Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο
Σχολή Χημικών Μηχανικών
Τομέας Χημικών Επιστημών (1)
Εργαστήριο Γενικής Χημείας

Ένταξη Πειραμάτων με Χρήση Πολυμέσων στη Διδασκαλία της Χημείας στη Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση

Διπλωματική Εργασία

Ελευθέριος Δ. Σαρικλής

Επιβλέπουσα
Ευαγγελία Παυλάτου
Αναπλ. Καθηγήτρια ΕΜΠ

Αθήνα 2016

Πρόλογος

Μέσω της παρούσας διπλωματικής εργασίας μελετάται βιβλιογραφικά η χρήση πολυμέσων και μέσων τεχνολογίας πληροφοριών και επικοινωνιών για την οπτικοποίηση πειραμάτων και τη χρήση τους από μαθητές της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης στο πλαίσιο του μαθήματος της Χημείας ως διδακτικό εργαλείο-βοήθημα με σκοπό να προκληθεί μεγαλύτερο ενδιαφέρον για το μάθημα, αλλά και την κατανόηση ορισμένων δυσνόητων και βασικών εννοιών.

Η εργασία εκπονήθηκε κατά το δέκατο εξάμηνο σπουδών του 2016 με την καθοδήγηση και την πολύτιμη βοήθεια της επιβλέπουσας, αναπληρώτριας καθηγήτριας ΕΜΠ, Ευαγγελίας Παυλάτου, την οποία ευχαριστώ θερμά για την υποστήριξη, τις συμβουλές και τον χρόνο που αφιέρωσε.

Θα ήθελα επίσης να ευχαριστήσω θερμά την επίκουρο καθηγήτρια ΕΜΠ Αναστασία Δέτση για τη βοήθειά της στην επιλογή και διεξαγωγή των πειραμάτων που έγιναν στο εργαστήριο Οργανικής Χημείας, καθώς και το προσωπικό του εργαστηρίου, την κα Ζαμπία Κατσανεβάκη, ΕΔΙΠ και την κα Ανδρομάχη Τζανή, ΥΔ της Σχολής με τη βοήθεια των οποίων εκτελέστηκαν τα πειράματα.

Τέλος, οφείλω να ευχαριστήσω την οικογένειά μου που με στηρίζει όλα αυτά τα χρόνια με κάθε τρόπο.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Πρόλογος ... iii

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ... iv

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ ... vi

Περίληψη ... 1

Abstract ... 3

Εισαγωγή ... 5

Κεφάλαιο 1 ... 7

Γενικές αρχές διδασκαλίας-μάθησης ... 7

1.1 Η έννοια της μάθησης ... 7

1.2 Θεωρίες Μάθησης ... 8

1.2.1 Συμπεριφορισμός ... 8

1.2.2 Εποικοδομητισμός ... 10

1.2.2.1 Ατομικός εποικοδομητισμός ... 12

1.2.2.1.α Γνωστικός Εποικοδομητισμός ... 12

1.2.2.1.β Ριζοσπαστικός Εποικοδομητισμός ... 15

1.2.3 Κοινωνικοπολιτιστικές Θεωρίες ... 15

1.2.3.1 Κοινωνικός Εποικοδομητισμός ... 15

1.2.3.2 Διερευνητική-Ανακαλυπτική Μάθηση ... 18

1.2.3.3 Συνεργατική Μάθηση ... 20

1.2.4 Θεωρία Γνωστικών Φορτίων ... 21

1.2.5 Πρόσφατες θεωρίες - Η Μετασχηματίζουσα Μάθηση ... 23

1.3 Σύνδεση Διδασκαλίας και Μάθησης ... 24

1.4 Μέθοδοι Διδασκαλίας και Διδακτικά Εργαλεία ... 28

1.4.1 Μέθοδοι Διδασκαλίας των Φυσικών Επιστημών ... 32

1.4.1.1 Το Πείραμα ως Διδακτικό Εργαλείο ... 43

1.5 Στόχος της Εργασίας ... 46

Κεφάλαιο 2 ... 47

Σύγχρονες Διδακτικές μέθοδοι - Πολυμέσα ... 47

2.1 Χρήση τεχνολογιών πληροφορίας-επικοινωνίας 47

2.2 Χρήση πολυμέσων: Εικόνα-Ήχος-Βίντεο 49

2.3 Οπτικοποίηση Πειραμάτων 50

2.5 Ηλεκτρονικά εργαλεία και μέσα οπτικοποίησης 53

2.6 Πειράματα προς οπτικοποίηση 54

Κεφάλαιο 3 56

Αναλυτική Περιγραφή των Οπτικοποιημένων Πειραμάτων 56

3.1 Ανάλυση των Πειραμάτων 56

3.1.1 Σύνθεση βαθέως ευτηκτικού διαλύτη (DES) από ανάμιξη Χλωριδίου Χολίνης(ChCl) και Ουρίας(U) 56

