



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ
Τμήμα Ψηφιακών Συστημάτων

ΕΙΚΟΝΙΚΟ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΧΗΜΕΙΑΣ ΓΙΑ ΔΙΑΔΡΑΣΤΙΚΟ ΠΙΝΑΚΑ

Βολάνης Μιχάλης – Χρόνης, ΜΕ 10007

Επιβλέπων: Καθηγητής κ. Συμεών Ρετάλης

Μεταπτυχιακή διπλωματική εργασία

Πειραιάς, Απρίλιος 2014

ABSTRACT

Within the context of the present thesis a virtual chemistry lab has been developed to be used on interactive whiteboards with multitouch technology support. This lab is aimed at Secondary Education students, covering the following topics.

- Solution concentrations (w / w, w / v, v / v)
- Dilution of solutions
- Concentration of solutions
- Mixing of solutions

Through simulation environment that provides the virtual chemistry lab, users are enabled to fearlessly experiment with a multitude of chemical substances found in its repository. Concurrently, a number of laboratory tools and instruments are at the users' disposal to better observe the experiments conducted. Furthermore, users, attending the virtual lab, are encouraged to perform a plethora of interactive exercises concerning the aforementioned modules.

The theoretical framework of the thesis delineates central learning theories governing the design of the virtual lab, presents the different types of interactive whiteboards available and the way the latter can contribute to the teaching of Chemistry. Finally, the design and implementation of the virtual chemistry lab is presented and detailed.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στο πλαίσιο της παρούσας διπλωματικής εργασίας αναπτύχθηκε ένα εικονικό εργαστήριο χημείας για χρήση σε διαδραστικούς πίνακες πολλαπλής αφής. Το εικονικό εργαστήριο απευθύνεται σε μαθητές του Γυμνασίου και των πρώτων τάξεων του Λυκείου, καλύπτοντας τις παρακάτω θεματικές ενότητες.

- Περιεκτικότητες διαλυμάτων (w/w, w/v, v/v)
- Αραίωση διαλυμάτων
- Συμπύκνωση διαλυμάτων
- Ανάμιξη διαλυμάτων

Μέσα από το περιβάλλον προσομοίωσης που παρέχει το εικονικό εργαστήριο Χημείας, οι χρήστες έχουν την δυνατότητα να πειραματιστούν άφοβα με ένα πλήθος χημικών ουσιών που βρίσκονται στο αποθετήριο του. Παράλληλα έχουν στην διάθεσή τους κάποια εργαστηριακά εργαλεία αλλά και όργανα για την καλύτερη παρατήρηση των πειραμάτων. Επίσης μέσα από το εργαστήριο οι χρήστες καλούνται να επιλύσουν πλήθος διαδραστικών ασκήσεων που αφορούν τις θεματικές ενότητες που αναφέρθηκαν παραπάνω.

Το θεωρητικό πλαίσιο της διπλωματικής αναλύει την θεωρία της διερευνητικής μάθησης, η οποία εφαρμόστηκε στην δημιουργία του εργαστηρίου, παρουσιάζει τα διάφορα ήδη διαδραστικών πινάκων και πώς μπορούν να συμβάλουν στην διδακτική της Χημείας. Τέλος αναλύονται ο σχεδιασμός και η υλοποίηση του εικονικού εργαστηρίου Χημείας.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Για τη διεκπεραίωση της παρούσας διπλωματικής εργασίας, θα ήθελα κατ' αρχάς να ευχαριστήσω τον Καθηγητή και μέντορά μου, κ. Συμεών Ρετάλη για την καθοδήγησή του, την εμπιστοσύνη και την υπομονή που μου έδειξε προκειμένου να υλοποιηθεί η παρούσα διπλωματική εργασία.

Επίσης, όλο το διδακτικό προσωπικό το οποίο με το χρόνο του και την βοήθεια του συνέβαλλε σημαντικά στο να αποκτήσουν οι μεταπτυχιακές μου σπουδές ενδιαφέρον και αξία.

Σημαντική βοήθεια και στήριξη ψυχολογική και ουσιαστική με πρόσφεραν οι συμφοιτητές και φίλοι μου Χριστίνα, Νίκος και Χριστίνα. Χωρίς τη συμβολή τους θα ήταν πολύ πιο δύσκολο για εμένα να προχωρήσω.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένειά μου για την πολύτιμη στήριξη και κατανόηση που μου παρείχαν μέχρι να φτάσει η παρούσα διπλωματική στο τέλος της.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ABSTRACT	2
ΠΕΡΙΛΗΨΗ	3
ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ	4
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ - ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ	7
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	9
1.1 ΟΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ ΚΑΙ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΕΣ(ΤΠΕ) ΚΑΙ ΟΙ ΦΥΣΙΚΕΣ ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ	9
1.2 ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟΥ ΥΛΙΚΟΥ ΓΙΑ ΤΟ ΜΑΘΗΜΑ ΤΗΣ ΧΗΜΕΙΑΣ	12
1.3 ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	16
1.4 ΔΟΜΗ ΤΗΣ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	17
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2. ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ	19
2.1 Η ΔΙΔΑΚΤΙΚΗ ΤΗΣ ΧΗΜΕΙΑΣ	19
2.1.1 Η ΔΙΕΡΕΥΝΗΤΙΚΗ ΜΑΘΗΣΗ ΤΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ	19
2.1.2 ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΩΝ ΛΟΓΙΣΜΙΚΩΝ ΓΙΑ ΤΟ ΜΑΘΗΜΑ ΤΗΣ ΧΗΜΕΙΑΣ	25
2.2 ΔΙΑΔΡΑΣΤΙΚΟΙ ΠΙΝΑΚΕΣ	37
2.2.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ	37
2.2.2 ΤΥΠΟΙ ΔΙΑΔΡΑΣΤΙΚΩΝ ΠΙΝΑΚΩΝ	40
2.2.3 ΔΙΑΔΡΑΣΤΙΚΟΙ ΠΙΝΑΚΕΣ ΠΟΛΛΑΠΛΗΣ ΑΦΗΣ	45
2.2.4 ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΗ ΧΡΗΣΗ ΔΙΑΔΡΑΣΤΙΚΩΝ ΠΙΝΑΚΩΝ	47
2.2.5 ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΑ ΟΦΕΛΗ ΑΠΟ ΤΗΝ ΧΡΗΣΗ ΔΙΑΔΡΑΣΤΙΚΩΝ ΠΙΝΑΚΩΝ	49
2.3 ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΕΙΚΟΝΙΚΟΥ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟΥ ΧΗΜΕΙΑΣ ΓΙΑ ΔΙΑΔΡΑΣΤΙΚΟΥΣ ΠΙΝΑΚΕΣ ΑΦΗΣ	52
2.3.1 ΓΕΝΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ	52
2.3.2 ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΣ	53
2.3.3 ΓΡΑΦΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΧΡΗΣΤΗ.....	55
2.3.4 ΑΛΛΗΛΕΠΙΔΡΑΣΗ ΚΑΙ ΧΕΙΡΙΣΜΟΣ	57
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3. ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΚΑΙ ΥΛΟΠΟΙΗΣΗ ΕΙΚΟΝΙΚΟΥ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟΥ ΧΗΜΕΙΑΣ	58
3.1 ΣΤΟΧΟΙ ΕΙΚΟΝΙΚΟΥ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟΥ ΧΗΜΕΙΑΣ	58
3.2 ΕΠΙΛΟΓΗ ΠΛΑΤΦΟΡΜΑ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ – ΑΝΑΛΥΣΗ	59
3.3 ΑΝΑΛΥΣΗ ΑΠΑΙΤΗΣΕΩΝ	62
3.3.1 ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ.....	62
3.3.2 ΜΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ.....	66
3.4 ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ	67
3.4.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	67
3.4.2 ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟΣΤΡΑΦΗΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ	67
3.5 ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΓΡΑΦΙΚΗΣ ΔΙΕΠΑΦΗΣ	83
3.6 ΚΩΔΙΚΟΠΟΙΗΣΗ ΚΑΙ ΠΡΟΤΥΠΑ ΣΧΕΔΙΑΣΗΣ	86
3.7 ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ ΕΙΚΟΝΙΚΟΥ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟΥ ΓΙΑ ΤΗΝ ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟΥ ΣΕΝΑΡΙΟΥ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ ΧΗΜΕΙΑΣ Α’ ΛΥΚΕΙΟΥ ΒΑΣΕΙ ΤΟΥ ΔΙΕΡΕΥΝΗΤΙΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΜΑΘΗΣΗΣ	88
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4. ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΚΑΙ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	93
4.1. ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ – ΜΕΛΕΤΕΣ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ	93
4.1.1. ΣΤΟΧΟΣ ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑΣ ΕΙΚΟΝΙΚΟΥ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟΥ ΧΗΜΕΙΑΣ	93
4.1.2. ΕΡΓΑΛΕΙΑ	94

4.1.3. ΣΥΜΜΕΤΕΧΟΝΤΕΣ ΚΑΙ ΠΛΑΙΣΙΟ.....	94
4.1.4. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΕΡΜΗΝΕΙΑ.....	101
4.1.5 ΕΡΜΗΝΕΙΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΦΑΣΕΩΝ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ.....	102
4.2 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΕΠΕΚΤΑΣΕΙΣ.....	103
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α: ΟΔΗΓΟΣ ΧΡΗΣΗΣ ΕΙΚΟΝΙΚΟΥ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟΥ	
ΧΗΜΕΙΑΣ.....	105
Παρουσίαση της διεπαφής της εφαρμογής.....	105
Αραίωση ενός διαλύματος με προσθήκη νερού.....	107
Θέρμανση ενός διαλύματος και συμπύκνωση.....	109
Επιλογή και επίλυση μιας άσκησης.....	111
Χρήση αριθμομηχανής.....	115
Χρήση Πίνακα-Προχείρου.....	115
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β: ΡΟΥΜΠΡΙΚΑ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΕΙΚΟΝΙΚΟΥ	
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟΥ.....	117
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	119
ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	119
ΞΕΝΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	122

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ - ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ

Εικόνα 1 – ChemSketch Freeware (πηγή: www.chem-station.com).....	28
Εικόνα 2 – Chemist – Αρχική οθόνη (πηγή: http://thixlab.com/chemist.html) ..	29
Εικόνα 3 – Chemist – Χρήση σκεύους (πηγή: http://thixlab.com/chemist.html)	30
Εικόνα 4 – ChemToolBox (πηγή: http://chemtoolbox.software.informer.com/).....	31
Εικόνα 5 – vLab – Ανάμιξη διαλυμάτων (πηγή: http://www.chem.uwec.edu/) .	33
Εικόνα 6 – vLab – Αρχική οθόνη (πηγή: http://www.chem.uwec.edu/).....	34
Εικόνα 7 – Virtual Chemistry Laboratory (πηγή: http://chemistry.dortikum.net)	35
Εικόνα 8 – ChemLab – Εισαγωγή (πηγή: http://modelscience.com/products.html)	36
Εικόνα 9 – Συνδεσμολογία διαδραστικού πίνακα (πηγή: http://teach-tech.westernu.edu/)	38
Εικόνα 10 – Διαδραστικός πίνακας πολλαπλής αφής (πηγή: http://smarttech.com/)	42
Εικόνα 11 – Διαδραστικός προβολέας (πηγή: http://www.schoolshop.gr/).....	43
Εικόνα 12 – Φορητό σύστημα διάδρασης (πηγή: http://www.tradeindia.com/)	44
Εικόνα 13 – Διαδραστικός πίνακας οπίσθιας προβολής (πηγή: http://www.allsee-tech.com/).....	45
Εικόνα 14 - Χωροταξία του εικονικού εργαστηρίου.....	84
Εικόνα 15 - Διεπαφή Flash Professional CS 5.5	85
Εικόνα 16 - Επεξεργασία συμβόλου Beaker μέσα στο Flash Professional CS 5.5.....	86
Εικόνα 17 - Cyclic Inquiry Model	96
Εικόνα 18 – Γενική εικόνα του εικονικού εργαστηρίου χημείας	105

Διάγραμμα 1 - Use case διάγραμμα - Εκτέλεση πειράματος από μαθητή	64
Διάγραμμα 2- Use case διάγραμμα για τις λειτουργίες του καθηγητή	65
Διάγραμμα 3 - Use case διάγραμμα - Επίλυση άσκησης από μαθητή.....	65
Διάγραμμα 4 – Δομή βασικών κλάσεων εικονικού εργαστηρίου χημείας.....	82
Διάγραμμα 5 - Διαγραμματική αναπαράσταση φάσεων εκπαιδευτικού σεναρίου χημείας με τίτλο: Συγκέντρωση, αραίωση και ανάμιξη διαλυμάτων.....	92

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 ΟΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ ΚΑΙ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΕΣ(ΤΠΕ) ΚΑΙ ΟΙ ΦΥΣΙΚΕΣ ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ

Οι τρόποι αξιοποίησης του υπολογιστή για τη διδασκαλία των φυσικών επιστημών αποτελούν αντικείμενο έρευνας από τα μέσα της δεκαετίας του '60. Οι πρώτες προσπάθειες για την ανάπτυξη εκπαιδευτικών εφαρμογών των νέων τεχνολογιών της πληροφορίας, έδωσαν τα αποτελέσματά τους με τη μορφή εκπαιδευτικών λογισμικών προσομοίωσης φυσικών φαινομένων, πάνω στα οποία εργάστηκαν φοιτητές Πανεπιστημίων της Αμερικής. Στις αρχές της δεκαετίας του '70, οι προσπάθειες αυτές εντάθηκαν μετά την εισαγωγή των υπολογιστών στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση της Μεγάλης Βρετανίας και της Γαλλίας.

Στη δεκαετία του '80, η εμφάνιση των μικροϋπολογιστών κάνει πιο αισθητή τη χρήση εφαρμογών της τεχνολογίας της πληροφορίας στην εκπαίδευση. Η εξέλιξη των χαρακτηριστικών των συσκευών αυτών ευνοεί την ανάπτυξη νέων προσεγγίσεων, μέσα από τη διαδεδομένη χρήση σύνθετων αριθμητικών μεθόδων, τη λήψη δεδομένων μέσω υπολογιστή από πειραματικές συσκευές, τη παραγωγή γραφημάτων και την αξιοποίηση των ψηφιοποιημένων εικόνων που έχουν ληφθεί για παράδειγμα από δορυφόρους. Κατά τη δεκαετία του '90, είναι κυρίως η τεχνολογία των πολυμέσων που δίνει νέα ώθηση στην ανάπτυξη εκπαιδευτικών λογισμικών, ενώ παράλληλα δημιουργείται ένα γενικότερο ενδιαφέρον για την αξιοποίηση των εφαρμογών αυτών στην εκπαίδευση.

Σήμερα, οι Τεχνολογίες της Πληροφορίας και των Επικοινωνιών (ΤΠΕ) αποτελούν για τους νέους μέρος της καθημερινής τους ζωής. Ως μελλοντικοί ενήλικες θα ενταχθούν στην Κοινωνία της Πληροφορίας (information society), η

οποία προϋποθέτει νέες γνώσεις, δεξιότητες και μεθόδους πρόσβασης στην εργασία. Επομένως, είναι λογικό να προβούμε στην αξιοποίηση των πολύπλευρων δυνατοτήτων των ΤΠΕ για την κατάκτηση και διάδοση της πληροφορίας και της γνώσης, την έκφραση της προσωπικής άποψης και για την επικοινωνία και αλληλεπίδραση με άλλους ανθρώπους σε τοπικό, εθνικό και παγκόσμιο επίπεδο.

Η ραγδαία ανάπτυξη των Τεχνολογιών Πληροφορίας και Επικοινωνίας, πέρα από την ευρύτερη επίδραση που ασκεί σε όλες τις εκφάνσεις της ζωής του ανθρώπου, έχει επηρεάσει ουσιαστικά και αναμένεται να επηρεάσει περισσότερο στο μέλλον τη διαδικασία μάθησης και διδασκαλίας. Είναι γεγονός ότι ο υπολογιστής μπορεί να δημιουργήσει το έναυσμα για μεταβολές στις διδακτικές πρακτικές και δημιουργία καινοτόμων προσεγγίσεων, που έχουν ως συνέπεια βαθιές αλλαγές στο σύνολο των παραδοσιακών μαθησιακών περιβαλλόντων (Salomon, 1996). Ακόμη, μπορεί να επιδράσει καταλυτικά στον σχεδιασμό καινοτόμων αναλυτικών προγραμμάτων και να οδηγήσει στη συνεργασία των ειδικών για την αναμόρφωση των διδακτικών πρακτικών.

Ιδιαίτερος, η χρήση των ΤΠΕ προσφέρει πολύ μεγάλες δυνατότητες στον σχεδιασμό νέων εκπαιδευτικών περιβαλλόντων για τις Φυσικές Επιστήμες (ΦΕ), η επιτυχής διδασκαλία των οποίων συνθέτει σημαντική συνιστώσα του επιστημονικού αλφαριθμητισμού που είναι αναγκαίος για μια δημοκρατική Κοινωνία της Πληροφορίας. Οι ΤΠΕ αποτελούν ισχυρό εργαλείο για την υποστήριξη της διδασκαλίας και της μάθησης στις Φυσικές Επιστήμες, αφού αναδεικνύονται ως το κατάλληλο έρεισμα που απαιτείται για το πέρασμα από την παθητική μάθηση στην ενεργητική μάθηση. Το φιλικό αλληλεπιδραστικό περιβάλλον, που χαρακτηρίζει τις περισσότερες εφαρμογές των πολυμέσων, όχι μόνο δεν έχει απωθητικό χαρακτήρα, ώστε να

προκαλέσει μια αρνητική στάση, αλλά, αντιθέτως, απευθύνεται ανοιχτά στο σύνολο σχεδόν του παιδικού ψυχισμού, συνδέοντας τη γνώση με την ψυχαγωγία.

Στα νέα ηλεκτρονικά εργαλεία και περιβάλλοντα για τις φυσικές επιστήμες, που αναπτύσσονται συνεχώς στη βάση σύγχρονων παιδαγωγικών μεθοδολογιών και τίθενται στη διάθεση των εκπαιδευτικών μας ως ενισχυτικά μέσα για την επίτευξη των εκπαιδευτικών στόχων, προστίθεται η πρόσφατη τεχνολογική ανάπτυξη των «πολυμέσων» που έδωσε τη δυνατότητα του συνδυασμού ήχου, εικόνας, φωτογραφίας, animation και βίντεο, κάνοντάς τα ιδιαίτερα ελκυστικά στους μαθητές (Δημητρακοπούλου, 1999). Η πολυμεσική αυτή παρουσίαση της πληροφορίας κάνει δυνατή την πρόσβαση σε ηλεκτρονικές βιβλιοθήκες μαθησιακού υλικού χωρίς χρονικούς και τοπικούς περιορισμούς, την αλληλεπίδραση και άμεση ανατροφοδότηση κατά την πορεία της μάθησης, την παρακολούθηση των ατομικών ρυθμών μάθησης, τον πειραματισμό με το μαθησιακό υλικό μέσα από εικονικά περιβάλλοντα προσομοιώσεων και δυναμικών αναπαραστάσεων διαφόρων φαινομένων (φυσικών, χημικών, βιολογικών κ.λπ.), ή ακόμα και τη σύνταξη, αναθεώρηση και εκτύπωση κειμένων, πινάκων, στατιστικών διαγραμμάτων (Αλεξανδρή & Κωστάκος, 2002).

Επιπλέον, οι εφαρμογές της εικονικής πραγματικότητας, τα τρισδιάστατα γραφικά, οι προσομοιώσεις και οι οπτικοποιήσεις δίνουν νέες δυνατότητες στην αλληλεπίδραση και στην αμεσότητα της δράσης και προτείνονται ως βάση για τη σχεδίαση και ανάπτυξη ολοκληρωμένων εκπαιδευτικών πληροφορικών περιβαλλόντων, τα οποία πλαισιώνονται από παροχή πληροφορίας, μαθησιακές δραστηριότητες και ολοκληρωμένα εκπαιδευτικά σενάρια (Μικρόπουλος, 2003). Ειδικότερα, σε περιπτώσεις που η ανακατασκευή ιστορικών πειραμάτων και η δημιουργία ενός ιστορικού εργαστηρίου που θα βοηθήσει τους μαθητές να

ξεπεράσουν τις δυσκολίες που αντιμετωπίζουν στη μάθηση των φυσικών εννοιών είναι πολυδάπανη και μη εφικτή, οι ερευνητές προτείνουν τη δημιουργία πολυμεσικών εφαρμογών που περιέχουν προσομοιώσεις ιστορικών πειραμάτων. Οι προσομοιώσεις αυτές είναι σχεδιασμένες με τέτοιο τρόπο ώστε να προσφέρουν τη δυνατότητα στους μαθητές να αντιληφθούν τους συλλογισμούς των επιστημόνων που τους οδήγησαν στην κατασκευή αυτών των πειραμάτων, να αποκαλύψουν τις δυσκολίες που αντιμετωπίζουν στην κατανόηση των φυσικών εννοιών που εμπλέκονται στα πειράματα αυτά, να αντιληφθούν τις δυσκολίες αυτές και να οδηγηθούν προς την κατανόηση των εννοιών (Borghì 1992).

Έτσι, εμφανίζεται η ανάγκη η εκπαιδευτική κοινότητα να εστιάσει στους τρόπους με τους οποίους τα βασισμένα σε υπολογιστή περιβάλλοντα στο πεδίο των Φυσικών Επιστημών μπορούν να προσφέρουν τη δυνατότητα ριζικών αλλαγών στο πλαίσιο διδασκαλίας και μάθησης, με πιο σημαντική τη δυνατότητα μετακίνησης από το δασκαλοκεντρικό σύστημα διδασκαλίας σε ανοικτά περιβάλλοντα, τα οποία ευνοούν την ενεργητική, αλληλεπιδραστική και συνεργατική μάθηση για όλους τους μαθητές.

1.2 ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟΥ ΥΛΙΚΟΥ ΓΙΑ ΤΟ ΜΑΘΗΜΑ ΤΗΣ ΧΗΜΕΙΑΣ

Σήμερα, στην εποχή της ραγδαίας εξέλιξης της πληροφοριακής και τηλεπικοινωνιακής τεχνολογίας και ιδιαίτερα του Διαδικτύου, ο ρυθμός συσσώρευσης γνώσεων σχετικών με τη Χημεία είναι υψηλός. Για το λόγο αυτό, η διδασκαλία της θα πρέπει να εξασφαλίζει στον μαθητή τον τρόπο προσέγγισης και αξιοποίησης όλης αυτής της γνώσης ώστε να ερμηνεύει φαινόμενα και διαδικασίες τόσο στη διάρκεια των σπουδών του όσο και στην μετέπειτα ζωή του. Η διδασκαλία του μαθήματος της Χημείας είναι απαραίτητο να συνδυάζει τη θεωρία με την πράξη

και να βοηθά τους μαθητές να ανακαλύπτουν τη γνώση αναπτύσσοντας προωτοβουλία μέσα από τη δημιουργική διαδικασία και τον πειραματισμό.

Προυπόθεση των παραπάνω είναι η χρήση κατάλληλων μεθόδων που θα ενισχύουν, θα ενθαρρύνουν και θα ενεργοποιούν το μαθητή για «να μαθαίνει πώς να μαθαίνει». Επομένως, το μάθημα της Χημείας πρέπει να έχει εργαστηριακό χαρακτήρα ώστε να δίνεται η ευκαιρία στους μαθητές να δραστηριοποιούνται, να πειραματίζονται και να ανακαλύπτουν τη γνώση (Μαυρόπουλος, 1997, Γιούρη-Τσοχάτζη & Μανουσάκης, 2000).

Προς την κατεύθυνση αυτή, η εισαγωγή των Τ.Π.Ε. και η ορθή αξιοποίηση τους στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών αποτελεί αναγκαιότητα και αναμένεται να επιφέρει ουσιαστικές καινοτομίες μεσοπρόθεσμα και μακροπρόθεσμα τόσο στα μέσα διδασκαλίας όσο και στη μαθησιακή-διδασκτική διαδικασία αυτή καθ'αυτή. Απώτερος στόχος μέσα από τις νέες αυτές μαθησιακές διαδικασίες είναι να προωθηθεί η διερευνητική και η συνεργατική μάθηση και γενικότερα η απόκτηση νέων γνωστικών δεξιοτήτων από τους μαθητές (Κολτσάκης κ.α., 2007).

Στις αναρίθμητες δυνατότητες που προσφέρουν οι Τ.Π.Ε στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών και ειδικότερα στο μάθημα της Χημείας προστίθεται και αυτή της «εικονικής πραγματικότητας». Τα σύγχρονα εικονικά εργαστηριακά περιβάλλοντα κατασκευάζουν δυναμικά μοντέλα που αφορούν σε ένα νέο, τεχνητό κόσμο που μιμείται, αναπαριστά ή αναπαράγει την πραγματικότητα. Με αυτόν τον τρόπο καταφέρνουν να ολοκληρώσουν ή να αντικαταστήσουν το πρακτικό μέρος των πειραμάτων. Παρουσιάζουν, δηλαδή, ή προσομοιώνουν με πραγματικό ή τεχνητό τρόπο τα φαινόμενα και τις διαδικασίες τους και μοντελοποιούν τα εργαλεία και τα πειραματικά συστήματα μέτρησης. Οι υπερμεσικές τεχνολογίες στις οποίες στηρίζονται (προσομοίωση, τεχνητή νοημοσύνη, τρισδιάστατα γραφικά) εκτείνονται

από τις πιο απλές με εφαρμογές βασισμένες σε στιγμιότυπα οθόνης ως τις περισσότερο εξεζητημένες με συστήματα εικονικής πραγματικότητας εμβάθυνσης (Ρόκου & Ρόκος, 2004).

Οι δυνατότητες και τα πλεονεκτήματα της άσκησης σε μια εικονική πραγματικότητα (εικονικό εργαστήριο) είναι πολλά και σημαντικά: μεγαλύτερη ασφάλεια στην εκτέλεση των ασκήσεων, δυνατότητα λειτουργίας πολύπλοκων οργάνων από κάθε μαθητή, χαμηλό κόστος λειτουργίας των εργαστηρίων και μεγάλη ελευθερία στο πρόγραμμα εξάσκησης (Σταθερόπουλος & Κυβελίδης, 1999). Τα προαναφερθέντα οφέλη επεκτείνουν το ήδη ευρύ φάσμα χρήσης της ενώ παράλληλα την καθιστούν ισχυρό εργαλείο εκπαίδευσης. Οι μαθησιακές δραστηριότητες στο εικονικό εργαστήριο πρέπει να είναι αντίστοιχες αυτών που συνιστώνται για το σχολικό εργαστήριο (Σταθερόπουλος & Κυβελίδης, 1999), δηλαδή:

- Προσομοιώσεις φαινομένων:

Στις προσομοιώσεις στην οθόνη του υπολογιστή αναπαρίστανται διάφορα φαινόμενα. Φαινόμενα τα οποία λόγω κλίμακας είναι αδύνατο να παρατηρηθούν χωρίς τη χρήση κατάλληλων οργάνων ή είναι αδύνατο να αναπαρίστανται στην οθόνη. Όπως και στα εικονικά πειράματα έτσι και στις προσομοιώσεις, η ποιότητα της γνώσης των μαθητών καθώς και η γνώση των συμβόλων και των κανόνων ανάγνωσης της αναπαράστασης θα προσδιορίσουν το αν θα προκληθούν παρανοήσεις ή αν θα ευοδωθεί η καλύτερη κατανόηση των φαινομένων. Οι μαθησιακές δραστηριότητες με τις προσομοιώσεις πρέπει να στηρίζονται στην παραγωγή άλλων αναπαραστάσεων όπως η λεκτική (προφορική περιγραφή), γραπτή (παραγωγή κειμένου), σχηματική (σχέδιο), μοντελοποίηση (σχεδίαση και περιγραφή

μοντέλου για το φαινόμενο) ή και φορμαλιστική (μαθηματικές σχέσεις που περιγράφουν το φαινόμενο, ή διάφορους συνδυασμούς τους).

- Διαδραστικές προσομοιώσεις φαινομένων

Στις προσομοιώσεις αυτές δίνεται η δυνατότητα να καθοριστούν από το χρήστη οι τιμές διαφόρων παραμέτρων που καθορίζουν την εξέλιξη ενός φαινομένου που αναπαρίσταται στην τεχνητή-εικονική φύση του υπολογιστή. Διαφέρουν από τα εικονικά πειράματα στο ότι η πειραματική διάταξη είναι ήδη σχεδιασμένη και αμετάβλητη.

Τα σύγχρονα εικονικά εργαστηριακά περιβάλλοντα μπορούν να ταξινομηθούν στις ακόλουθες κατηγορίες (Harms, 2000):

- Προσομοιώσεις (Simulations): Οι προσομοιώσεις είναι η μίμηση της λειτουργίας συστημάτων ή της εξέλιξης διαδικασιών μέσα στο χρόνο με τη βοήθεια υπολογιστή. Αναπαριστούν μια διεργασία στη βάση ενός μοντέλου, η οποία μπορεί να είναι οικονομικότερη, ταχύτερη ή περισσότερο προσιτή από την πραγματική διεργασία.
- Δικτυακά εργαστήρια με applets (Cyber Labs). Τα applets είναι προσομοιώσεις φαινομένων ή πειραματικών διατάξεων σε μικρά εικονικά εργαστήρια και είναι ιδιαίτερα διαδεδομένα στα μαθήματα των Φυσικών Επιστημών. Μεταφέρονται εύκολα στο διαδίκτυο και μπορούν να εκτελεστούν ανεξάρτητα από το είδος του λειτουργικού συστήματος.
- Εικονικά εργαστήρια (Virtual Labs). Προσομοιώνουν με εικονικό και λειτουργικό τρόπο, στην οθόνη του υπολογιστή, εργαστήρια Φυσικών Επιστημών, αξιοποιώντας τη δυναμική που παρέχει η σύγχρονη τεχνολογία πολυμέσων με βασικό χαρακτηριστικό την τεχνική αλληλεπίδρασης και τον

άμεσο και αληθοφανή χειρισμό των αντικειμένων και των παραμέτρων (Λεύκος κ.α., 2005).

- Εργαστήρια Εικονικής Πραγματικότητας (VRLabs). Λαμβάνουν χώρα σε ένα αλληλεπιδραστικό περιβάλλον βασισμένο σε υπολογιστή, στο οποίο ο χρήστης γίνεται συμμετοχος σε έναν «εικονικά πραγματικό» κόσμο, μέσα σε ένα τεχνητό τρισδιάστατο οπτικό περιβάλλον. Τα εργαστήρια αυτά περιλαμβάνουν προσομοιώσεις πραγματικού χρόνου σε τρισδιάστατο χώρο και αλληλεπιδράσεις μέσα από πολλά κανάλια αισθήσεων.
- Εργαστήρια Ελεγχόμενα από Απόσταση (Remote Labs). Περιλαμβάνουν πραγματικά πειράματα που πραγματοποιούνται από απόσταση με την χρήση των τηλεπικοινωνιών στην φυσική περιοχή της τεχνολογικής τους λειτουργίας.

Επί του παρόντος, απαντάται ταχεία διάδοση περιβαλλόντων όπως αυτών που περιγράφηκαν με συνεχείς δυνατότητες εξέλιξης. Η περαιτέρω ανάπτυξη τους εξαρτάται πρωτίστως από την αποτελεσματική απόδοσή τους στην εκπαιδευτική αρένα και από τη συμβολή τους στην κατανόηση και στην ενίσχυση των γνωστικών δεξιοτήτων των μαθητών.

1.3 ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Ο κύριος στόχος της διπλωματικής εργασίας είναι η δημιουργία ενός εικονικού εργαστηριακού περιβάλλοντος χημείας για χρήση σε διαδραστικούς πίνακες απλής ή πολλαπλής αφής. Το εικονικό εργαστήριο χημείας απευθύνεται σε μαθητές του γυμνασίου, αποσκοπώντας να τους δώσει την ευκαιρία να αυξήσουν τις αναλυτικές τους ικανότητες καθώς επίσης να τους εφοδιάσει με μαθησιακές

εμπειρίες, μέσα από ρεαλιστικά σενάρια που υιοθετούν την διερευνητική μάθηση και συνεργασία. Για την ανάπτυξη του εργαστηριακού περιβάλλοντος χρησιμοποιήθηκε το λογισμικό Adobe Flash (Versions CS5 & CS5.5) και η αντικειμενοστραφής γλώσσα Actionscript 3.0 που χρησιμοποιείται σε συνδυασμό με το Flash. Στην διαδικασία της ανάπτυξης χρησιμοποιήθηκαν επίσης τα λογισμικά Adobe Illustrator, Adobe Photoshop και Adobe Flash Builder.

Χρησιμοποιώντας το εικονικό εργαστήριο χημείας, οι μαθητές μπορούν να εκτελέσουν πειράματα όπως αραίωση, ανάμιξη και θέρμανση διαλυμάτων. Επίσης, μπορούν να δημιουργήσουν τα δικά τους διαλύματα, χρησιμοποιώντας ουσίες από το αποθετήριο του εργαστηρίου, καθώς και να επιλύσουν διαδραστικές ασκήσεις.

Στα πλαίσια της διπλωματικής εργασίας πραγματοποιείται επίσης και μια θεωρητική προσέγγιση που αφορά τους διαδραστικούς πίνακες, τα εκπαιδευτικά λογισμικά για εργαστηριακή εξομοίωση και την εκπαιδευτική χρήση τους στη διδασκαλία της Χημείας.

1.4 ΔΟΜΗ ΤΗΣ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Η θεωρητική τεκμηρίωση της διπλωματικής εργασίας χωρίζεται σε τέσσερα βασικά κεφάλαια:

- Στο πρώτο κεφάλαιο γίνεται εισαγωγή στο αντικείμενο της διπλωματικής εργασίας, και οριοθετείται το πλαίσιο ανάπτυξης λογισμικού για διαδραστικούς πίνακες. Γίνεται επίσης μια εισαγωγή στις αλλαγές στην εκπαιδευτική διαδικασία, και συγκεκριμένα στην διδασκαλία των φυσικών επιστημών, που έχουν προκύψει από τη εισαγωγή των ΤΠΕ στην εκπαίδευση και αναλύεται η δομή της εργασίας.

- Στο δεύτερο κεφάλαιο πραγματοποιείται μια ανάλυση του θεωρητικού πλαισίου της εργασίας σε τρεις ενότητες:
 - Στην πρώτη ενότητα γίνεται μια αναφορά στην διερευνητική μάθηση, η οποία υιοθετήθηκε κατά την δημιουργία του εικονικού εργαστηρίου χημείας. Γίνεται επίσης και μια παρουσίαση λογισμικών που προσφέρουν παρόμοια λειτουργικότητα με το λογισμικό που αναπτύχθηκε.
 - Στην δεύτερη ενότητα γίνεται μια εισαγωγή στους διαδραστικούς πίνακες και τα διαφορετικά είδη που υπάρχουν. Επίσης αναλύεται πως μπορούν οι διαδραστικοί πίνακες να αξιοποιηθούν στην εκπαιδευτική διαδικασία και ποια είναι τα οφέλη από αυτό.
 - Στην τρίτη ενότητα παρουσιάζονται κάποιες γενικές αρχές που θα πρέπει να υιοθετεί, κατά την κατασκευή του, το εικονικό εργαστήριο χημείας για πίνακες αφής. Έπειτα γίνεται αναφορά στην παρουσίαση της πληροφορίας μέσα στο εικονικό εργαστήριο, το γραφικό περιβάλλον του και το τρόπο αλληλεπίδρασης του χρήστη με αυτό.
- Στο τρίτο κεφάλαιο παρουσιάζεται ο σχεδιασμός και η υλοποίηση του εικονικού εργαστηρίου χημείας. Αναλύονται οι τεχνολογίες που χρησιμοποιήθηκαν, θέματα υλοποίησης και γίνεται μια ενδεικτική παρουσίαση της διεπαφής του εργαστηρίου.
- Στο τέταρτο κεφάλαιο παρουσιάζονται η μεθοδολογία και τα αποτελέσματα της διαμορφωτικής αξιολόγησης. Αναλύονται επίσης και τα συμπεράσματα που προέκυψαν από την εκπόνηση της διπλωματικής και προτείνονται μελλοντικές επεκτάσεις για την εφαρμογή.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2. ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ

2.1 Η ΔΙΔΑΚΤΙΚΗ ΤΗΣ ΧΗΜΕΙΑΣ

2.1.1 Η ΔΙΕΡΕΥΝΗΤΙΚΗ ΜΑΘΗΣΗ ΤΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ

Σήμερα, η ανάγκη κατανόησης της επιστήμης από τους μαθητές κρίνεται αδήριτη. Η κατανόηση αυτή θα πρέπει να προκύπτει από τις εμπειρίες τους με τη διερευνητική μέθοδο στα μαθήματα των φυσικών επιστημών εντός και εκτός του σχολικού περιβάλλοντος. Στα μαθήματα φυσικών επιστημών θα πρέπει, λοιπόν, να υπάρχει μία ισορροπία έμφασης ανάμεσα στην επιστήμη ως σώμα γνώσης, ως διαδικασία, και ως ανθρώπινο εγχείρημα (Σωτηρίου κ.α., 2012). Ωστόσο, το ενδιαφέρον των εκπαιδευτικών των φυσικών επιστημών συσπειρώνεται αποκλειστικά γύρω από το γνωστικό περιεχόμενο του αντικειμένου που διδάσκουν με αποτέλεσμα να αδυνατούν να προσφέρουν στους μαθητές τη δυνατότητα διερευνητικής προσέγγισης της διαδικασίας της επιστημονικής έρευνας, γεγονός που θα μπορούσε να ενδυναμώσει την κατανόηση τους.

