογή δείκτη (indicator choice)

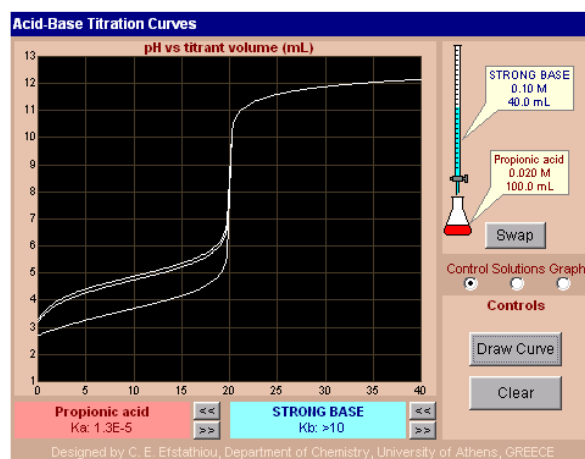
Το applet που μπορεί να «κατεβάσει» κανείς από τη διεύθυνση [http://www.chemit.co.uk/java/rsc\\_indicator/applet.htm](http://www.chemit.co.uk/java/rsc_indicator/applet.htm) καταδεικνύει με γραφικό τρόπο την λογική επιλογής δείκτη σε μια ογκομέτρηση. Μπορούμε να σχεδιάσουμε τις καμπύλες ογκομέτρησης ποικίλων ζευγών οξέων-βάσεων. Το ιδιαίτερο του προγράμματος είναι ότι μπορεί να τοποθετήσει πάνω στην καμπύλη τη χρωματική αλλαγή ενός δείκτη που επιλέγουμε από μια σειρά δεικτών. Γίνεται έτσι φανερό στους μαθητές ότι η επιλογή δείκτη του οποίου η χρωματική αλλαγή συντελείται εκτός του κατακόρυφου τμήματος της καμπύλης, δεν μπορεί να μας δώσει το ισοδύναμο σημείο.



### γ) Καμπύλες τιτλοδότησης οξέων-βάσεων (Acid-Base Titration curves)

Ένα πολύ καλό applet δίνει το τμήμα Χημείας του πανεπιστημίου Αθηνών (Κων/νος Ευσταθίου) στη διαδικτυακή διεύθυνση <http://www.chem.uoa.gr/Applets/AppletTitration/AppletTitration1.html>.

Παρέχει τη δυνατότητα κατασκευής καμπυλών ογκομέτρησης από πληθώρα επιλογών οξέων και βάσεων. Σε αντίθεση όμως με τα προηγούμενα παραδείγματα, δίνει τη δυνατότητα να επιλέγουμε κατά βούληση όγκους και συγκεντρώσεις του πρότυπου και του τιτλοδοτούμενου διαλύματος και να βλέπουμε άμεσα τη καμπύλη που προκύπτει. Έτσι προσφέρεται για ποσοτικές ασκήσεις από τον καθηγητή και επειδή η λογική του είναι απλούστατη επιτρέπει στον μαθητή να διερευνήσει μόνος του πολλές διαφορετικές συνθήκες συγκρί-



νοντας στο ίδιο γράφημα τις αντίστοιχες καμπύλες.

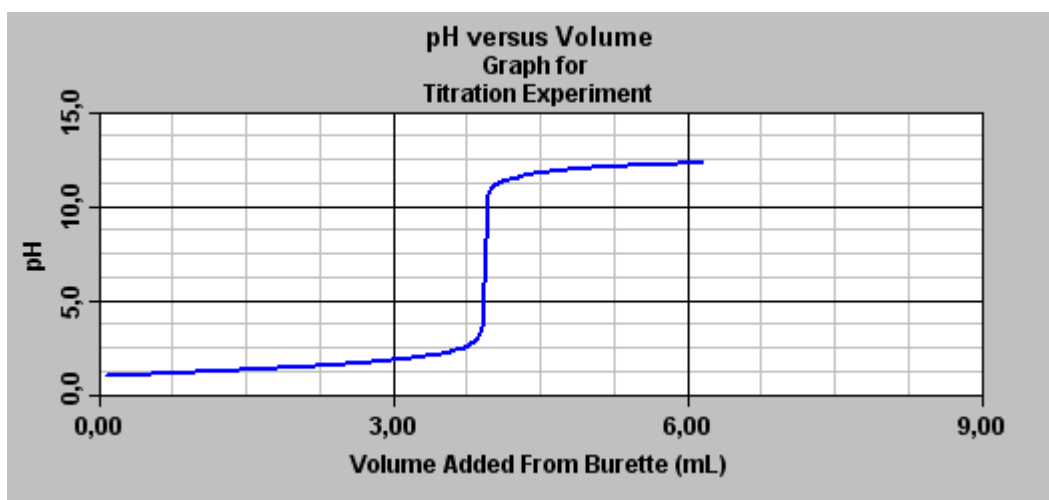
### 3) Με το λογισμικό πακέτο Chem.Lab

Το λογισμικό προσομοιώνει ένα εργαστήριο Χημείας (**εικονικό εργαστήριο**).