3.1.2 Αντίδραση κυκλοεξανόνης με όξινο θειώδες νάτριο 60

3.1.3 Αντίδραση νατρίου με αιθανόλη 67

3.1.4 Απόσταξη ακάθαρτης ακετόνης 71

3.2 Τεχνική και μέσα-εργαλεία που χρησιμοποιήθηκαν 76

Κεφάλαιο 4 77

Διδακτικός Σχεδιασμός-Αξιοποίηση του Εκπαιδευτικού Υλικού 77

4.1 Σχέδιο μαθήματος με ένταξη του πρώτου πειράματος (παρασκευής βαθέως ευτηκτικού διαλύτη) 77

4.2 Σχέδιο Μαθήματος με ένταξη του δεύτερου πειράματος (αντίδραση κυκλοεξανόνης με όξινο θειώδες νάτριο) 86

4.3 Σχέδιο μαθήματος με ένταξη του τρίτου πειράματος (αντίδραση νατρίου με αιθανόλη) 93

4.4 Σχέδιο μαθήματος με ένταξη του τέταρτου πειράματος (Απόσταξη ακάθαρτης ακετόνης) 99

Αποτελέσματα-Προτάσεις για μελλοντική έρευνα 105

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ 107

Α. ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ 107

Β. ΞΕΝΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ 110

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

ΕΙΚΟΝΑ 1: ΜΙΓΜΑ ΟΥΡΙΑΣ-ΧΛΩΡΙΔΙΟΥ ΧΟΛΙΝΗΣ ΑΡΧΙΚΑ.....57

ΕΙΚΟΝΑ 2: ΜΙΓΜΑ ΟΥΡΙΑΣ-ΧΛΩΡΙΔΙΟΥ ΧΟΛΙΝΗΣ ΚΑΤΑ ΤΑ ΠΡΩΤΑ 3 ΛΕΠΤΑ 57

ΕΙΚΟΝΑ 3: ΜΙΓΜΑ ΟΥΡΙΑΣ-ΧΛΩΡΙΔΙΟΥ ΧΟΛΙΝΗΣ ΣΤΑ 10 ΛΕΠΤΑ 58

ΕΙΚΟΝΑ 4: ΜΙΓΜΑ ΟΥΡΙΑΣ-ΧΛΩΡΙΔΙΟΥ ΧΟΛΙΝΗΣ ΣΤΑ 20 ΛΕΠΤΑ 58

ΕΙΚΟΝΑ 5: ΜΙΓΜΑ ΟΥΡΙΑΣ-ΧΛΩΡΙΔΙΟΥ ΧΟΛΙΝΗΣ ΣΤΑ 30 ΛΕΠΤΑ 59

ΕΙΚΟΝΑ 6: ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΟΞΙΝΟΥ ΘΕΙΩΔΟΥΣ ΝΑΤΡΙΟΥ ΑΠΟ ΑΝΑΜΙΞΗ 35ML ΝΕΡΟΥ ΜΕ 18,07G ΠΥΡΟΘΕΙΙΚΟΥ ΝΑΤΡΙΟΥ 61

ΕΙΚΟΝΑ 7: *ΥΔΑΤΙΚΟ ΔΙΑΛΥΜΑ ΟΞΙΝΟΥ ΘΕΙΩΔΟΥΣ ΝΑΤΡΙΟΥ*.....61

ΕΙΚΟΝΑ 8: ΜΕΤΡΗΣΗ ΟΓΚΟΥ ΤΟΥ ΥΔΑΤΙΚΟΥ ΔΙΑΛΥΜΑΤΟΣ ΟΞΙΝΟΥ ΘΕΙΩΔΟΥΣ ΝΑΤΡΙΟΥ 62

ΕΙΚΟΝΑ 9: ΠΡΟΣΘΗΚΗ 28ML ΑΙΘΑΝΟΛΗΣ ΣΤΟ ΥΔΑΤΙΚΟ ΔΙΑΛΥΜΑ ΟΞΙΝΟΥ ΘΕΙΩΔΟΥΣ ΝΑΤΡΙΟΥ 62

ΕΙΚΟΝΑ 10: ΠΡΟΣΘΗΚΗ 9,8ML ΚΥΚΛΟΕΞΑΝΟΝΗΣ ΣΤΟ ΔΙΑΛΥΜΑ ΟΞΙΝΟΥ ΘΕΙΩΔΟΥΣ ΝΑΤΡΙΟΥ-ΑΙΘΑΝΟΛΗΣ 63

ΕΙΚΟΝΑ 11: ΕΝΑΡΞΗ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΥ ΙΖΗΜΑΤΟΣ 64

ΕΙΚΟΝΑ 12: ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΣ ΙΖΗΜΑΤΟΣ 64

ΕΙΚΟΝΑ 13 ΟΛΟΚΛΗΡΩΣΗ ΤΟΥ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΥ ΙΖΗΜΑΤΟΣ.....65