Η διδασκαλία των φυσικών επιστημών μέσω της διερεύνησης παρουσιάζει μακρά και πλούσια ιστορία στο χώρο της διδακτικής των φυσικών επιστημών. Η δημοσίευση της έκθεσης με τίτλο: “Science Education Now: A Renewed Pedagogy for the Future of Europe” (Rocard κ.α., 2007) έθεσε τη διερευνητική μάθηση των φυσικών επιστημών στην κορυφή των εκπαιδευτικών στόχων (κατόπιν παρεμφερών δράσεων στις ΗΠΑ το 1996 (NRC, 1996, EDC Center for Science Education, 2007)).

Η διερεύνηση μπορεί να οριστεί ως «η συνειδητή διαδικασία διάγνωσης προβλημάτων, κριτικής θεώρησης πειραμάτων και διάκρισης εναλλακτικών λύσεων, σχεδιασμού ερευνών, διερεύνησης εικασιών, αναζήτησης πληροφοριών, κατασκευής μοντέλων, συζήτησης με ‘ομοίους’ (peers) και διατύπωσης λογικών επιχειρημάτων»

(Linn, Davis & Bell, 2004). Το Διερευνητικό Μοντέλο Μάθησης προβάλλεται ως παιδαγωγική για τη βελτίωση της εκμάθησης των φυσικών επιστημών σε σειρά κρατών (Bybee et al., 2008, Savas κ.α., 2003, Hounsell & McCune, 2002, NRC, 2000). Περιγράφεται, μάλιστα, ως τρόπος εφαρμογής της επιστημονικής μεθόδου στην τάξη: «Η κρίσιμη διαφορά μεταξύ των τρεχόντων διατυπώσεων του Διερευνητικού Μοντέλου Μάθησης και της παραδοσιακής ‘επιστημονικής μεθόδου’ είναι η ρητή αναγνώριση του ότι η διερεύνηση είναι κυκλική και μη γραμμική» (Sandoval & Bell, 2004)

Το Διερευνητικό Μοντέλο Μάθησης παρουσιάζεται, επίσης, ως μάθηση των φυσικών επιστημών ως διερεύνηση καθώς και μέσω διερεύνησης (Tamir, 1985). Ως διερεύνηση, η μάθηση των φυσικών επιστημών αφορά στην εκμάθηση του τρόπου με τον οποίο προάγεται η επιστημονική προσπάθεια, καθώς και στην ανάλυση της διερευνητικής διαδικασίας που πραγματοποιείται από άλλους (Bybee, 2000, Schwab, 1962). Στον αντίποδα βρίσκεται η μάθηση των φυσικών επιστημών μέσω διερεύνησης που σχετίζεται με το μαθητή, ο οποίος εγείρει ερευνητικά ερωτήματα, διατυπώνει υποθέσεις, σχεδιάζει πειράματα για τον έλεγχο των υποθέσεων που έχουν διαμορφωθεί, δημιουργεί και αναλύει επιχειρήματα βασισμένα σε στοιχεία, αποδέχεται εναλλακτικές εξηγήσεις, αλλά και «επικοινωνεί» τα επιστημονικά επιχειρήματα προς τους άλλους (Tamir, 1985).

Μια διερευνητική προσέγγιση της διδασκαλίας των φυσικών επιστημών, τμήμα του ευρωπαϊκού έργου “The Pathway to Inquiry Based Teaching”, στηρίζεται στην αρχή πως οι βέλτιστες διδακτικές στρατηγικές είναι εκείνες που συνδράμουν την επίτευξη των μαθησιακών στόχων που έχουν οριστεί για τους μαθητές. Πρέπει, επομένως, αφετηρία να αποτελεί ο προσδιορισμός των «προσανατολισμένων στη

διερεύνηση στόχων» για τη μάθηση των φυσικών επιστημών. Οι στόχοι αυτοί διακρίνονται στις εξής κατηγορίες:

- Κατανόηση του διδακτικού αντικειμένου
- Ανάπτυξη των αναγκαίων ικανοτήτων για την πραγμάτωση επιστημονικής διερεύνησης
- Ενθάρρυνση της κατανόησης της επιστημονικής διερεύνησης.

Επιπλέον, όσον αφορά στις συμπεριφορές που θα πρέπει ο μαθητής να επιδεικνύει σε ένα σχολικό περιβάλλον διερευνητικού προσανατολισμού, θα πρέπει να ληφθούν υπόψη τα ακόλουθα καίρια χαρακτηριστικά:

- Ο μαθητής ασχολείται με επιστημονικού προσανατολισμού ερωτήματα
- Προτεραιότητα του μαθητή είναι τα αποδεικτικά στοιχεία κατά την απάντηση των ερωτημάτων.
- Η διατύπωση εξηγήσεων από το μαθητή στηρίζεται σε στοιχεία
- Οι εξηγήσεις συνδέονται άρρηκτα με την επιστημονική γνώση.
- Παρουσίαση και αιτιολόγηση των εξηγήσεων από το μαθητή.

Προς διευκόλυνση των εκπαιδευτικών στη χρήση της διερευνητικής μεθόδου προτείνεται, κατά καιρούς, πληθώρα διδακτικών μοντέλων με συγκεκριμένα περιγράμματα που κατά βάση επιχειρούν να μηχανοποιήσουν την επαγωγική και απαγωγική διαδρομή, από την παρατήρηση στην υπόθεση και στις συνέπειές της.

Σύμφωνα με τους Eggen, Kauchak (2001), στην κατηγορία των μοντέλων που οδηγούν στη μάθηση μέσω της επίλυσης προβλημάτων, εντάσσεται και εκείνο της αναζήτησης πληροφοριών-έρευνας (inquiry model). Ως αναζήτηση πληροφοριών μπορεί να χαρακτηριστεί η συστηματική διαδικασία απάντησης ερωτημάτων, η οποία βασίζεται στα γεγονότα και στην προσεκτική παρατήρηση. Η έννοια «μοντέλο αναζήτησης πληροφοριών-έρευνας» ακούγεται φαντάζει μακρινή και επιστημονική

αν και η αναζήτηση πληροφοριών και η έρευνα συνθέτουν αναπόσπαστο τμήμα της καθημερινής ρουτίνας μας.. Οι εκπαιδευόμενοι, μέσω της ενασχόλησης τους με τη διαδικασία αναζήτησης πληροφοριών-έρευνας αναπτύσσουν δεξιότητες υψηλού επιπέδου, ελέγχουν, αποκτούν επίγνωση της μαθησιακής εξέλιξης τους και κατακτούν το περιεχόμενο. Το μοντέλο αυτό διακρίνεται στις εξής έξι φάσεις: α) Παρουσίαση προβλήματος/ερωτήματος, β) Διατύπωση υποθέσεων, γ) Συλλογή δεδομένων, δ) Ανάλυση υποθέσεων, ε) Γενίκευση, στ) Ανάλυση της διαδικασίας αναζήτησης πληροφοριών-έρευνας.

Το πανεπιστήμιο του Ιλινόις (Illinois Informatics Institute, University of Illinois, Urbana-Champaign) παρουσιάζει το Μοντέλο Κυκλικής Διερεύνησης (Cyclic Inquiry Model) σκοπός του οποίου είναι η δημιουργία νέων ιδεών και εννοιών και η εξάπλωσή τους στην τάξη με τη συμμετοχή των μαθητών, προκαλώντας τους το ενδιαφέρον με ερωτήσεις και απαντήσεις, βασιζόμενες στις πληροφορίες που συλλέγονται. Η δραστηριότητα συνήθως τελειώνει με τη δημιουργία ενός εγγράφου το οποίο προσπαθεί να απαντήσει στις αρχικές ερωτήσεις. Στον κύκλο της έρευνας υπάρχουν 5 γενικά βήματα: Ask (Ρώτα), Investigate (Εξερεύνησε), Create (Δημιούργησε) , Discuss (Συζήτησε) και Reflect (Προβληματίσου). Οι φάσεις του εν λόγω μοντέλου περιγράφονται με λεπτομέρεια στον ακόλουθο πίνακα (βλ. Πίνακας 1).

Τίτλος του διδακτικού πρότυπου	Μοντέλο διερευνητικής διδασκαλίας Inquiry Based Teaching
Φάση 1: Δραστηριότητες για την εκμείωση ερωτήσεων (Ask)	Ανάδειξη περιέργειας Ο καθηγητής προσπαθεί να τραβήξει την προσοχή των μαθητών παρουσιάζοντάς τους κατάλληλα υλικά. Καθορισμός ερωτήσεων από υπάρχουσα γνώση Οι μαθητές ασχολούνται με επιστημονικές ερωτήσεις που βάζει ο καθηγητής.

Φάση 2: Ενεργός έρευνα (Investigate)	Προτείνουν προκαταρκτικές υποθέσεις Οι μαθητές προτείνουν πιθανές υποθέσεις/εξηγήσεις στις ερωτήσεις που αναδείχθηκαν στην προηγούμενη φάση. Ο καθηγητής καταγράφει τυχόν λανθασμένες/ εναλλακτικές αντιλήψεις. Σχεδιασμός και διεξαγωγή απλής έρευνας Οι μαθητές δίνουν προτεραιότητα στα στοιχεία που τους επιτρέπουν να αναπτύξουν επιστημονικές εξηγήσεις. Ο καθηγητής διευκολύνει τη διαδικασία.
Φάση 3: Δημιουργία (Create)	Συγκέντρωση στοιχείων με παρατήρηση Ο καθηγητής χωρίζει τους μαθητές σε ομάδες. Κάθε ομάδα διαμορφώνει και αξιολογεί τις εξηγήσεις των στοιχείων.
Φάση 4: Συζήτηση (Discuss)	Εξήγηση βάση των στοιχείων Ο καθηγητής δίνει τη σωστή εξήγηση για το συγκεκριμένο θέμα έρευνας. Θεώρηση άλλων εξηγήσεων Κάθε ομάδα μαθητών αξιολογεί τις εξηγήσεις που έδωσε.
Φάση 5: Σκέψη (Reflect)	Ανακοίνωση εξήγησης Κάθε ομάδα μαθητών ανακοινώνει την εξήγηση που έδωσε εντοπίζοντας/δικαιολογώντας τυχόν λάθη της.

Πίνακας 1: Φάσεις Μοντέλου Διερευνητικής Διδασκαλίας

Τα θετικά αποτελέσματα της διερευνητικής μάθησης γίνονται ιδιαίτερα αισθητά στην Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση καθώς το ηλικιακό εύρος των εκπαιδευόμενων ενθαρρύνει την αφαιρετική σκέψη και καθιστά εφικτή τη λήψη μικρότερης καθοδήγησης από τον εκπαιδευτικό. Επιπλέον, είναι αυτονόητη η σημασία της άρτιας χρήσης της διερευνητικής διαδικασίας στη μαθησιακή διαδικασία. Στην περίπτωση πως η διερευνητική μάθηση θεωρηθεί υπερτιμημένη μέθοδος που οδηγεί τους εκπαιδευόμενους σε αναμενόμενα μονοπάτια, αυτόματα αμφισβητείται τμήμα της αυθόρμητης φύσης που εσωκλείει η ίδια η μέθοδος. Όσον αφορά στα μαθήματα των Φυσικών Επιστημών, εξαιτίας της φύσης τους, αποτελεί ίσως το «κλειδί» που θα οδηγήσει τους εκπαιδευόμενους στην απόκτηση γνώσεων

μέσα από ένα συμμετοχικό, χρήσιμο και αποκαλυπτικό ταξίδι εξερεύνησης (Δουκέλη, 2012).

Στον τομέα της έρευνας για τη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών έχει αναπτυχθεί σωρεία προγραμμάτων και ερευνητικών ευρωπαϊκών έργων, ως αποτέλεσμα της συνεργασίας ειδικών που προάγουν την αποτελεσματική χρήση των τεχνικών της διερευνητικής διδασκαλίας στην πρωτοβάθμια και δευτεροβάθμια εκπαίδευση στην Ευρώπη. Στη συνέχεια, παρατίθενται ενδεικτικά ερευνητικά ευρωπαϊκά έργα που προωθούν τη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών στην εκπαιδευτική κοινότητα και βασίζονται στη διερεύνηση (Δουκέλη, 2012).

- Το έργο UniSchoolLabS (<http://unischoolabs.eun.org>) προωθεί τη συνεργασία μεταξύ πανεπιστημίων και σχολείων πρωτοβάθμιας και δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης, παρέχοντας πρόσβαση σε απομακρυσμένα επιστημονικά εργαστήρια μέσω διαδικτύου και κινητών συσκευών. Συντονίζεται από το Scierter για λογαριασμό της Γενικής Διεύθυνσης Εκπαίδευσης και Πολιτισμού και οι βασικοί στόχοι του είναι: α) η βελτίωση της διδασκαλίας των Φυσικών Επιστημών με πρόσβαση σε εργαστήρια, πειραμάτων πανεπιστημιακών σχολών, β) η ανάπτυξη μιας εργαλειοθήκης η οποία θα περιλαμβάνει κατάλογο, οδηγούς των απομακρυσμένων και εικονικών εργαστηρίων και εργαλεία διαμόρφωσης εκπαιδευτικού σχεδιασμού και ηλεκτρονικού τετραδίου εργαστηρίου, γ) η οργάνωση και διεξαγωγή παρουσιάσεων και σεμιναρίων κατάρτισης και δ) οι προτάσεις για τη βελτίωση της διδασκαλίας των Φυσικών Επιστημών προς την σχολική κοινότητα.
- Το έργο COSMOS, που χρηματοδοτήθηκε από το πρόγραμμα eContentplus της Ευρωπαϊκής Ένωσης, αναπτύσσει μια Πανευρωπαϊκή Διαδικτυακή

Αποθήκη ψηφιακού εκπαιδευτικού περιεχομένου για τη διδασκαλία των επιστημών στην σχολική και ανώτατη εκπαίδευση. Η αποθήκη του COSMOS περιέχει χιλιάδες εκπαιδευτικούς πόρους και εκατοντάδες εκπαιδευτικά σενάρια που αφορούν στη διδασκαλία των επιστημών και είναι διαθέσιμη στον ιστότοπο <http://www.cosmosportal.eu/>.

- Η διαδικτυακή πύλη του Open Science Resources (OSR) δίνει πρόσβαση στις ψηφιακές συλλογές ευρωπαϊκών κέντρων επιστημών και μουσείων και είναι διαθέσιμη στον ιστότοπο <http://www.osrportal.eu/el>. Συγχρηματοδοτείται από το ευρωπαϊκό κοινοτικό πρόγραμμα eContentplus και περιλαμβάνει εκπαιδευτικό υλικό οργανωμένο σε εκπαιδευτικό περιεχόμενο και εκπαιδευτικές διαδρομές, συμβατά με τις προδιαγραφές IMS. Περιέχει εκπαιδευτικό υλικό με εικόνες εκθεμάτων και επιστημονικών οργάνων, βίντεο, σχέδια μαθημάτων, εργασίες μαθητών και εκπαιδευτικές διαδρομές με οδηγίες για διαδραστικές ψηφιακές επισκέψεις σε μουσεία. Επιπλέον, παρέχεται κατάλληλη εργαλειοθήκη για την προετοιμασία περιεχομένου του αποθετηρίου και περιβάλλον δημιουργίας σχεδίασης και διαμοιρασμού εκπαιδευτικών διαδρομών. Η εξερεύνηση του εκπαιδευτικού περιεχομένου του αποθετηρίου OSR προσφέρεται και μέσω κινητών τηλεφώνων και άλλων φορητών συσκευών.

2.1.2 ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΩΝ ΛΟΓΙΣΜΙΚΩΝ ΓΙΑ ΤΟ ΜΑΘΗΜΑ ΤΗΣ ΧΗΜΕΙΑΣ

Η εισαγωγή των Τ.Π.Ε. στην εκπαίδευση αποτελεί αναγκαιότητα που δεν επιδέχεται καμία αμφισβήτηση (Κ.Ε.Ε., 2006) και η ορθή αξιοποίησή τους, αναμένεται να επιφέρει ουσιαστικές καινοτομίες τόσο στα μέσα διδασκαλίας όσο και

στη μαθησιακή-διδασκτική διαδικασία. Απώτερος στόχος των νέων αυτών εκπαιδευτικών διαδικασιών είναι η ενθάρρυνση της διερευνητικής και συνεργατικής μάθησης καθώς και η απόκτηση νέων γνωστικών δεξιοτήτων από τους μαθητές. Έως σήμερα έχουν παραχθεί διεθνώς σημαντικός αριθμός τίτλων εκπαιδευτικού λογισμικού, καθώς και ποικίλα συστήματα προοριζόμενα για εκπαιδευτική χρήση.

Τα μαθησιακά περιβάλλοντα και εργαλεία που σχεδιάζονται και χρησιμοποιούνται για εκπαιδευτικούς σκοπούς και, επομένως, φέρουν τον τίτλο εκπαιδευτικό λογισμικό (educational software) είναι πολλά και διαφορετικά μεταξύ τους. Πρωτίστως, διαφέρουν ως προς τα επί μέρους χαρακτηριστικά τους αλλά και ως προς τη φιλοσοφία σχεδιασμού τους και τη διδακτική προσέγγιση που χρησιμοποιούν.

Ο Means (1994) περιγράφει τέσσερις κατηγορίες δυνατές χρήσεις του υπολογιστή ως προς τη χρήση του για εκπαιδευτικούς σκοπούς: Ο υπολογιστής χρησιμοποιείται για διδασκαλία, για εξερεύνηση, ως εργαλείο και για επικοινωνία. Πολλά από τα είδη εκπαιδευτικού λογισμικού που έχουν αναπτυχθεί μέχρι σήμερα θέτουν τον υπολογιστή στη θέση του καθηγητή ενώ άλλα αξιοποιούν τη δυνατότητα για εξερεύνηση και επικοινωνία, υλοποιώντας έτσι μια περισσότερο επικοινωνιακή διδακτική προσέγγιση.

Κατά τους Paterson & Strickland (1986) το εκπαιδευτικό λογισμικό μπορεί να ταξινομηθεί με κριτήριο τη χρήση του στη μαθησιακή διαδικασία ως εξής:

- Λογισμικό εξάσκησης (Drill & Practice).
- Λογισμικό Παρουσίασης (Tutorial).
- Εκπαιδευτικό Παιχνίδι (Educational game).
- Προσομοίωση (Simulation).
- Επίλυση προβλήματος (Problem solving).

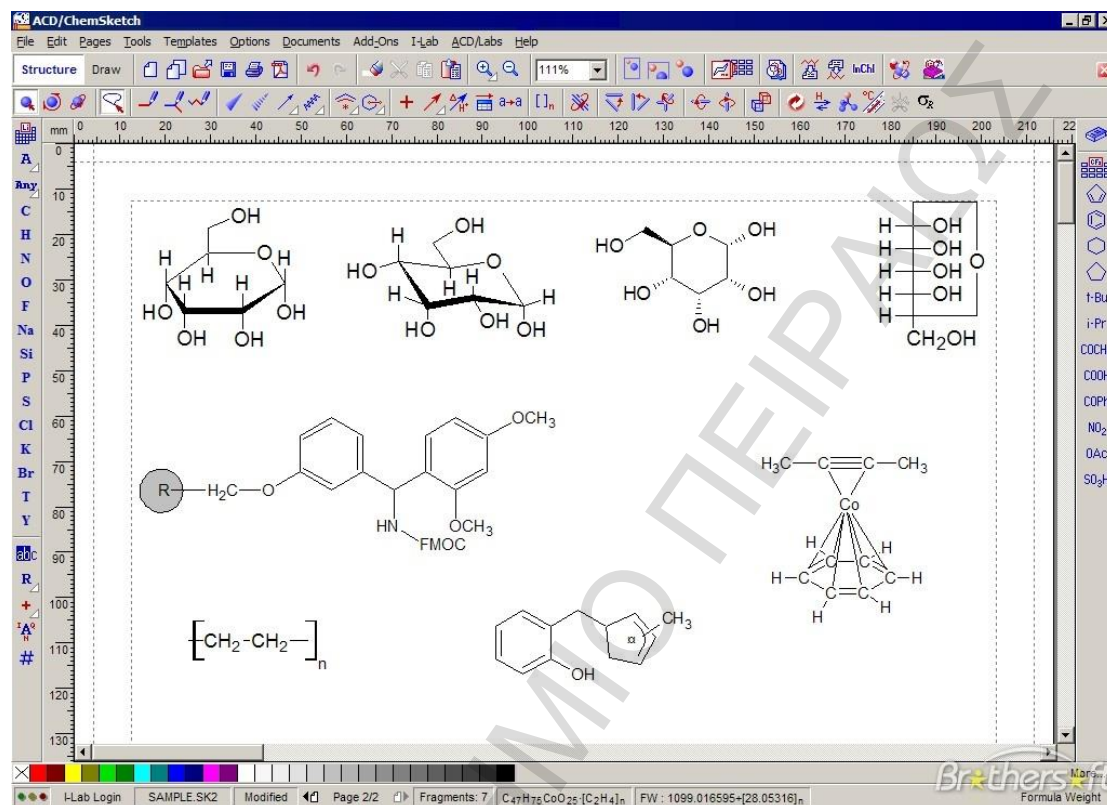
- Περιβάλλοντα Εικονικής Πραγματικότητας (Virtual Reality)

Ένα άλλο κριτήριο ταξινόμησης των εκπαιδευτικών λογισμικών είναι η χρήση των τεχνολογικών μέσων στην κατασκευή τους. Αυτά είναι τα πολυμέσα, υπερμέσα (multimedia) και υπερκείμενα, αλλά πρέπει να σημειωθεί ότι αυτά ενυπάρχουν στις προηγούμενες κατηγορίες, (π.χ ένα λογισμικό παρουσίασης μπορεί να είναι multimedia). Μια άλλη ταξινόμηση εφαρμόζει ως κριτήριο το βαθμό αλληλεπίδρασης μεταξύ λογισμικού και χρήστη διακρίνοντας δύο βασικές κατηγορίες εκπαιδευτικών λογισμικών τα ανοικτά και κλειστά περιβάλλοντα. Εν κατακλείδι, είναι απαραίτητη η αναφορά στην κατηγοριοποίηση εκπαιδευτικού λογισμικού με κριτήριο την παιδαγωγική προσέγγιση που υιοθετεί.

Στη συνέχεια, περιγράφονται εκπαιδευτικά λογισμικά που ευνοούν τη μελέτη του μαθήματος της Χημείας και καλλιεργούν τις θεωρητικά απεριόριστες δυνατότητες χρήσης του υπολογιστή και των ΤΠΕ στο χώρο των Φυσικών Επιστημών (ΦΕ), όπως την προσομοίωση φαινομένων και διαδικασιών, τη δημιουργία πολλαπλών αναπαραστάσεων για ένα φαινόμενο ή μια διαδικασία, την αυξημένη αλληλεπίδραση με τον/ην χρήστη. Παράλληλα, ενισχύουν την εποικοδομητική αντίληψη για τη διδασκαλία και τη μάθηση στις ΦΕ και τη συνεργατική μάθηση που συνθέτουν βασικές παιδαγωγικές αρχές πάνω στις οποίες θα πρέπει να στηρίζεται όχι μόνο η σχεδίαση ενός εκπαιδευτικού λογισμικού, αλλά και η κατάλληλη διδακτική αξιοποίησή του στην τάξη. Συγκεκριμένα:

ChemSketch Freeware: Ελεύθερο λογισμικό με πολλές δυνατότητες για προσωπική χρήση και εκπαιδευτική. Δημιουργήθηκε από την εταιρία ACD/Labs η οποία ειδικεύεται στην ανάπτυξη εφαρμογών που αφορούν τον τομέα της χημείας. Περιέχει εργαλεία που δεν διατίθενται σε κάποια άλλα εμπορικά πακέτα σχεδίασης, συμπεριλαμβανομένων εργαλείων για τον σχεδιασμό χημικών ενώσεων, σε 2d και 3d

περιβάλλον (βλ. Εικόνα 1). Ο χειρισμός και η εξοικείωση του χρήστη με το εργαλείο είναι αρκετά δύσκολη μιας και απευθύνεται σε χρήστες προχωρημένου επιπέδου κυρίως τριτοβάθμιας εκπαίδευσης.

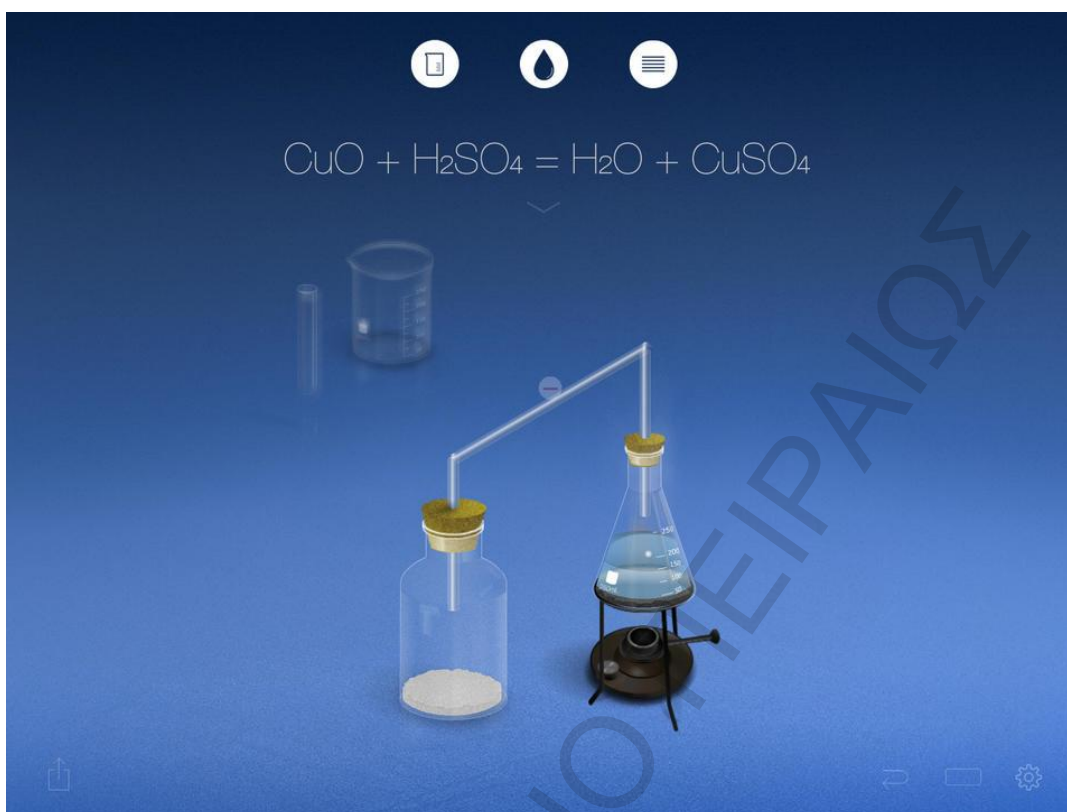


Εικόνα 1 – ChemSketch Freeware (πηγή: www.chem-station.com)

Chemist (Mobile application): Το Chemist είναι εικονικό εργαστήριο χημείας σχεδιασμένο για κινητές συσκευές (διαθέσιμο στην ηλεκτρονική διεύθυνση: <http://thixlab.com/Chemist.html>). Αναπτύχθηκε από την εταιρεία THIX και διατίθεται μόνο μέσω κινητών συσκευών. Η εφαρμογή παρέχει μεγάλη ποικιλία σκευών εργαστηρίου και χημικών ουσιών. Τα 3D γραφικά της εφαρμογής καθιστούν την εκτέλεση και το χειρισμό της ιδιαίτερα ρεαλιστικό (βλ. Εικόνα 1). Οι δυνατότητες της συγκεκριμένης εφαρμογής περιλαμβάνουν:

- Δημιουργία/μίξη διαλυμάτων
- Θέρμανση/ψύξη διαλυμάτων

- Μετρήσεις θερμοκρασίας, όγκου, βάρους και αγωγιμότητας



Εικόνα 2 – Chemist – Αρχική οθόνη (πηγή: <http://thixlab.com/chemist.html>)

Το εικονικό εργαστήριο Chemist παρέχει, επιπρόσθετα, αρκετές φυσικές αλληλεπιδράσεις με τα σκευή, όπως για παράδειγμα κυκλική κίνηση της ράβδου για τη μίξη ενός διαλύματος. Ο συνδυασμός αυτών των κινήσεων με την οθόνη αφής των κινητών συσκευών και τα ρεαλιστικά γραφικά, ενθαρρύνουν τη δημιουργία ενός ευχάριστου περιβάλλοντος αλληλεπίδρασης για τον χρήστη (βλ. Εικόνα 2). Έτσι αρκετά χαρακτηριστικά στο τρόπο αλληλεπίδρασης αλλά και απεικόνισης, έχουν υιοθετηθεί και στο εικονικό εργαστήριο χημείας της παρούσας εργασίας.

Η διάθεση της εφαρμογής αποκλειστικά σε κινητές συσκευές συνθέτει το σημαντικότερο μειονέκτημα της, δεδομένου ότι ελαχιστοποιεί τη συνεργατική αλληλεπίδραση των χρηστών. Εντούτοις, παραμένει μια ελκυστική και αξιόλογη εφαρμογή η οποία καλύπτει ευρύ φάσμα εφαρμογών για την διδασκαλία του μαθήματος της Χημείας.



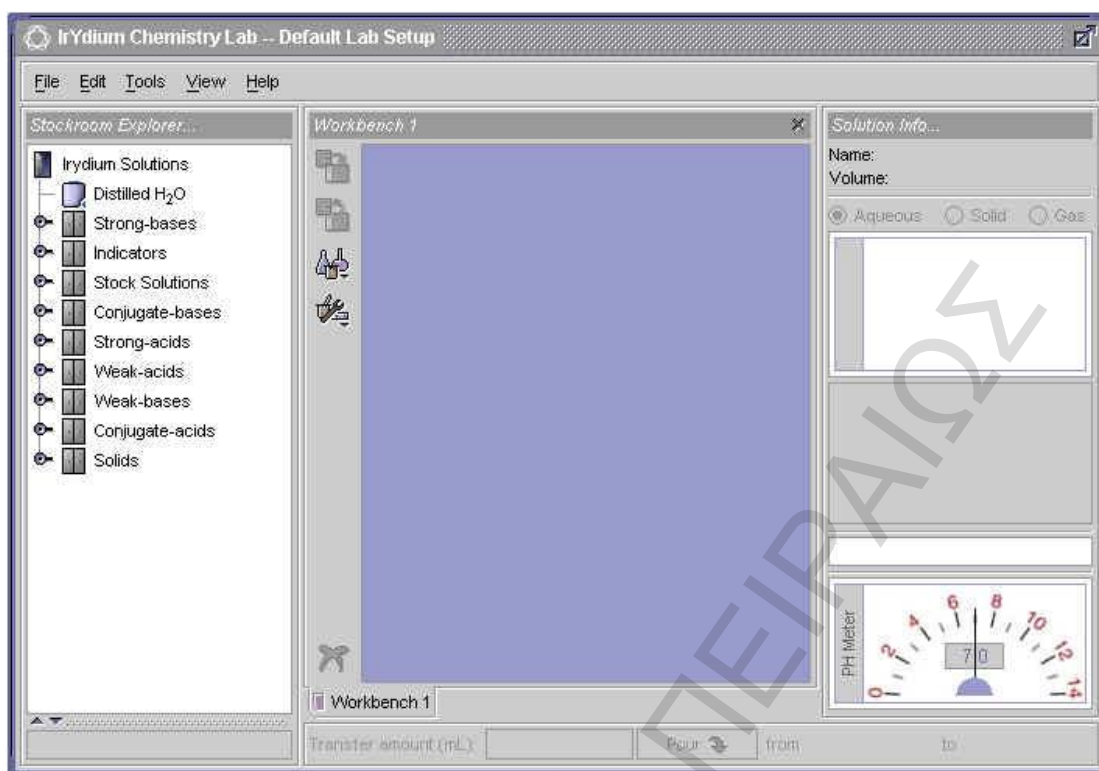
Εικόνα 3 – Chemist – Χρήση σκεύους (πηγή: <http://thixlab.com/chemist.html>)

ChemToolBox: Δωρεάν λογισμικό το οποίο αναπτύχθηκε από τον Julien Nicolas και περιέχει πλήθος επιστημονικών δεδομένων που είναι χρήσιμα σε ένα εργαστήριο. Χάρη στη δική του βάση δεδομένων υποκαθιστά τη χρονοβόρα χρήση των επιστημονικών βιβλίων. Απευθύνεται σε ευρύ κοινό όπως μαθητές, φοιτητές και επιστήμονες. Κάτι πολύ σημαντικό το οποίο βοήθησε και στην ανάπτυξη του εικονικού εργαστηρίου της παρούσας εργασίας είναι η σωστή διαχείριση και παρουσίαση πληροφοριών που αφορούν χημικές ενώσεις. Όπως βλέπουμε στην εικόνα 4 κάνει χρήση data grid και radio buttons και το φιλτράρισμα αλλά και την παρουσίαση της πληροφορίας.

του είναι εφικτή και για τη διδασκαλία των εισαγωγικών μαθημάτων χημείας στα πανεπιστήμια. Ενδείκνυται η χρήση του λογισμικού εντός της σχολικής αίθουσας κατά τη παράδοση θεμάτων χημείας με τη βοήθεια βιντεοπροβολέα, για τη προετοιμασία εργαστηριακών ασκήσεων, ή για την διεκπεραίωση πειραματικών εργασιών στο σπίτι, δεδομένου ότι οι μαθητές διαθέτουν τα απαραίτητα φύλλα εργασίας.

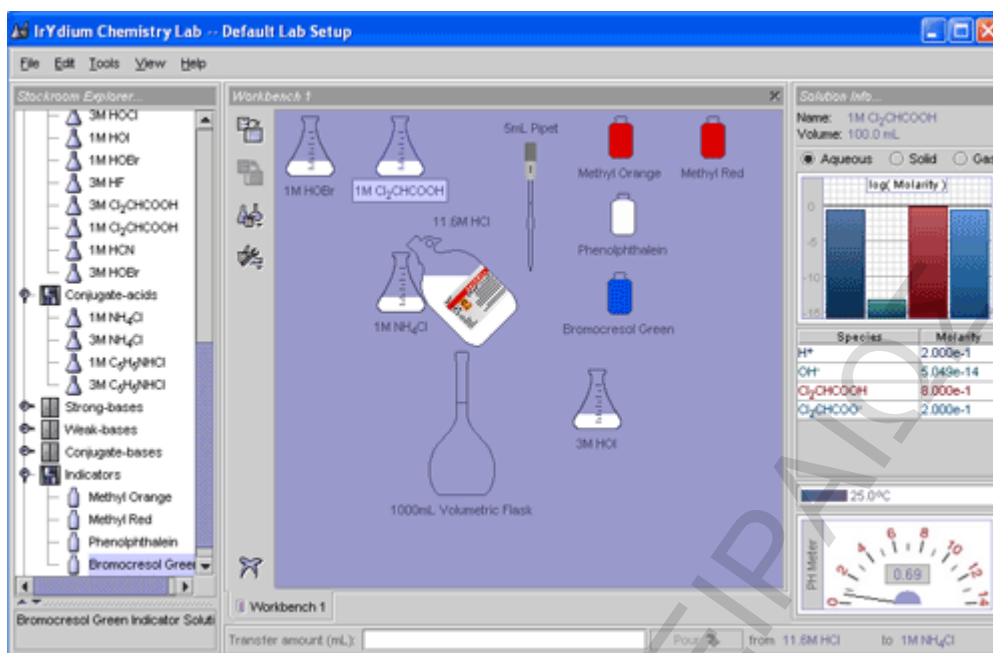
Στη διάθεση του εκπαιδευτικού τίθενται 39 έτοιμα πειράματα συνοδευόμενα από τις οδηγίες τους, ενώ στη περίπτωση που ο τελευταίος το επιθυμεί είναι δυνατή η σύνδεση του στο διαδίκτυο για την παρακολούθηση και αξιοποίηση περαιτέρω πειραμάτων διαδικτυακά. Η μεγάλη ευχρηστία στους χειρισμούς, η πληθώρα εικονικών αντιδραστηρίων και ο μεγάλος αριθμός των εικονικών οργάνων χημείας αποτελούν, χωρίς αμφιβολία, τα δυνατά σημεία της συγκεκριμένης εφαρμογής.