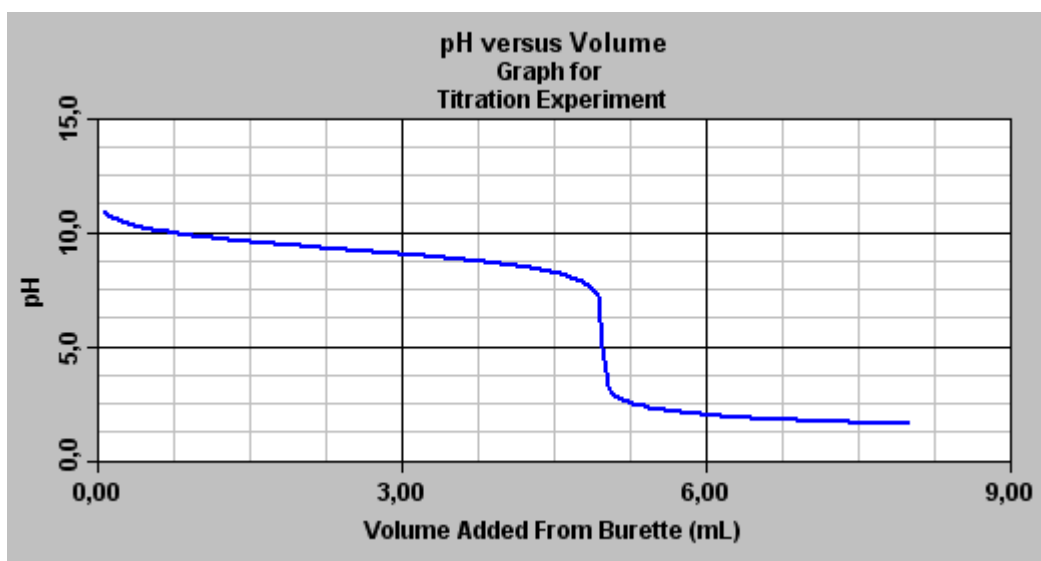
Μέσα σε αυτό υπάρχουν πολλές δυνατότητες εφαρμογών, μεταξύ άλλων και της ογκομέτρησης. Ο χρήστης του έχει την δυνατότητα επιλογής των οξέων και βάσεων, ισχυρών ή ασθενών, των αντίστοιχων ποσοτήτων των, δεικτών, με ταυτόχρονη κατασκευή – προβολή και εκτύπωση της καμπύλης ογκομέτρησης.

Η κωνική της ογκομέτρησης είναι συνδεδεμένη με το πεχάμετρο για την ταυτόχρονη ανάγνωση του pH.

Είναι αφάνταστα εύκολο στη χρήση του, διαθέτει ηχητικά εφέ, ρεαλισμό στις απεικονίσεις του εργαστηριακού χώρου και είναι ευχάριστο (διασκεδαστικό) για τους μαθητές.



Σχήμα 1. Καμπύλη ογκομέτρησης (αλκαλιμετρία) ισχυρού οξέος (HCl) από ισχυρή βάση (NaOH).



Σχήμα 2. Καμπύλη ογκομέτρησης (οξυμετρίας) ασθενούς βάσης (NH<sub>3</sub>) από ισχυρό οξύ (HCl).

#### 4) Με το Multilog

(Συνδυασμός χρήσης πραγματικού εργαστηρίου και N.T.).

Χρησιμοποιούμε την κλασική ογκομέτρηση με την προχοΐδα μας, τον αισθητήρα πεχαμέτρου, και επιλέγουμε τα - πραγματικά - αντιδραστήριά μας ανάλογα με το είδος της ογκομέτρησης που θα θέλαμε να πραγματοποιήσουμε.