ΕΙΚΟΝΑ 14: ΑΝΑΔΕΥΣΗ ΠΡΟΪΟΝΤΟΣ ΠΡΟΣΘΗΚΗΣ 66

ΕΙΚΟΝΑ 15: ΤΕΛΙΚΟ ΠΡΟΪΟΝ ΠΡΟΣΘΗΚΗΣ.....66

ΕΙΚΟΝΑ 16: ΖΥΓΙΣΗ 100MG ΝΑΤΡΙΟΥ 68

ΕΙΚΟΝΑ 17: ΠΡΟΣΘΗΚΗ ΑΙΘΑΝΟΛΗΣ ΣΕ ΣΦΑΙΡΙΚΗ ΦΙΑΛΗ 69

ΕΙΚΟΝΑ 18: ΠΡΟΣΘΗΚΗ ΝΑΤΡΙΟΥ ΣΤΗΝ ΑΙΘΑΝΟΛΗ.....69

ΕΙΚΟΝΑ 19: ΑΝΤΙΔΡΑΣΗ ΝΑΤΡΙΟΥ-ΑΙΘΑΝΟΛΗΣ ΠΡΟΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΑΕΡΙΟΥ ΥΔΡΟΓΟΝΟΥ 70

ΕΙΚΟΝΑ 20: ΔΙΑΤΑΞΗ ΑΠΟΣΤΑΞΗΣ ΑΚΑΘΑΡΤΗΣ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΗΣ ΑΚΕΤΟΝΗΣ .72

ΕΙΚΟΝΑ 21: ΥΓΡΟΠΟΙΗΣΗ ΑΤΜΩΝ ΤΩΝ ΑΛΛΩΝ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ ΟΥΣΙΩΝ ΣΤΟ ΜΙΓΜΑ ΤΗΣ ΑΚΑΘΑΡΤΗΣ ΑΚΕΤΟΝΗΣ.....73

ΕΙΚΟΝΑ 22: ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΣΤΗΝ ΚΟΡΥΦΗ ΤΗΣ ΑΠΟΣΤΑΚΤΙΚΗΣ ΣΤΗΛΗΣ.....74

ΕΙΚΟΝΑ 23: ΡΟΗ ΤΩΝ ΥΓΡΟΠΟΙΗΜΕΝΩΝ ΑΤΜΩΝ ΑΚΕΤΟΝΗΣ ΣΤΗΝ ΕΞΟΔΟ ΤΟΥ ΨΥΚΤΗΡΑ 74

ΕΙΚΟΝΑ 24: ΣΥΛΛΟΓΗ ΤΗΣ ΑΠΕΣΤΑΓΜΕΝΗΣ ΑΚΕΤΟΝΗΣ 75

.

Περίληψη

Στη σύγχρονη εποχή, οι διάφορες θεωρίες για τη μάθηση και οι εφαρμοζόμενες διδακτικές μέθοδοι, καθώς και η έρευνα των αποτελεσμάτων τους στους μαθητές, έχουν οδηγήσει πολλούς εκπαιδευτικούς να θεωρούν αναπόσπαστο κομμάτι της διδακτικής των θετικών επιστημών τη διερευνητική-ανακαλυπτική μάθηση και την εποικοδομητική προσέγγιση. Οι μαθησιακές αυτές προσεγγίσεις εμπεριέχουν διδακτικά εργαλεία όπως το πείραμα και τα πολυμέσα ή γενικότερα τις τεχνολογίες πληροφορίας και επικοινωνίας. Η οπτικοποίηση πειραμάτων μπορεί να βοηθήσει σε μεγάλο βαθμό στη διδακτική των θετικών επιστημών και ιδιαίτερα της χημείας που είναι ένα αρκετά δυσνόητο μάθημα που περιέχει υψηλής γνωστικής απαίτησης έννοιες και απαιτεί σύνθετες δεξιότητες χειρισμού οργάνων και συσκευών στο εργαστήριο. Για τον λόγο αυτό, στην εργασία αυτή επιλέχθηκαν, πραγματοποιήθηκαν και οπτικοποιήθηκαν τέσσερα πειράματα που αφορούν ενότητες κυρίως της Οργανικής Χημείας και μπορούν να συνδεθούν με διδακτικές ενότητες του μαθήματος της Χημείας στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση. Τα πειράματα αυτά σχεδιάστηκαν με τρόπο τέτοιο ώστε να ενισχύουν την έννοια της ανακύκλωσης των χημικών ουσιών ενός εργαστηρίου, να εξοικειωθούν οι μαθητές με την οργανολογία διάφορων αντιδράσεων και να αντιληφθούν ότι καθώς λαμβάνουν χώρα οι αντιδράσεις, υπάρχει αλλαγή φάσης. Τα πειράματα αυτά, τέλος, εντάχθηκαν σε προτεινόμενα σχέδια διδασκαλίας και φύλλα εργασίας-αξιολόγησης που αντιστοιχούν σε συγκεκριμένες διδακτικές ενότητες του μαθήματος της Χημείας στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση (Γυμνάσιο και Γενικό Ενιαίο Λύκειο) σύμφωνα με το ισχύον αναλυτικό πρόγραμμα σπουδών.

Λέξεις κλειδιά: σύγχρονες διδακτικές μέθοδοι, πείραμα, οπτικοποίηση, χημεία γυμνασίου, χημεία λυκείου, βαθέως ευτηκτικοί διαλύτες, αιθανόλη, νάτριο, κυκλοεξανόνη, απόσταξη.