Πρόκειται για ολοκληρωμένη εφαρμογή η οποία βρίσκεται σε συνεχή ανάπτυξη. Προς το παρόν τα υλικά που χρησιμοποιούνται στα πειράματα έχουν τη μορφή υγρών και στερεών. Η δυνατότητα χρήσης υλικών σε αέρια μορφή δεν είναι προς το παρόν διαθέσιμη. Στο γενικό εργαστήριο διαφαίνεται η ύπαρξη μόνο μιας στερεάς ουσίας ενώ σε ορισμένα ειδικά εργαστήρια συναντάται πλήθος από στερεές ουσίες (βλ. Εικόνα 3).



Εικόνα 5 – vLab – Ανάμιξη διαλυμάτων (πηγή: <http://www.chem.uwec.edu/>)

Στο πρόγραμμα βρίσκονται αποθηκευμένα 39 εργαστήρια τα οποία διακρίνονται σε επιμέρους κατηγορίες. Στην περίπτωση επιλογής ενός έτοιμου εργαστηρίου, εμφανίζονται μόνο τα αντιδραστήρια που κρίνονται απαραίτητα για την εκάστοτε εργαστηριακή άσκηση. Κάθε άσκηση συνοδεύεται από φύλλο οδηγιών για τη διεξαγωγή του συγκεκριμένου πειράματος, πέραν του οποίου παρέχεται και η δυνατότητα δημιουργίας ενός νέου. Αρκετές από τις παραμέτρους του vLab εισάγονται μέσω XML γεγονός που διευκολύνει την παραμετροποίηση του. Τέλος, προσφέρονται προσαρμογές των οργάνων μέσω της διεπαφής όπως ενεργοποίηση-απενεργοποίηση οργάνων, αλλαγή του τρόπου μεταφοράς διαλυμάτων(ακριβής-διαισθητικός) κλπ. (βλ. Εικόνα 4).



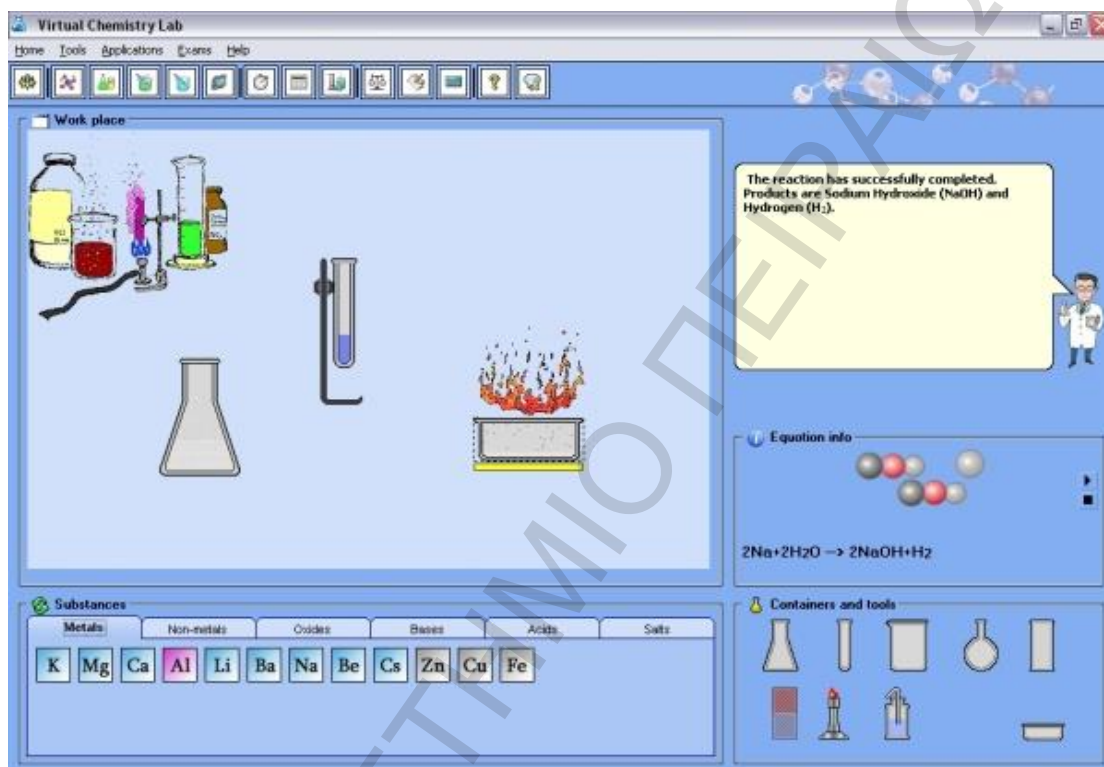
Εικόνα 6 – vLab – Αρχική οθόνη (πηγή: <http://www.chem.uwec.edu/>)

Αν και αποτελεί μία πλήρη υλοποίηση εικονικού εργαστηρίου και την πλέον συμφέρουσα οικονομική λύση, το vLab ενδέχεται αρχικά να δυσκολέψει τον μαθητή του Γυμνασίου εξαιτίας της πληθώρας των λειτουργιών που διαθέτει. Αν και το λογισμικό δεν έχει σχεδιαστεί για χρήση σε διαδραστικό πίνακα, ωστόσο μπορεί να χρησιμοποιηθεί και σε αυτήν την περίπτωση χωρίς σημαντικά προβλήματα. Η διεπιφάνεια των ασκήσεων, ωστόσο, επιδέχεται βελτίωσης για την καλύτερη σύνδεση της άσκησης με το ίδιο το πείραμα.

Μολο: Σκοπός του είναι η κατανόηση θεμελιωδών φαινομένων αναφορικά με την αλληλεπίδραση ατόμων και μορίων, μέσω διαδραστικών μοντέλων. Ο χρήστης παραμετροποιεί τα δεδομένα και παρατηρεί σε πραγματικό χρόνο τα αποτελέσματα. Στη βάση δεδομένων της εφαρμογής υπάρχουν πολλά έτοιμα εκπαιδευτικά μοντέλα.

Virtual Chemistry Laboratory: Είναι ένα εικονικό εργαστήριο χημείας για την εκτέλεση βασικών πειραμάτων. Η εφαρμογή αναπτύχθηκε από τον MIHAYLOV, Boyan Mihaylov και είναι διαθέσιμη δωρεάν από την σελίδα

<http://chemistry.dortikum.net/en/home/>. Το εικονικό εργαστήριο είναι χωρισμένο σε 3 τμήματα. Ένα εικονικό χώρο εργασίας και δύο τμήματα για όργανα του εργαστηρίου και για τις ουσίες αντίστοιχα (βλ. Εικόνα 7). Για να εκτελεστεί μια αντίδραση πρέπει να τοποθετηθούν τα απαραίτητα δοχεία και οι απαραίτητες ουσίες σε αυτά. Τα πειράματα πραγματοποιούνται με πολύ απλό τρόπο.



Εικόνα 7 – Virtual Chemistry Laboratory (πηγή: <http://chemistry.dortikum.net>)

Μαζί με την εφαρμογή παρέχονται και ένα πλήθος ασκήσεων για την εξάσκηση του χρήστη. Αν και το Virtual Chemistry Laboratory δεν είναι σχεδιασμένο για διαδραστικούς πίνακες και γενικά για οθόνες αφής, ο αρχιτεκτονικός του σχεδιασμός βοήθησε αρκετά στον σχεδιασμό του εικονικού εργαστηρίου χημείας της παρούσας εργασίας. Αρκετά χαρακτηριστικά όπως η κατηγοριοποίηση των χημικών ουσιών και των σκευών, η χρήση ασκήσεων αλλά και διαφόρων εργαλείων αποτέλεσε βάση έμπνευσης κατά την υλοποίηση του εικονικού εργαστηρίου χημείας.

σκεύη και τα εργαλεία της εφαρμογής, και γ) το επάνω τμήμα της διεπιφάνειας που φέρει τα απαραίτητα μενού, κουμπιά ελέγχου κλπ. (βλ. Εικόνα 5).

Το ChemLab καλύπτει ευρύ φάσμα δραστηριοτήτων και προσομοιώσεων. Διαθέτει έτοιμες δραστηριότητες για το μάθημα της Χημείας οι οποίες απευθύνονται σε μαθητές της δευτεροβάθμιας και τριτοβάθμιας εκπαίδευσης χημείας. Αυτή τη στιγμή υποστηρίζει 4 γλώσσες (Αγγλικά, Γαλλικά, Ισπανικά και Ιταλικά) και παρέχει έναν ενσωματωμένο διαδραστικό περιοδικό πίνακα. Υποστηρίζει βασικές λειτουργίες εργαστηρίου όπως ογκομετρική ανάλυση, θέρμανση/ψύξη διαλυμάτων, μετρήσεις θερμοκρασίας, pH, όγκου, βάρους και αγωγιμότητας, προσθαφαίρεση διαλυμάτων στα σκεύη και διαγράμματα ογκομετρικής ανάλυσης. Οι δραστηριότητες που διατίθενται μέσω της εφαρμογής περιλαμβάνουν, μεταξύ άλλων, αντιδράσεις οξέων-βάσεων, ηλεκτροχημεία, αντιδράσεις κατιόντων, πυρηνική χημεία, θερμοχημεία κ.α.

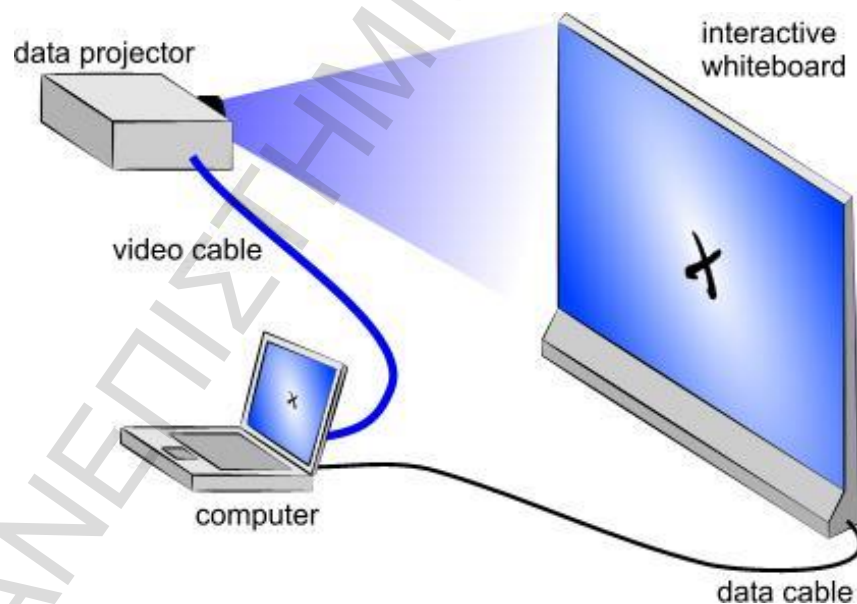
Το ChemLab αν και ολοκληρωμένη επιστημονικά προσέγγιση παρουσιάζει προβλήματα αλληλεπίδρασης και δυσνόητο περιβάλλον, ειδικά για μαθητές δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης. Η χρήση αφηγηματικών κειμένων κουράζει τον χρήστη, ενώ η ανάγκη για συνεχές δεξί κλικ ακόμη και για την επιτέλεση της πιο απλής λειτουργίας καθιστά τη χρήση του επίπονη και άκομψη σε διαδραστικό πίνακα.

2.2 ΔΙΑΔΡΑΣΤΙΚΟΙ ΠΙΝΑΚΕΣ

2.2.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ο Διαδραστικός Πίνακας (ΔΠ) είναι μια ψηφιακή επιφάνεια εργασίας που ενσωματώνει λειτουργίες προβολής και αλληλεπίδρασης. Η συσκευή αυτή συνδέεται με έναν υπολογιστή και με ένα προβολικό (βλ. Εικόνα 6)(στην περίπτωση που ο

πίνακας διαθέτει ενσωματωμένες δυνατότητες οπίσθιας προβολής, δεν απαιτείται ξεχωριστός προβολέας). Το προβολικό επιτρέπει την εμφάνιση της οθόνης του υπολογιστή στην επιφάνεια του πίνακα, ενώ ο χρήστης αλληλεπιδρά με αυτή την επιφάνεια χρησιμοποιώντας την αφή ή ειδική γραφίδα (Κόμης, Μισιρλή, & Σκουντζής, 2010). Με την χρήση κατάλληλου λογισμικού, όλες οι ενέργειες που λαμβάνουν χώρα κατά την αλληλεπίδραση χρήστη-επιφάνειας διαδραστικού πίνακα μπορούν να αποθηκευτούν. Η ιδιαιτερότητα του διαδραστικού πίνακα έγκειται, κατά συνέπεια, στο γεγονός ότι ο χρήστης του μπορεί να τον αγγίζει και οι ανάλογες εντολές να μεταφέρονται στο συνδεδεμένο υπολογιστή καθώς το άγγιγμα προσομοιώνει το κλικ του ποντικιού του υπολογιστή. Συνήθως, τοποθετείται σε κάθετη επιφάνεια ή σε ειδικά στηρίγματα εδάφους.



Εικόνα 9 – Συνδεσμολογία διαδραστικού πίνακα (πηγή: <http://teach-tech.westernu.edu/>)

Ο διαδραστικός πίνακας ενοποιεί τις λειτουργίες του συμβατικού πίνακα με εκείνες που προσφέρει ένα υπολογιστικό σύστημα όταν προβάλλεται το περιεχόμενο

του μέσω βιντεοπροβολέα. Ο διαδραστικός πίνακας, με άλλα λόγια, προβάλλει την οθόνη του υπολογιστή επιτρέποντας στον χρήστη του να επιτελέσει πρόσθετες λειτουργίες, όπως αυτές που παρέχει ο παραδοσιακός πίνακας (γράψιμο, σβήσιμο) καθώς και νέες λειτουργίες (αντιγραφή τμήματος της οθόνης, επισημείωση, αποθήκευση κειμένου ή εικόνας, κλπ.). Αρχικά, η χρήση του απαντάται σε αίθουσες συσκέψεων των εταιρειών ώστε να καλυφθεί η ανάγκη για ζωντανές και διαδραστικές παρουσιάσεις ενώ τα τελευταία χρόνια έχει κάνει αισθητή την παρουσία του στον χώρο της εκπαίδευσης (Κόμης, Μισιρλή, & Σκουντζής, 2010).

Ο διαδραστικός πίνακας ανήκει στην κατηγορία τεταρτογενών Μέσων (Sofos, 2005) τα οποία σύμφωνα με τους McLuhan (2001), Faulstich (1995) και Sofos (2005):

- Αναλαμβάνουν και υποκαθιστούν τις λειτουργίες των κλασικών μέσων (π.χ. ο διαδραστικός πίνακας καλύπτει όλες τις λειτουργίες του παραδοσιακού πίνακα).
- Διευρύνουν τις δυνατότητες του κλασικού πίνακα προσφέροντας ψηφιακές προεκτάσεις (π.χ. διαθέτουν ψηφιοποιημένες συλλογές συμβόλων, διαδραστικές εφαρμογές, ψηφιοποιούν και αποστέλλουν ηλεκτρονικά τα περιεχόμενα του πίνακα).
- Κρύβουν την ψηφιακή τους υποδομή, δεδομένου ότι υπολογιστής και προβολέας δε βρίσκονται στο οπτικό πεδίο μαθητών και εκπαιδευτικών.
- Διαμορφώνουν καινοτόμες εφαρμογές όπως η ηλεκτρονική μάθηση.
- Θέτουν το υπάρχον εκπαιδευτικό σύστημα σε νέες προκλήσεις και όρια τα οποία θα πρέπει να υπερνικηθούν προκειμένου να καταστεί εφικτή η ομαλή τους ένταξη και η εξισορρόπηση του συστήματος (Kron & Sofos, 2007).

Τα νέα Μέσα, στα οποία ανήκει και ο διαδραστικός πίνακας, περιλαμβάνουν τέσσερις βασικές διαστάσεις:

- Τα εργαλεία παρουσίασης της επικοινωνίας, π.χ. γλωσσικός/οπτικός κώδικας (σκίτσο, εικόνα βίντεο κ.α.).
- Την υλική δομή και αρχιτεκτονική, π.χ. χαρτί, μελάνι, δικτύωση, υλικό και λογισμικό.
- Τις κοινωνικές δομές και τους οργανισμούς, π.χ. εκδοτικούς οίκους, παροχείς περιεχομένου.
- Το περιεχόμενο και την ποιότητά του, που απορρέει από τον συσχετισμό των παραπάνω διαστάσεων (Schmidt, 2003· Sofos, 2005).

2.2.2 ΤΥΠΟΙ ΔΙΑΔΡΑΣΤΙΚΩΝ ΠΙΝΑΚΩΝ

Ο διαδραστικός πίνακας συνιστά έναν ιδιαίτερα αποτελεσματικό τρόπο αλληλεπίδρασης με ψηφιακό υλικό, πολυμέσα και δικτυακούς τόπους σε ένα περιβάλλον εκπαίδευσης με πολλά άτομα. Τόσο η τεχνολογία όσο και τα επιμέρους χαρακτηριστικά του βρίσκονται σε πλήρη εξέλιξη τα τελευταία χρόνια. Υπάρχουν διάφοροι διαδραστικοί πίνακες, οι οποίοι μπορούν να ταξινομηθούν με πολλαπλούς τρόπους. Μπορούμε, καταρχήν, να τους ταξινομήσουμε με βάση τον τρόπο εγκατάστασης: σταθερός ή φορητός. Μπορούμε, επίσης, να τους ταξινομήσουμε με βάση το είδος αλληλεπίδρασης: ο χρήστης μπορεί να αλληλεπιδράσει με την επιφάνεια μέσω μιας ηλεκτρονικής γραφίδας ή χρησιμοποιώντας την αφή. Οι διαδραστικοί πίνακες ποικίλουν, επίσης, ως προς το μέγεθος. Ο μικρότερος είναι περίπου στο μέγεθος μιας μεγάλης τηλεόρασης (40-50 ίντσες / 101-127 εκ.) ενώ το μεγαλύτερο διαθέσιμο μοντέλο φτάνει συνήθως τις 95 ίντσες / 241 εκ.

Ακολουθεί συνοπτική παρουσίαση των πιο συνηθισμένων κατηγοριών διαδραστικών πινάκων βάσει του τρόπου προβολής της εικόνας ή του είδους λειτουργίας του πίνακα, που προσδιορίζουν και τον απαιτούμενο εξοπλισμό (Κόμης, Μισιρλή, & Σκουντζής, 2010):

- **Διαδραστικοί Πίνακες Εμπρόσθιας προβολής** (απαιτείται προβολικό μηχάνημα): Αποτελείται από έναν μεγάλο, ευαίσθητο στην αφή πίνακα, ο οποίος συνδέεται με έναν ψηφιακό προβολέα και έναν υπολογιστή. Ο προβολέας προβάλλει την εικόνα από την οθόνη του υπολογιστή στον πίνακα. Στη συνέχεια ο υπολογιστής ελέγχεται ακουμπώντας τον πίνακα ή χρησιμοποιώντας την ειδική γραφίδα (BECTA, 2003). Πρόκειται δηλαδή για πίνακα ειδικής τεχνολογίας που συνδέεται με υπολογιστή και απαιτεί προβολικό μηχάνημα ώστε να δημιουργηθεί το κατάλληλο διαδραστικό σύστημα. Διακρίνονται σε τρεις επιμέρους κατηγορίες, με βάση την χρησιμοποιούμενη τεχνολογία:
 - Διαδραστικός πίνακας με τεχνολογία αφής: ενσωματώνει τεχνολογία ανίχνευσης πίεσης (πίνακας μηχανικής πίεσης) ώστε ο χρήστης να μπορεί να αλληλεπιδράσει ή να γράψει στην επιφάνειά του με οποιοδήποτε αντικείμενο. Ένα σημαντικό χαρακτηριστικό που μπορούν να έχουν οι πίνακες αφής, είναι η υποστήριξη πολλαπλής αφής. Με την πολλαπλή αφή, ο χρήστης μπορεί να αλληλοεπιδρά με την επιφάνεια του πίνακα ακουμπώντας ένα, δύο ή περισσότερα χέρια ή αντικείμενα. (βλ. Εικόνα 6)
 - Διαδραστικός πίνακας με ηλεκτρομαγνητική τεχνολογία: ο πίνακας αυτός, μέσω της ηλεκτρομαγνητικής τεχνολογίας επιτρέπει στον χρήστη να αλληλεπιδρά ή να γράψει σε αυτόν με τη βοήθεια ειδικών ηλεκτρομαγνητικών γραφίδων (στυλό).

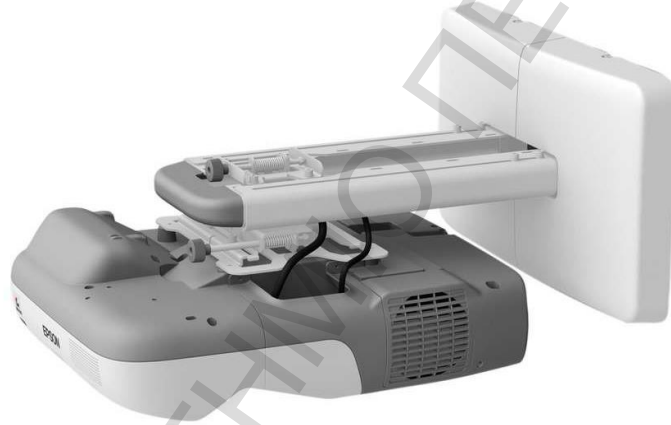
- Διαδραστικός πίνακας οπτικής τεχνολογίας: επιτρέπει στον χρήστη να αλληλεπιδρά ή να γράφει σε αυτόν με τη βοήθεια ειδικών γραφίδων (στυλό) υπέρυθρης ακτινοβολίας.



Εικόνα 10 – Διαδραστικός πίνακας πολλαπλής αφής (πηγή: <http://smarttech.com/>)

- **Διαδραστικοί Προβολείς** (δεν απαιτείται ειδικός πίνακας διάδρασης): Ο διαδραστικός προβολέας είναι μια συσκευή προβολής (προβολέας βίντεο) κοντινής απόστασης με ενσωματωμένη συσκευή διάδρασης (δέκτης) που επικοινωνεί με την ειδική γραφίδα μέσω οπτικών ή ηχητικών σημάτων ώστε να προβάλλει σε οποιαδήποτε λεία επιφάνεια πληροφορίες ενός υπολογιστή (βλ. Εικόνα 7). Ο προβολέας αυτός μπορεί συνεπώς να λειτουργήσει με έναν συμβατικό πίνακα. Το βασικό χαρακτηριστικό των διαδραστικών προβολέων,

εκτός της δυνατότητας διάδρασης, είναι η προβολή υπό γωνία και μικρή απόσταση από την επιφάνεια προβολής. Συνεπώς, ο χρήστης του συστήματος δεν παρεμβάλλεται ανάμεσα στο σύστημα προβολής και την επιφάνεια προβολής ώστε να δημιουργείται πρόβλημα σκίασης. Το διαδραστικό σύστημα που δημιουργείται στην περίπτωση αυτή απαιτεί συμβατικό πίνακα ή άλλη επιφάνεια προβολής, υπολογιστή και διαδραστικό προβολέα με κατάλληλη γραφίδα.



Εικόνα 11 – Διαδραστικός προβολέας (πηγή: <http://www.schoolshop.gr/>)

- **Φορητό σύστημα διάδρασης** (δεν απαιτείται ειδικός πίνακας διάδρασης): Το φορητό σύστημα διάδρασης, το οποίο αποτελείται από έναν δέκτη και έναν πομπό, ενσωματώνει τεχνολογία υπερήχων ή υπερύθρων ακτινών και μετατρέπει οποιοδήποτε συμβατικό πίνακα σε διαδραστικό με την χρήση κατάλληλης ηλεκτρονικής γραφίδας (βλ. Εικόνα 8). Βασικά πλεονεκτήματα του συστήματος αυτού είναι η φορητότητα και η δυνατότητα χρήσης με συμβατικούς πίνακες ή λείες επιφάνειες. Για τη δημιουργία του διαδραστικού συστήματος απαιτείται, εκτός του δέκτη και του πομπού υπερήχων ή

υπερύθρων, ένας συμβατικός πίνακας ή μία επίπεδη επιφάνεια, ένας υπολογιστής και ένα προβολικό μηχανήμα. Ο δέκτης του φορητού συστήματος διάδρασης τοποθετείται στην άκρη του πίνακα ή της επιφάνειας προβολής, συνδέεται στον υπολογιστή μέσω καλωδίου USB, γίνεται βαθμονόμηση με την χρήση της ηλεκτρονικής γραφίδας και το σύστημα είναι έτοιμο για λειτουργία.



Εικόνα 12 – Φορητό σύστημα διάδρασης (πηγή: <http://www.tradeindia.com/>)

- **Διαδραστικοί Πίνακες Οπίσθιας προβολής** (δεν απαιτείται προβολικό μηχανήμα). Ο διαδραστικός πίνακας οπίσθιας προβολής είναι μια διαδραστική οθόνη αφής τεχνολογίας LCD ή DLP με υπέρυθρη τεχνολογία αναγνώρισης επαφής (βλ. Εικόνα 9). Ο χρήστης μπορεί να γράψει ή να αλληλεπιδράσει με την επιφάνεια του πίνακα με το χέρι ή με ειδικό στυλό που τον συνοδεύει. Το κόστος των πινάκων αυτών σε σχέση με τους άλλους τύπους διαδραστικών πινάκων είναι σήμερα αρκετά υψηλό. Τελευταία, τέτοιου τύπου συσκευές ενσωματώνουν και κεντρική μονάδα υπολογιστή. Επί της ουσίας, οι

σύγχρονες οθόνες αφής (touch screens), προσφέρουν τις ίδιες λειτουργίες με τους διαδραστικούς πίνακες οπίσθιας προβολής.



Εικόνα 13 – Διαδραστικός πίνακας οπίσθιας προβολής (πηγή: <http://www.allsee-tech.com/>)

2.2.3 ΔΙΑΔΡΑΣΤΙΚΟΙ ΠΙΝΑΚΕΣ ΠΟΛΛΑΠΛΗΣ ΑΦΗΣ

Τον τελευταίο καιρό, η καλλιέργεια συνεργατικών περιβαλλόντων μάθησης μέσω της χρήσης διεπιφανειών πολλαπλής αφής (multi-touch interfaces) εξαπλώνεται ταχέως. Η ευρεία διάδοση τους οφείλεται στο γεγονός ότι η εν λόγω τεχνολογία δεν αποτελεί μόνο αναπόσπαστο μέρος της ζωής των μαθητών αλλά διατίθεται πλέον σε ιδιαίτερες προσιτές τιμές. Οι διαδραστικοί πίνακες πολλαπλής αφής παρέχουν τη δυνατότητα ταυτόχρονης φιλοξενίας περισσότερων του ενός χρηστών γεγονός που κρίνεται ιδιαίτερα χρήσιμο για την ενίσχυση της μάθησης. Η αξιοποίηση ενός τέτοιου

διαδραστικού πίνακα ενθαρρύνει τους μαθητές να συνεργάζονται μεταξύ τους και να δημιουργούν ένα περιβάλλον όπου μπορούν να συζητούν τα ευρήματά τους και να ενσωματώνουν τις ιδέες τους απρόσκοπτα, χωρίς την ύπαρξη τεχνολογικών εμποδίων. Ένα τέτοιο περιβάλλον ενισχύει περαιτέρω τις αλληλεπιδραστικές τους δεξιότητες και προωθεί την ομαδική εργασία που αναμφίβολα οδηγούν στην ενεργητική μάθηση.

Οι διαδραστικοί πίνακες πολλαπλής αφής, επιτρέπουν στους χρήστες να χρησιμοποιούν το σύστημα μέσω πολλαπλής χρήσης των δαχτύλων τους. Μέσω της αξιοποίησης αυτής της τεχνολογίας για την ενθάρρυνση της συνεργατικής μάθησης, οι μαθητές μπορούν να μάθουν γρηγορότερα καθώς οι πιθανότητες των μεταξύ τους συγκρούσεων ελαχιστοποιούνται σε ένα τέτοιο περιβάλλον. Αυτό οφείλεται κυρίως στο γεγονός ότι αυτού του είδους το περιβάλλον μάθησης βοηθά τους χρήστες να επικοινωνούν μεταξύ τους πιο αποτελεσματικά και ως εκ τούτου διευκολύνεται η καλύτερη και βαθύτερη κατανόηση εντός της ομάδας (Nevgi κ.α., 2006). Ειδικοί, όπως ο Westerman και οι συνεργάτες του (2001) κρίνουν πως ένα περιβάλλον πολλαπλής αφής παρέχει νέες δυνατότητες στην αλληλεπίδραση μεταξύ ανθρώπων και υπολογιστών. Πολλοί ερευνητές διερευνούν περαιτέρω αυτή τη θεωρία και θεωρούν πως τα περιβάλλοντα μπορούν να είναι επιτυχή καθώς η αλληλεπίδραση μέσω αφής είναι διαισθητική και φυσική. Εκτιμούν, επίσης, πως με την πρόοδο των συσκευών πολλαπλής αφής, θα σημειωθεί μελλοντικά μεγαλύτερη αλληλεπίδραση μεταξύ ανθρώπων και υπολογιστών (Westerman κ.α., 2001).

Σήμερα, απαντώνται πολυάριθμες έρευνες σχετικά με συνεργατικές μαθησιακές δραστηριότητες σε επιφάνειες πολλαπλής αφής. Οι Hunter & Maes (2008) μελετούν τη χρήση τεχνολογιών πολλαπλής αφής για τη συνεργατική ανταλλαγή απόψεων και τη λήψη αποφάσεων. Αναφέρουν πως το «WordPlay έχει

σχεδιαστεί για να υποστηρίξει τις λειτουργίες ενός περιβάλλοντος πολλαπλής αφής και εκλαμβάνοντας των υπολογιστή ως συμμετέχοντα στη συζήτηση». Το σύστημα παρέχει συνειρμικές προτάσεις ενθαρρύνοντας την ανάπτυξη της ακρίβειας των συστημάτων αναγνώρισης ομιλίας και τη βάση γνώσης που βασίζεται στην κοινή λογική. Οι συνειρμικές προτάσεις μπορούν να «πυροδοτήσουν ένα νέο τμήμα της σκέψης κατά τη διάρκεια σεναρίων ανταλλαγής ιδεών και λήψης αποφάσεων». Οι συμμετέχοντες χρησιμοποιούν το μικρόφωνο ή το πληκτρολόγιο πολλαπλής αφής για να συνεισφέρουν περιεχόμενο. Μπορούν να οργανώσουν τις ιδέες τους κατηγοριοποιώντας τις και πραγματοποιώντας την επεξεργασία τους, χρησιμοποιώντας την επιφάνεια πολλαπλής αφής. Κατά τη διάρκεια της χρήσης της τεχνολογίας πολλαπλής αφής, οι χρήστες «μπορούν να αξιοποιήσουν διάφορες ιδέες για να ζητήσουν συσχετίσεις και προτάσεις από το σύστημα». Επίσης, οι χρήστες μπορούν να τροποποιήσουν τις ιδιότητες των ιδεών ή ολόκληρο τον καμβά (Hunter κ.α., 2008).

Μεγάλες εταιρίες στον χώρο κατασκευής διαδραστικών πινάκων, έχουν αναπτύξει διαδραστικούς πίνακες με υποστήριξη πολλαπλής αφής. Χαρακτηριστικά η εταιρία SMART Technologies, μια από τις μεγαλύτερες εταιρίες του χώρου, έχει αναπτύξει μια σειρά διαδραστικών πινάκων με την ονομασία «Smart Board™ 800 Series», οι οποίοι υποστηρίζουν μέχρι τέσσερα σημεία ταυτόχρονης αλληλεπίδρασης. Αυτό σημαίνει ότι μέχρι και τέσσερις μαθητές μπορούν να αλληλοεπιδρούν με το περιεχόμενο του μαθήματος ταυτόχρονα, από οποιαδήποτε σημείο της επιφάνειας του πίνακα.

2.2.4 ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΗ ΧΡΗΣΗ ΔΙΑΔΡΑΣΤΙΚΩΝ ΠΙΝΑΚΩΝ

Εδώ και περίπου 15 χρόνια έχει ξεκινήσει η δημιουργία διαδραστικών πινάκων κυρίως από τον Καναδά. Η εξάπλωσή τους στον εκπαιδευτικό χώρο υπήρξε ραγδαία καθώς πολύ νωρίς οι εκπαιδευτικοί αντιλήφθηκαν ότι αποτελεί εξαιρετικό εργαλείο για την τάξη τους. Η χρήση τους είναι ευρέως διαδεδομένη σε αρκετά εκπαιδευτικά συστήματα σε Ηνωμένο Βασίλειο, Σκανδιναβικές χώρες και ΗΠΑ. Συγκεκριμένα, σε διεθνές επίπεδο, προβλέφθηκε η εγκατάσταση περίπου τριών εκατομμυρίων διαδραστικών πινάκων σε σχολικές αίθουσες μέχρι και το 2010. Σύμφωνα με στατιστικές του Ιουλίου 2005 το 94% των δημοτικών σχολείων στην Αγγλία διαθέτουν τουλάχιστο ένα διαδραστικό πίνακα, το 50% έξι ή παραπάνω και το 82% διαθέτουν διασύνδεση στο διαδίκτυο. Η Αυστραλία προωθεί και υποστηρίζει προσπάθεια εισαγωγής τουλάχιστον ενός διαδραστικού πίνακα ανά σχολείο. Ιδιαίτερα εντυπωσιακός υπήρξε ο προγραμματισμός χρήσης των διαδραστικών πινάκων στην Κύπρο, όπως παρουσιάστηκε μέσα από το Πρόγραμμα Χρήσης ΤΠΕ στο Κυπριακό Εκπαιδευτικό Σύστημα (Υπουργείο Παιδείας και Πολιτισμού Κύπρου, 2006) και περιελάμβανε την εγκατάσταση 4.646 διαδραστικών πινάκων στα Κυπριακά σχολεία έως το τέλος του 2009.

Στην Ελλάδα ο διαδραστικός πίνακας χρησιμοποιείται κυρίως σε ιδιωτικά εκπαιδευτήρια και φροντιστήρια, ενώ μέχρι στιγμής ο αριθμός των δημόσιων σχολείων στα οποία υπάρχει είναι μικρός. Σύμφωνα με τις εξαγγελίες του Υπ. Παιδείας, η εισαγωγή διαδραστικών συστημάτων στην εκπαίδευση ξεκινά από τα Γυμνάσια καθώς αναμένεται να εξοπλιστούν οι σχολικές αίθουσες τάξεων του Γυμνασίου με διαδραστικούς πίνακες, για όσα Γυμνάσια της χώρας εκδηλώσουν σχετικό ενδιαφέρον. Η απόκτηση των συστημάτων αναμένεται να γίνει μέσα από την πράξη «Πρόγραμμα πιλοτικής εισαγωγής διαδραστικών συστημάτων και συναφούς

εξοπλισμού στην τάξη για μία ψηφιακά υποστηριζόμενη διδασκαλία» (Επιχειρησιακό Πρόγραμμα Εκπαίδευση και Δια Βίου Μάθηση).

2.2.5 ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΑ ΟΦΕΛΗ ΑΠΟ ΤΗΝ ΧΡΗΣΗ ΔΙΑΔΡΑΣΤΙΚΩΝ ΠΙΝΑΚΩΝ

Από τότε που οι διαδραστικοί πίνακες έχουν ενσωματωθεί στη διδακτική διαδικασία, σε διεθνές επίπεδο έχουν υπάρξει ένθερμοι υποστηρικτές από αρκετούς σχεδιαστές εκπαιδευτικής πολιτικής οι οποίοι υποστηρίζουν ότι μπορούν να επιφέρουν μία δυνητική επανάσταση στην εκπαιδευτική πρακτική (Gillen, Staarman, Littleton, Mercer & Twiner, 2008· Miller & Glover, 2002· Smith, Higgins, Wall & Miller, 2005). Με βάση την επισκόπηση της διεθνούς βιβλιογραφίας υποστηρίζεται από πολλούς ερευνητές ότι ο διαδραστικός πίνακας:

- Ενθαρρύνει τις συνεργατικές δραστηριότητες: Σύμφωνα με τους Higgins κ.α. (2005) ο διαδραστικός πίνακας, υπό παιδαγωγικές προϋποθέσεις, ενθαρρύνει τον μαθητή και τον δάσκαλο να συνεργάζονται γύρω από μια μεγάλη οθόνη δίνοντας τις ευκαιρίες στο δάσκαλο να παρέχει «σκαλωσιές μάθησης» (Somekh, 2000), και να προωθήσει την εργασία στην ολομέλεια σε σχέση με την ατομική εργασία σε εργαστήρια υπολογιστών (Reed, 2001).
- Υποστηρίζει την αλληλεπίδραση: Οι Higgins κ.α. (2005), υποστηρίζουν ότι ο διαδραστικός πίνακας οδηγεί σε μεγαλύτερη αλληλεπίδραση μεταξύ των εκπαιδευτικών και των μαθητών, αυξάνοντας τη συμμετοχή των μαθητών και δίνοντας κίνητρα συμμετοχής, για συζήτηση στην τάξη (Gerard & Widener, 1999).
- Συμβάλλει στην επικέντρωση της προσοχής των μαθητών στο μάθημα (Solvie, 2001· Reardon, 2002· Δημητρακάκης & Σοφός, 2010) καθιστώντας

τη διδασκαλία πιο παραστατική (Bush, κ.α. 2004· Δημητρακάκης & Σοφός, 2010) παρέχουν κίνητρα και διευρύνοντας τις δυνατότητες της κλασικής παρουσίασης (Miller, κ.α. 2004· Abrams & Haefner, 1998· Bell, 2002).