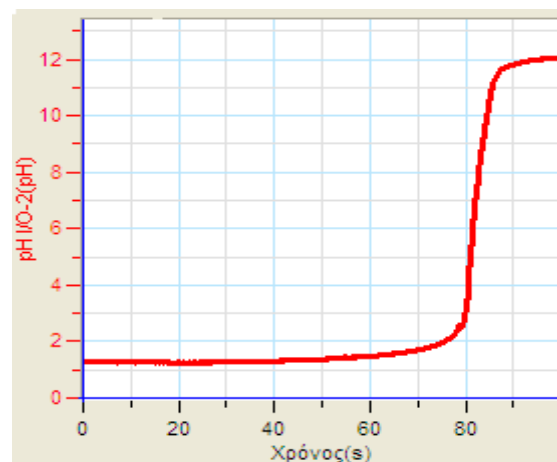
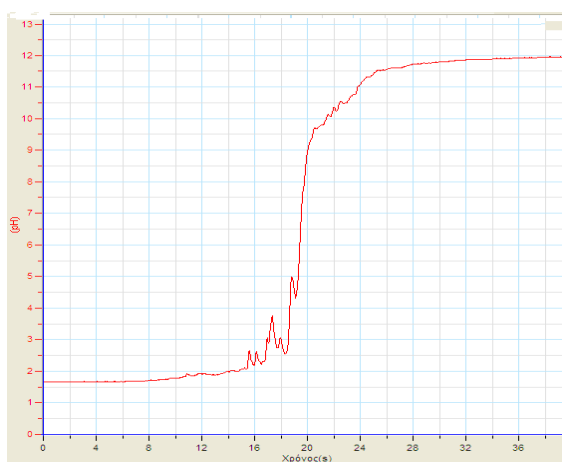
Για τα πειράματά μας χρησιμοποιήσαμε 100ml HCl 0.2M ενώ σαν ασθενές οξύ, λευκό ξύδι του εμπορίου. Η βάση μας ήταν υδροξείδιο του νατρίου 2M.

Η συσκευή MultiLog διατίθεται με σειρά αισθητήρων για ποικίλες μετρήσεις. Ο αισθητήρας στην περίπτωση μας ήταν φυσικά το πεχάμετρο το οποίο συνδέθηκε στην είσοδο 1 (I/O1).

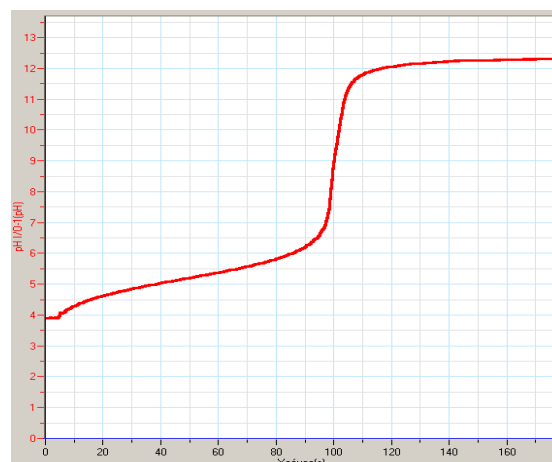
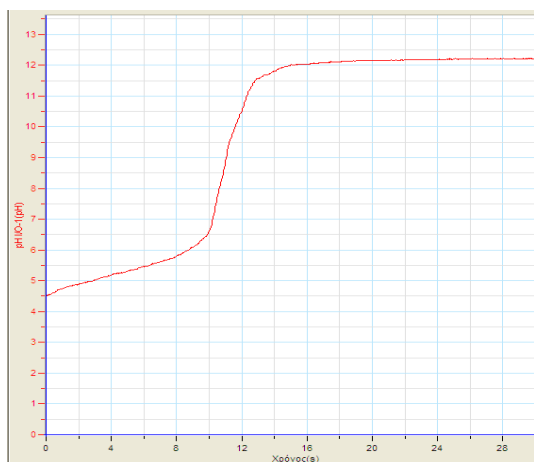
Το σύστημα ρυθμίστηκε σε δειγματοληψία (Rate) 25 μετρήσεων ανά δευτερόλεπτο ενώ ο αριθμός των μετρήσεων (Samples) 1000. Τέλος, το πλήκτρο (Trigger): στην ένδειξη: μη ενεργός (not active).

Στη περίπτωση μας, αφήνουμε την προχοΐδα να ρέει με σταθερό ρυθμό, υπό συνεχή ανάδευση και λαμβάνουμε τις αντίστοιχες μετρήσεις του pH. Έτσι το γράφημα που μας δίνει η διάταξή μας είναι pH – χρόνου το οποίο όμως, αντιστοιχεί, ακριβώς με την καμπύλη ογκομέτρησης (γραφική παράσταση pH-όγκου). Μετρώντας τον όγκο του καταναλωθέντος πρότυπου διαλύματος σε ορισμένο χρόνο, π.χ. στο τέλος του πειράματος, υπολογίζεται η παροχή της προχοΐδας ώστε οι μετρήσεις χρόνου να μπορούν να μετατραπούν εύκολα σε μετρήσεις όγκου.