Abstract

Nowadays, learning theories and applied teaching methods, but also research about their efficacy, have made many teachers consider inquiry based learning and constructivism as the basic teaching methods of science courses. These approaches of learning involve teaching tools such as experiments, multimedia and technologies of information and communication. The visualization of experiments could contribute in teaching of science courses, especially chemistry which contains advanced concepts and requires a high level of cognitive ability. Thus, four chemical experiments, related to Organic Chemistry, were chosen, conducted and visualized. These experiments could be implemented in specific secondary school's chemistry modules and were constructed in such a way so as to emphasize on the recycling of chemicals in a chemistry lab, to familiarize pupils with chemistry lab equipment which is required for different chemical reactions and to make pupils realize that during some chemical reactions, phase change of reactants could take place. Finally, these experiments were comprised in lesson plans including details on instruction method evaluation sheets that could be realized in the framework of teaching units of secondary school's chemistry classes (Gymnasium and Lyceum) according to the current applied curriculum.

Keywords: contemporary instruction methods, experiment, visualization, junior high school chemistry, senior high school chemistry, deep eutectic solvents (DES), ethanol, sodium, cyclohexanone, distillation.

Εισαγωγή

Σκοπός της διπλωματικής εργασίας αυτής είναι η μελέτη της συμβολής των πειραμάτων στη διέγερση του ενδιαφέροντος των μαθητών προς τις θετικές επιστήμες και ιδιαίτερα τη χημεία, αλλά και στην ενίσχυση της κατανόησης και της αφομοίωσης υψηλής νοητικής απαίτησης εννοιών καθώς και στην καλλιέργεια δεξιοτήτων που αφορούν τον εργαστηριακό χαρακτήρα του μαθήματος. Συγκεκριμένα επιλέχθηκαν, εκτελέστηκαν και οπτικοποιήθηκαν πειράματα που παρουσιάζουν ιδιαίτερο ενδιαφέρον λόγω εντυπωσιακών αντιδράσεων/μεταβολών, αλλά και από πλευράς ενίσχυσης της κατανόησης-αφομοίωσης και της διέγερσης της περιβαλλοντικής ευαισθησίας των μαθητών, καθώς για παράδειγμα στο πρώτο πείραμα παράγεται ένας “οικολογικός-πράσινος διαλύτης” και στο τελευταίο ανακτάται χρησιμοποιημένη ακάθαρτη ακετόνη για εκ νέου εργαστηριακή χρήση. Τα πειράματα αυτά και το οπτικό υλικό μπορούν να προβληθούν ή ακόμα και να εκτελεστούν στα εργαστήρια σχολείων της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης ή ακόμα και σχολών της τριτοβάθμιας εκπαίδευσης και συνοδεύονται από σχέδια μαθήματος που εντάσσονται σε ισχύουσες διδακτικές ενότητες της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης και από φύλλα αξιολόγησης και δραστηριοτήτων που βοηθούν στο να ελεγχθεί κατά πόσο βοήθησαν τα πειράματα ώστε να επιτευχθεί η περαιτέρω όξυνση ενδιαφέροντος, κατανόηση και αφομοίωση.

Η δομή της εργασίας και το περιεχόμενο έχει ως εξής:

Στο πρώτο κεφάλαιο γίνεται μια βιβλιογραφική μελέτη των διάφορων θεωριών γύρω από τη μάθηση και τη διδασκαλία, καθώς και τη σύνδεση αυτών των δύο εννοιών

Στο δεύτερο κεφάλαιο προσεγγίζονται σύγχρονες μέθοδοι διδασκαλίας με χρήση πολυμέσων και τεχνολογιών πληροφορίας και επικοινωνίας (ΤΠΕ), και στη συνέχεια γίνεται αναφορά στα πειράματα που οπτικοποιήθηκαν.

Στο τρίτο κεφάλαιο γίνεται ανάλυση των πειραμάτων που διεξήχθησαν και οπτικοποιήθηκαν, καθώς επίσης αναφέρονται και τα μέσα που βοήθησαν στην οπτικοποίησή τους.

Στο τέταρτο κεφάλαιο προτείνονται σχέδια μαθήματος με ένταξη των πειραμάτων αυτών σε διδακτικές ενότητες του μαθήματος της Χημείας στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση (Γυμνάσιο και Γενικό Ενιαίο Λύκειο) σύμφωνα με το ισχύον αναλυτικό πρόγραμμα σπουδών.

Κεφάλαιο 1

Γενικές αρχές διδασκαλίας-μάθησης

1.1 Η έννοια της μάθησης

Ο όρος *"μάθηση",* που συναντάται συνεχώς στη γλώσσα μας τουλάχιστον από την Ομηρική εποχή, δηλώνει τη διαδικασία κατά την οποία η συνείδηση εμπλουτίζεται με γνώσεις και δεξιότητες.