- Χαρακτηρίζεται από ευελιξία και προσαρμοστικότητα και μπορεί να αξιοποιηθεί από όλες τις ηλικίες των μαθητών (Abrams & Haefner, 1998· Bell, 2002). Οι Higgins κ.α. (2005) υπογραμμίζουν ότι ένα σημαντικό στοιχείο του διαδραστικού πίνακα είναι η αποθήκευση των παραγόμενων δραστηριοτήτων για μελλοντική χρήση. Τέλος, σημαντικό πλεονέκτημα του είναι η δυνατότητα αξιοποίησης του σε όλα τα γνωστικά αντικείμενα.

Επιπρόσθετα, εκτενείς έρευνες για την αποτελεσματικότητα του της χρήσης του διαδραστικού πίνακα στην Πρωτοβάθμια και Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση, καθώς και σε τάξεις μαθητών με ειδικές ανάγκες, έδειξαν ότι οι διαδραστικοί πίνακες:

- Έχουν θετικό αντίκτυπο στη συμμετοχή των μαθητών, την πόλωση της προσοχής τους στο μάθημα (Solvie, 2001, Reardon, 2002).
- Αυξάνουν τη διάδραση και τη συζήτηση στην τάξη (Gerard & Widener, 1999)
- Προωθούν την εργασία στην ολομέλεια σε σχέση με την ατομική εργασία σε εργαστήρια υπολογιστών (Reed, 2001).
- Παρέχουν κίνητρα γιατί διερευνούν τις δυνατότητες της κλασικής παρουσίασης (Miller κ.α., 2004).
- Καθιστούν τη διδασκαλία πιο παραστατική (Bush κ.α., 2004).

Οι ίδιες έρευνες καταδεικνύουν πως ο σχεδιασμός του μαθήματος σε διαδραστικό πίνακα μπορεί να βοηθήσει τους εκπαιδευτικούς να κατευθύνουν την προετοιμασία τους και να είναι πιο αποτελεσματικοί όσον αφορά την ενσωμάτωση των Νέων Τεχνολογιών στο μάθημα και με αυτό τον τρόπο να αυξήσουν την παραγωγικότητά τους. Έρευνες στις ΗΠΑ, το Ηνωμένο Βασίλειο και την Αυστραλία

επισημαίνουν ότι η λειτουργικότητα του διαδραστικού πίνακα και του συνοδευτικού υλικού, επιτρέπει την ανάπτυξη δραστηριοτήτων μέσα στην τάξη που μπορούν να συμμετάσχουν όλοι οι μαθητές, και με αυτό τον τρόπο ενθαρρύνεται η προσοχή, η συμμετοχή και η διάδραση των μαθητών με συνέπεια να βελτιώνονται οι επιδόσεις τους.

Παράλληλα, έρευνες παρατήρησης στο Ηνωμένο Βασίλειο τονίζουν πως οι διαδραστικοί πίνακες έκαναν το μάθημα πιο οπτικό και την εκπαίδευση πιο διαδραστική και μ' αυτόν τον τρόπο υπήρξε μεγαλύτερη συμμετοχή από τους μαθητές, αυξάνοντας τη συγκέντρωσή τους και τη διάθεση τους για μάθησης (Bush κ.α., 2004). Οι διαδραστικοί πίνακες απορροφούν τα παιδιά και συγκεντρώνουν την προσοχή τους με ποικίλους τρόπους, επιτρέποντας τους να συμμετάσχουν ενεργά στην εκπαιδευτική δραστηριότητα. Επίσης, τονώνεται η αυτοπεποίθησή τους, καθώς διακατέχονται από θετικά συναισθήματα επιτυχίας και περηφάνιας όταν επιδεικνύουν σε ενήλικες ότι είναι ικανά να χειριστούν τη μεγάλη οθόνη (Cooper, 2003). Άλλες έρευνες (Cunningham κ.α., 2003· Latham, 2002) δείχνουν ανάπτυξη κοινωνικών και προσωπικών δεξιοτήτων, λιγότερες σημειώσεις μέσα στην τάξη, αυξημένη ανταπόκριση και δυνατότητα αφομοίωσης σύνθετων εννοιών και καλύτερη εκμάθηση για παιδιά με διαφορετικά στυλ μάθησης.

Οι εκπαιδευτικοί δηλώνουν ότι ο διαδραστικός πίνακας τους δίνει τη δυνατότητα να σχεδιάσουν ένα διαδραστικό μάθημα (Latham, 2002), ενώ μπορούν να επικεντρώνονται περισσότερο στις απαντήσεις που δίνουν οι μαθητές τους (Ball, 2003) και το μάθημα γίνεται με γρηγορότερο ρυθμό (Cunningham κ.α., 2003). Εξάλλου, οι διαδραστικοί πίνακες επιτρέπουν στους εκπαιδευτικούς να αποκτήσουν μεγαλύτερη κατανόηση των αναγκών των μαθητών τους, οι οποίοι μπορούν μέσω της συνεργασίας μεταξύ τους, απορροφώντας τις διάφορες δυνατότητες διάδρασης που

τους παρέχει ο πίνακας (Cox κ.α., 2003). Ενθαρρύνει επίσης τον αυθορμητισμό και την ευελιξία επιτρέποντας στο δάσκαλο να χρησιμοποιήσει μια μεγάλη εμβέλεια από διαδικτυακούς πόρους (Kennewell, 2001). Στη συνέχεια, παρέχει τη δυνατότητα στον εκπαιδευτικό να αποθηκεύει και να τυπώνει οτιδήποτε υπάρχει στον πίνακα, συμπεριλαμβανομένων και των σημειώσεων κατά τη διάρκεια του μαθήματος, ευνοώντας την τροποποίηση/διασκευή δεδομένων και μειώνοντας την αλληλεπικάλυψη των προσπαθειών (Walker, 2002). Τέλος, επιτρέπει στον εκπαιδευτικό να μοιράζεται και να επαναχρησιμοποιεί υλικά μειώνοντας το φόρτο εργασίας (Glover & Miller, 2001).

2.3 ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΕΙΚΟΝΙΚΟΥ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟΥ ΧΗΜΕΙΑΣ ΓΙΑ ΔΙΑΔΡΑΣΤΙΚΟΥΣ ΠΙΝΑΚΕΣ ΑΦΗΣ

2.3.1 ΓΕΝΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ

Το εικονικό εργαστήριο χημείας έχει ως σκοπό την υιοθέτηση διδακτικών παρεμβάσεων που βασίζονται σε προσομοιώσεις και οπτικοποιήσεις για την ορθότερη απόδοση ενός εικονικού περιβάλλοντος διεξαγωγής πειραμάτων. Κατά τον σχεδιασμό του εργαστηρίου τέθηκαν κάποιες βασικές αρχές της διδασκαλίας και μάθησης των φυσικών επιστημών τις οποίες πληροί, όπως:

- προσέλκυση προσοχής
- πληροφόρηση του μαθητή για τους στόχους του μαθήματος και παροχή κινήτρων
- ανάκληση προηγούμενης γνώσης
- παρουσίαση του περιεχομένου
- παροχή καθοδήγησης
- εξαγωγή συμπερασμάτων και αποτελεσμάτων

- παροχή ανατροφοδότησης
- αξιολόγηση συμπερασμάτων και αποτελεσμάτων
- ανάπτυξη της μνήμης και μεταφορά μάθησης

2.3.2 ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΣ

Το κομμάτι της διεπαφής είναι ένα από τα πιο σημαντικά κομμάτια της σχεδίασης του εικονικού εργαστηρίου γιατί ασχολείται αποκλειστικά με τον τρόπο επικοινωνίας του με το χρήστη. Ο όρος διεπαφή χρήστη (user interface) είναι το σύνολο των συστατικών ενός συστήματος το οποίο επιτρέπει αμφίδρομη επικοινωνία μεταξύ συστήματος και χρήστη. Η διεπαφή χρήστη ενός συστήματος έχει σχέση με το ίδιο το σύστημα, το χρήστη του συστήματος και τον τρόπο που αλληλεπιδρούν μεταξύ τους. Ως προς το φυσικό κομμάτι της επικοινωνίας αυτό επιτυγχάνεται μέσω του υλικού δηλαδή του διαδραστικού πίνακα στον οποίο θα εγκατασταθεί το εικονικό εργαστήριο. Όσον αφορά όμως την ίδια την εφαρμογή τα πράγματα είναι πιο πολύπλοκα. Η διεπαφή πρέπει να προσφέρει στο χρήστη ενδιαφέρον, απλότητα, αρμονικότητα, ευχρηστία, πρωτοτυπία και σαφήνεια πλοήγησης και στόχων. Στόχος των διεπαφών του εικονικού εργαστηρίου, είναι να απαλλάξει το χρήστη από τη δύσκολη διαδικασία της εκμάθησης της λειτουργίας του και της εξοικείωσής του με τα πολλά κουμπιά και μενού. Ζητούμενο είναι ο χρήστης να μείνει επικεντρωμένος στην επίτευξη των μαθησιακών στόχων. Αυτό γίνεται όταν έχει να επιλέξει μεταξύ συγκεκριμένων λειτουργιών με σαφείς οδηγίες (Ανδρικός 2011).

Τα βασικά χαρακτηριστικά των γραφικών διεπαφών χρήστη του εικονικού εργαστηρίου είναι:

- 1) Η επιφάνεια εργασίας: Είναι η γραφική διαμόρφωση της βασικής οθόνης του εικονικού εργαστηρίου, δημιουργώντας ένα πάγκο εργασίας.
- 2) Τα παράθυρα: Ένα παράθυρο αποτελεί μια παραλληλόγραμμη ενιαία περιοχή δραστηριοτήτων στην οθόνη του διαδραστικού πίνακα. Μέσω των παραθύρων πραγματοποιούνται οι κύριες εργασίες ανάκτησης και επεξεργασίας των πληροφοριών, καθώς παρέχονται και επιπλέον εργαλεία για τον χρήστη.
- 3) Τα γραφικά αντικείμενα: Αποτελούν τη βάση της γραφικής διεπαφής χρήστη. Κάθε αντικείμενο έχει ορισμένες ιδιότητες και με κάθε αντικείμενο ο χρήστης μπορεί να επιτελέσει ορισμένες εργασίες. Ένα αντικείμενο μπορεί να περιέχει άλλα αντικείμενα, τα οποία συνήθως ομαδοποιούνται με βάση κάποιο κριτήριο (λογικό, λειτουργικό, κλπ).

Προϋπόθεση για τη σχεδίαση μιας επιτυχημένης διεπαφής ήταν να έχει γίνει επακριβώς κατανοητός ο στόχος που πρόκειται να εξυπηρετήσει το εικονικό εργαστήριο και οι απαιτήσεις χρηστικότητας του χρήστη από αυτό. Η επικοινωνία μιας εφαρμογής με το χρήστη είναι τόσο σημαντική, όσο και το ίδιο το περιεχόμενο της εφαρμογής. Χωρίς μια καλή διεπαφή χρήστη, πιθανά ο χρήστης δεν θα μπορέσει ποτέ να πάρει το πλήρες περιεχόμενο της εφαρμογής. Οι βασικές αρχές εργονομίας λογισμικού που θα πρέπει να τηρούνται κατά τη σχεδίαση μιας λειτουργικής διεπαφής χρήστη είναι οι παρακάτω:

- Συνέπεια: Αν η ίδια διαδικασία, η ίδια ενέργεια, συντελείται σε δύο ή περισσότερα διαφορετικά μέρη του εικονικού εργαστηρίου (π.χ μεταφορά μιας ποσότητας διαλύματος από ένα σκεύος, σε ένα άλλο), θα πρέπει να παρουσιάζεται και να λειτουργεί ακριβώς με τον ίδιο τρόπο σε όλα τα μέρη. Από τη στιγμή που ο χρήστης έχει διδαχθεί να επιτελεί μια εργασία, θα πρέπει

κάθε φορά που καλείται να την επανεκτελέσει, να χρησιμοποιεί τον ίδιο τρόπο.

- **Απλότητα:** Αν υπάρχουν περισσότεροι από ένας τρόποι για να παρουσιαστεί μία διεργασία, θα πρέπει να επιλεγεί η απλούστερη. Αν υπάρχουν σύνθετες διεργασίες στο εικονικό εργαστήριο, θα πρέπει να γίνει κάθε δυνατή προσπάθεια, έτσι ώστε να βρεθούν εκείνοι οι τρόποι παρουσίασης που θα τις κάνουν να φαίνονται και να λειτουργούν όσο το δυνατό απλούστερα.
- **Χρήση μεταφορών:** Πρέπει να χρησιμοποιούνται προσεγγίσεις που είναι ήδη οικείες και γνωστές στο χρήστη.
- **Ελαχιστοποίηση ενεργειών του χρήστη:** Ο χρήστης πρέπει να φτάνει στο επιθυμητό για αυτόν αποτέλεσμα με τις λιγότερες δυνατές ενέργειες. Οι απαιτούμενες πληκτρολογήσεις πρέπει να περιορίζονται στις απολύτως απαραίτητες.
- **Παροχή άμεσης ανάδρασης:** Η σημαντικότητα της ανάδρασης σε μια εφαρμογή έγκειται στην καθοδήγηση και ενημέρωση που του παρέχει.
- **Ελαχιστοποίηση απομνημόνευσης:** Ο χρήστης για να μπορέσει να αλληλεπιδράσει με το εικονικό εργαστήριο, δεν θα πρέπει να θυμάται παρά μόνο τα απολύτως απαραίτητα. Η ποσότητα αυτή πρέπει να είναι η ελάχιστη δυνατή. Οι εργασίες πρέπει να είναι με τέτοιο τρόπο δομημένες, έτσι ώστε η ολοκλήρωσή τους να γίνεται μειώνοντας στο ελάχιστο την περίπτωση να ξεχάσει ο χρήστης κάποιο βήμα.

2.3.3 ΓΡΑΦΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΧΡΗΣΤΗ

Η γραφικό περιβάλλον του εικονικού εργαστηρίου θα πρέπει να διέπεται από μια συνεκτικότητα. Η βασική δομή πρέπει να παρέχει έναν χώρο διεξαγωγής των πειραμάτων (πάγκος εργασίας) και των προσθαφαιρέσεων διαλυμάτων που να καλύπτει το μεγαλύτερο εμβαδό του διαδραστικού πίνακα. Επίσης πρέπει να παρέχεται ένας διακριτός χώρος με εξοπλισμό και εργαλεία, όπως και μια περιοχή που θα είναι ειδικά διαμορφωμένη για παρουσίαση πληροφορίας. Η διαφοροποίηση μεταξύ των περιοχών πρέπει να είναι ξεκάθαρη με την χρήση χρώματος και γραφικών, φόντου ή/και με τη χρήση περιθωρίων. Κατι πολύ σημαντικό είναι να έχει την δυνατότητα ο χρήστης να αναπροσαρμόζει τα παράθυρα, να τα αποκρύπτει ή να τα εμφανίζει όποτε θέλει, ώστε να δημιουργεί το δικό του περιβάλλον εργασίας.

Ο χώρος στον οποίο θα βρίσκονται τα σκεύη του εργαστηρίου, θα πρέπει να περιορίζεται στα απαραίτητα σκεύη τα οποία χρειάζονται για την διεξαγωγή των πειραμάτων. Τα εργαλεία και τα σκεύη πρέπει να είναι χωρισμένα σε μικρές ομάδες και εύκολα προσβάσιμα από τον χρήστη.

Όταν κάποια εργαλεία (π.χ Αριθμομηχανή, Πίνακας σημειώσεων) δεν είναι απαραίτητα για την διεξαγωγή ενός πειράματος θα πρέπει και αυτά να μπορούν να αποκρύπτονται ή ακόμα και να απενεργοποιούνται από τον χρήστη. Έτσι εξοικονομείται χώρος ελευθερώνοντας ένα σημαντικό μέρος της γραφικής διεπιφάνειας, δίνοντας μεγαλύτερη ελευθερία κινήσεων στο χρήστη.

Η χρήση εργαλείων όπως sliders και radio buttons χρησιμεύει στο να κάνει πιο άμεσο και κατανοητό το χειρισμό. Η χρήση του slider ειδικά ενδείκνυται για χρήση σε περιβάλλον αφής γιατί κάνει πιο εύχρηστο και διαδραστικό των χειρισμό οργάνων.

Το φόντο του χώρου εργασίας παίζει επίσης σημαντικό ρόλο. Δίνει την ευκαιρία να δώσουμε στοιχεία εγκλιματισμού του μαθητή με το νοηματικό πλαίσιο

διεξαγωγής των πειραμάτων, εξομοιώνοντας την εικόνα ενός πραγματικού εργαστηρίου χημείας. Ο σχεδιασμός του απαιτεί προσοχή ώστε να μην αποσπά την προσοχή του μαθητή από τα κύρια αντικείμενα στο χώρο εργασίας.

2.3.4 ΑΛΛΗΛΕΠΙΔΡΑΣΗ ΚΑΙ ΧΕΙΡΙΣΜΟΣ

Ο χειρισμός των σκευών και των οργάνων, αλλά καθώς και ο συνολικός τρόπος αλληλεπίδρασης με το εικονικό εργαστήριο πρέπει να είναι απλός και διαισθητικός, αλλιώς υπάρχει κίνδυνος η επικέντρωση της προσοχής των χρηστών να πάει στην εκμάθηση το χειρισμού του περιβάλλοντος παρά στις έννοιες που αυτό διαπραγματεύεται και επιχειρεί να διδάξει. Ο χειρισμός με τη μέθοδο πιάσε και σύρε(click and drag) είναι η πιο φυσική κίνηση για τους χρήστες σε ένα πίνακα πολλαπλής αφής. Είναι μια ενστικτώδης κίνηση για τους περισσότερους καθώς μοιάζει με την μετακίνηση πραγματικών αντικειμένων. Γενικότερα, τα αντικείμενα που μπορούν να πιάσουν και να σύρουν, οι sliders και τα radio buttons είναι πιο φυσικά στην αλληλεπίδραση για τους χρήστες, με την χρήση των χεριών.

Μια άλλη παράμετρος που θα πρέπει να ληφθεί υπ'οψιν στην χωροταξία των αντικειμένων που είναι αλληλεπιδραστικά είναι η τοποθέτησή τους σε ύψος που να είναι προσιτό σε όλους τους μαθητές. Η τοποθέτηση απαραίτητων λειτουργιών στην κορυφή της εφαρμογής και κατ' επέκταση στην κορυφή του διαδραστικού πίνακα μπορεί να δυσκολέψει μικρόσωμους χρήστες. Αυτές οι περιοχές πρέπει να χρησιμοποιούνται κυρίως για την αναπαράσταση πληροφορίας που δεν απαιτεί αλληλεπίδραση.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3. ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΚΑΙ ΥΛΟΠΟΙΗΣΗ ΕΙΚΟΝΙΚΟΥ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟΥ ΧΗΜΕΙΑΣ

3.1 ΣΤΟΧΟΙ ΕΙΚΟΝΙΚΟΥ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟΥ ΧΗΜΕΙΑΣ

Το εικονικό εργαστήριο χημείας που αναπτύχθηκε στα πλαίσια της διπλωματικής εργασίας απευθύνεται σε κυρίως μαθητές δευτέρας και τρίτης Γυμνασίου.

Σχεδιαστηκε και αναπτύχθηκε έτσι ώστε να πληρεί τους εξής στόχους:

- Να συμβάλει στην καλύτερη αξιοποίηση του διαδραστικού πίνακα στην διδασκαλία της Χημείας στην δευτεροβάθμια εκπαίδευση
- Να προσφέρει μια εφαρμογή που συνδυάζει ένα εικονικό εργαστήριο με τις κατάλληλες τεχνολογίες και εργαλεία για την αξιοποίησή του στην διδασκαλία των παρακάτω αντικειμένων
 - Περιεκτικότητες διαλυμάτων(w/w, w/v, v/v)
 - Αραίωση διαλυμάτων
 - Συμπύκνωση διαλυμάτων
 - Ανάμιξη διαλυμάτων
- Να εξοικειώσει τους μαθητές με την χρήση των βασικών σκευών (δοκ. σωλήνας, κωνική φιάλη, ποτήρι ζέσεως, φιάλη αερίων), των οργάνων (θερμόμετρο) και των διαφόρων εργαλείων (λύχνος) ενός εργαστηρίου χημείας
- Να εξοικειώσει τους μαθητές με τον περιοδικό πίνακα
- Να συνδυάζει ένα περιβάλλον «ελεύθερης» αλληλεπίδρασης με τα σκεύη και τα διαλύματα με ένα δομημένο περιβάλλον επίλυσης συγκεκριμένων ασκήσεων και πραγματοποίησης δομημένων πειραμάτων

- Να προσφέρει ενσωματωμένα διαδραστικά όργανα που διευκολύνουν την επίλυση ασκήσεων σε διαδραστικό πίνακα όπως: εικονική αριθμομηχανή, πρόχειρο σημειώσεων , όργανα μέτρησης(θερμόμετρο, πάνελ πληροφοριών διαλύματος) με δυνατότητα ενεργοποίησης/απενεργοποίησης αυτών, καθώς επίσης και ελευθερης μετακίνησής τους στο χώρο
- Να προσφέρει ένα γραφικά ελκυστικό περιβάλλον με ενδιαφέρουσα διαδραστική αλληλεπίδραση και εφέ, με σκοπό να κάνει ευχάριστη την ενασχόληση του μαθητή με αυτό εξυπηρετώντας παράλληλα τους εκπαιδευτικούς στόχους χρήσης του
- Να παρέχει δυνατότητα δημιουργίας, αφαίρεσης και παραμετροποίησης διαλυμάτων καθώς επίσης και των ασκήσεων που προσφέρονται

3.2 ΕΠΙΛΟΓΗ ΠΛΑΤΦΟΡΜΑ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ – ΑΝΑΛΥΣΗ

Για την δημιουργία του εικονικού εργαστηρίου χημείας έπρεπε να επιλεγεί η καταλληλότερη πλατφόρμα ανάπτυξης, έτσι ώστε να υλοποιηθούν με το καλύτερο δυνατό αποτέλεσμα οι στόχοι που θέσαμε.

Η Smart Technologies προσφέρει μια συλλογή βιβλιοθηκών (SDK) σε Java, C++, C#, MS Visual Basic που δίνουν την δυνατότητα στους προγραμματιστές να κάνουν τις εφαρμογές τους να συνεργάζονται καλύτερα με τα διαδραστικά προϊόντα της Smart όπως:

- SMART Board interactive whiteboard
- SMART Table collaborative learning center
- SMART Board interactive display
- SMART Podium interactive pen display

Η χρήση των βιβλιοθηκών αυτών προσφέρει δυνατότητες όπως:

- **Εφαρμογή Ink Aware** , δηλαδή επιτρέπει την δημιουργία περιοχών στην εφαρμογή που δέχονται ηλεκτρονικό μελάνι, και δίνει πρόσβαση σε γεγονότα που δημιουργούνται από την ειδική γραφίδα ως ink Events τα οποία στέλνονται σε διαφορετικό queue από τα mouse events.
- **Ομαλότερη γραφή (Smoother writing)** – Δίνει την δυνατότητα εγγραφής περισσότερων γεγονότων γραφής στην ίδια επιφάνεια, κάνοντας έτσι την γραφή πάνω στην εφαρμογή ομαλότερη
- **Παραμετροποίηση γεγονότων γραφίδας (Customization of pen events)** - Δυνατότητα προσαρμογής των γεγονότων που λαμβάνονται από την γραφίδα και χρήσης των γεγονότων από τα κουμπιά της γραφίδας. Επίσης παρέχει ενημερώσεις στην εφαρμογή όταν μια γραφίδα μετακινηθεί από τον χρήστη.

Παρ' όλα αυτά κρίθηκε καταλληλότερο η ανάπτυξη του εικονικού εργαστήριου της χημείας να γίνει στην πολυμεσική πλατφόρμα Adobe Flash η οποία προσφέρει μια ολοκληρωμένη λύση για την ανάπτυξη εφαρμογών για διαδραστικούς πίνακες και όχι μόνο. Εκτός από το παραπάνω SDK η SMART προσφέρει και ένα SDK για ανάπτυξη σε Adobe Flash. Έτσι μια εφαρμογή που έχει αναπτυχθεί σε Flash μπορεί να εισαχθεί και ως περιεχόμενο (content) μέσα στο Smart Notebook Software. Έτσι η εφαρμογή έχει άμεσα διαθέσιμα όλα τα εργαλεία του Notebook Software. Παραλληλα όμως η προβολή Flash περιεχομένου μέσα από το Smart Notebook Software έχει το μειονέκτημα ότι πολλά χαρακτηριστικά και δυνατότητες που μπορεί να έχει παρέχει το Flash στην εφαρμογή, υπάρχει πιθανότητα να μην υποστηρίζονται μέσα στο Smart Notebook Software, όπως η δυνατότητα multitouch interaction.

Έτσι με την χρήση του SDK που προσφέρει η SMART για την υποστήριξη του Flash βοηθά στην γρήγορη ανάπτυξη αλληλεπιδραστικών εφαρμογών βοηθητικού χαρακτήρα και όχι ολοκληρωμένων εφαρμογών. Ο σημαντικότερος λόγος όμως που αποφασίστηκε να μην χρησιμοποιηθεί είναι ότι υποστηρίζει ανάπτυξη μόνο στην έκδοση 2.0 της Actionscript η οποία είναι πλέον ξεπερασμένη και δεν είναι αντικειμενοστραφής. Επιπλέον οι εφαρμογές που αναπτύσσονται σε Actionscript 3 εκτελούνται μέχρι και δέκα φορές ταχύτερα σε σχέση με την έκδοση 2 από τον Flash Player 9 και μετά(Programming Actionscript, Adobe.com). Για να τρέξει η εφαρμογή σε έναν υπολογιστή είτε αυτόνομα είτε μέσω εισαγωγής στο Notebook Software απαιτείται Flash Player 9 ή νεότερη έκδοση.

Η επιλογή του Flash και της Actionscript 3 παρουσιάζει και άλλα πλεονεκτήματα όπως:

- Βελτιωμένη γραφική απεικόνιση με τη χρήση διανυσματικών γραφικών (vector graphics)
- Υποστήριξη πολλαπλής αφής (multitouch interaction support)
- Δυνατότητα χρήσης είτε stand-alone εφαρμογής είτε προβολή της μέσω του διαδικτύου χωρίς αλλαγές στο βασικό κώδικα της εφαρμογής
- Πλουσιότερη διαδραστικότητα με εφέ και animation
- Δυνατότητα χρήσης του και με το Notebook Express Software που είναι ένα Rich Internet Application (RIA) που παρέχει μια βασική λειτουργικότητα σε σχέση με την desktop έκδοση, αλλά είναι δωρεάν και δεν απαιτεί εγκατάσταση

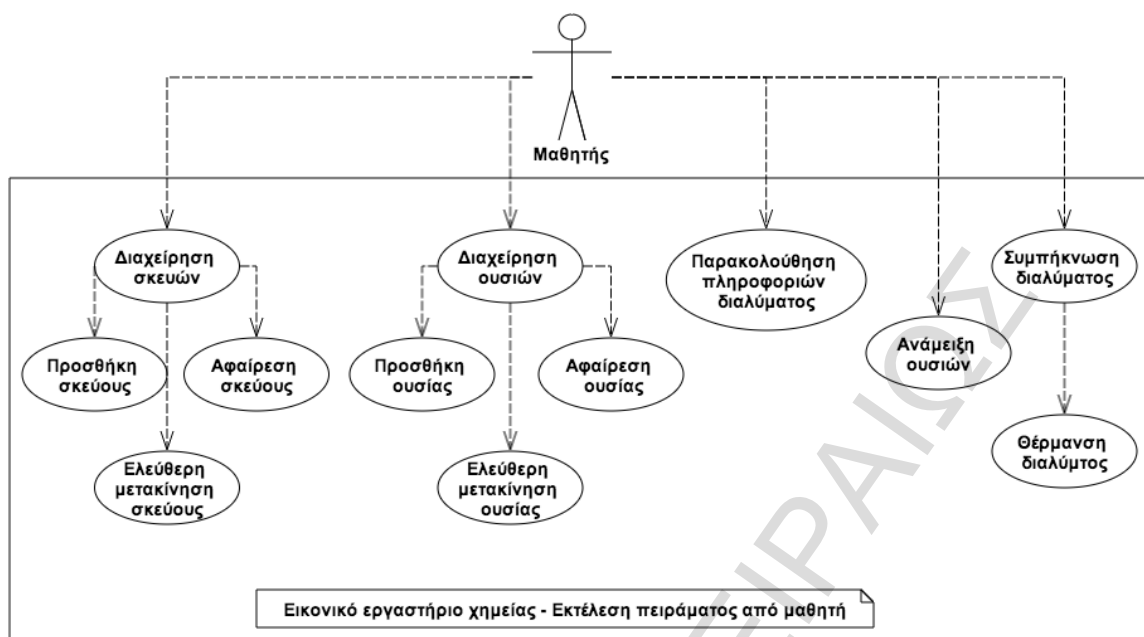
3.3 ΑΝΑΛΥΣΗ ΑΠΑΙΤΗΣΕΩΝ

3.3.1 ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ

Ύστερα από μια διεξοδική μελέτη των ήδη υπάρχων εργαλείων που είδαμε στο κεφάλαιο 2.1.2 συμπεράναμε ότι το εικονικό εργαστήριο θα πρέπει να σχεδιαστεί έτσι ώστε να παρέχει στο χρήστη όλα τα παρακάτω:

- Να έχει στη διάθεσή του όλα τα βασικά σκεύη για την πραγματοποίηση πειραμάτων που emπίπτουν στις ενότητες που καλύπτει η εφαρμογή δηλ. δοκ. σωλήνα, κωνική φιάλη, ποτήρι ζέσεως και φιάλη αερίου.
- Να έχει διαθέσιμα όργανα παρακολούθησης των βασικών μεγεθών ενός διαλύματος δηλ. συστατικά, όγκος ή βάρος ανάλογα με την κατηγορία πειραμάτων, και θερμοκρασία
- Να μπορεί να επιλέξει κάθε μία από τις φιάλες άδειες ή γεμάτες με διάλυμα και να τις μετακινεί και να τις αφήνει όπου επιθυμεί (drag and drop) μέσα σε ειδικό χώρο που λαμβάνουν χώρα τα πειράματα (πάγκος εργασίας)
- Να μπορεί να μεταφέρει συγκεκριμένη ποσότητα διαλύματος από ένα σκεύος σε ένα άλλο το οποίο μπορεί να είναι άδειο ή να περιέχει ήδη κάποια ουσία ή κάποιο διάλυμα
- Να μπορεί να θερμάνει ένα διάλυμα χρησιμοποιώντας το λύχνο Bunsen και να έχει την δυνατότητα παρατήρησης της αλλαγής της θερμοκρασίας
- Να μπορεί να αφαιρεί σκεύη και συσκευές από το περιβάλλον που διεξάγονται τα πειράματα
- Να έχει ανα πάσα στιγμή πρόσβαση στο περιοδικό πίνακα και να μπορεί εύκολα να δει πληροφορίες για κάθε χημικό στοιχείο

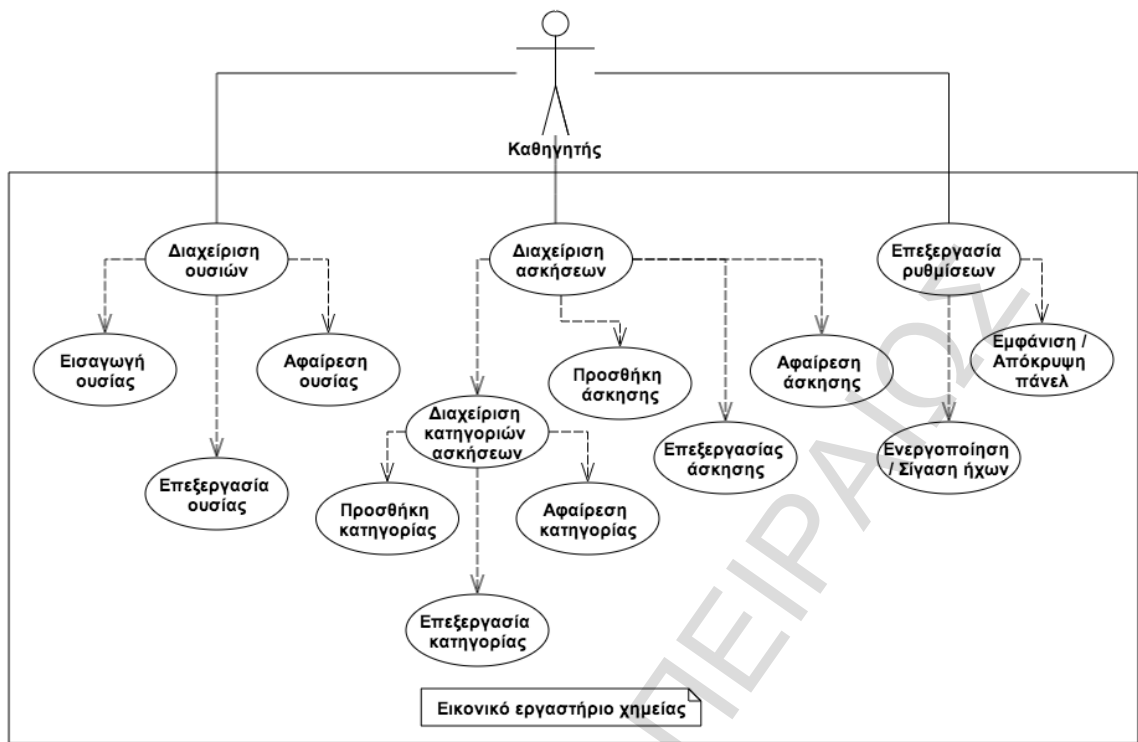
- Να μπορεί να επιλέξει ο ίδιος ή ο καθηγητής μια άσκηση από μια συγκεκριμένη κατηγορία ασκήσεων προς επίλυση
- Να έχει διαθέσιμη μια επιφάνεια που θα μπορεί να γράψει με το δάκτυλο ή τη γραφίδα πρόχειρες σημειώσεις που θα τον βοηθήσουν στην επίλυση μιας άσκησης
- Να έχει διαθέσιμη μια αριθμομηχανή για να πραγματοποιεί πράξεις για την επίλυση ασκήσεων
- Να μπορεί να διαβάσει όποτε επιθυμεί την εκφώνηση μιας άσκησης και να την αποκρύψει
- Να μπορεί όταν θέλει να εισάγει μια απάντηση σε άσκηση να εμφανίζεται αυτόματα εικονικό πληκτρολόγιο στο πεδίο απάντησης
- Να ειδοποιείται από την εφαρμογή αν η απάντησή του είναι σωστή ή λανθασμένη
- Να μπορεί να αποκρύψει όργανα που δεν τα χρειάζεται για οικονομία χώρου
- Να έχει πρόσβαση σε ένα σύστημα βοήθειας που θα τον καθοδηγεί στη λειτουργία του προγράμματος
- Να μπορεί να εργάζεται με διαφορετικές μονάδες μέτρησης της ποσότητας ενός διαλύματος ανάλογα με την κατηγορία πειράματος (όγκος ή μάζα)