Το ισοδύναμο σημείο προσδιορίζεται ακριβώς και από την γραφική παράσταση αλλά και από την αλλαγή του χρώματος στο ογκομετρούμενο διάλυμα (τελικό σημείο) που είναι εμφανής. Μειονεκτήματα της μεθόδου είναι το οικονομικό κόστος των συσκευών καθώς και ο χρόνος εξοικείωσης που απαιτείται για την χρήση των.



Σχήμα 3. Καμπύλες ογκομέτρησης (αλκαλιμετρία) ισχυρού οξέος (HCl) από ισχυρή βάση (NaOH).



Σχήμα 4. Καμπύλες ογκομέτρησης ασθενούς οξέος (CH<sub>3</sub>COOH) από ισχυρή βάση (NaOH).

## ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ - ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Οι μέθοδοι προσέγγισης 2 και 3 διατίθενται και μπορούν να χρησιμοποιηθούν εύκολα σε κάθε υπολογιστή. Μειονέκτημά των θεωρείτε η γλώσσα που χρησιμοποιούν (συνήθως Αγγλική). Υποκαθιστούν την λειτουργία του πραγματικού εργαστηρίου με ό,τι αυτό συνεπάγεται. Μπορούν να δράσουν συμπληρωματικά στην εκμάθηση της ογκομέτρησης.

Στη περίπτωση του Multilog συνδυάζονται όλα όσα απαιτούνται για μια ολοκληρωμένη και πλούσια σε αισθητηριακές εμπειρίες διδασκαλία, δηλαδή το αναντικατάστατο πραγματικό εργαστήριο και οι δυνατότητες των νέων τεχνολογιών που με τόση ευκολία μπορούν να καταγράψουν και να επεξεργαστούν σε μικρό χρόνο τεράστιο όγκο πληροφοριών. Έτσι, μάς επιτρέπουν να κατασκευάσουμε μια οποιαδήποτε καμπύλη ογκομέτρησης.

Νομίζουμε τελικά ότι το ερώτημα πραγματικό ή εικονικό πείραμα-εργαστήριο είναι πλαστό. Αυτό που χρειάζεται η διδασκαλία της επιστήμης μας, η χημεία, είναι η παιδαγωγική και ολοκληρωμένη προσέγγιση των μαθητών μας, με σκοπό να αγαπήσουν την χημεία και να την κατακτήσουν. Για το λόγο αυτό θα πρέπει να παίρνουμε διαρκώς υπ' όψη μας το επίπεδο των, ενώ ένα σημαντικό μέσον για αυτή την προσέγγιση είναι, **το εργαστηριακό πείραμα \***, με όλες τις μορφές του, που ανάλογα με τις συνθήκες θα χρησιμοποιούνται.

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Σ.Λιοδάκης κλπ Χημεία Γ' Λυκείου θετικής κατεύθυνσης Ο.Ε.Δ.Β Αθήνα 2002
2. Α.Κόκκος Α.Λιοναράκης Ανοικτή και εξ αποστάσεως εκπ/ση τόμος Β ΕΑΠ Πάτρα 1998.
3. Οδηγίες χρήσης και πειράματα Multi log έκδοση της Αμαξοτεχνικής Α.Ε.Β.Ε.
4. Ν.Καλογερόπουλος Χ.Καρατζάς Πραγματικό ή εικονικό εργαστήριο.Εργασία στην Εκπ/κη Πύλη.

## ΔΙΚΤΥΑΚΟΙ ΤΟΠΟΙ:

[http://www.chemit.co.uk/java/rsc\\_indicator/applet.htm](http://www.chemit.co.uk/java/rsc_indicator/applet.htm)

[http://www.paccd.cc.ca.us/instadmn/physcidv/chem\\_dp/intersections/titrate/TitrationLab.html](http://www.paccd.cc.ca.us/instadmn/physcidv/chem_dp/intersections/titrate/TitrationLab.html)

[http://www.chem.uoa.gr/Applets/AppletTitration/Appl\\_Titration1.html](http://www.chem.uoa.gr/Applets/AppletTitration/Appl_Titration1.html)

**\* Όλα τα πειράματά μας έγιναν στο ΕΚΦΕ Χανίων “Κ.Μ.Κούμας”**  
**<http://ekfe.chan.sch.gr>**