Για τη μάθηση, που μελετάται από την ψυχολογία, αλλά και πληθώρα άλλων επιστημών, έχουν διατυπωθεί πολλοί ορισμοί που υποδηλώνουν και την επιστημονική ταυτότητα των συντακτών τους. Οι συμπεριφοριστές, όπως αναφέρεται στους Gage & Berliner 1988 και Καψάλη 1996, την ορίζουν ως *"τη μόνιμη μεταβολή της συμπεριφοράς, που προκύπτει ως αποτέλεσμα της άσκησης ή της εμπειρίας."* Οι γνωστικοί ψυχολόγοι από την άλλη, όπως αναφέρεται στο Holloway 1985, την ορίζουν ως *"την αλλαγή στη συμπεριφορά, που οφείλεται στους αποτελεσματικούς και μόνιμους μετασχηματισμούς των εσωτερικών παραστάσεων."* Αυτή λοιπόν η ποικιλία των ορισμών αντανακλά, εκτός από τις επιστημολογικές διαφοροποιήσεις, τη δυσκολία των επιστημόνων να αποδώσουν έναν σαφή και σύντομο ορισμό με όλα τα βασικά στοιχεία αυτής της πολύπλοκης διαδικασίας. (Ματσαγγούρας 2003 Τ.Α.)

Ο πιο περιεκτικός και ορθός ορισμός δίνεται από τον Gagné, ο οποίος ορίζει τη μάθηση ως "*τη διαδικασία που υποβοηθάει τους οργανισμούς να τροποποιήσουν τη*

συμπεριφορά τους σε σχετικά σύντομο χρονικό διάστημα και με μόνιμο τρόπο, έτσι ώστε η ίδια τροποποίηση να μη χρειαστεί να επαναληφθεί σε ανάλογη περίπτωση." Η εν λόγω τροποποίηση είναι συνειδητή και αντιληπτή από τον οργανισμό που μαθαίνει, καθώς πλέον είναι ικανός να εκτελεί ενέργειες άγνωστες μέχρι τώρα προς αυτόν.(Δανάσης-Αφεντάκης, 2003, Κασσωτάκης Μ., Φλουρής Γ.,2005, 2006)

Η αναζήτηση του τρόπου με τον οποίο θα μπορέσει ο καθοδηγητής-διδάσκων να προκαλέσει το ερέθισμα, αλλά και το αποτέλεσμα της μάθησης στο μαθητευόμενο άτομο οδήγησε στη διατύπωση διάφορων θεωριών μάθησης, οι κυριότερες εκ των οποίων είναι ο *Συμπεριφορισμός ή Μπιχεβιορισμός*, ο *Εποικοδομητισμός ή Κονστρουκτιβισμός*, οι *Κοινωνικοπολιτιστικές Γνωστικές Θεωρήσεις*, όπως η *Ανακαλυπτική* και η *Συνεργατική* Μάθηση, η *Θεωρία των Γνωστικών Φορτίων* και τέλος, θεωρίες σύγχρονες όπως η *Μετασχηματίζουσα* Μάθηση.

1.2 Θεωρίες Μάθησης

1.2.1 Συμπεριφορισμός

Σύμφωνα με τη θεωρία του *Συμπεριφορισμού ή Μπιχεβιορισμού*, σημασία έχει η εξωτερίκευση της γνώσης που αποκτήθηκε από το άτομο, δηλαδή η αλλαγή της συμπεριφοράς του σύμφωνα με αυτό που μαθαίνει και όχι τόσο τι έχει συντελεστεί μέσα του. Για τον λόγο αυτό, κατά τον συμπεριφορισμό, ο βασικός τρόπος μάθησης είναι η *ενίσχυση της επιθυμητής συμπεριφοράς*. Η αντίδραση του ατόμου κατά τον επιθυμητό τρόπο σε ένα εξαρτημένο ερέθισμα είναι μια βασική μορφή μάθησης. Αυτό επιτυγχάνεται μέσω της ενίσχυσης της συγκεκριμένης επιθυμητής συμπεριφοράς είτε μέσω της ανταμοιβής, όπου τότε η ενίσχυση είναι θετική είτε μέσω της τιμωρίας ή της απαλλαγής από τις δυσάρεστες συνέπειες μιας μη επιθυμητής συμπεριφοράς, όπου τότε η ενίσχυση είναι *αρνητική*.

Ο Skinner, ως κορυφαίος εκπρόσωπος της Σχολής του Συμπεριφορισμού, προσπάθησε να ερμηνεύσει τη συμπεριφορά μέσω της *παρατήρησης* και του *πειράματος* πάνω στην

συμπεριφορά των ατόμων και όχι κάνοντας υποθέσεις για τις εσωτερικές διεργασίες που συντελούνταν. Έτσι λοιπόν κατά τον Skinner, η *συμπεριφορά* είναι αποτέλεσμα της μάθησης. Το σύνολο των αντιδράσεων στα ερεθίσματα που δέχεται ένας οργανισμός αποτελούν τη συμπεριφορά του. Κάποιες από αυτές τις αντιδράσεις έχουν θετικό αποτέλεσμα και έτσι ενισχύονται και εντάσσονται στη συμπεριφορά, ενώ άλλες έχουν αρνητικές συνέπειες και συνεπώς προτιμάται η αποφυγή των συγκεκριμένων αντιδράσεων, οι οποίες είτε τροποποιούνται είτε αφαιρούνται από τη συμπεριφορά.