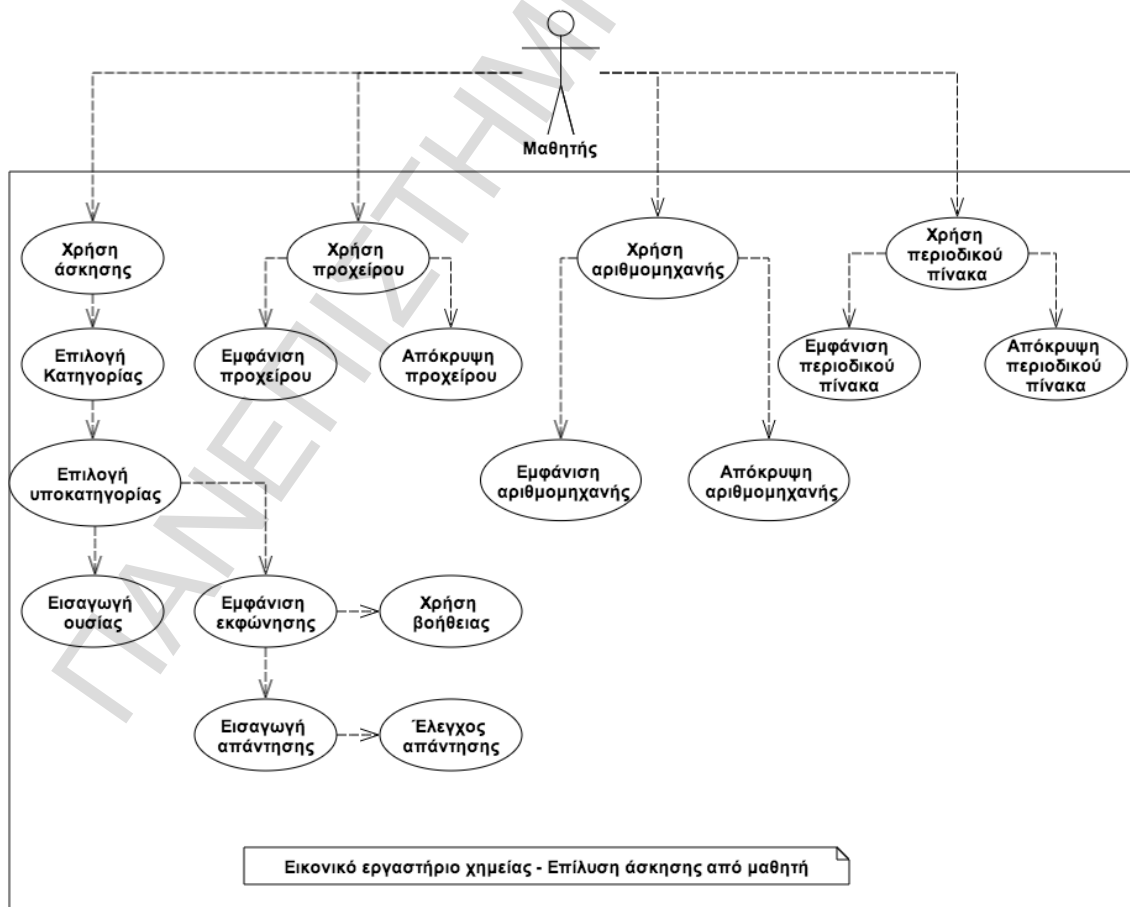
Διάγραμμα 1 - Use case διάγραμμα - Εκτέλεση πειράματος από μαθητή

Θα πρέπει επίσης το λογισμικό να δίνει τις εξής δυνατότητες στον καθηγητή-υπεύθυνο λειτουργίας της εφαρμογής:

- Να μπορεί να επεξεργαστεί, να προσθέσει και να αφαιρέσει ασκήσεις και κατηγορίες ασκήσεων
- Να μπορεί να επεξεργαστεί, να προσθέσει και να αφαιρέσει ουσίες
- Να μπορεί να ενεργοποιήσει και να απενεργοποιήσει συγκεκριμένα όργανα παρακολούθησης στοιχείων του διαλύματος ανάλογα με τα ζητούμενα μιας άσκησης ώστε να μην τα βλέπει ο μαθητής
- Να μπορεί να προσαρμόσει το περιβάλλον εργασίας όπως ο μαθητής επιθυμεί



Διάγραμμα 2- Use case διάγραμμα για τις λειτουργίες του καθηγητή



Διάγραμμα 3 - Use case διάγραμμα - Επίλυση ασκήσεις από μαθητή

3.3.2 ΜΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ

Απαιτήσεις Διεπαφής

- Δυνατότητα αλληλεπίδρασης με χρήση πολλαπλής αφής (multitouch support) για τους διαδραστικούς πίνακες που την υποστηρίζουν
- Η αλληλεπίδραση και οι λειτουργίες του να είναι εύκολα κατανοητές από έναν μαθητή 14 χρονών και να μπορεί ο μαθητής να το χειριστεί διαισθητικά
- Το περιβάλλον εργασίας να εξομοιώνει όσο το δυνατόν καλύτερα το πραγματικό χώρο εργαστηρίου χημείας
- Τα σκεύη και τα εργαλεία να εξομοιώνουν όσο το δυνατόν καλύτερα τα πραγματικά σε χρώμα, υφή και σχήμα
- Το μέγεθος των σκευών και εργαλείων να είναι κατάλληλο για χρήση σε διαδραστικό πίνακα (ούτε τεράστια αλλά όχι και πολύ μικρά να δυσκολεύουν την διάδραση)
- Τα χρώματα της διεπαφής να είναι περιορισμένα ώστε με την χρήση κάποιου περισσότερο έντονου χρώματος να μπορούμε εύκολα να τραβήξουμε την προσοχή του μαθητή εκεί που θέλουμε

Απαιτήσεις Απόδοσης

- Το σύστημα θα πρέπει να έχει άμεση απόκριση στην επαφή με το χρήστη γιατί ήδη η αλληλεπίδραση σε διαδραστικό πίνακα είναι σχετικά αργή
- Το σύστημα θα πρέπει να καταναλώνει όσο το δυνατόν λιγότερους πόρους συστήματος

3.4 ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ

3.4.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στον αρχιτεκτονικό σχεδιασμό του εικονικού εργαστηρίου θα προσδιοριστούν εννοιολογικά όλες οι οντότητες που το συνθέτουν, οι οποίες υλοποιήθηκαν με σκοπό την αποτελεσματικότερη εφαρμογή των απαιτήσεων που ορίστηκαν στο προηγούμενο κεφάλαιο. Ο προσδιορισμός αυτός απαιτεί και την χαρτογράφηση των σχέσεων μεταξύ τους, έτσι ώστε να μετατραπούν σε τμήματα λογισμικού με δομημένη αλληλεπίδραση και συγκεκριμένη παρεχόμενη λειτουργικότητα.

3.4.2 ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟΣΤΡΑΦΗΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ

Οι βασικές οντότητες έτσι όπως προκύπτουν από τις λειτουργικές απαιτήσεις και τα εκπαιδευτικά σενάρια που θα πρέπει να υλοποιεί το εικονικό εργαστήριο είναι:

1. Ουσία (Substance)

Η ουσία είναι η πιο βασική οντότητα στο εργαστήριο αφού αυτή και οι ιδιότητές της είναι το βασικό αντικείμενο μελέτης. Οι ουσίες που περιέχονται στο εικονικό εργαστήριο χημείας είναι βάση τα εκπαιδευτικά σενάρια και το επίπεδο μελέτης και τα χαρακτηριστικά τους είναι άμεσου ενδιαφέροντος ως προς την εφαρμογή τους. Άρα οι βασικές ιδιότητες κάθε ουσίας, οι οποίες είναι σχετικές με τον τρόπο χρήσης τους στα συγκεκριμένα εκπαιδευτικά σενάρια, είναι οι εξής:

- Κατάσταση ύλης. Κάθε ουσία μπορεί να βρίσκεται σε μία από τις τρεις βασικές καταστάσεις της ύλης, στερεά, υγρή ή αέρια. Αυτό το γεγονός αν και προφανές σημαίνει ότι κάθε ουσία στο εργαστήριο θα πρέπει να περιέχεται

και στο ανάλογο σκεύος. Οι στερεές ουσίες περιέχονται σε δοχείο ζέσεως, οι υγρές σε κονική φυάλη, ενώ οι αέριες σε φυάλη αερίου.

- Όνομα
- Χρώμα
- Μάζα μετρήσιμη σε gr
- Όγκος μετρήσιμος σε ml
- Θερμοκρασία μετρούμενη σε βαθμούς κελσίου(°C)

Τα εκπαιδευτικά σενάρια που παρέχονται στο εικονικό εργαστήριο χημείας έχουν ως σκοπό την δημιουργία και μελέτη των διαλυμάτων. Ως διάλυμα στη χημεία χαρακτηρίζεται οποιοδήποτε ομοιογενές μίγμα δύο ή περισσότερων ουσιών (wikipedia). Έτσι στα πλαίσια των εκπαιδευτικών σεναρίων ένα διάλυμα θα πρέπει να παρουσιάζει κάποια συγκεκριμένη συμπεριφορά, ήτοι, να επιτελεί κάποιες λειτουργίες. Αυτές οι λειτουργίες είναι :

- Αραίωση

Ένα διάλυμα αραιώνεται όταν προστίθεται σε αυτό νερό. Με την προσθήκη του νερού αλλάζουν όμως και αρκετές ιδιότητες του διαλύματος. Καταρχάς αυξάνεται η ποσότητα του διαλύτη και κατά συνέπεια του διαλύματος. Αυτό σε διαλύματα που περιέχουν διαλυμένες ουσίες μεταβάλλει την τιμή της περιεκτικότητάς τους, όπως την ορίσαμε πιο πάνω.

Είναι φυσικό επίσης το χρώμα του διαλύματος(αν δεν είναι άχρωμο) να γίνεται λιγότερο έντονο.

Επίσης, σε περίπτωση που το νερό είναι σε διαφορετική θερμοκρασία από το διάλυμα η θερμοκρασία του διαλύματος μετά την προσθήκη θα πρέπει να προσαρμόζεται ανάλογα και στη συνέχεια να επανέρχεται σταδιακά σε θερμοκρασία δωματίου.

Η μέθοδος λοιπόν θα αναλαμβάνει να υλοποιήσει την αραίωση, ήτοι, την προσθήκη νερού στο διάλυμα θα πρέπει να μεταβάλλει με ορθό χημικά τρόποι τα παραπάνω χαρακτηριστικά.

- Θέρμανση

Η θέρμανση ενός διαλύματος αυξάνει την θερμοκρασία του. Γίνεται με τη χρήση του λύχνου και ο στόχος της στα πλαίσια των εκπαιδευτικών σεναρίων που υλοποιεί το εικονικό εργαστήριο γίνεται με σκοπό την συμπύκνωση του διαλύματος.

- Συμπύκνωση

Η συμπύκνωση είναι η αντίστροφη διαδικασία της αραίωσης και ορίζεται ως η αφαίρεση νερού από ένα διάλυμα. Αυτό στο εικονικό εργαστήριο γίνεται με το βρασμό του διαλύματος. Αυτό σημαίνει ότι έχει προηγηθεί η διαδικασία της θέρμανσης με τη χρήση λύχνου και αφού η θερμοκρασία του διαλύματος φτάσει και υπερβεί τους 100 °C τότε αρχίζει η σταδιακή εξάτμιση του διαλύτη-νερού. Αυτό μειώνει την ποσότητα του διαλύτη στο διάλυμα αλλάζοντας την περιεκτικότητα του διαλύματος. Επίσης το χρώμα του διαλύματος θα πρέπει να γίνεται πιο έντονο.

- Ανάμιξη με άλλο διάλυμα

Η ανάμιξη με ένα άλλο διάλυμα σημαίνει πρακτικά την προσθήκη μιας ποσότητας ενός άλλου διαλύματος στο διάλυμα. Στην περίπτωση που το άλλο διάλυμα είναι νερό τότε έχουμε αραίωση. Σε διαφορετική περίπτωση η διαδικασία αυτή είναι πιο σύνθετη.

Μία αρχική παραδοχή που έχουμε κάνει για τα διαλύματα στο εργαστήριο είναι ότι είναι ομοιογενή. Αυτό σημαίνει ότι όταν πάρουμε μία ποσότητα ενός

διαλύματος αυτό θα είναι της ίδιας περιεκτικότητας με το αρχικό, δηλαδή θα έχει την ίδια αναλογία συστατικών.

Το διάλυμα που δημιουργεί η ανάμιξη είναι ουσιαστικά ένα νέο διάλυμα που δημιουργείται με τις αλλαγές που προκαλεί στο διάλυμα στόχο η προσθήκη ποσότητας του προστιθέμενου διαλύματος. Οι αλλαγές αυτές είναι:

- Αλλαγή της ποσότητας του διαλύματος προορισμού.
- Αλλαγή της ποσότητας του διαλύτη. Με βάση την ποσότητα που προστίθεται, την περιεκτικότητα του διαλύματος που προστίθεται και την υπόθεση ομοιογένειας προσδιορίζουμε την ποσότητα διαλύτη στην προστιθέμενη ποσότητα και την προσθέτουμε στον διαλύτη του διαλύματος στόχου
- Αλλαγή στις διαλυμένες ουσίες.

Σε αυτό το στάδιο απαιτούνται κάποιοι έλεγχοι.

Εάν το προστιθέμενο διάλυμα έχει τις ίδιες διαλυμένες ουσίες με το διάλυμα τότε οι ποσότητές τους προστίθενται και υπολογίζεται η νέα περιεκτικότητά τους.

Εάν όλες οι διαλυμένες ουσίες είναι διαφορετικές τότε θα πρέπει να προστεθούν ξεχωριστά και να υπολογιστούν οι νέες περιεκτικότητες.

Εάν κάποιες από τις διαλυμένες ουσίες του προστιθέμενου διαλύματος περιέχονται στο διάλυμα προορισμού η ποσότητά του αθροίζεται στις υπάρχουσες ενώ οι διαφορετικές προστίθενται. Σε περίπτωση που η περιεκτικότητα του προστιθέμενου διαλύματος μετράται με διαφορετικό τρόπο από αυτή του διαλύματος προορισμού τότε δεν μπορεί να γίνει η ανάμιξη των διαλυμάτων και εμφανίζεται στον χρήστη ανάλογο μήνυμα.

- Μεταβολή της θερμοκρασίας.

Όπως αναφέρθηκε και πιο πάνω αν κάποιο από τα δύο διαλύματα είναι σε διαφορετική θερμοκρασία από αυτή του περιβάλλοντος αυτό θα επηρεάσει προσωρινά τη θερμοκρασία του τελικού διαλύματος η οποία σταδιακά θα φτάσει στην θερμοκρασία περιβάλλοντος.

- Μεταβολή του χρώματος.

Το χρώμα του διαλύματος που θα προκύψει από μια ανάμιξη θα είναι μια σταθμισμένη μίξη των χρωμάτων των δύο διαλυμάτων με βάση την ποσότητα του καθενός.

Προς το παρόν δεν έχουν εισαχθεί στην εφαρμογή πληροφορίες αντίδρασης ώστε να ανιχνεύεται αν οι προστιθέμενες διαλυμένες ουσίες αντιδρούν με το διάλυμα που προστίθενται και τι ακριβώς έχει ως αποτέλεσμα η εκάστοτε αντίδραση. Αυτή είναι μία από τις βασικές προτάσεις για επέκταση της εφαρμογής.

2. Σκεύος (Vessel)

Το σκεύος είναι μια οντότητα η οποία έχει αρκετές παραλλαγές στο εργαστήριο και αποτελεί το δοχείο που φιλοξενεί τα διάφορα διαλύματα. Οι τύποι των σκευών που παρέχει το εικονικό εργαστήριο είναι:

- Κωνική φιάλη (Χωρητικότητα: 250 ml)
- Δοκιμαστικός σωλήνας (Χωρητικότητα: 50 ml)
- Ποτήρι ζέσεως (Χωρητικότητα: 500 ml)
- Φυάλη αερίου (Χωρητικότητα: 500 ml)

Τα χαρακτηριστικά και η λειτουργικότητα που παρέχουν αυτά τα σκεύη είναι ίδια και ουσιαστικά διαφοροποιούνται στην χωρητικότητα και την γραφική

απεικόνιση. Γι' αυτό όλη η βασική λειτουργικότητα και τα χαρακτηριστικά πρέπει να αναπτυχθούν σε μια υπερ-κλάση «Σκεύος» από την οποία να κληρονομούν τα χαρακτηριστικά και τη λειτουργικότητά του το κάθε είδος σκεύους.

Τα βασικά χαρακτηριστικά που θα πρέπει να έχει ένα σκεύος είναι:

- Χωρητικότητα. Με βάση αυτήν καθορίζεται ο μέγιστος όγκος διαλύματος που μπορεί να φιλοξενήσει ένα σκεύος.
- Γραφική απεικόνιση που να απεικονίζει ρεαλιστικά το σχήμα και τη μορφολογία του. Από την γραφική απεικόνισή του ανακύπτει και ένα μεγάλο πλήθος χαρακτηριστικών όπως πλάτος, ύψος, θέση - συντεταγμένες x,y στο επίπεδο , βαθμός περιστροφής κλπ. Αυτό όπως και οι υπόλοιπες οντότητες με γραφική αναπαράσταση στο εικονικό εργαστήριο κληρονομούν αυτές τις ιδιότητες από την κλάση Sprite το οποίο στην Actionscript 3 είναι ένα lightweight γραφικό στοιχείο κατάλληλο για χρήση και δημιουργία γραφικών.
- Περιεχόμενο διάλυμα. Σε περίπτωση που το σκεύος δεν είναι άδειο πρέπει να κρατάει μια αναφορά στο περιεχόμενό του διάλυμα.
- Γέμισμα. Επειδή το διάλυμα είναι μια κλάση που δεν έχει νόημα αυθύπαρκτο να έχει συνδεδεμένη με αυτό γραφική αναπαράσταση, παρουσιάζεται στο εργαστήριο ως γέμισμα ενός δοχείου. Βασικές παράμετροι του γεμίσματος είναι η κατάσταση των ουσιών που εμπεριέχονται, το χρώμα που καθορίζεται από το περιεχόμενο διάλυμα και το ύψος του που καθορίζεται από την ποσότητα του διαλύματος σε συνδυασμό με τη χωρητικότητα του σκεύους.

Πέρα από τα χαρακτηριστικά το σκεύος πρέπει να υλοποιεί και κάποιες συγκεκριμένες λειτουργίες, να παρέχει κάποιες δυνατότητες.

- Δυνατότητα επιλογής και μετακίνησης.

Άρα μόλις ο χρήστης πατήσει πάνω στην γραφική απεικόνιση ενός σκεύους αυτό θα πρέπει να επιλέγεται και θα πρέπει να μπορεί να το μετακινήσει και να το αφήσει όπου θέλει στο χώρο εργασίας του εργαστηρίου.

- Δυνατότητα ανίχνευσης σύγκρουσης (Collision Detection) με:
 - Με άλλα σκεύη. Όταν χρήστης αφήσει το σκεύος πάνω σε ένα άλλο τότε αυτό, εάν πληρεί τις προϋποθέσεις, θα πρέπει να μπαίνει σε διαδικασία μεταφοράς υγρού. Εάν δεν πληρεί τις προϋποθέσεις θα πρέπει να εμφανίζει ανάλογο μήνυμα για τον λόγο που δεν μπορεί να γίνει η μεταφορά. Το σκεύος θα πρέπει να παίρνει τέτοια θέση σε σχέση με το άλλο που να ειδοποιεί τον χρήστη ότι είναι σε διαδικασία μεταφοράς.
 - Με το λύχνο. Αν το σκεύος αφηθεί πάνω στο λύχνο πρέπει να μπει σε διαδικασία θέρμανσης.
 - Με τον κάδο ανακύκλωσης. Αν το σκεύος αφηθεί πάνω από τον κάδο ανακύκλωσης τότε πρέπει να καταστραφεί μαζί με το διάλυμα που φέρει και να εξαφανιστεί από το χώρο εργασίας.
- Δυνατότητα χορήγησης πληροφοριών για τον εαυτό του και τα περιεχόμενά του.

Όταν ο χρήστης επιλέγει ένα σκεύος θα πρέπει να μπορεί να δει στα όργανα παρακολούθησης του εργαστηρίου πληροφορίες για αυτό και το διάλυμα που περιέχει. Άρα θα πρέπει να έχει έναν μηχανισμό που θα λαμβάνει τις απαραίτητες πληροφορίες για το διάλυμα που περιέχει και να τις χορηγεί δομημένα στα πάνελ εμφάνισης πληροφοριών.

3. Λύχνος Bunsen (Burner)

Ο λύχνος Bunsen είναι μια συσκευή θέρμανσης ενός διαλύματος. Όταν τοποθετηθεί κάτω από ένα σκεύος και ανάψουμε την φλόγα του τότε η θερμοκρασία του διαλύματος που περιέχεται στο σκεύος αναβαίνει. Ο λύχνος έχει κάποια παρόμοια χαρακτηριστικά αλληλεπίδρασης με τα σκεύη όπως δυνατότητα επιλογής και μετακίνησης, ανίχνευση σύγκρουσης και δυνατότητα χορήγησης πληροφοριών για τον εαυτό του. Διαφοροποιείται στο γεγονός ότι δεν έχει χωρητικότητα, δεν φιλοξενεί διαλύματα και έχει ειδικές δυνατότητες λόγω της ιδιότητάς του. Αυτά είναι:

- Δυνατότητα να παράγει φλόγα
- Δυνατότητα ελέγχου (αυξομείωσης) της φλόγας μέσω ειδικών χειριστηρίων στην γραφική του απεικόνιση και σβησίματος
- Ρεαλιστική απεικόνιση της φλόγας ένα πάνω στο λύχνο βρίσκεται κάποιο σκεύος
- Στην ανίχνευση σύγκρουσης η συμπεριφορά του είναι διαφορετική από ένα σκεύος. Ο λύχνος θα πρέπει να τοποθετείται κάτω από το σκεύος που θα θερμάνει. Η ανίχνευση σύγκρουσης δύο λύχνων δεν χρησιμεύει στην λειτουργικότητα της εφαρμογής. Η σύγκρουση με τον κάδο ανακύκλωσης έχει τα ίδια αποτελέσματα όπως και στο σκεύος, δηλαδή την εξαφάνισή του από το χώρο εργασίας του εργαστηρίου.

Λόγω των αρκετών ομοιοτήτων στην αλληλεπίδραση αποφασίστηκε ο λύχνος να κληρονομεί κάποια χαρακτηριστικά και λειτουργίες του σκεύους, να επεκτείνει βέβαια την λειτουργικότητα και να κάνει επαναπροσδιορίζει την λειτουργικότητα που δεν παρέχει.

4. Αριθμομηχανή (Calculator)

Η αριθμομηχανή είναι μια ξεχωριστή οντότητα στο εργαστήριο με μία συγκεκριμένη γραφική απεικόνιση και μία μηχανή υπολογισμών να υποστηρίζει την αλληλεπίδραση. Η αριθμομηχανή έχει τα εξής χαρακτηριστικά:

- Κουμπιά για να αλληλεπιδρά ο χρήστης.
Το καθένα από τα κουμπιά αντιστοιχεί σε μία συγκεκριμένη αριθμητική τιμή, μία μαθηματική πράξη ή άλλη λειτουργία.
- Οθόνη όπου εμφανίζει την αριθμητική αξία των κουμπιών που πατάει ο χρήστης ή το αποτέλεσμα των πράξεων που κάνει με την χρήση των κουμπιών.
- Γραφικές ιδιότητες που κληρονομεί από την κλάση Sprite λόγω της γραφικής απεικόνισής του, όπως αναφέρθηκε παραπάνω και για τα σκεύη.

Η λειτουργικότητα που θα πρέπει να παρέχει η αριθμομηχανή είναι:

- Να αντιλαμβάνεται πιο κουμπί πατάει ο χρήστης και σε τι αντιστοιχεί αυτό το κουμπί(αριθμητική τιμή, αριθμητική πράξη ή λειτουργία)
- Να εμφανίζει στην οθόνη την τιμή που αντιστοιχεί στο κουμπί που πάτησε ο χρήστης (αν πρόκειται για αριθμητική τιμή) και να τη διατηρεί στη μνήμη. Να προβαίνει στην πράξη και να εμφανίζει το αποτέλεσμα στην οθόνη εφόσον ο χρήστης πάτησε κουμπί πράξης και είχε συμπληρώσει πρωτύτερα τους τελεστές. Να επιτελεί την απαιτούμενη λειτουργία εφόσον πατήθηκε κουμπί λειτουργίας.
- Για λόγους οικονομίας χώρου η αριθμομηχανή θα πρέπει να έχει δυνατότητα εμφάνισης, απόκρυψης αλλά και ελεύθερης τοποθέτησής της στο περιβάλλον εργασίας του εργαστηρίου.

5. Πρόχειρο (Notebook)

Το πρόχειρο είναι μια ειδική γραφική επιφάνεια στο εργαστήριο πάνω στην οποία η αφή του χρήστη απεικονίζεται ως μαύρη γραμμή. Έτσι ο χρήστης σέρνοντας το δάκτυλό του ή τη γραφίδα πάνω σε αυτήν την επιφάνεια η διαδρομή του δακτύλου παρουσιάζεται ως γραμμή. Αυτό σημαίνει ότι μπορεί να προσομοιώσει χειρόγραφη σημείωση. Είναι κυρίως χρήσιμο για την διατήρηση σημειώσεων και τύπων στην επίλυση ασκήσεων. Το πρόχειρο πρέπει να έχει τα εξής χαρακτηριστικά:

- Μία επιφάνεια όπου η αφή του χρήστη θα μετατρέπεται σε σημείωση.
- Κουμπί εμφάνισης-απόκρυψης
- Γραφικές ιδιότητες που κληρονομεί από την κλάση Sprite λόγω της γραφικής απεικόνισής του

Επίσης θα πρέπει να παράσχει τις εξής λειτουργικότητες:

- Γραφική απεικόνιση της πορείας επαφής του χρήστη με την επιφάνεια.
- Καθαρισμό της επιφάνειας από τα γραφικά που δημιούργησε η επαφή του χρήστη
- Εμφάνιση-απόκρυψη

6. Περιοδικός πίνακας (Periodic table)

Ο περιοδικός πίνακας των χημικών στοιχείων είναι ένας κατάλογος, σε μορφή πίνακα, όλων των απλών χημικών ουσιών (στοιχεία) ταξινομημένων σύμφωνα με τις ομοιότητες και τις διαφορές τους. Στον πίνακα αυτό, τα στοιχεία είναι διατεταγμένα σε κάθετες στήλες που λέγονται ομάδες και σε οριζόντιες γραμμές που λέγονται περίοδοι εμφανιζόμενα κατά αύξουσα σειρά του ατομικού αριθμού τους. (Wikipedia)

Βρίσκεται πάνω στον χώρο εργασίας δίνοντας την εντύπωση ότι είναι κρεμασμένος στο τοίχο του εργαστηρίου, όπως θα ήταν σε ένα πραγματικό εργαστήριο χημείας.

Στην κάτω αριστερή γωνία του πίνακα βρίσκεται ένα κουμπί μεγέθυνσης του πίνακα για ευκολότερη ανάγνωση. Σε περίπτωση που ο μαθητής θέλει να δει περισσότερες πληροφορίες για ένα στοιχείο του πίνακα μπορεί να κρατήσει πατημένη την γραφίδα-δάχτυλο πάνω του, όπου εμφανίζεται ένας μεγεθυντικός φακός για πιο λεπτομερή ανάγνωση. Πατώντας το ίδιο κουμπί για την μεγέθυνση του πίνακα, επιστέφει στο κανονικό του μέγεθος.

7. Πάνελ πληροφοριών (Info Panel)

Για την υλοποίηση των εκπαιδευτικών σεναρίων θα πρέπει να παρέχονται στον χρήστη ένα σύνολο πληροφοριών σχετικά με τις ιδιότητες και τα χαρακτηριστικά των σκευών αλλά και των διαλυμάτων με τα οποία αλληλεπιδρά, όταν τα επιλέγει.

Οι βασικές πληροφορίες που θα πρέπει να παρουσιάζονται όταν επιλέγεται ένα σκεύος είναι:

- Τύπος σκεύους και χωρητικότητα
- Όγκος του περιεχόμενου διαλύματος
- Αναλυτική παρουσίαση των διαλυμένων ουσιών (όνομα) και της ποσότητάς του σε κατάλληλες μονάδες (gr ή ml)
- Ο διαλύτης και η ποσότητά του

Επίσης θα πρέπει να παράσχει τις εξής λειτουργικότητες:

- Εμφάνιση-απόκρυψη
- Ελεύθερη τοποθέτηση του στο χώρο εργασίας του εργαστηρίου από τον μαθητή

8. Πάνελ Θερμοκρασίας (Temperature Panel)

Σε αυτό το πάνελ εμφανίζεται η θερμοκρασία του επιλεγμένου διαλύματος. Η θερμοκρασία απεικονίζεται αριθμητικά σε βαθμούς κελσίου, αλλά και γραφικά κλίμακα θερμομέτρου. Για την ορθή χρήση του σύμφωνα πάντα με τα εκπαιδευτικά σενάρια που περιέχονται στο εργαστήριο, θα πρέπει να μπορεί να αποκρύπτεται και να εμφανίζεται από τον καθηγητή αλλά και να τοποθετείται ελεύθερα σε όποιο σημείο του χώρου εργασίας επιθυμεί ο μαθητής.

Επίσης θα πρέπει να παράσχει τις εξής λειτουργικότητες:

- Εμφάνιση-απόκρυψη
- Ελεύθερη τοποθέτηση του στο χώρο εργασίας του εργαστηρίου από τον μαθητή

9. Πάνελ Μεταφοράς διαλύματος (TransferPanel)

Το συγκεκριμένο πάνελ κάνει την εμφάνισή του στο χώρο εργασίας όταν δύο σκεύη έχουν μπει σε διαδικασία μεταφοράς διαλύματος από το ένα στο άλλο. Το πάνελ αυτό πρέπει να παρέχει την εξής λειτουργικότητα:

- Καθορισμός της ποσότητας προς μεταφορά από το ένα διάλυμα στο άλλο, με τη χρήση αλληλεπιδραστικού οργάνου καθορισμού (slider, εικονικό πληκτρολόγιο)
- Ενεργοποίηση της διαδικασίας μεταφοράς αφού ελέγξει ότι η μεταφερόμενη ποσότητα είναι μεγαλύτερη από το 0.
- Εμφάνιση πληροφοριών (όνομα και χωρητικότητα) για τα περιεχόμενα διαλύματα των σκευών που συμμετέχουν στην διαδικασία μεταφοράς καθώς επίσης και την ποσότητα που μεταφέρεται

- Εμφάνιση όταν 2 σκεύη μπαίνουν σε διαδικασία μεταφοράς και απόκρυψη όταν βγαίνουν από αυτή.

10. Άσκηση (Assignment)

Η άσκηση είναι μια βασική οντότητα του εργαστηρίου και απαιτεί την πραγματοποίηση πειραμάτων και την χρήση εργαλείων για την επίλυσή της. Στο εικονικό εργαστήριο οι ασκήσεις φορτώνονται από εξωτερικό αρχείο XML και έχουν συγκεκριμένη δομή και γραφική αναπαράσταση, που καθοδηγεί την δραστηριότητα επίλυσης.

Μια άσκηση έχει τα εξής βασικά χαρακτηριστικά:

- Τίτλο
- Εκφώνηση. Η περιγραφή των δεδομένων και ζητούμενων μιας άσκησης. Στο εργαστήριο θα πρέπει να έχει και μια γραφική απεικόνιση
- Απάντηση. Η αριθμητική τιμή που επιχειρεί να βρει ο μαθητής
- Κατηγορία και υποκατηγορία. Με βάση το αντικείμενο που πραγματεύεται που κατατάσσεται η άσκηση.
- Περιεχόμενες ουσίες (προαιρετικό). Τυχόν ουσίες που δίνονται με την άσκηση για να υλοποιήσει ο μαθητής την δραστηριότητα-πείραμα που ορίζεται στην εκφώνηση ώστε να καταλήξει στην απάντηση.
- Μια διαθέσιμη βοήθεια για τον μαθητή, όπου αφορά το θέμα της άσκησης
- Γραφικές ιδιότητες που προκύπτουν από την γραφική απεικόνισή της στο περιβάλλον του εργαστηρίου και κληρονομούνται από την κλάση Sprite.

Η άσκηση θα πρέπει να έχει και μια συγκεκριμένη συμπεριφορά που συμπεριλαμβάνει και τους τρόπους αλληλεπίδρασής της με το χρήστη. Οι βασικές λειτουργίες που πρέπει να επιτελεί μια άσκηση είναι:

- Όταν ο χρήστης την επιλέξει να μπορεί να δει και να αλληλεπιδράσει με τα επιμέρους στοιχεία της όπως αναφέρθηκαν παραπάνω(εκφώνηση, ουσίες)
- Όταν ο χρήστης επιλέξει μία ουσία από αυτές που δίνει η άσκηση αυτή να προστίθεται στο χώρο εργασίας
- Όταν επιλέξει την εκφώνηση μιας άσκησης να εμφανίζει ένα γραφικό με τα δεδομένα και τα ζητούμενα της, και να παρέχει επίσης πεδίο για την συμπλήρωση της απάντησης.
- Όταν ο χρήστης πατήσει στο πεδίο υποβολής της απάντησης να του παρέχει εικονικό πληκτρολόγιο για την εισαγωγή της αριθμητικής τιμής
- Να μπορεί να ελέγξει την ορθότητα της απάντησης του χρήστη και να τον ειδοποιεί για την ορθότητά της με ανάλογο ήχο.
- Να μπορεί ανά πάσα στιγμή να εμφανίσει την βοήθεια που παρέχεται μαζί με την άσκηση
- Να μπορεί να αποκρύπτεται και να εμφανίζεται για οικονομία χώρου

11. Πάνελ ουσιών (Substances panel)

Η καρτέλα Ουσίες ουσιαστικά αποτελεί την αποθήκη ουσιών για την παρασκευή διαλυμάτων. Περιέχει όλες τις ουσίες που προσδιορίζονται μέσω XML και εισάγονται στην εφαρμογή. Οι λειτουργίες που επιτελεί είναι οι εξής:

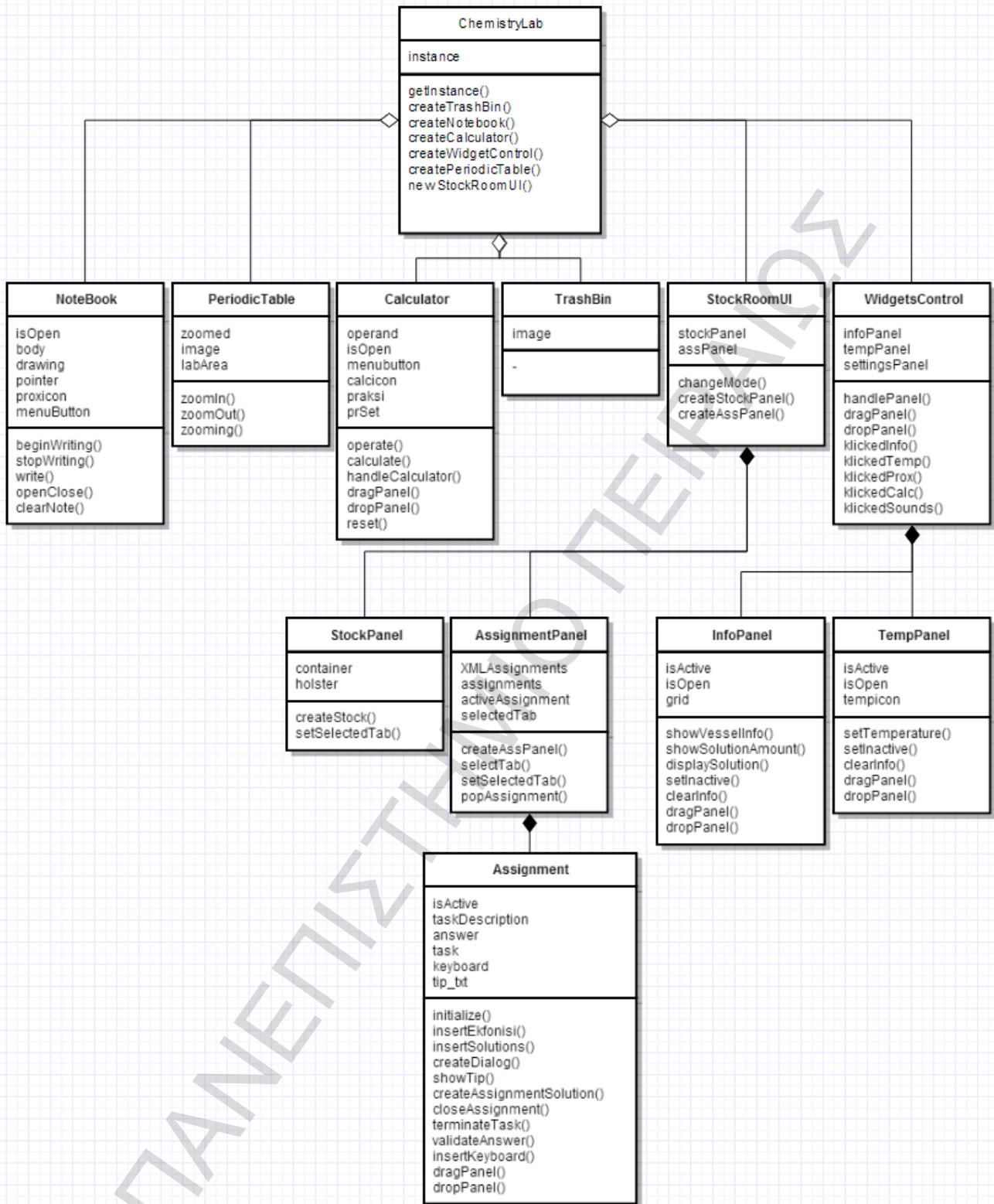
- Ανάγνωση του εξωτερικού αρχείου XML, δημιουργία των προσδιορισθέντων ουσιών με βάση τα χαρακτηριστικά που έχει καθορίσει ο χρήστης στο αρχείο. Παρουσίαση αυτών των ουσιών στα κατάλληλα σκεύη που επίσης έχουν προσδιοριστεί από το χρήστη στο XML αρχείο.
- Όταν ο χρήστης επιλέξει μια ουσία, αυτή να προστεθεί στο χώρο εργασίας.
- Εύκολη πλοήγηση ανάμεσα στις διαθέσιμες ουσίες μέσω κυλιόμενης λίστας

12. Πάνελ Ασκήσεων (Exercises Panel)

Το πάνελ ασκήσεων είναι ο χώρος όπου βρίσκονται όλες οι διαθέσιμες ασκήσεις του εργαστηρίου. Πρακτικά αποτελεί την οντότητα που αναλαμβάνει να διαβάσει τις ασκήσεις που έχουν προσδιοριστεί από τον διαχειριστή της εφαρμογής σε εξωτερικό XML αρχείο και να τις παρουσιάσει σε ένα χώρο ανά κατηγορία ώστε να μπορεί να τις χρησιμοποιήσει ο χρήστης. Επίσης όταν ο χρήστης επιλέξει μια άσκηση από μία κατηγορία-υποκατηγορία ασκήσεων αυτή θα πρέπει να προστίθεται στο χώρο εργασίας για την περαιτέρω αλληλεπίδραση με το χρήστη.