Οι αντιδράσεις κατά τον Skinner χωρίζονται σε:

- *Αντανακλαστικές*, που προκαλούνται από εμφανή ερεθίσματα και τα οποία είναι έντονα ώστε να προκαλέσουν αυτές τις αντιδράσεις
- *Ενεργητικές,* που προκαλούνται επειδή υπάρχει η επίγνωση του ερεθίσματος που θα ακολουθήσει αυτή την αντίδραση. Το ερέθισμα δηλαδή που προκαλεί τη μάθηση είναι αυτό που ακολουθεί την αντίδραση κι όχι αυτό που προηγείται.

Ουσιαστικά η θεωρία του Skinner συνοψίζεται στο ότι αν μια αντίδραση επιφέρει ένα θετικό ερέθισμα τότε η αντίδραση ενισχύεται θετικά και εντάσσεται στη συμπεριφορά, ενώ όταν η αντίδραση προκαλεί ένα αρνητικό ερέθισμα ή απλά απουσία του θετικού ερεθίσματος, τότε ενισχύεται αρνητικά και σταδιακά παύει να αποτελεί μέρος της συμπεριφοράς.

Η επίδραση των απόψεων του Skinner υπήρξε καθοριστική στη μέθοδο διδασκαλίας. Βασική αρχή της προγραμματισμένης διδασκαλίας είναι η άμεση γνωστοποίηση της ορθότητας ή μη των απαντήσεων των μαθητών. Όπως μπορεί εύκολα να γίνει αντιληπτό λοιπόν, η προγραμματισμένη διδασκαλία βασίστηκε στις απόψεις του και άρα προέκυψε από αυτόν.

Επίσης, το έργο του Skinner συντέλεσε αποφασιστικά στο να διατυπωθούν ξεκάθαρα οι *στόχοι διδασκαλίας* και κατ' επέκταση ο κάθε διδάσκων να γνωρίζει το είδος της συμπεριφοράς που αναμένει από τους μαθητές του και έτσι να γνωρίζει αν ο τρόπος

διδασκαλίας και τα ερεθίσματα που τους παρέχει κινούνται προς την επιθυμητή ή μη κατεύθυνση.

Παρόλο που ο Συμπεριφορισμός βοήθησε στην εξήγηση του τρόπου που συντελείται η μάθηση και υιοθετήθηκε κατά το πρώτο μισό του 20ού αιώνα, υπέστη και αρκετή κριτική, λόγω του χαρακτήρα της διδασκαλίας και της αγωγής που εισήγαγε. Το βασικό του μειονέκτημα είναι ότι βασίζεται, όπως προαναφέρθηκε, στην παρατήρηση και αξιολόγηση της εξωτερικής αντίδρασης και συνολικής συμπεριφοράς του ατόμου και δεν λαμβάνει υπόψιν τις σκέψεις, τις νοητικές διεργασίες και τις εσωτερικές προσπάθειες που συνδέονται με μια μη επιθυμητή αντίδραση-συμπεριφορά του και οι οποίες μπορεί να ευσταθούν και να αξιολογούνταν ως ορθές αν λαμβάνονταν υπόψη και αφήνοντας για λίγο στην άκρη τη μη επιθυμητή αντίδραση που ελήφθη αρχικά (Θεοδώρου 2011).

1.2.2 Εποικοδομητισμός

Ο *Εποικοδομητισμός ή Κονστρουκτιβισμός* ερευνήθηκε αρχικά και κύρια πάνω στις θετικές επιστήμες, στις οποίες βρήκε και εφαρμογή. Η θεωρία αυτή δίνει βάση στις ήδη κεκτημένες αντιλήψεις, ιδέες και γνώσεις των μαθητών που σχετίζονται με το θέμα που διδάσκονται κάθε φορά. Είναι δηλαδή σα να οικοδομείται η νέα πληροφορία-γνώση πάνω στις στέρεες βάσεις των κεκτημένων-παγιωμένων, προϋπαρχουσών πληροφοριών-γνώσεων.

Η εμφάνιση της εν λόγω θεωρίας οφείλεται σε μεγάλο βαθμό στην εξέλιξη της ψυχολογίας, το έργο του Jean Piaget και την επιστημολογία, τα οποία επηρέασαν τις παιδαγωγικές προσεγγίσεις και τον προσανατολισμό της εκπαιδευτικής έρευνας (Θεοδώρου 2011).

Σύμφωνα με τον εποικοδομητισμό, παρά τις διαφορετικές επιμέρους απόψεις που επικρατούν, η απόκτηση της γνώσης βασίζεται στις ατομικές εμπειρίες (Βαμβακερός

2013). Όταν λοιπόν λαμβάνεται μια νέα πληροφορία, φιλτράρεται και ερμηνεύεται σύμφωνα με τις εμπειρίες, γνώσεις και απόψεις που ήδη κατέχει το άτομο και έτσι η πληροφορία αυτή δεν γίνεται απαραίτητα αποδεκτή αν έρχεται σε σύγκρουση με τις υπάρχουσες αντιλήψεις του (Elliott, Kratochwill, Cook, 2008).