Στο διάγραμμα 4 μπορούμε να δούμε μια συνολική εικόνα των βασικών κλάσεων που αποτελούν την βασική δομή του εικονικού εργαστηρίου χημείας.

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ



Διάγραμμα 4 – Δομή βασικών κλάσεων εικονικού εργαστηρίου χημείας

3.5 ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΓΡΑΦΙΚΗΣ ΔΙΕΠΑΦΗΣ

Για την ανάπτυξη της γραφικής διεπαφής του εργαστηρίου χρησιμοποιήθηκε το Adobe Illustrator CS5 και για πιο απλά γραφικά το Adobe Flash. Όλα τα γραφικά στοιχεία που χρησιμοποιούνται στη εφαρμογή είναι διανυσματικά(vector) γραφικά. Τα διανυσματικά γραφικά "περιγράφουν" μια εικόνα με τη βοήθεια της αναλυτικής γεωμετρίας και, κατά συνέπεια, με τη βοήθεια εξισώσεων.

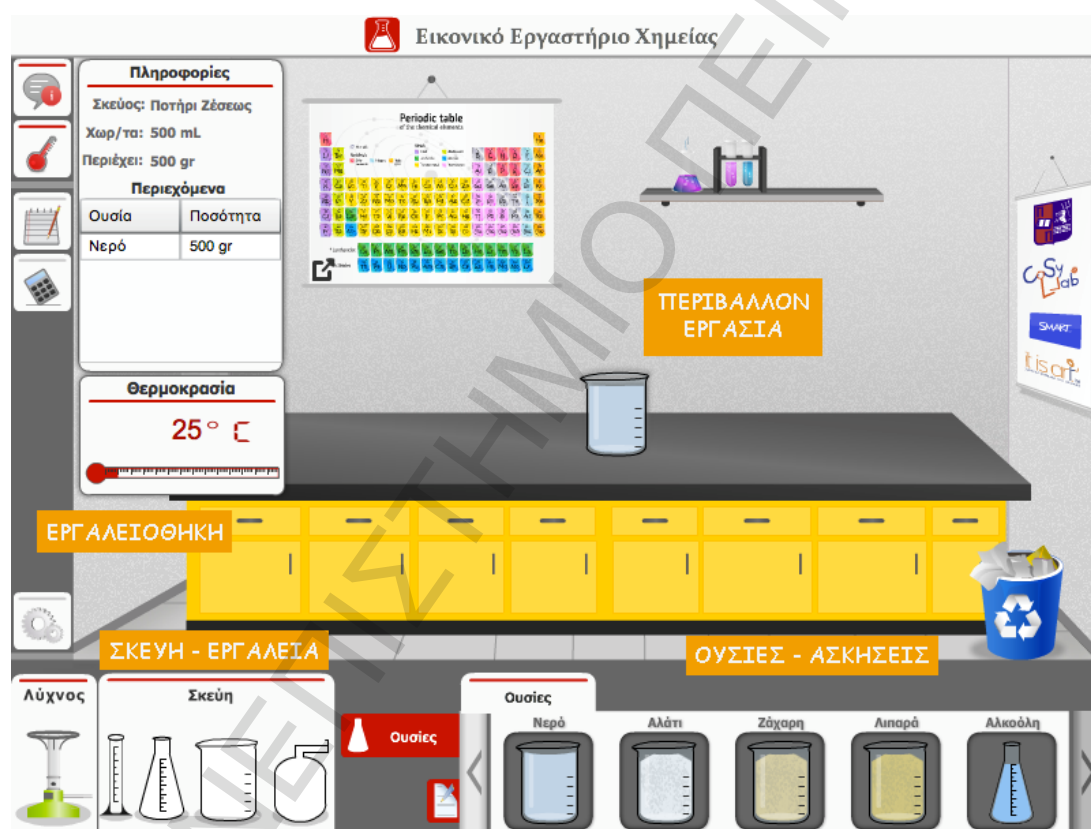
Τα διανυσματικά γραφικά είναι ανεξάρτητα ανάλυσης (resolution free), γιατί απλά δε χρησιμοποιούν ψηφίδες για το σχηματισμό της εικόνας. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την ίδια ποιότητα απεικόνισης της εφαρμογής είτε σε διαδραστικό πίνακα είτε σε υπολογιστή ή κινητό τηλέφωνο.

Η διεπιφάνεια χρήσης χωρίζεται νοητά αλλά και με τη χρήση χρώματος, περιθωρίων και γραφικών σε τέσσερις περιοχές. Αυτές είναι:

- Ο περιβάλλον εργασίας. Εδώ λαμβάνουν χώρα τα πειράματα και οι προσομοιώσεις, όπως και η επίλυση ασκήσεων. Καλύπτει το μεγαλύτερο μέρος της διεπαφής και έχει φόντο την εμφάνιση ενός εργαστηρίου χημείας. Τα πειράματα πρέπει να γίνονται πάνω στον πάγκο του εργαστηρίου, όπως ακριβώς σε ένα πραγματικό εργαστήριο. Επίσης πάνω στο χώρο εργασίας βρίσκεται και ο περιοδικός πίνακας του εργαστηρίου.
- Εργαλειοθήκη (Toolbar). Είναι μια κάθετη περιοχή στα αριστερά της οθόνης που εμφανίζει/αποκρύπτει διάφορα πάνελς και εργαλεία (πρόχειρο, αριθμομηχανή) του εργαστηρίου. Κάθε πάνελ μπορεί να μετακινηθεί ελεύθερα στο χώρο εργασίας, εκτός του προχείρου. Επίσης στο κάτω μέρος της εργαλειοθήκης βρίσκονται οι διαθέσιμες ρυθμίσεις του εργαστηρίου, όπου μπορούν να ενεργοποιηθούν / απενεργοποιηθούν διάφορα πάνελς του εργαστηρίου, καθώς και οι ήχοι του.

- Στο κάτω μέρος της οθόνης έχουμε με τα διαθέσιμα σκεύη – εργαλεία (λύχνος), τις έτοιμες ουσίες στα δεξιά κατηγοριοποιημένες καθώς επίσης και τις διαθέσιμες ασκήσεις σε διαφορετικό πάνελ. Όταν επιλεγεί το πάνελ ασκήσεων την θέση των ουσιών παίρνουν οι κατηγοριοποιημένες έτοιμες ασκήσεις.
- Στο πάνω μέρος της οθόνης βρίσκεται η γραμμή τίτλου με το όνομα της εφαρμογής.

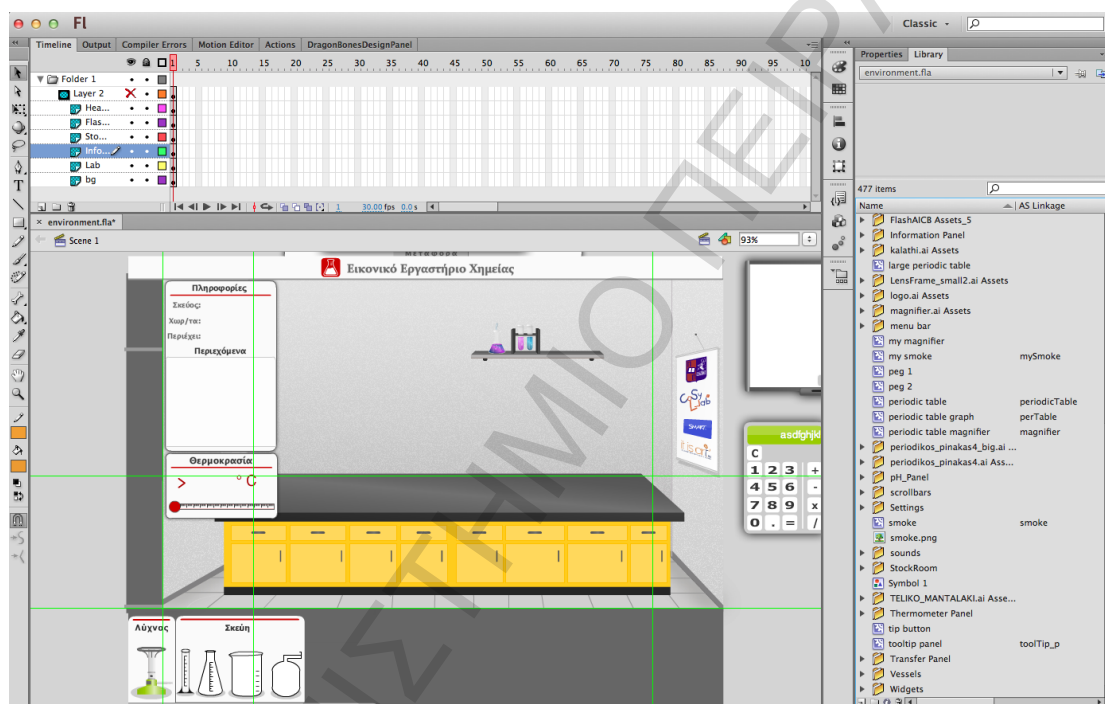
Αναλυτικά οι περιοχές της διεπαφής φαίνονται παρακάτω (βλ. Εικόνα 11) .



Εικόνα 14 - Χωροταξία του εικονικού εργαστηρίου

Η εργαλειοθήκη καθώς και τα σκεύη-εργαλεία του εργαστηρίου σχεδιαστικά βρίσκονται στην επιφάνεια της εφαρμογής, ενώ τα πάνελς ουσίες – ασκήσεις δημιουργούνται δυναμικά με βάση τα δεδομένα στα αντίστοιχα XML αρχεία και προστίθενται κατά την εκτέλεση της εφαρμογής. Κατά τον ίδιο τρόπο προστίθενται η αριθμομηχανή, ο περιοδικός πίνακας, το πρόχειρο και ο κάδος ανακύκλωσης.

Όλα τα τμήματα της διεπαφής είναι σύμβολα στο Flash, προστεθειμένα στην βιβλιοθήκη συμβόλων, με κλάση γονέα την Sprite από την οποία κληρονομούν τα βασικά τους χαρακτηριστικά. Αυτό έγινε για να είναι προσβάσιμα από τον κώδικα Actionscript 3 (AS3) για δυναμική χρήση. Στην παρακάτω εικόνα (βλ. Εικόνα 12) βλέπουμε το περιβάλλον δημιουργίας του εργαστηρίου μέσα από το Flash Professional CS 5.5 και τη λίστα συμβόλων από την βιβλιοθήκη της εφαρμογής (Library).

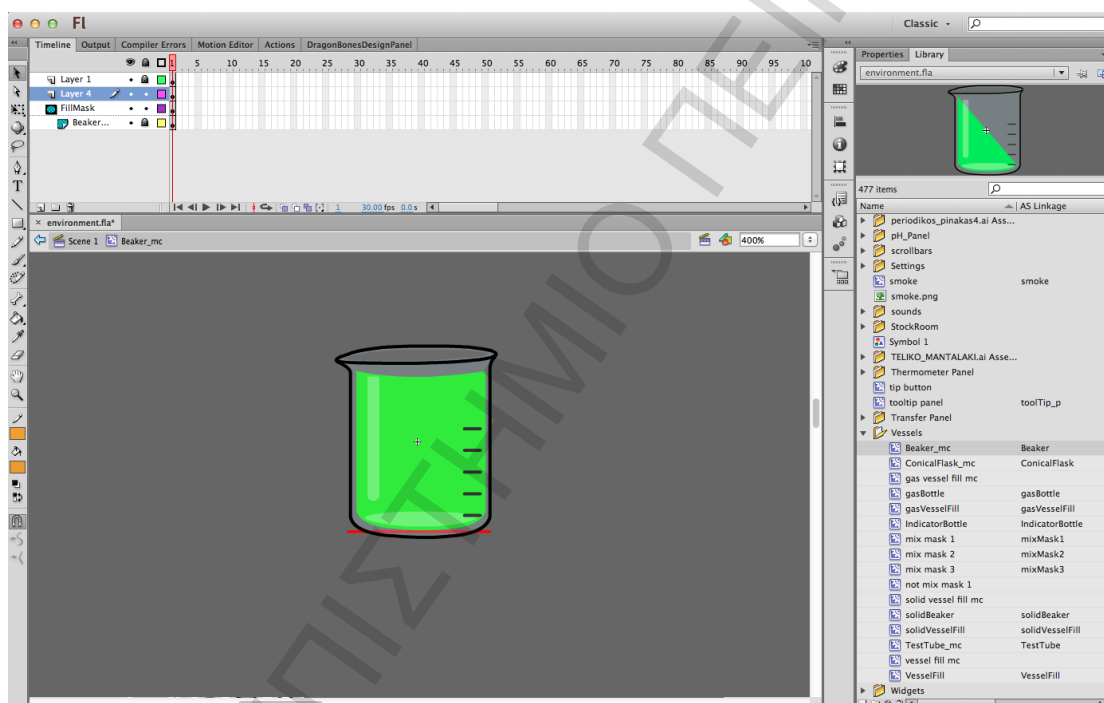


Εικόνα 15 - Διεπαφή Flash Professional CS 5.5

Ο σχεδιασμός των σκευών αποτέλεσε μία άλλη πρόκληση επειδή πρόκειται για τα αντικείμενα με τα οποία κατ'εξοχήν αλληλεπιδρά ο χρήστης. Στόχο αποτέλεσε η όσο το δυνατόν ρεαλιστικότερη απεικόνιση τους. Το γέμισμα των σκευών ουσιαστικά υλοποιείται με τη χρήση μιας μάσκας και ενός δυναμικά μεταβαλλόμενου σε μέγεθος γραφικού. Το ύψος του γραφικού εξαρτάται από την ποσότητα του περιεχόμενου διαλύματος σε σχέση με τη χωρητικότητα του σκεύους. Στην παρακάτω εικόνα βλέπουμε την εσωτερική δομή του ποτηριού ζέσεως. Η περιοχή με

το πράσινο χρώμα είναι ο χώρος στον οποίο είναι ορατό το γέμισμα του σκεύους και η κόκκινη γραμμή στο κάτω μέρος είναι το μεταβαλλόμενο γραφικό που αντιπροσωπεύει το γέμισμα.

Για τα σκεύη τα οποία δέχονται μία κλίση κατά της μεταφορά διαλύματος σε άλλο σκεύος, έχει εφαρμοστεί μία δεύτερη μάσκα (βλ. Εικόνα 13), ώστε να προσομοιωθεί και η κλίση του περιεχόμενου διαλύματος στο σκεύος και να είναι πιο ρεαλιστικό το αποτέλεσμα. Εκτός βέβαια από το ύψος του γεμίματος μεταβάλλεται και το χρώμα με βάση αυτό του περιεχόμενου διαλύματος.



Εικόνα 16 - Επεξεργασία συμβόλου Beaker μέσα στο Flash Professional CS 5.5

3.6 ΚΩΔΙΚΟΠΟΙΗΣΗ ΚΑΙ ΠΡΟΤΥΠΑ ΣΧΕΔΙΑΣΗΣ

Για την ανάπτυξη του εικονικού εργαστηρίου χημείας χρησιμοποιήθηκε η γλώσσα προγραμματισμού Actionscript 3. Η Actionscript 3 είναι μια αντικειμενοστραφής γλώσσα προγραμματισμού η οποία αναπτύχθηκε από την Macromedia Inc. και πλέον ανήκει στην Adobe Systems. Εκτελείται από την

Actionscript Virtual Machine (AVM) η οποία είναι τμήμα του Flash Player. Ο Actionscript κώδικας πρώτα μεταγλωττίζεται σε bytecode (ενδιάμεσος κώδικας) και ενσωματώνεται σε αρχεία swf, τα οποία στη συνέχεια εκτελούνται από τον Flash Player. Η έκδοση 3.0 της γλώσσας περιέχει ένα πλουσιότερο API, έλεγχο αντικειμένων σε χαμηλότερο επίπεδο και ο μεταγλωττιστής της βασίζεται στο πρότυπο ECMA 262 με αποτέλεσμα να εκτελείται μέχρι και 10 φορές πιο γρήγορα από την έκδοση 2.0. Μία άλλη σημαντική πρόοδος της γλώσσας που μας εξυπηρετεί στην εφαρμογή είναι η native υποστήριξη XML, και ένα εύχρηστο API στα πρότυπα του ECMAScript for XML (E4X). Επίσης το νέο μοντέλο γεγονότων βασίζεται στο Document Object Model (DOM) Level 3 Events Specification (Adobe.com).

Κατά την υλοποίηση του εικονικού εργαστηρίου χημείας χρησιμοποιήθηκε το πρότυπο σχεδίασης (design pattern) Singleton. Στην τεχνολογία λογισμικού, το πρότυπο σχεδίασης Singleton περιορίζει το στιγμιότυπο μίας κλάσης σε ένα μόνο αντικείμενο. Αυτό έχει υλοποιηθεί για την document class της εφαρμογής που ονομάζεται ChemistryLab. Όλες οι άλλες κλάσεις περιέχουν αναφορά σε αυτό το μοναδικό αντικείμενο βάση του οποίου συντονίζουν την λειτουργικότητά τους. Επίσης έχει γίνει μια προσπάθεια ακολουθίας κάποιων κανόνων του Model-View-Controller (MVC) προτύπου σχεδίασης, για να ξεχωρίσουμε την αναπαρασταση της πληροφορίας με το πώς αλληλεπιδρά ο χρήστης με αυτή.

Θα πρέπει να αναφέρουμε επίσης ότι επειδή η φόρτωση εξωτερικών αρχείων δεν είναι δυνατή όταν το λογισμικό τρέχει μέσω του Notebook Software της Smart, πλέον η κλάση StockRoom, φιλοξενεί σε XML μεταβλητές τα περιεχόμενα των αρχείων και παρέχει μεθόδους για την εύκολη ανάγνωσή τους.

3.7 ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ ΕΙΚΟΝΙΚΟΥ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟΥ ΓΙΑ ΤΗΝ ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟΥ ΣΕΝΑΡΙΟΥ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ ΧΗΜΕΙΑΣ Α' ΛΥΚΕΙΟΥ ΒΑΣΕΙ ΤΟΥ ΔΙΕΡΕΥΝΗΤΙΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΜΑΘΗΣΗΣ

Στη παρούσα ενότητα παρουσιάζεται, περιγράφεται ενδελεχώς και προτείνεται ένα εκπαιδευτικό σενάριο διδασκαλίας της Χημείας με τη συνδρομή του εικονικού εργαστηρίου Χημείας που σχεδιάστηκε στο πλαίσιο της παρούσας διπλωματικής, βάσει του Μοντέλου Κυκλικής Διερεύνησης (Cyclic Inquiry Model) (Illinois Informatics Institute, University of Illinois, Urbana-Champaign), με απώτερο σκοπό την κατανόηση του διδακτικού αντικειμένου από τους μαθητές, την ανάπτυξη των αναγκαίων ικανοτήτων τους για την πραγμάτωση επιστημονικής διερεύνησης και την ενθάρρυνση της κατανόησης της επιστημονικής διερεύνησης.

Ως επιμέρους στόχοι του εκπαιδευτικού σεναρίου, που φέρει τον τίτλο: «Συγκέντρωση, αραίωση και ανάμιξη διαλυμάτων», ορίζεται η δημιουργία νέων ιδεών και εννοιών και η εξάπλωσή τους μέσω της ενεργητικής συμμετοχής των μαθητών, της πρόκλησης του ενδιαφέροντος τους με ερωτήσεις και απαντήσεις που βασίζονται στις πληροφορίες που συλλέγονται.

Για τη δημιουργία του εν λόγω εκπαιδευτικού σεναρίου αξιοποιήθηκε το σχολικό εγχειρίδιο του μαθήματος της Χημείας της Α' Λυκείου και συγκεκριμένα η διδακτική ενότητα: 4.3. Συγκέντρωση διαλύματος- Αραίωση, ανάμιξη διαλυμάτων (διαθέσιμη στο σύνδεσμο). Όπως προαναφέρθηκε, το σενάριο βασίστηκε στο Μοντέλο Κυκλικής Διερεύνησης, σύμφωνα με το οποίο ακολουθούνται πέντε γενικά βήματα: i) Ρώτα, ii) Εξερεύνησε, iii) Δημιούργησε, iv) Συζήτησε και v) Προβληματίσου. Οι φάσεις του μοντέλου και οι δραστηριότητες που περιλαμβάνονται σε κάθε μία από αυτές αναλύονται ακολούθως.

- **Φάση 1: Ενασχόληση μαθητών με επιστημονικές ερωτήσεις (Ask)**

Σκοπός της παρούσας φάσης είναι η διέγερση της περιέργειας και η επικέντρωση της προσοχής των μαθητών στο διδακτικό αντικείμενο, οι οποίες επιτυγχάνονται με την παρουσίαση των κατάλληλων υλικών από τον εκπαιδευτικό.

○ **Δραστηριότητα 1: Ανάκληση υπαρχουσών γνώσεων μέσω επιστημονικών ερωτήσεων.**

Ο εκπαιδευτικός επιχειρεί να ενεργοποιήσει τον μηχανισμό ανάκλησης υπαρχουσών γνώσεων των μαθητών, θέτοντας επιστημονικά ερωτήματα και εκμαιεύοντας τις απαντήσεις από τους πρώτους. Συγκεκριμένα, ο εκπαιδευτικός θέτει στους μαθητές τα ακόλουθα ερωτήματα:

- Τι είναι διάλυμα;
- Τι είναι διαλύτης;
- Τι είναι διαλυμένη ουσία;

Για την καταγραφή αυτών των ερωτημάτων αξιοποιείται ο πίνακας σημειώσεων του εργαστηρίου προκειμένου να αναλυθούν μια προς μια με τους μαθητές.

● **Φάση 2: Ενεργός έρευνα για την παρασκευή διαλύματος**

Κατά τη διάρκεια της φάσης αυτής διενεργείται σχεδιασμός και διεξαγωγή απλής έρευνας από τους μαθητές οι οποίοι αναπτύσσουν επιστημονικές εξηγήσεις βασιζόμενοι στα στοιχεία που τους το επιτρέπουν.

○ **Δραστηριότητα 2: Διαμόρφωση προκαταρκτικών υποθέσεων**

Ο εκπαιδευτικός επιχειρώντας να επιστήσει την προσοχή των μαθητών παίρνει ένα ποτήρι ζέσεως άδειο, ένα άλλο το οποίο περιέχει αλάτι και ένα τρίτο το οποίο είναι γεμάτο με νερό μέσα από το

αποθετήριο σκευών του εικονικού εργαστηρίου Χημείας,. Στο σημείο αυτό ζητά από τους μαθητές να προτείνουν τρόπους με τους οποίους θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν αυτά τα σκεύη, προσδοκώντας πως στις απαντήσεις τους θα περιλαμβάνεται η παρασκευή διαλυμάτων. Εν συνεχεία, θέτει πρόσθετα ερωτήματα στους μαθητές του προσπαθώντας να τους ενθαρρύνει να διαμορφώσουν υποθέσεις σχετικά με το τι θα συμβεί εάν στο άδειο ποτήρι προστεθούν νερό και αλάτι. Θα εξαφανιστεί το νερό; Θα εξαφανιστεί το αλάτι; Ο εκπαιδευτικός καταγράφει στο πίνακα του εικονικού εργαστηρίου τις υποθέσεις των μαθητών ενώ παράλληλα καταγράφει και τυχόν λανθασμένες.

○ **Δραστηριότητα 3: Σχεδιασμός και διεξαγωγή απλής έρευνας**

Ο εκπαιδευτικός στην παρασκευή ενός διαλύματος στη δραστηριότητα αυτή. Σέρνει το ποτήρι με το νερό πάνω στο άδειο ποτήρι ζέσεως και μεταφέρει 200 γρ. νερού. Έπειτα, αφήνει το ποτήρι με το νερό και σέρνει το ποτήρι με το αλάτι, μεταφέροντας 10 γρ. αλάτι. Στο τέλος, με τη βοήθεια του πάνελ πληροφοριών του εργαστηρίου παρουσιάζει και αναλύει στους μαθητές το διάλυμα που μόλις παρασκεύασε, προσφέροντας στους τελευταίους τη δυνατότητα δημιουργίας επιστημονικών απαντήσεων.

● **Φάση 3: Διαμόρφωση και αξιολόγηση των εξηγήσεων των στοιχείων**

Στην τρίτη φάση του περιγραφόμενου εκπαιδευτικού σεναρίου συγκεντρώνονται τα απαραίτητα στοιχεία μέσω παρατήρησης τα οποία κρίνονται απαραίτητα για τη διαμόρφωση και στη συνέχεια αξιολόγηση των εξηγήσεων που θα δοθούν. Επομένως:

○ **Δραστηριότητα 4: Συγκέντρωση στοιχείων μέσω παρατήρησης**

Ο εκπαιδευτικός χωρίζει τους μαθητές σε ομάδες των δύο ατόμων (η επιλογή των μελών της ομάδας δε βασίζεται στις ακαδημαϊκές επιδόσεις των μαθητών αλλά είναι τυχαία) και ζητά από κάθε ομάδα να εργαστούν στο εικονικό εργαστήριο Χημείας ώστε να παρασκευάσουν το ίδιο διάλυμα με αυτό που παρουσιάστηκε.

○ **Δραστηριότητα 5: Διαμόρφωση και αξιολόγηση των εξηγήσεων των στοιχείων**

Ο εκπαιδευτικός ρωτάει κάθε ομάδα τι θα συμβεί εάν προστεθεί και άλλο νερό στο διάλυμα. Η απάντηση που αναμένει είναι πως η ποσότητα της διαλυμένης ουσίας θα παραμείνει σταθερή. Ο καθηγητής ζητάει από κάθε ομάδα να προσθέσει και άλλο νερό στο διάλυμα και να σημειώσει τα συμπεράσματα που συγκέντρωσαν στον πίνακα σημειώσεων του εικονικού εργαστηρίου.

● **Φάση 4: Διενέργεια συζήτησης των συμπερασμάτων**

Κατά τη φάση αυτή παρέχονται εξηγήσεις στο πείραμα που διενεργήθηκε βάσει των υπάρχοντων στοιχείων ενώ λαμβάνονται υπ' όψη πρόσθετες εξηγήσεις που παρασχέθηκαν από τους μαθητές.

○ **Δραστηριότητα 6: Συζήτηση συμπερασμάτων πειράματος και διευκρίνιση αποριών**

Κάθε ομάδα προβαίνει στην αξιολόγηση των εξηγήσεων που έδωσε. Σε αυτή την δραστηριότητα, ο εκπαιδευτικός ενθαρρύνει συζήτηση με τους μαθητές αναφορικά με τις σημειώσεις που κάθε ομάδα τήρησε ξεχωριστά. Επίσης, παρέχει τις σωστές απαντήσεις σε ενδεχομένως λανθασμένα συμπεράσματα και απορίες κάνοντας χρήση του

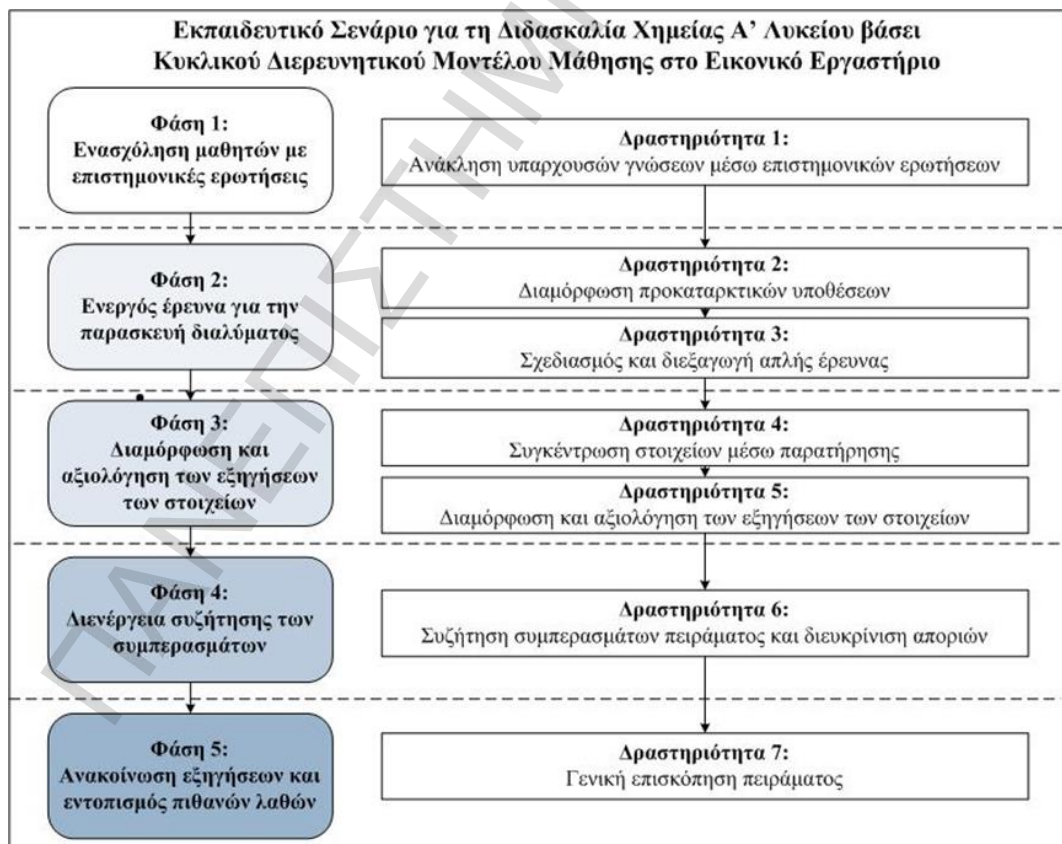
πάνελ πληροφοριών όπου αναφέρονται όλες οι πληροφορίες για το διάλυμα που δημιουργήθηκε.

- **Φάση 5: Ανακοίνωση εξηγήσεων και εντοπισμός πιθανών λαθών**

Στην τελική φάση του παρόντος εκπαιδευτικού σεναρίου συντελείται η παρουσίαση της εξήγησης του πειράματος ενώ παράλληλα εντοπίζονται και διορθώνονται τυχόν λάθη, ασάφειες και παρανοήσεις.

- **Δραστηριότητα 7: Γενική επισκόπηση πειράματος**

Στη δραστηριότητα αυτή, ο εκπαιδευτικός προβαίνει σε μια γενική επισκόπηση του πειράματος που προηγήθηκε. Έπειτα, κάθε ομάδα παρουσιάζει τα δικά της αποτελέσματα και συζητάει με τον εκπαιδευτικό για τυχόν λάθος υποθέσεις που διαμόρφωσε κατά την διεξαγωγή του πειράματος.



Διάγραμμα 5 - Διαγραμματική αναπαράσταση φάσεων εκπαιδευτικού σεναρίου χημείας με τίτλο: Συγκέντρωση, αραιώση και ανάμιξη διαλυμάτων

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4. ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΚΑΙ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

4.1. ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ – ΜΕΛΕΤΕΣ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ

4.1.1. ΣΤΟΧΟΣ ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑΣ ΕΙΚΟΝΙΚΟΥ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟΥ ΧΗΜΕΙΑΣ

Ο πρωταρχικός στόχος της παρούσας μελέτης εντοπίζεται στη δημιουργία ενός εικονικού εργαστηριακού περιβάλλοντος Χημείας για χρήση σε διαδραστικούς πίνακες απλής ή πολλαπλής αφής. Το εικονικό εργαστήριο που σχεδιάστηκε εντός του εν λόγω πλαισίου απευθύνεται σε μαθητές του γυμνασίου, αποσκοπώντας στην καλλιέργεια πρόσφορου εδάφους για την ενίσχυση των αναλυτικών ικανοτήτων των τελευταίων και τον εμπλουτισμό των μαθησιακών εμπειριών τους μέσα από ρεαλιστικά σενάρια που ενθαρρύνουν τη διερευνητική μάθηση και συνεργασία. Για την αποτελεσματική σχεδίασή του έγινε μια εκτενή μελέτη των ήδη υπάρχων εργαστηρίων χημείας, μέσα από την οποία συγκεντρώθηκαν όλα τα απαραίτητα χαρακτηριστικά τα οποία θέλαμε να υιοθετεί το εργαστήριο χημείας. Αυτό είχε σαν αποτέλεσμα το περιβάλλον του εικονικού εργαστηρίου χημείας να χωρίζεται σε 3 βασικά μέρη, το περιβάλλον εργασίας, την εργαλειοθήκη και το αποθετήριο σκευών, ουσιών αλλά και ασκήσεων.

Κατόπιν του σχεδιασμού του εργαστηρίου, πραγματοποιήθηκε η αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας του όσον αφορά σχεδιαστικά ζητήματα και ζητήματα που άπτονται των παιδαγωγικών του δυνατοτήτων. Η αξιολόγηση του εικονικού εργαστηρίου Χημείας διεκπεραιώθηκε σε τρεις φάσεις και η ανατροφοδότηση που ελήφθη λήφθηκε υπόψη τόσο για τη βελτίωση των διεπαφών του όσο και για την ενίσχυση της παιδαγωγικής του ισχύος.

4.1.2. ΕΡΓΑΛΕΙΑ

Για την αποτίμηση της επίδοσης των μαθητών, οι εκπαιδευτικοί, κατά τη δεύτερη φάση αξιολόγησης του εικονικού εργαστηρίου Χημείας, χρησιμοποίησαν μια ρουμπρίκα αξιολόγησης που συνιστά ποιοτική μέθοδο αξιολόγησης και ταυτόχρονα ένα από τα πιο δυναμικά και αποτελεσματικά εργαλεία αξιολόγησης της επίδοσης των εκπαιδευόμενων (βλ. Παράρτημα Γ). Η δημιουργία του περιεχομένου της ρουμπρίκας αυτής στηρίχτηκε στο εκπαιδευτικό σενάριο που ακολουθήθηκε κατά την υλοποίηση του εργαστηρίου (παρουσιάζεται αναλυτικά στην υποενότητα 4.3.2. Δεύτερη φάση αξιολόγησης).

4.1.3. ΣΥΜΜΕΤΕΧΟΝΤΕΣ ΚΑΙ ΠΛΑΙΣΙΟ

4.1.3.1. Πρώτη φάση αξιολόγησης

Η πρώτη φάση αξιολόγησης πραγματοποιήθηκε στα κεντρικά γραφεία της INTERACTIVO (της ελληνικής αντιπροσώπου της SMART Technologies) το Δεκέμβριο του 2011, με βασικό σκοπό την αξιολόγηση και βελτιστοποίηση του σχεδιασμού αλλά και της υλοποίησης του εργαστηρίου. Σε αυτό το αρχικό στάδιο της αξιολόγησης έγινε μια περιήγηση στο περιβάλλον της εφαρμογής στον Διευθύνοντα Σύμβουλο κ. Παναγιώτη Κούτση και στους λοιπούς συμμετέχοντες της τεχνικής του ομάδας.

4.1.3.2. Δεύτερη φάση αξιολόγησης

Η δεύτερη φάση αξιολόγησης έλαβε χώρα σε πραγματικό περιβάλλον σχολείου στις αρχές του Ιανουαρίου του 2012. Στο ιδιωτικό σχολείο Δούκας, οι

καθηγητές φυσικών επιστημών Γεώργιος Ευθυμίου και Αντώνης Ψαρρής
χρησιμοποίησαν το εικονικό εργαστήριο Χημείας για της διδασκαλίας της ενότητας
του μαθήματος της Χημείας «Διαλύματα και μετρήσεις περιεκτικότητας». Είκοσι
τρεις μαθητές της 2ης τάξης του Γυμνασίου (μαθητές ηλικίας 14 ως 15 ετών)
χρησιμοποίησαν το εικονικό εργαστήριο Χημείας, προκειμένου να κατανοήσουν τις
δυσκολίες στον υπολογισμό της «% περιεκτικότητας» και τις διάφορες καταστάσεις
των υλικών, ακολουθώντας τη μέθοδο διερευνητικής μάθησης Inquiry Learning
Method.

Το παράδειγμα που χρησιμοποιεί το σχολικό βιβλίο για αυτό το σκοπό τις
αξιολόγησης, είναι οι 3 καταστάσεις που μπορεί να βρεθεί το νερό, ανάλογα με τη
θερμοκρασία και την πίεση. Στο πρόγραμμα σπουδών της συγκεκριμένης ενότητας, ο
καθηγητής θα πρέπει να παρουσιάσει για πρώτη φορά την έννοια της ιδιότητας μιας
ουσίας δίνοντας ως παραδείγματα το βρασμό και το σημείο τήξης του καθαρού
νερού. Παρά το γεγονός ότι το παράδειγμα είναι πολύ συγκεκριμένο, πολλοί μαθητές
αντιμετωπίζουν προβλήματα στην κατανόηση του όρου ενώ παράλληλα αδυνατούν
να κατανοήσουν τις ιδιότητες μιας ουσίας (όπως η τήξη και το σημείο βρασμού)
κάτω από συγκεκριμένες συνθήκες.

Για το λόγο αυτό προτάθηκε ένα εκπαιδευτικό σενάριο που προάγει τη
διερευνητική μάθηση (Inquiry based learning), αξιοποιώντας το διερευνητικό
μοντέλο Cyclic Inquiry Model (<http://www.cii.illinois.edu/InquiryPage/>). Σκοπός
αυτού του μοντέλου είναι η δημιουργία νέων ιδεών και εννοιών και την εξάπλωσή
τους στην τάξη με τη συμμετοχή των μαθητών, προκαλώντας τους το ενδιαφέρον με
ερωτήσεις και απαντήσεις, βασισμένες στις πληροφορίες που συλλέγονται. Η
δραστηριότητα συνήθως τελειώνει με τη δημιουργία ενός εγγράφου το οποίο
προσπαθεί να απαντήσει στις αρχικές ερωτήσεις. Στον κύκλο της έρευνας υπάρχουν 5

γενικά βήματα: Ask (Ρώτα), Investigate (Εξερεύνησε), Create (Δημιούργησε), Discuss (Συζήτησε) και Reflect (Προβληματίσου) (βλ Εικόνα 17).



Εικόνα 17 - Cyclic Inquiry Model

Επίσης, το εικονικό εργαστήριο Χημείας χρησιμοποιήθηκε σε διάφορες ενότητες σχετικά με τα διαλύματα και την μέτρηση συγκέντρωσης τους. Οι μαθητές χωρίστηκαν σε ομάδες των 4 ατόμων, όπου ο κάθε μαθητής είχε και από ένα αριθμό από το ένα μέχρι το τέσσερα και έπειτα ανακοινώθηκε το πρόβλημα που πρέπει να λυθεί. Ρωτήθηκαν τι πίστευαν ότι θα συνέβαινε εάν στο ίδιο σκεύος τοποθετούνταν κάποια ποσότητα καθαρού νερού και κάποια καθαρής αλκοόλης και έπειτα το σκεύος αυτό θερμαίνονταν. Ο καθηγητής, προκειμένου να ενεργοποιήσει την περιέργεια των μαθητών, τους παρουσιάζει ένα εισαγωγικό βίντεο του Science and the City του Discovery Channel.

Στη συνέχεια, ζητήθηκε από τους μαθητές κάθε ομάδας να συλλέξουν και να αξιοποιήσουν διαφορετικό υλικό σχετικά με τις ιδιότητες του καθαρού νερού και της καθαρής αλκοόλης, ενώ παράλληλα θα έπρεπε να αναζητήσουν πληροφορίες για τα

διαλύματα και τις ιδιότητές τους. Κάθε ομάδα που έβρισκε μια ιδέα, θα μπορούσε στη συνέχεια να χρησιμοποιεί στο διαδραστικό πίνακα το εικονικό εργαστήριο Χημείας για τη διεξαγωγή του πειράματος. Για να σχεδιάσουν οι μαθητές το πείραμα έπρεπε πρώτα να απαντήσουν σε κάποιες ερωτήσεις όπως: Τι υλικά θα χρειαστούν; Τι θα μετρήσουν στο πείραμα ; Πώς θα το μετρήσουν; Πόσο καιρό θα διεξάγουν το πείραμα; Τι προβλέπουν ότι θα συμβεί;

Μόλις κάθε ομάδα ολοκλήρωνε το πείραμά της, έπρεπε να συγκεντρώσει τις υπάρχουσες πληροφορίες και να αρχίσει να τις επεξεργάζεται. Προκειμένου ο καθηγητής να βοηθήσει τους μαθητές να κατανοήσουν το νόημα αυτής της διαδικασίας, ανέφερε πολλά ερωτήματα σχετικά με τα συμπεράσματα των πειραμάτων που έπρεπε να απαντηθούν, σε μορφή wiki: Πώς υλοποίησαν το πείραμα; Τι έμαθαν από αυτό; Ήταν σωστή η αρχική τους υπόθεση; Πώς γνωρίζουν εάν προβλέφθηκαν όλες οι μεταβλητές (όπως ατμοσφαιρική πίεση); Τι διαφορετικό θα έκαναν αν ήξεραν και άλλους λόγους που μπορούν να επηρεάσουν το χρόνο βρασμού ενός υγρού;

Σε αυτό το σημείο, οι μαθητές μοιράστηκαν τις ιδέες τους και έπειτα συζήτησαν μεταξύ τους για τις εμπειρίες που απέκομισαν από την όλη διαδικασία. Έτσι κάθε ομάδα μπόρεσε να συγκρίνει τις σημειώσεις της, να συζητήσει τα συμπεράσματά της και να μοιραστεί τις εμπειρίες της. Στην συνέχεια, ο καθηγητής επέλεξε τυχαία μερικές ομάδες να μοιραστούν και να παρουσιάσουν τα αποτελέσματα της έρευνάς τους σε στην τάξη .

Στο τέλος του εκπαιδευτικού κύκλου έρευνας, ο εκπαιδευτικός προσπάθησε να προβληματίσει ακόμα περισσότερο τους μαθητές, βάζοντάς τους να στοχαστούν το αρχικό ερώτημα, την πορεία του πειράματος και τα τελικά συμπεράσματα στα οποία κατέληξαν. Τέλος, στην περίπτωση που όλη η τάξη θεωρούσε πως το θέμα είχε

καλυφθεί επαρκώς, η δραστηριότητα τελείωνε και ο εκπαιδευτικός προσπαθούσε να επαναφέρει τις αρχικές ερωτήσεις του πειράματος, αναλύοντας παράλληλα και τις απαντήσεις των μαθητών. Εάν προέκυπταν νέα ερωτήματα από τους μαθητές, τότε ένας νέος κύκλος έρευνας ξεκινούσε.

4.1.3.3. Τρίτη φάση αξιολόγησης

Η τρίτη και τελική φάση αξιολόγησης του προτεινόμενου εικονικού εργαστηρίου Χημείας υλοποιήθηκε κατά τη διάρκεια της συνόδου για την χρήση των Διαδραστικών Πινάκων με την χρήση της έρευνας, κατά τα σεμινάρια επιμόρφωσης των εκπαιδευτικών όπου συμμετείχε το Πανεπιστήμιο Πειραιά και στηρίχθηκε σε σενάριο που αξιοποιούσε την χρήση πολλαπλής αφής στο εικονικό εργαστήριο Χημείας.

Στηρίχθηκε σε σενάριο που αξιοποιούσε την χρήση πολλαπλής αφής στο εικονικό εργαστήριο Χημείας. Στόχος αυτού του σεναρίου ήταν να επιτρέψει σε δύο μαθητές να εργαστούν ταυτόχρονα πάνω στο εικονικό εργαστήριο Χημείας, χρησιμοποιώντας τα δάχτυλά τους ή ένα στυλό. Έτσι πραγματοποιήθηκε μια σειρά απλών πειραμάτων. Κατά τη διάρκεια αυτών των πειραμάτων ζητήθηκε από τους μαθητές να εργαστούν είτε ως ομάδα είτε ως αντίπαλοι .

Η κύρια ιδέα για το σενάριο αυτό ήταν να αξιοποιηθεί από τους μαθητές το νέο χαρακτηριστικό των διαδραστικών πινάκων Smart Board™ 800 Series, η υποστήριξη της πολλαπλής αφής (multi-touch) μέσα από τη συνεργασία και τις ευκαιρίες που τους παρέχονται. Για το λόγο αυτό δημιουργήθηκαν δραστηριότητες που προάγουν τη φαντασία και τις δεξιότητες συνεργασίας των μαθητών. Το εικονικό εργαστήριο Χημείας βοήθησε τους μαθητές να χρησιμοποιήσουν τις γνώσεις τους και

να κατανοήσουν τα αποτελέσματα που θα μπορούσαν να προκύψουν σε ένα πραγματικό εργαστήριο Χημείας.

Αρχικά ο καθηγητής χωρίζει όλους τους μαθητές σε ομάδες των δύο ατόμων, δίνοντας σε κάθε ομάδα και από έναν αριθμό. Κάθε ομάδα θα κληθεί να εκτελέσει στο εικονικό εργαστήριο Χημείας, ένα συγκεκριμένο πείραμα το οποίο θα δημιουργείται αυτόματα από ένα τυχαίο μηχανισμό. Τα μέλη της κάθε ομάδας δεν θα γνωρίζουν εάν θα δουλέψουν συνεργατικά ή σαν ανταγωνιστές, μέχρι να εμφανιστεί το πείραμα. Κάθε μαθητής θα μπορεί να χρησιμοποιήσει ή την αριστερή ή τη δεξιά πλευρά του πάγκου εργασίας του εργαστηρίου. Σε περίπτωση όπου και οι δύο μαθητές πρέπει να χρησιμοποιήσουν το ίδιο εργαλείο του εργαστηρίου, όπως για παράδειγμα το θερμόμετρο, αυτό θα γίνεται εναλλάξ σε ένα λογικό πάντα χρονικό διάστημα, ανάλογα με το ρυθμό του πειράματος .

Παρακάτω δίνονται μερικά από τα προτεινόμενα πειράματα:

1. Οι μαθητές θα είναι ανταγωνιστές. Νικητής θα είναι αυτός που θα λύσει αυτό το πρόβλημα πιο γρήγορα. Σε ένα σκεύος έχει προστεθεί 260 ml νερού. Μέσα αραιώνονται 40 g αλάτι. Δημιουργήστε αυτό το διάλυμα και υπολογίστε το % v/v ποσοστό συγκέντρωσης .
 - Σε αυτό το πείραμα οι μαθητές πρέπει να είναι γνώστες για τους διαφορετικούς τύπους μέτρησης της ποσότητας μιας ουσίας μέσω του εικονικού εργαστηρίου. Μπορούν να χρησιμοποιήσουν το πάνελ μεταφοράς διαλύματος είτε με το slider για να εισάγουν την επιθυμητή ποσότητα, είτε να πληκτρολογήσουν ακριβώς τον αριθμό χρησιμοποιώντας το εικονικό πληκτρολόγιο, είτε να χρησιμοποιήσουν την αναγνώριση χειρογράφου χαρακτήρα. Στη συνέχεια, για να απαντήσουν στο πρόβλημα, αρκεί να χρησιμοποιήσουν μια απλή

μαθηματική εξίσωση για να βρουν την περιεκτικότητα του διαλύματος.

2. Οι μαθητές θα είναι ανταγωνιστές. Νικητής θα είναι αυτός που θα λύσει αυτό το πρόβλημα πιο γρήγορα. Σε ένα άδειο σκεύος εισάγουμε κάποια ποσότητα νερού, αλκοόλης και ζάχαρης και έπειτα χρησιμοποιούμε το λύχνος για να το θερμάνουμε. Ποια ουσία (ες) θα πρέπει να παραμείνει στο σκεύος όταν η θερμοκρασία φτάσει του 110 βαθμούς κελσίου;

- Στην περίπτωση αυτή, οι μαθητές πρέπει να διαλύσουν μέσα σε νερό, ζάχαρη και αλκοόλη έτσι ώστε να μπορέσουν έπειτα, που θα θερμάνουν το διάλυμα, να κατανοήσουν το φαινόμενο της εξάτμισης. Όσο μικρότερη ποσότητα βάλουν τόσο μικρότερος θα είναι και ο χρόνος θέρμανσης μιας και απαιτείτε λιγότερη ενέργεια. Οι μαθητές θα πρέπει επίσης να χρησιμοποιήσουν το πάνελ θερμοκρασίας και το πάνελ πληροφοριών του σκεύους ώστε να παρατηρήσουν ποια ουσία θα εξατμιστεί.

3. Οι μαθητές θα εργαστούν ως ομάδα. Ζητείται από 2 μαθητές να δημιουργήσουν 2 διαλύματα και να τα αναμίξουν. Ο ένας θα προσθέσει σε ένα άδειο σκεύος 73 gr νερού και 12 gr ζάχαρης ενώ ο άλλος θα προσθέσει 8 gr ζάχαρης σε 66 gr νερού. Έπειτα θα πρέπει να τα αναμίξουν και να βρουν το % w / w ποσοστό περιεκτικότητας του τελικού διαλύματος.

- Εδώ οι μαθητές πρέπει να διαχωρίσουν τις ενέργειες τους και να εργαστούν παράλληλα. Να συλλέξουν τις κατάλληλες ουσίες αφού σκεφτούν τον αριθμό των σκευών που χρειάζονται. Τέλος χρειάζονται μια απλή μαθηματική εξίσωση για να βρουν την περιεκτικότητα του διαλύματος.

4. Οι μαθητές θα εργαστούν ως ομάδα. Πρέπει να πάνε στο πάνελ των ασκήσεων και επιλέξουν την καρτέλα “Ανάμιξη” . Από την “ν / ν” καρτέλα να λύσουν την 1η άσκηση.
- Οι μαθητές πρέπει να προετοιμάσουν τα διαλύματα που απαιτούνται από την άσκηση και να αναμείξουν τις προτεινόμενες ποσότητες σε ένα νέο σκεύος. Τέλος χρειάζονται μερικοί μαθηματικοί υπολογισμοί για να βρεθεί η απάντηση της ασκήσεως.

4.1.4. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΕΡΜΗΝΕΙΑ

4.1.4.1. Αποτελέσματα πρώτης φάσης αξιολόγησης

Οι κυριότερες παρατηρήσεις σε αυτό το στάδιο αφορούσαν κυρίως στο σχεδιασμό του εικονικού εργαστηρίου, τα χρώματα που χρησιμοποιήθηκαν, τους ήχους και την γενική αισθητική της εφαρμογής . Για παράδειγμα, ζητήθηκε να προστεθούν ήχοι σε διάφορα γεγονότα που λαμβάνουν μέρος στο εργαστήριο όπως για παράδειγμα στο βράσιμο του νερού, στην μετακίνηση στερεάς ουσίας κτλ. Επίσης, ζητήθηκε να χρησιμοποιηθούν πιο ζωντανά - πολύχρωμα γραφικά, ενώ προτάθηκε η εισαγωγή ενός περιοδικού πίνακα στον τοίχο του εργαστηρίου. Λαμβάνοντας υπόψη τα πορίσματα αυτά αλλάχτηκε η εμφάνιση και η αισθητική του εικονικού εργαστηρίου ενώ παράλληλα ενσωματώθηκαν και ηχητικά εφέ.

4.1.4.2. Αποτελέσματα δεύτερης και τρίτης φάσης αξιολόγησης

Τα πορίσματα της αξιολόγησης στη δεύτερη και τρίτη φάση αφορούσαν περισσότερο την επιστημονική προσέγγιση που έχει εφαρμοστεί στο εικονικό εργαστήριο Χημείας. Προβλήματα που παρατηρήθηκαν αφορούσαν θέματα σχετικά με το είδος των μετρήσεων για τους διαλύτες και διαλυμένες ουσίες και πώς αυτά θα μπορούσαν να ταξινομηθούν ώστε να μην συγχέονται από τους μαθητές. Αυτό είχε ως αποτέλεσμα να δημιουργηθεί μια ενημερωμένη έκδοση του εικονικού εργαστηρίου η οποία έδινε συμβουλές στους μαθητές όταν προσπαθούσαν να αναμίσξουν διαλύματα ή διαλύτες που είχαν διαφορετικές μονάδες μέτρησης.

Ένα άλλο πρόβλημα που παρατηρήθηκε και εν συνεχεία διορθώθηκε αφορούσε στην περίπτωση όπου μία στερεά διαλυμένη ουσία (μετρούμενη σε gr) έχει προστεθεί σε έναν υγρό διαλύτη (μετρούμενο σε ml). Η εφαρμογή έκανε αυτόματη μετατροπή της μάζας σε όγκο και ο τελικός όγκος του διαλύματος είχε διαφορετική μορφή από τον αρχικό. Επομένως, εφαρμόστηκε η επιστημονική αναγνώριση ότι κατά τη διάρκεια της διάλυσης μιας στερεάς ουσίας ο συνολικός όγκος του νέου διαλύματος είναι ο ίδιος (εάν η ποσότητα του στερεού είναι πολύ μικρότερη από εκείνη του διαλύτη).

Επίσης, πραγματοποιήθηκαν μικροαλλαγές, όπως η ονομασία σε μερικά μενού και κάποια λανθασμένα αποτελέσματα υπολογισμών (όπως όταν δύο ή περισσότερες διαφορετικές ουσίες προστίθεντο στο ίδιο σκεύος). Για τον έλεγχο της ορθής λειτουργίας των αλλαγών, έγιναν ακόμα μερικά παρόμοια πειράματα, μικρότερης κλίμακας, σε άλλα δύο σχολεία.

4.1.5 ΕΡΜΗΝΕΙΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΦΑΣΕΩΝ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ

Όλοι οι εκπαιδευτικοί συμφώνησαν για την υψηλή χρηστικότητα του εικονικού εργαστηρίου. Ενέκριναν την ιδέα για το σχεδιασμό μαθησιακών δραστηριοτήτων που θα μπορούσαν να αναδείξουν την χρησιμότητα του εικονικού εργαστηρίου καθώς ήταν πολύ εύκολο γι' αυτούς να κατανοήσουν τη χρήση όλων των δυνατοτήτων που προσφέρει. Βοήθησαν στη βελτίωση και στην παρουσίαση ορισμένων ειδικών μεταφορών που είχαν συμπεριληφθεί στην τελευταία έκδοση του εικονικού εργαστηρίου. Για παράδειγμα, συνέβαλαν στο να τοποθετηθεί μια βάση στο δοκιμαστικό σωλήνα κατά την διαδικασία της θέρμανσης, προκειμένου να φαίνεται πιο ρεαλιστικό και να δικαιολογείται η όρθια στάση του. Επίσης, κατά την μεταφορά μιας ουσίας από ένα σκεύος σε ένα άλλο σκεύος, η περιεχόμενη ουσία παίρνει μία κλίση ανάλογα με την κλίση του σκεύους (στις προηγούμενες εκδόσεις ήταν οριζόντια) πράγμα που το κάνει ακόμα πιο ρεαλιστικό.

Γενικά, το εικονικό εργαστήριο Χημείας αξιολογήθηκε ως ένα εξαιρετικά χρήσιμο εργαλείο για μαθητές που δεν είχαν τη δυνατότητα να παραβρεθούν σε μια πραγματική τάξη εργαστηρίου Χημείας. Τους δόθηκε η δυνατότητα να χρησιμοποιήσουν όλα τα είδη των σκευών που περιγράφονται στα σχολικά εγχειρίδια της Χημείας, να δημιουργήσουν διαλύματα, να τα αναμείξουν και να μετρήσουν τα παραγόμενα αποτελέσματα. Ήταν μια γενική αίσθηση τόσο από τους δασκάλους όσο και από τους μαθητές ότι το εικονικό εργαστήριο Χημείας κατάφερε να καταστήσει τα διαλύματα και τις μετρήσεις τους απολύτως σαφή.

4.2 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΕΠΕΚΤΑΣΕΙΣ

Στις τάξεις του Γυμνασίου, στο μάθημα της Χημείας, θεωρείται πολύ σημαντικό για τους μαθητές η εμπειρία τους με το εργαστήριο ώστε να αυξήσουν την

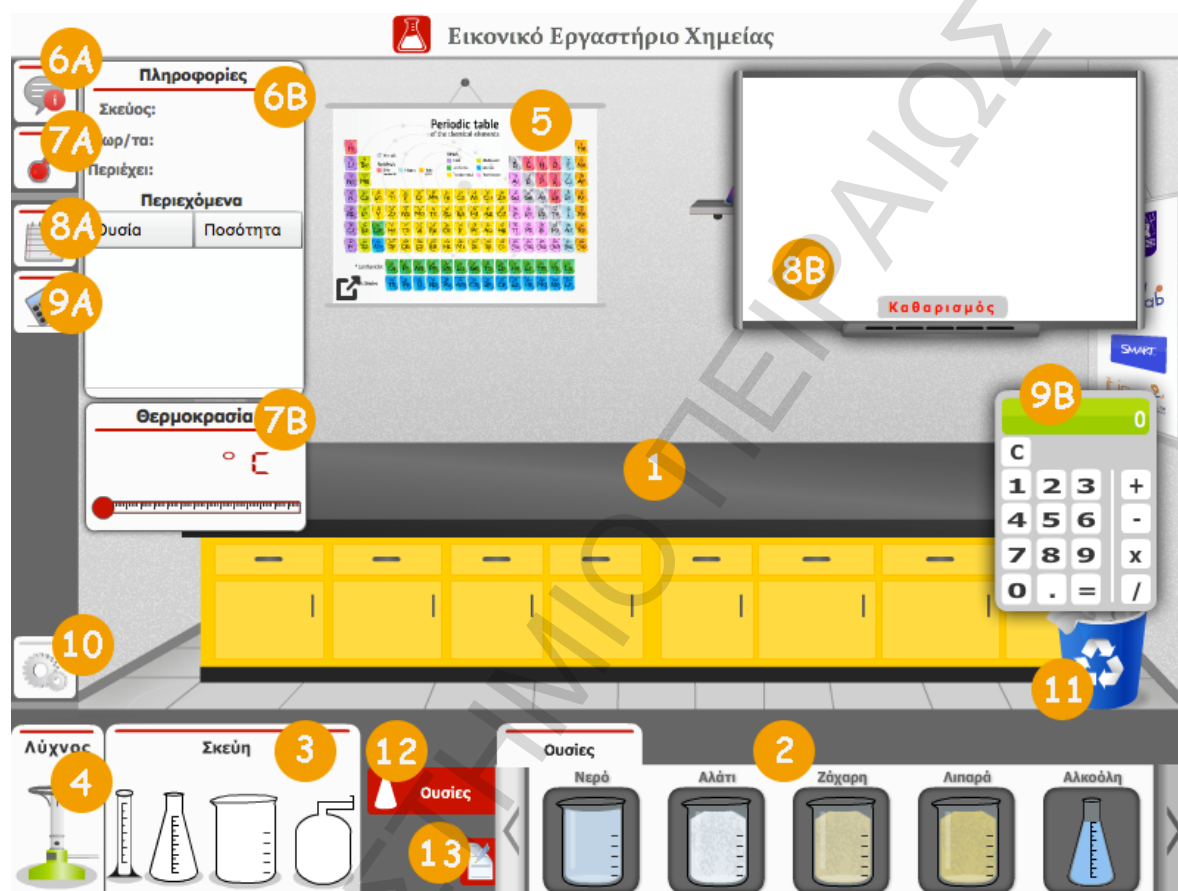
δεξιότητά τους να αναλύουν και να κατανοούν τις χημικές έννοιες. Επίσης, ερευνητικές μελέτες στον τομέα της διδακτικής της Χημείας, έχουν δείξει ότι η συνεργατική επίλυση προβλημάτων στη Χημεία με την βοήθεια εργαστηρίων, μπορεί να βελτιώσει την εννοιολογική μάθηση και να αυξήσει τις επιδόσεις των μαθητών, δίνοντάς τους περισσότερα κίνητρα. Για πολλά σχολεία όμως το να διατηρούν ένα εργαστήριο Χημείας δεν είναι στις προτεραιότητές τους πράγμα που οφείλεται σε διάφορους λόγους. Μια εναλλακτική λύση στα παραδοσιακά εργαστήρια είναι τα εικονικά εργαστήρια Χημείας, που μπορούν να παρέχουν ένα ελκυστικό διαδραστικό περιβάλλον μάθησης και διασύνδεση με πραγματικά εκπαιδευτικά σενάρια.

Παρ' όλο που το εικονικό εργαστήριο παρέχει μία ολοκληρωμένη λύση στα επιστημονικά θέματα που καλύπτει, ας δούμε μερικές προτάσεις για επέκταση και μελλοντική βελτίωση:

- Δημιουργία ενός authoring εργαλείου, για τους εκπαιδευτικούς, όπου θα μπορούν εύκολα και γρήγορα να δημιουργήσουν νέες ασκήσεις για το εργαστήριο
- Προσθήκη λειτουργίας αντιδράσεων μεταξύ χημικών ενώσεων κάτι που θα ενισχύσει την ρεαλιστικότητα και την παιδαγωγική αξία της εφαρμογής
- Ενσωμάτωση περισσότερων διδακτικών ενοτήτων για το μάθημα της Χημείας, κυρίως σε θέματα που οι μαθητές αντιμετωπίζουν πρόβλημα κατανόησης όπως η δομή του ατόμου και τις χημικές αντιδράσεις

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α: ΟΔΗΓΟΣ ΧΡΗΣΗΣ ΕΙΚΟΝΙΚΟΥ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟΥ ΧΗΜΕΙΑΣ

Παρουσίαση της διεπαφής της εφαρμογής



Εικόνα 18 – Γενική εικόνα του εικονικού εργαστηρίου χημείας

Η βασική οθόνη της εφαρμογής χωρίζεται σε τέσσερα (4) τμήματα:

- Το βασικό τμήμα της εφαρμογής είναι ο πάγκος. Αυτός είναι ο χώρος εργασίας. Εδώ λαμβάνουν χώρα τα πειράματα και οι προσομοιώσεις.
- Αριστερά στην οθόνη έχουμε το πάνελ με τα εργαλεία παρουσίασης πληροφορίας.
- Στο κάτω μέρος της οθόνης έχουμε τα διαθέσιμα σκεύη, εργαλεία (λύχνος) καθώς ουσίες και ασκήσεις όπου εμφανίζονται σε καρτέλες.

- Στο πάνω μέρος της οθόνης βρίσκεται η γραμμή τίτλου με όνομα της εφαρμογής.

Αναλυτικότερα με βάση τους αριθμούς:

1. Ο χώρος διεξαγωγής πειραμάτων (χώρος εργασίας). Όλα τα αντικείμενα που επιλέγονται από τον κάτω χώρο της οθόνης προστίθενται στον πάγκο εργασίας.
2. Πάνελ με τις ουσίες .
3. Πάνελ με τα διαθέσιμα σκεύη που παρέχει το εργαστήριο.
4. Ο λύχνος για τη θέρμανση διαλυμάτων
5. Περιοδικός πίνακας
- 6a. Το κουμπί εμφάνισης / απόκρυψης του πάνελ πληροφοριών.
- 6b. Το πάνελ πληροφοριών. Εδώ εμφανίζονται πληροφορίες για το σκεύος και το διάλυμα που περιέχει (ουσία, ποσότητα).
- 7a. Το κουμπί εμφάνισης / απόκρυψης του πάνελ θερμοκρασίας.
- 7b. Το πάνελ θερμοκρασίας δείχνει τη θερμοκρασία του επιλεγμένου διαλύματος.
- 8a. Το κουμπί εμφάνισης / απόκρυψης του πίνακα-πρόχειρο.
- 8b. Η επιφάνεια του πίνακα που ο χρήστης μπορεί να κρατάει σημειώσεις.
- 9a. Το κουμπί εμφάνισης / απόκρυψης της αριθμομηχανής.
- 9b. Η αριθμομηχανή για την εκτέλεση αριθμητικών πράξεων.
10. Το κουμπί εμφάνισης / απόκρυψης των ρυθμίσεων.
11. Ο κάδος ανακύκλωσης. Όταν θέλουμε να αφαιρέσουμε ένα διάλυμα ή εργαλεία από το χώρο εργασίας το ρίχνουμε εδώ.
12. Κουμπί διαλυμάτων. Όταν είναι επιλεγμένο όπως στην εικόνα έχουμε διαθέσιμα διάφορα διαλύματα.

13. Κουμπί ασκήσεων. Επιλέγοντας το κουμπί ασκήσεων στη θέση των ουσιών παίρνουν ασκήσεις χωρισμένες σε κατηγορίες.

Αραίωση ενός διαλύματος με προσθήκη νερού

*Η ίδια διαδικασία ισχύει για τη μεταφορά ποσότητας οποιουδήποτε διαλύματος μεταξύ 2 σκευών.

α. Επιλέγουμε την ουσία που θέλουμε από την αποθήκη ουσιών κάτω – δεξιά αν δεν έχουμε κάποιο έτοιμο διάλυμα στο χώρο εργασίας, και μόλις την πατήσουμε προστίθεται στον πάγκο.

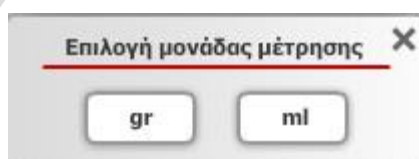


Πχ

β. Επιλέγουμε και πατάμε το σκεύος με το νερό από το πάνελ με τις ουσίες. Προστίθεται και αυτό στον χώρο εργασίας.



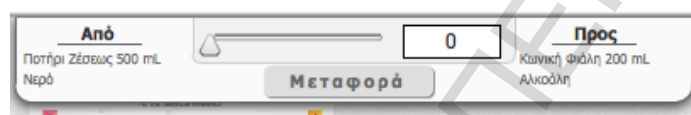
γ. Επιλέγουμε τη μονάδα μέτρησης για το νερό.



δ. Τραβάμε το σκεύος με το νερό και το αφήνουμε πάνω από το σκεύος με την ουσία. Αμέσως ενεργοποιείται η κατάσταση μεταφοράς διαλύματος. Το σκεύος του νερού παίρνει κλίση και τοποθετείται κατάλληλα για τη μεταφορά υγρού.



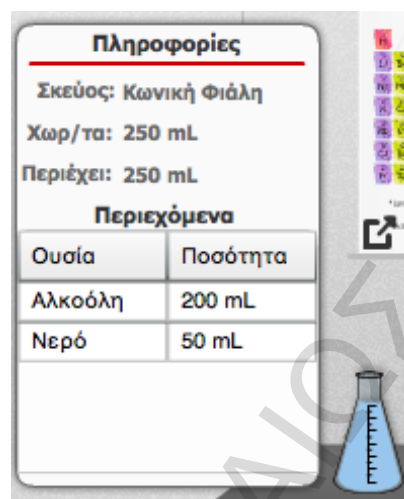
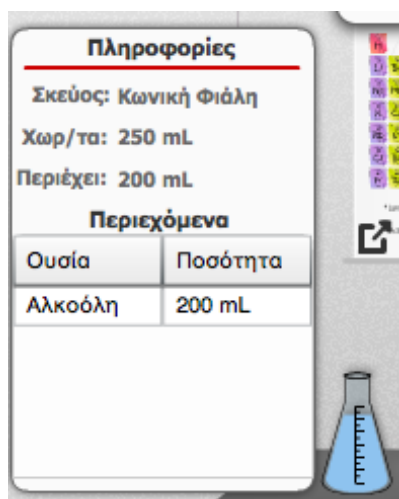
ε. Ταυτόχρονα εμφανίζεται στο πάνω μέρος της οθόνης η μπάρα μεταφοράς υγρού. Χρησιμοποιώντας το slider ή με την απευθείας εισαγωγή ποσότητας με το εικονικό πληκτρολόγιο καθορίζουμε την ποσότητα που θα μεταφερθεί από το σκεύος νερού προς το άλλο σκεύος. Μόλις καθοριστεί η επιθυμητή ποσότητα μεταφοράς τότε πατώντας το κουμπί «Μεταφορά», το υγρό μεταφέρεται από το ένα σκεύος στο άλλο.



*Η μέγιστη ποσότητα που μπορεί να μεταφερθεί είναι το ελάχιστο μεταξύ της υπολειπόμενης χωρητικότητας του σκεύους προορισμού και της διαθέσιμης ποσότητας στο σκεύος από το οποίο φεύγει το υγρό.

στ. Μετά τη μεταφορά παρατηρούμε ότι αλλάζουν τα δεδομένα του σκεύους προορισμού στο πάνελ πληροφοριών και το χρώμα γίνεται πιο άτονο λόγω της αραίωσης.

Έστω ότι μεταφέραμε 50ml νερού. Παρατηρούμε ότι το σκεύος προορισμού στη δεύτερη εικόνα έχει γεμίσει και βλέπουμε και στο πάνελ πληροφοριών ότι η ποσότητα που περιέχει το σκεύος είναι ίση με τη χωρητικότητά του. Επίσης βλέπουμε ότι στη δεύτερη εικόνα η ποσότητα του νερού στο διάλυμα έχει αυξηθεί κατά 50 ml που προστέθηκαν άρα έχει αλλάξει η χωρητικότητά του.



* Σε περίπτωση που τα διαλύματα έχουν διαφορετική θερμοκρασία τότε το τελικό διάλυμα έχει ένα σταθμισμένο μέσο όρο της θερμοκρασίας ανάλογα με την ποσότητα του καθενός. Η θερμοκρασία των διαλυμάτων, αν δεν είναι 25 Βαθμούς Κελσίου, αλλάζει συνεχώς μέχρι να φτάσει στους 25 Βαθμούς Κελσίου που είναι η θερμοκρασία περιβάλλοντος στο εργαστήριο.

*Με τον παραπάνω τρόπο γίνεται και η διαδικασία ανάμιξης οποιονδήποτε 2 διαλυμάτων.

Θέρμανση ενός διαλύματος και συμπύκνωση.

α. Πατάμε το λύχνο κάτω αριστερά στην οθόνη. Με το πάτημα ο λύχνος προστίθεται στο χώρο εργασίας.



β. Αν το διάλυμα που θέλουμε να θερμάνουμε δεν βρίσκεται στο χώρο εργασίας τότε δημιουργούμε κάποιο με τις διαθέσιμες ουσίες που έχουμε. Για το παράδειγμά μας θα θερμάνουμε καθαρό νερό.

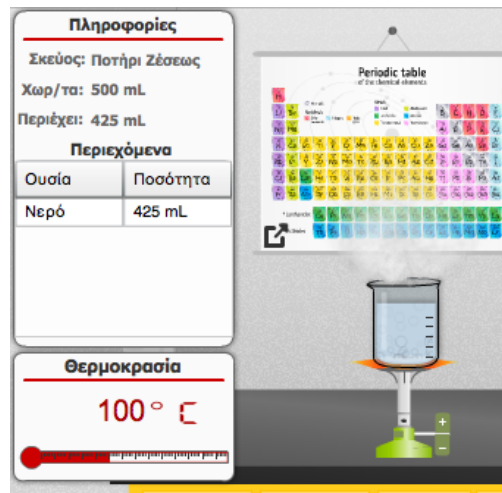
γ. Εφόσον πλέον το σκεύος μας με το νερό είναι στο χώρο εργασίας έχουμε 2 επιλογές για να ξεκινήσουμε τη θέρμανση. Είτε ρίχνουμε το λύχνο πάνω στο σκεύος με το νερό, είτε το σκεύος με το νερό πάνω στο λύχνο. Αυτό σημαίνει ότι ο λύχνος παίρνει θέση κάτω ακριβώς από το σκεύος όπως στην εικόνα.



δ. Για να ξεκινήσει η θέρμανση θα πρέπει να ανάψουμε τη φλόγα του λύχνου. Πατώντας στο κουμπί με το + κάτω δεξιά στο λύχνο η φλόγα εμφανίζεται και αν συνεχίσουμε να το πατάμε το μέγεθος της φλόγας αυξάνεται. Αν θέλουμε να τη μειώσουμε πατάμε το -. Μόλις η φλόγα εμφανιστεί αρχίζει η σταδιακή άνοδος της θερμοκρασίας του διαλύματος και μπορούμε να παρατηρήσουμε την εξέλιξη της θέρμανσης στο πάνελ θερμοκρασίας με το θερμόμετρο. Ο ρυθμός αύξησης της θερμοκρασίας εξαρτάται από τον όγκο του διαλύματος και το μέγεθος της φλόγας.