Οι βασικές παραδοχές της θεωρίας του Εποικοδομητισμού έχουν προκύψει βάσει πολλών ερευνητικών δεδομένων και συνοψίζονται σύμφωνα με την Rosalind Driver, μια ξεχωριστή προσωπικότητα στο χώρο της διδακτικής των φυσικών επιστημών, στις εξής:

1. Οι μαθητές δεν λογίζονται ως παθητικοί δέκτες, αλλά ως υπεύθυνοι της δικής τους μάθησης, μια και η μάθησή τους βασίζεται σε προηγούμενες κεκτημένες γνώσεις και εμπειρίες, οι οποίες τους ακολουθούν στη διαδικασία μάθησης νέων.
2. Ο μαθητής θεωρείται απόλυτα ενεργός κατά τη μάθηση, καθώς εκείνος δομεί το νόημα της πληροφορίας μέσα από τη δική του σκοπιά και αντίληψη για να οδηγηθεί στη μάθηση.
3. Η γνώση δεν έρχεται από μόνη της στον μαθητή, αλλά κατακτάται με προσωπικό και κοινωνικό τρόπο και είναι υπεύθυνος για αυτή, καθώς οφείλει να αξιολογεί κατά πόσο έρχεται σε σύμπνοια ή ρήξη με την εμπειρία και τις υπάρχουσες γνώσεις του.
4. Ο διδάσκων, όπως και ο μαθητής, έχει κι εκείνος τις δικές του εμπειρίες και αντιλήψεις που τον ακολουθούν στις εκπαιδευτικές του διαδικασίες. Αυτό το προσωπικό στοιχείο πέρα από την καθαρή και αντικειμενική γνώση, επηρεάζει τον τρόπο που αλληλεπιδρά με τους μαθητές και την αποτελεσματικότητα της προσπάθειάς του να μεταλαμπαδεύσει τις γνώσεις και να προσφέρει μάθηση.
5. Η διδασκαλία δε νοείται ως απλή μετάδοση της γνώσης, αλλά είναι μια πιο σύνθετη διαδικασία που περιλαμβάνει την οργάνωση των καταστάσεων και των δραστηριοτήτων μέσα στη τάξη με τρόπο τέτοιο ώστε να προάγει την οικοδόμηση επιστημονικής γνώσης.

6. Το αναλυτικό πρόγραμμα δεν είναι το αντικείμενο της μάθησης, αλλά ένα σύνολο μαθησιακών δραστηριοτήτων με υλικά, πηγές, μέσα που αποτελούν τον τρόπο απόκτησης της γνώσης από τους μαθητές (Θεοδώρου 2011).

Ωστόσο δύο από τις σημαντικότερες θεωρίες του Εποικοδομητισμού σύμφωνα με τους Kokkotas & Rizaki (2011) είναι οι εξής:

- *Ατομικός Εποικοδομητισμός* με βασικό υποστηρικτή το Jean Piaget.
- *Κοινωνικός Εποικοδομητισμός* με κύριο υποστηρικτή το Lev Vygotsky, που εντάσσεται στις Κοινωνικοπολιτισμικές Θεωρίες.

1.2.2.1 Ατομικός εποικοδομητισμός

Οι Kokkotas & Rizaki (2011) επισημαίνουν ως κύριες συνιστώσες του Ατομικού Εποικοδομητισμού τον Γνωστικό Εποικοδομητισμό του Jean Piaget και τον Ριζοσπαστικό Εποικοδομητισμό του Von Glaserfeld.

1.2.2.1.α Γνωστικός Εποικοδομητισμός

Η Γνωστικο-αναπτυξιακή Θεωρία του J. Piaget προκρίνει ως κινητήρια δύναμη της ανάπτυξης «την εσωτερική ωρίμανση και τις ατομικές εμπειρίες που αποκτά το άτομο από τις λογικο-μαθηματικές δραστηριότητές του και την επεξεργασία αντικειμένων του φυσικού κόσμου». Αποτέλεσμα των εμπειριών αυτών είναι να συντελούνται εσωτερικές συγκρούσεις γνωστικής φύσεως στο άτομο, οι οποίες ενισχύονται όταν αλληλεπιδρά με συνομιλήκους. Η μόνη συμβολή της κοινωνικής αλληλεπίδρασης που αναγνωρίζει ο Piaget είναι αυτή, ότι δηλαδή διευκολύνει τις εσωτερικές συγκρούσεις του ατόμου. (Ματσαγγούρας, Τ'Β 2003)

Όταν λαμβάνεται μια νέα πληροφορία που δε συνάδει με τα μέχρι τώρα γνωστικά κεκτημένα του ατόμου, τότε συντελείται μια *γνωστική ανισορροπία* στην προσπάθεια να γίνει κατανοητή και να αφομοιωθεί. Μέσα από αυτήν τη σύγκρουση, ακόμα και οι ήδη

κεκτημένες γνώσεις μπορεί να αναδιοργανωθούν ή να τροποποιηθούν ή ακόμα και να απορριφθούν.