ε. Μόλις η θερμοκρασία του διαλύματος φτάσει στους 100 Βαθμούς Κελσίου (σημείο βρασμού για το καθαρό νερό) τότε το διάλυμα περνάει σε φάση βρασμού, και αρχίζει η σταδιακή εξάτμιση του νερού από το σκεύος.



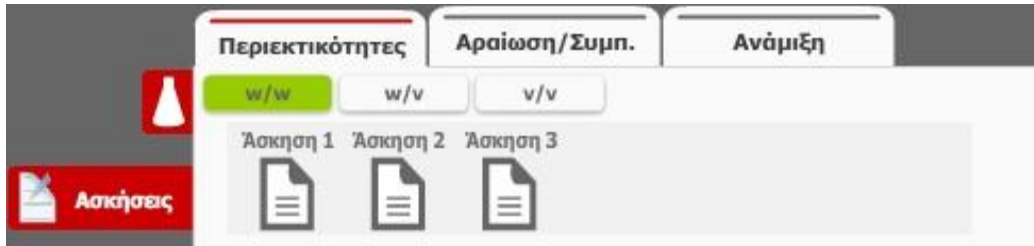
*Σε οποιαδήποτε φάση τραβήξουμε το σκεύος ή το λύχνο από τη διαδικασία η θερμοκρασία του διαλύματος αρχίζει αυτόματα να μειώνεται μέχρι να φτάσει την θερμοκρασία περιβάλλοντος στο εργαστήριο (25 Βαθμούς Κελσίου).

*Ταυτόχρονα με την θέρμανση μπορεί να γίνει και προσθήκη διαλύματος ή διαλύτη στο θερμαινόμενο διάλυμα. Αν το προστιθέμενο διάλυμα είναι σε θερμοκρασία περιβάλλοντος τότε έχουμε μια μικρή πτώση της θερμοκρασίας με την προσθήκη της ποσότητας αλλά σταδιακά η θερμοκρασία συνεχίζει να ανεβαίνει αλλά με λίγο πιο αργό ρυθμό ανάλογα και με την αύξηση της ποσότητας στο θερμαινόμενο διάλυμα.

* Επίσης, το εργαστήριο δίνει τη δυνατότητα πολλαπλής ταυτόχρονης θέρμανσης διαλυμάτων με την προσθήκη πολλών λύχνων. Απλά ακολουθείστε την παραπάνω διαδικασία για κάθε θέρμανση.

Επιλογή και επίλυση μιας άσκησης

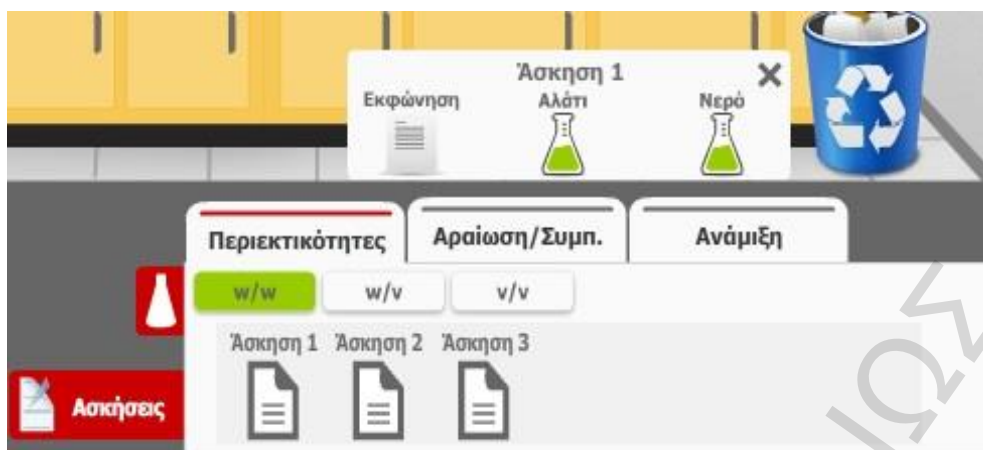
α. Φέρνουμε στο προσκήνιο το πάνελ των ασκήσεων. Πατώντας στο κουμπί των ασκήσεων που απεικονίζει ένα φύλλο τετραδίου με ένα μολύβι τη θέση της αποθήκης διαλυμάτων παίρνει ένα πάνελ με ασκήσεις ανά κατηγορία.



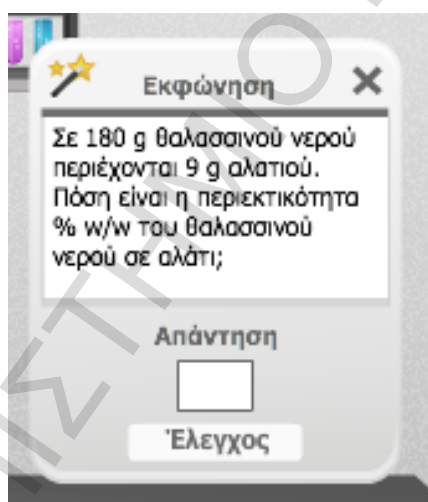
Οι καρτέλες στο πάνω μέρος αποτελούν τις κατηγορίες και τα κουμπιά από κάτω τις υποκατηγορίες.

β. Αφού επιλέξουμε την κατηγορία και υποκατηγορία που μας ενδιαφέρει βλέπουμε τις διαθέσιμες ασκήσεις για αυτή την κατηγορία και υποκατηγορία. Στην παραπάνω εικόνα βλέπουμε ότι είναι επιλεγμένη η κατηγορία περιεκτικότητας και η υποκατηγορία w/w. Άρα οι τρεις ασκήσεις που βλέπουμε αφορούν περιεκτικότητα κατά βάρος.

γ. Επιλέγουμε την άσκηση που θέλουμε πατώντας πάνω στο εικονίδιο που παριστάνει ένα φύλλο χαρτί. Αυτόματα ξεπροβάλλει πάνω από το πάνελ των ασκήσεων μία μπάρα με τα περιεχόμενα της άσκησης. Τα περιεχόμενα περιλαμβάνουν: μια εκφώνηση (απαραίτητη) κι προαιρετικά ένα ή περισσότερα έτοιμα διαλύματα που χρησιμοποιούνται για την ολοκλήρωση της άσκησης. Στο παράδειγμα μας επιλέξαμε την άσκηση 1. Παρατηρούμε ότι εκτός από την εκφώνηση περιέχει και δύο διαλύματα.

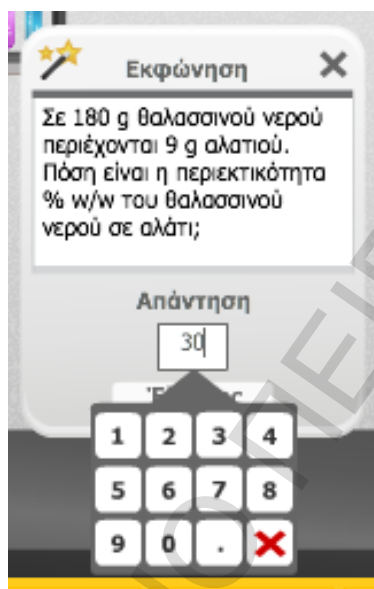


δ. Πατάμε το εικονίδιο της εκφώνησης για να δούμε τι ζητάει η άσκηση. Αυτό προσθέτει ένα ειδικό πάνελ στα δεξιά της οθόνης που περιέχει την εκφώνηση, ένα πεδίο για να συμπληρώσουμε την απάντηση και μία βοήθεια για τον μαθητή (πάνω αριστερή γωνία).

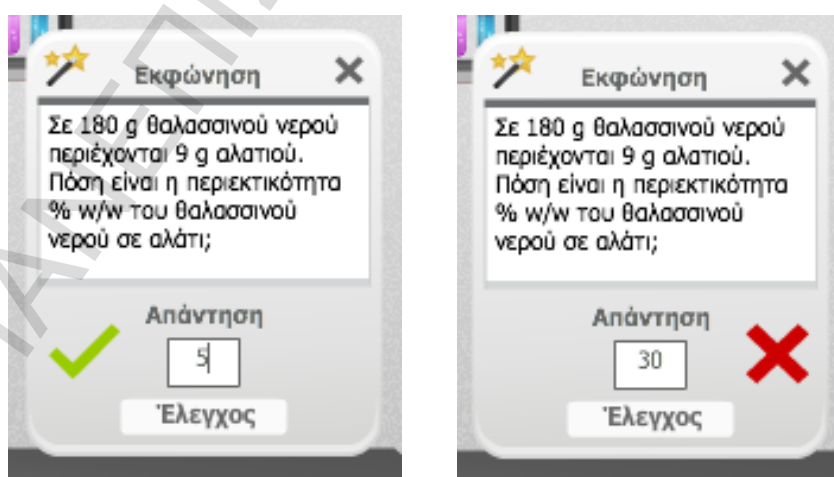


ε. Ανάλογα με τα ζητούμενα της άσκησης και τα τυχόν διαλύματα που παρέχει προβαίνουμε στην επίλυση. Εδώ μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε την αριθμομηχανή (ενότητα: Χρήση Αριθμομηχανής) για πράξεις και τον πίνακα - πρόχειρο (ενότητα: Χρήση πίνακα - πρόχειρου) για σημειώσεις. Η προσθήκη ενός διαλύματος από την μπάρα της άσκησης στο χώρο εργασίας γίνεται με το πάτημα του εικονιδίου του διαλύματος.

στ. Συμπλήρωση της απάντησης. Πατώντας στο πεδίο συμπλήρωσης της απάντησης εμφανίζεται ένα εικονικό πληκτρολόγιο για να εισάγουμε την αριθμητική τιμή της απάντησης. Μόλις συμπληρώσουμε την τιμή, πατώντας στο κόκκινο X του εικονικού πληκτρολογίου αυτό εξαφανίζεται.



ζ. Έλεγχος της απάντησης. Αφού εισάγουμε την απάντηση και κλείσουμε το εικονικό πληκτρολόγιο πατώντας το κουμπί «Έλεγχος» η απάντηση μας αξιολογείται και εμφανίζεται σήμα σωστού ή λάθους. Βλέπουμε ότι στο παράδειγμα μας η απάντηση 5 είναι σωστή ενώ κάθε άλλη απάντηση βγάζει σήμα λάθους.



*Οι ερωτήσεις που απαιτούν δύο απαντήσεις πρέπει να γράφονται μαζί στο πεδίο συμπλήρωσης της απάντησης με μία τελεία ανάμεσά τους. Δηλαδή εάν σε μία

ερώτηση η απαντήσεις είναι 60 gr και 50 gr , ο σωστός τρόπος γραφείς της απάντησεις είναι '60.50' .

Χρήση αριθμομηχανής

α. Πατάμε το μικρό κουμπί που απεικονίζει μια μικρή αριθμομηχανή στα δεξιά του πάνελ πληροφοριών.



β. Το κομπιουτεράκι εμφανίζεται και είναι έτοιμο για χρήση. Μόλις τελειώσουμε με τη χρήση του πατώντας το ίδιο κουμπί αποκρύπτεται.



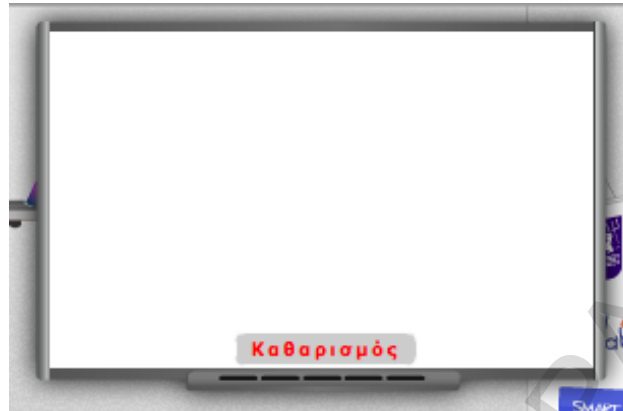
Χρήση Πίνακα-Προχείρου

α. Πατάμε το παρακάτω κουμπί που βρίσκεται στο αριστερό πάνελ.



β. Ο πίνακας-πρόχειρο εμφανίζεται έτοιμο για χρήση. Μπορούμε πατώντας πάνω και σέρνοντας το δάκτυλο ή τη γραφίδα μας να δημιουργήσουμε χειρόγραφες σημειώσεις

σαν να γράφαμε σε πίνακα τάξης. Μπορούμε να πατήσουμε το κουμπί καθαρισμός για να σβηστούν αυτά που γράψαμε.



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β: ΡΟΥΜΠΡΙΚΑ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΕΙΚΟΝΙΚΟΥ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟΥ

Για την αξιολόγηση του εργαστηρίου δημιουργήθηκε και χρησιμοποιήθηκε η παρακάτω ρουμπρίκα:

	Ερασιτέχνης	Αποδεκτός	Θαυμάσιος	Εκπληκτικός
Σκοπός 1 πόντος	Δεν περιλαμβάνεται ο σκοπός στην εργαστηριακή αναφορά.	Ο σκοπός δεν ανταποκρίνεται σε όλες τις απαιτήσεις.	Ο σκοπός διατυπώνεται σε 1-3 προτάσεις, ωστόσο αποτελεί τμήμα μόνο της εργαστηριακής δραστηριότητας.	Ο σκοπός διατυπώνεται ξεκάθαρα σε 1-3 προτάσεις και περιλαμβάνει όλα τα στοιχεία του εργαστηρίου.
Υλικά 2 πόντοι	Δεν καταγράφονται υλικά.	Τα υλικά καταγράφονται σε μορφή παραγράφου.	Τα περισσότερα υλικά καταγράφονται, αλλά 1 ή περισσότερα απουσιάζουν.	Όλα τα υλικά του εργαστηρίου καταγράφονται με μορφή κουκκίδων.
Διαδικασία και Εργαστηριακή Τεχνική 2 πόντοι	Απουσιάζει η διαδικασία που ακολουθήθηκε στο εργαστήριο.	Η διαδικασία που ακολουθήθηκε στο εργαστήριο καταγράφεται με μορφή παραγράφου και απουσιάζουν 3 ή περισσότερα στοιχεία/μέρη του εργαστηρίου. Οι αλλαγές στην εργαστηριακή αναφορά δεν παρατίθενται σε έντυπη μορφή.	Η διαδικασία που ακολουθήθηκε στο εργαστήριο καταγράφεται αριθμημένη, μα απουσιάζουν 1-2 βήματα.	Απαριθμούνται όλα τα στοιχεία της διαδικασίας. Διεξοδική περιγραφή κάθε βήματος.
Δεδομένα 4 πόντοι	Αρκετά υψηλό ποσοστό (%) λαθών, κάποια δεδομένα απουσιάζουν ή είναι ελλιπή, οι πίνακες δεν έχουν δημιουργηθεί σωστά ή είναι ελλιπείς, οι τίτλοι ή οι	Σχετικά υψηλό ποσοστό (%) λαθών, καλοί υπολογισμοί αν και κάποιοι είναι λανθασμένοι ή ελλιπείς, κάποιοι τίτλοι γραφημάτων/πινάκων απουσιάζουν ή είναι ελλιπείς.	Λογικό ποσοστό (%) λαθών, καλοί υπολογισμοί αν και κάποιοι δεν καταγράφονται σωστά, πίνακες/γραφήματα δεν φέρουν πάντα το σωστό τίτλο, ετικέτα και αριθμηση.	Χαμηλό ποσοστό (%) λαθών, καλοί υπολογισμοί-όλοι οι πίνακες και τα γραφήματα φέρουν ετικέτες, τίτλους, είναι αριθμημένοι.

	ετικέτες απουσιάζουν.			
Συζήτηση 4 πόντοι	Κάποιες προτάσεις δεν είναι ολοκληρωμένες και κάποια ερωτήματα δεν απαντώνται διεξοδικά.	Τα ερωτήματα απαντώνται υπό τη μορφή ολοκληρωμένων προτάσεων, οι οποίες, ενδεχομένως, μαρτυρούν έλλειψη κατανόησης. Απαντάται, επίσης, έλλειψη διεξοδικών απαντήσεων.	Τα ερωτήματα απαντώνται υπό τη μορφή ολοκληρωμένων προτάσεων. Οι απαντήσεις μαρτυρούν την κατανόηση των ερωτημάτων ενώ υπάρχει εμβάθυνση στην απάντηση.	Τα ερωτήματα απαντώνται υπό τη μορφή ολοκληρωμένων προτάσεων. Οι απαντήσεις μαρτυρούν την εις βάθος κατανόηση των ερωτημάτων.
Συμπέρασμα 3 πόντοι	Απουσία συμπεράσματος ή ελλιπής οργάνωση του. Δεν καλύπτονται 2 ή περισσότερα κύρια σημεία του εργαστηρίου. Μαρτυρά επιφανειακή σκέψη ή απλά πραγματοποιείται αναδιατύπωση του σκοπού.	Καλύπτει κάποιες κεντρικές ιδέες που διδάσκονται στο εργαστήριο, μαρτυρά κάποια κατανόηση του σκοπού και των αποτελεσμάτων, οι προτάσεις παρουσιάζουν καλές ιδέες. Φτωχή δομή προτάσεων.	Καλύπτει τις περισσότερες κεντρικές ιδέες που διδάσκονται στο εργαστήριο, μαρτυρά καλή κατανόηση του σκοπού και των αποτελεσμάτων, οι προτάσεις είναι άρτια δομημένες.	Καλύπτει όλες τις κεντρικές ιδέες που διδάσκονται στο εργαστήριο, μαρτυρά την εις βάθος κατανόηση του σκοπού και των αποτελεσμάτων. Κατάλληλη και άριστη δομή προτάσεων.
Ανάλυση Λαθών 1 πόντος	Δεν περιλαμβάνεται ανάλυση λαθών.	Παρέχεται ανάλυση λαθών αν και τα λάθη δεν επεξηγούνται με σαφήνεια.	Παρέχεται ανάλυση λαθών αλλά απαιτούνται περισσότερες λεπτομέρειες. Παρέχονται άρτιες επεξηγήσεις.	Παρέχεται ξεκάθαρη ανάλυση λαθών, παρατίθενται οι λόγοι που τεκμηριώνουν ενδεχόμενες πηγές λαθών στο εργαστήριο. Παρέχονται άρτια διατυπωμένες επεξηγήσεις.
Αρχικά Φύλλα Δεδομένων 1 πόντος	Δεν περιλαμβάνεται η αρχική εργαστηριακή αναφορά.	Περιλαμβάνεται η αρχική εργαστηριακή αναφορά με απουσιάζουν 2-3 δεδομένα ή εργαστηριακά φύλλα. Δεν υπάρχουν διορθώσεις στο εργαστήριο.	Περιλαμβάνεται η αρχική εργαστηριακή αναφορά με απουσιάζουν 1-2 δεδομένα. Υπάρχουν κάποιες διορθώσεις στο εργαστήριο.	Περιλαμβάνεται η αρχική εργαστηριακή αναφορά, όλα τα στοιχεία είναι συμπληρωμένα, όπως και οι διορθώσεις στο εργαστήριο.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Γιούρη-Τσοχάτζη, Κ., & Μανουσάκης, Γ. (2000). Διδακτική της Χημείας.

Θεσσαλονίκη: Ζήτη.

Δημητρακάκης, Κ., & Σοφός, Α. (2010). Ο Διαδραστικός Πίνακας στη Διδασκαλία – Ερευνητική Προσέγγιση ως προς τις Εμπειρίες των Εκπαιδευτικών. Στο:

Κολτσάκης, Β., Σαλονικίδης, Γ., Δοδοντσή, Μ. (επιμ.), Ψηφιακές και Διαδικτυακές εφαρμογές στην Εκπαίδευση, 2ο Πανελλήνιο Εκπαιδευτικό Συνέδριο Συνέδριο Ημαθίας με Διεθνή Συμμετοχή, (σελ. 645-667), Βέροια - Νάουσα.

Δουκέλη, Μ. (2012). Αξιοποίηση των Εικονικών Εργαστηριακών Περιβαλλόντων στη Διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών στη Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση.

Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία. Πειραιάς, Πανεπιστήμιο Πειραιώς.

Σωτηρίου Σ., Ξανθουδάκη Μ., Calcagnini S., Ζερβάς Π., Sampson D. G., & Bogner,

F.(2012). Διερευνητικές Διαδρομές στη Διδασκαλία των Επιστημών. Οδηγός

Καθηγητή. ΕΠΙΝΟΙΑ Α.Ε., Παλλήνη Αττικής, Ελλάδα.

Κ.Ε.Ε. (2006). Έρευνες.

Κολτσάκης, Ε., Πιερράτος, Θ., Πολάτογλου, Χ. (2007). Αξιοποίηση των Τ.Π.Ε. στη διδακτική των Φ.Ε. στο Σ.Ε.Φ.Ε. – Μια μελέτη περίπτωσης. Εισήγηση στο 10ο κοινό συνέδριο των Ενώσεων Ελλήνων και Κυπρίων Φυσικών.

Κόμης Β., Μισιρλή Α., & Σκουντζής Γ. (2010). Διαδραστικά Συστήματα Διδασκαλίας στην Προσχολική και την Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση. «Επιμόρφωση των Εκπαιδευτικών για την Αξιοποίηση και Εφαρμογή των ΤΠΕ στη Διδακτική Πράξη» του Ε.Π. «Εκπαίδευση και δια βίου μάθηση».

Κορδάκη, Μ. (2000). Εγχειρίδιο χρήσης του Geometer-Sketchpad. Αθήνα: Εκδόσεις Καστανιώτη.

Ανδρίκος, Α. (2011). Ανάπτυξη εικονικού εργαστηρίου χημείας για διαδραστικούς πίνακες. Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία. Πειραιάς, Πανεπιστήμιο Πειραιώς

Λεύκος, Ι., Ψύλλος, Δ., Χατζηκρανιώτης, Ε., & Παπαδόπουλος, Α. (2005). Μία πρόταση για την εργαστηριακή υποστήριξη της διδασκαλίας της θερμικής ακτινοβολίας με συνδυασμένη χρήση εργαλείων ΤΠΕ. Πρακτικά του 3ου Πανελληνίου συνεδρίου των Εκπαιδευτικών για τις ΤΠΕ «Αξιοποίηση των Τεχνολογιών της Πληροφορίας και της Επικοινωνίας στη Διδακτική Πράξη», σ. 114-120. Σύρος.

Ματσαγγούρας, Η. (1997). Στρατηγικές Διδασκαλίας. Αθήνα: Εκδόσεις Gutenberg.

Μαυρόπουλος, Μ. (1997). Διδάσκω Χημεία. Αθήνα: Σαββάλας.

Ράπτης, Α., & Ράπτη, Α. (2001). Μάθηση και Διδασκαλία στην Εποχή της Πληροφορίας. Αθήνα: Παιδαγωγικές Δραστηριότητες.

Ρόκου, Φ., & Ρόκος, Γ. (2004). Τα Εικονικά Εργαστήρια στη Διδασκαλία της Πληροφορικής. Παρουσιάστηκε στη 2η Πανελλήνια Δημερίδα με Διεθνή συμμετοχή 'Διδακτική της Πληροφορικής', ΒΟΛΟΣ: Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης.

Σγουροπούλου, Κ., & Κουτουμάνος, Α. (2010). Η Επικοινωνία Μέσω Υπολογιστή για την Υποστήριξη των Κοινοτήτων Μάθησης. Ανακτήθηκε στις 21 Ιανουαρίου 2014, <http://edu4adults.blogspot.gr/2010/07/collaborative-learning.html?m=0?pfstyle%3Dwp#axzz2rA76TYok>

Σταθερόπουλος, Μ., & Κυβελίδης, Σ. (1999). Το Εικονικό Εργαστήριο. Ανακτήθηκε 12 Φεβρουαρίου, 2014 από <http://www.ntua.gr/virtlab/virtlab.htm>

Σολομωνίδου, Χ. (1999). Εκπαιδευτική Τεχνολογία. Μέσα, Υλικά, Διδακτική Χρήση και Αξιοποίηση τους. Αθήνα: Καστανιώτης.

Τριλιανός, Θ. (2003). Μεθοδολογία της Σύγχρονης Διδασκαλίας. Αθήνα.

Υπουργείο Παιδείας και Πολιτισμού Κύπρου – Κλιμάκιο Πληροφορικής Δημοτικής Εκπαίδευσης. (2006). Πρόγραμμα Χρήσης Τ.Π.Ε. στο Κυπριακό Εκπαιδευτικό Σύστημα. Ανακτήθηκε στις 24 Ιανουαρίου 2014, από

<http://www.moec.gov.cy/dde/klimakio/extrafiles/presentation-ICT-EDUCATION-2006.ppt> .

Φλουρής, Γ. (2003). Σκέψεις για την Αναζήτηση ενός Πλαισίου Επιμόρφωσης και Δια Βίου Μάθησης των Εκπαιδευτικών στην Κοινωνία της Γνώσης. Αθήνα: Εκδόσεις Ατραπός.

EAITY (2002). Εκπαιδευτικό Λογισμικό. Πρώτη Γνωριμία με Διαθέσιμο Εκπαιδευτικό Λογισμικό. Επιμόρφωση Εκπαιδευτικών στην Αξιοποίηση των Τεχνολογιών Πληροφορίας & Επικοινωνίας στην Εκπαίδευση. Πάτρα.

Κ.Ε.Ε., (2006). Έρευνες. Ανακτήθηκε 22 Ιανουαρίου, 2014, από:http://www.kee.gr/html/research_main.php

ΞΕΝΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Abrams, G. & Haefner, J. (1998). S.H.O.W.M.E.: Spearheading Online Work in Mathematics Education. Ανακτήθηκε στις 20 Ιανουαρίου 2014, από <http://www.thejournal.com/magazine/vault/A2029.cfm> .

Ball, B. (2003). Teaching and Learning Mathematics with an Interactive Whiteboard. In Micromath (Spring), 4-7.

BECTA. (2003). What the Research says about Interactive Whiteboards. Ανακτήθηκε στις 23 Ιανουαρίου, 2014 από http://partners.becta.org.uk/page_documents/research/wtrs_whiteboards.pdf.

Bell, M.A. (2002). Why use an interactive whiteboard? A baker's dozen reasons! In Teachers.Net Gazette, 3 (1).

Bush, N., Priest, J., & Coe, R. (2004). An Exploration of the Use of ICT at the Millennium Primary School, Greenwich. Ανακτήθηκε στις 23 Ιανουαρίου, 2014 από <http://publications.becta.org.uk/display.cfm?resID=25812>.

Bybee, R. W. (2000). Teaching Science as Inquiry. In van Zee, E. H. (Ed.), *Inquiring into Inquiry Learning and Teaching Science*, (pp. 20–46). Washington, DC: AAAS.

Adobe.com, <http://www.adobe.com/devnet/actionscript/learning.html>

Bybee, R.W., Powell, J.C., & Trowbridge, L.W. (2008). *Teaching Secondary School Science: Strategies for Developing Scientific Literacy*. Upper Saddle River, NJ: Pearson Education (9th Edition).

Bybee, R. W. (2000). Teaching Science as Inquiry. In van Zee, E. H. (Ed.), *Inquiring into Inquiry Learning and Teaching Science*, (pp. 20–46). Washington, DC: AAAS.

Education Development Center (EDC), Center for Science Education (2007). *Publications and Other Resources Resulting from a Synthesis of Research on the Impact of Inquiry Science Instruction*. Ανακτήθηκε 20 Φεβρουαρίου 2014 από: <http://ltd.edc.org/science>

Eggen, P., & Kauchak, D. (2001). *Strategies for Teachers: Teaching Content and Thinking Skills*. Boston: Allyn and Bacon.

Hounsell, D. & McCune, V. (2003). 'Students' experiences of learning to present'. In C. Rust (ed.). *Improving Student Learning Theory and Practice – Ten Years On*. Proceedings of the Tenth International Symposium on Improving Student Learning, Brussels, September 2002. (pp 109-118). Oxford: CSLD.

Linn, M. C., Davis, E. A., & Bell, P. (2004). *Inquiry and Technology*. In M.C. Linn, E.A. Davis, & P. Bell (Eds.), *Internet Environments for Science Education*, (pp. 3-28). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates

National Research Council (NRC) (1996). *National science education standards*. Washington, DC: National Academy Press.

National Research Council (NRC). (2000). *Inquiry in the national science education standards: A guide for teaching and learning*. Washington, DC: National Academy Press.

Rocard, M., Csermely, P., Jorde, D., Lenzen, D., Walberg-Henriksson, H. & Hemm, V. (2007). *Science Education Now: A Renewed Pedagogy for the Future of Europe*. Brussels: Directorate General for Research, Science, Economy and Society.

Sandoval, W. A. & Bell, P. (Eds.). (2004). *Design-based research methods for studying learning in context*. [Special Issue] *Educational Psychologist*, 39(4).

Savas, S., Apostolakis, M., Tsagogeorga, A., Tsagliotis, N., and Sotiriou, S. (2003).
Explore and Discover: The New Science Textbooks for Primary School.

Schwab, J. J. (1962). The Teaching of Science as Inquiry. In Brandwein, P. F. (Ed.),
The Teaching of Science. Cambridge: Harvard University Press.

Tamir, P. (1985). Content analysis focusing on Inquiry. In Journal of Curriculum
Studies, 17(1), pp. 87-94.

Cooper, B. (2003) The Significance of Affective Issues in Successful Learning with
ICT for Year One and Two Pupils and their Teachers: The Final Outcomes of the ICT
and the Whole Child Project. NIMIS and Whole Child Project, Leeds University.

Cox, M., Wedd, M., Abbott, C., Blakeley, B., Beuchamp, T., & Rhodes, R. (2003).
ICT and Pedagogy: A Review of the Research Literature. Ανακτήθηκε στις 23
Ιανουαρίου, 2014 από <http://publications.becta.org.uk/display.cfm?resID=25813>.

Cunningham, M., Kerr, K., McEune, R., Smith, P., & Harris, S. (2004). Laptops for
Teachers: An Evaluation of the first of the Initiative. Ανακτήθηκε στις 23 Ιανουαρίου,
2014 από <http://publications.becta.org.uk/display.cfm?resID=25838>.

Driver, R., & Oldham, V. (1986). A Constructivist Approach to Curriculum
Development. In Studies in Science Education, 13, 105-122.

Faulstich, W. (Hrsg.) (1995). Grundwissen Medien. 2. Aufl. München: Fink.

Gerard, F., & Widener, J. (1999). A SMARTer Way to Teach Foreign Language: The SMART Board Interactive Whiteboard as a Language Learning Tool. Ανακτήθηκε

στις 23 Ιανουαρίου, 2014 από

<http://edcompass.smarttech.com/en/learning/research/SBforeignlanguageclass.pdf>.

Gillen, J., Staarman, J., Littleton, K., Mercer, N., & Twiner, A. (2008). A 'Learning Revolution'? Investigating Pedagogic Practice around Interactive Whiteboards in British Primary Classrooms. In *Learning Media and Technology*, 32(3), 243-256.

Glover, D., & Miller, D. (2001). Running with technology: the pedagogic impact of the large-scale introduction of interactive whiteboards in one secondary school. In *Journal of Information Technology for Teacher Education*, 10 (3), pp.257-276.

Harms, U. (2000). Virtual and remote labs in physics education. Second European Conference On Physics Teaching in Engineering Education. Budapest. Ανακτήθηκε στις 12 Φεβρουαρίου 2014 από <http://www.bme.hu/ptee2000/papers/harms1.pdf>

Higgins, S., Clark, J., Falzon, C., Hall, I., Hardman, F., Miller, J., Moseley, D., Smith, F., & Wall, K. (2005). Embedding ICT in the Literacy and Numeracy Strategies: Final Report April 2005. Newcastle Upon Tyne: Newcastle University.

Higgins, S., Falzon, C., Hall, I., Moseley, D., Smith, F., Smith, H., Wall, K. (2005).

Embedding ICT in The Literacy And Numeracy Strategies. Ανακτήθηκε στις 23

Ιανουαρίου, 2014 από

<http://www.ecls.ncl.ac.uk/publications/Clark%5E2005-ΔΠreport.pdf>

Hounsell, D., & McCune, V. (2003). 'Students' experiences of learning to present'. In:

Rust, C., (ed.). Improving Student Learning Theory and Practice – Ten Years On.

Proceedings of the Tenth International Symposium on Improving Student Learning,

Brussels, September 2002. Oxford: CSLD, pp. 109-118.

Kennewell, S. (2001). Using affordances and constraints to evaluate the use of ICT in teaching and learning. In Journal of IT and Teacher Education, 10, 101–116.

Kron, F. & Sofos, A. (2007). Διδακτική των Μέσων. Gutenberg: Αθήνα.

Latham, P. (2002). Teaching and Learning Primary Mathematics: The Impact of

Interactive Whiteboards. Ανακτήθηκε στις 23 Ιανουαρίου, 2014 από

<http://www.beam.co.uk/uploads/discpdf/RESO3.pdf> .

Linn, M.C., Davis E.A., & Bell, P.L. (2004). Inquiry and Technology. In M.C. Linn,

E.A. Davis & P.L. Bell (Eds.), Internet environments for science education, pp. 3-27.

Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

McConnell, D. (1994) Implementing Computer Supported Cooperative Learning. UK,

London: Kogan Page Limited.

McLuhan, M. (2001). *Understanding Media: The Extension of Man*. New York: Taylor & Francis.

Miller, D., Glover, D., & Averis, D. (2004). Panacea or Prop: The Role of the Interactive Whiteboard in Improving Teaching Effectiveness. Paper presented at the Tenth International Congress of Mathematics Education, Copenhagen, July. Ανακτήθηκε στις 23 Ιανουαρίου, 2014 από http://www.icme-organisers.dk/tsg15/Glover_et_al.pdf .

Miller, D., & Glover, D. (2002). The Interactive Whiteboard as a Force for Pedagogic Change: The Experience of Five Elementary School in an English Education Authority. In *Information Technology in Childhood Education Annual*, pp. 5-19.

Minner, D.D., Levy, A.J., & Century, J. (2010). Inquiry-based Science Instruction — What is it and does it matter? Results from a Research Synthesis Years 1984 to 2002. In *Journal of Research in Science Teaching* , 47, pp. 474–496.

Reardon, T. (2002). Interactive Whiteboards in School: Effective Uses. In *Media and Methods*, 38(7), 12.

Reed, S. (2001). Integrating an Interactive Whiteboard into the Language Classroom. Ανακτήθηκε στις 23 Ιανουαρίου, 2014 από <http://ferl.becta.org.uk/display.cfm?resid=1569&printable=1>.

Rocard, M., Csermely, P., Jorde, D., Lenzen, D., Walberg-Henriksson, H., & Hemm, V. (2007). *Science Education Now: A Renewed Pedagogy for the Future of Europe*. Brussels: Directorate General for Research, Science, Economy and Society.

Schmidt, J. S. (2003). *Geschichten & Diskurse. Abschied vom Konstruktivismus*. Hamburg: Rowohlt Taschenbuch Verlag.

Schwab, J. J. (1962). *The Teaching of Science as Inquiry*. In Brandwein, P. F. (Ed.), *The Teaching of Science*. Cambridge: Harvard University Press.

Sharan, S. (ed.) (1990). *Cooperative Learning, Theory and Research*. New York: Praeger Publishers.

Slavin, R. E. (1990). *Cooperative Learning. Theory, Research and Practice*. Englewood Cliffs: Prentice Hall.

Smith, H. J., Higgins, S., Wall, K., & Miller, J. (2005). *Interactive Whiteboards: Boon or Bandwagon? A Critical Review of the Literature*. In *Journal of Computer assisted Learning*, 21(2), 91-101.

Sofos, A (2005): *Theoretische Perspektiven zur Begründung des Medienbegriffs*. In *Pädagogische Rundschau*, 59(2005), pp. 719-726.

Solvie, P. A. (2004). The Digital Whiteboard: A Tool in Early Literacy Instruction. In *Reading Teacher*, 57(5), 484-7.

Somekh, B. (2000). New Technology and Learning. Policy and Practice in the UK, 1980-2010. In *Education and Information Technologies*, 5(1), 19-37.

Tamir, P. (1985). Content analysis focusing on Inquiry. In *Journal of Curriculum Studies*, 17(1), pp. 87-94.

Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in Society*. Cambridge, MA: Harvard University Press.

Walker, D. (2002). White enlightening. In *Times Educational Supplement*, p.19.

Brown M.I., Draper S.W., Henderson F.P., & McAteer, E. (1996). Integrative Evaluation: An Emerging Role for Classroom studies of CAL. In *Computers Education*, 26 (1-3), 17-32.

Means, B. (1994). *Technology and education reform: The reality behind the promise*. San Francisco, Jossey-Bass

Paterson, W., Strickland, J. (1986). Garbage In / Garbage Out: Evaluating Computer Software. In *The English Record*, 2nd quarter, 11-15.