Ο Piaget ασχολήθηκε διεξοδικά με τη γενετική επιστημολογία. Ίδρυσε τον σύγχρονο τομέα της παιδικής γνωσιακής ανάπτυξης και παρατήρησε εύστοχα τη συμπεριφορά κατά την παιδική ηλικία, επιτυγχάνοντας τη διατύπωση τρόπων αποκωδικοποίησης της συμπεριφοράς και προσαρμογής των παιδιών στον κόσμο τους. Επίσης, υποστήριξε πως οι ιδέες και οι γνώσεις δεν εμφανίζονται ξαφνικά, αλλά οικοδομούνται σταδιακά σαν επιμέρους, μέσα από συνεχή και ευρεία κατανόηση.

Στη θεωρία του για τη γνωστική ανάπτυξη υποστήριξε ότι τα παιδιά κατανοούν ενεργητικά τον κόσμο γύρω τους μέσα από την οργάνωση και την προσαρμογή και για τη γνωστική τους ανάπτυξη περνούν από τέσσερα στάδια γνωστικής προσαρμογής.

Πιο συγκεκριμένα η προσαρμογή περιλαμβάνει την *αφομοίωση*, κατά την οποία το παιδί ενσωματώνει νέες γνώσεις στις προϋπάρχουσες και τη *συμμόρφωση,* κατά την οποία γίνεται μια αναδιάταξη των γνώσεων ώστε να ταιριάζουν καλύτερα με τις νέες. Επομένως, αφομοίωση και συμμόρφωση λειτουργούν παράλληλα και ταυτόχρονα για να συντελεστεί η γνωστική ανάπτυξη (Feldman 2011).

Σχετικά με τα τέσσερα στάδια γνωστικής προσαρμογής, ο Piaget έθεσε αυστηρά όρια χρόνου που καθένα από τα στάδια αυτά ορίζεται ηλικιακά και συνοδεύεται από διαφορετικό τρόπο σκέψης. Συγκεκριμένα τα στάδια αυτά είναι τα εξής:

1. Αισθησιοκινητικό (0-2 χρόνια)
2. Προσυλλογιστικό (2-7 χρόνια)
3. Στάδιο Συγκεκριμένων Συλλογισμών (7-12 χρόνια)
4. Στάδιο Αφηρημένων Συλλογισμών (12 χρόνια και έπειτα).

Φυσικά κατά τον Piaget υπάρχουν και διαφορετικοί τρόποι σκέψεις, λιγότερο ή περισσότερο εξελιγμένοι, που δεν οφείλονται στη γνώση περισσότερων ή λιγότερων πληροφοριών, αλλά στον τρόπο κατανόησης του κόσμου (Feldman, 2011).

Ο Piaget αντιτάχθηκε σε φιλοσοφικές θεωρίες που θέλουν τον άνθρωπο παθητικό αποδέκτη αθροιστικών γνώσεων και υποστήριξε ότι τα παιδιά ξεκινώντας το σχολείο, έχουν ήδη μια σαφή άποψη για τον κόσμο, που διαφέρει από αυτή των ενηλίκων. Συνεπώς, ο διδάσκων οφείλει να σέβεται αυτές τις προσωπικές απόψεις και γνώσεις και να μην προσπαθεί με εξαναγκασμένο τρόπο να τις αλλάξει ή να προσθέσει νέες στο μυαλό τους, αλλά να κάνει το μάθημα με τρόπο που ουσιαστικά να απαντά στις εκάστοτε ερωτήσεις του κάθε μαθητή, η τάξη να μετατρέπεται σε χώρο ανταλλαγής απόψεων, εξερεύνησης και ανακάλυψης και να ενθαρρύνονται προς αυτή την κατεύθυνση ώστε να ασκούνται οι μαθητές και να εξοικειώνονται με την προσωπική αναζήτηση και έρευνα, καθώς και τη συνεργασία. Τέλος, υπογράμμισε ότι η γνώση πρέπει να έρχεται απόλυτα φυσικά και με έμφαση στην πνευματική υγεία του μαθητή, και σε καμία περίπτωση να μην εξαναγκάζεται να ανταποκριθεί σε απαιτήσεις ανώτερες των δυνατοτήτων, της ηλικίας και της ωριμότητάς του (Santrock, 2008).

Οι αντιλήψεις του Piaget σχετικά με την πορεία την πνευματικής ανάπτυξης θεωρούνται ακριβείς, σύμφωνα με τον Feldman (2011), όμως πολλά στοιχεία της θεωρίας του αμφισβητούνται έντονα και ιδιαίτερα όσα σχετίζονται με την εξάρτηση των αλλαγών των νοητικών ικανοτήτων από την ηλικία, καθώς και ο χρονικός ορισμός των τεσσάρων σταδίων που προαναφέρθηκαν. Όλο και περισσότερες έρευνες δείχνουν ότι σε ορισμένες αναπτυσσόμενες κυρίως χώρες με διαφορετικό πολιτισμό από τον δυτικό, κάποιες πνευματικές δεξιότητες εμφανίζονται σε διαφορετική χρονική στιγμή. Επιπροσθέτως, σε όλες τις χώρες και τους πολιτισμούς φαίνεται ότι κάποιοι άνθρωποι δεν φτάνουν ποτέ στο ανώτατο επίπεδο πνευματικής ανάπτυξης κατά τον Piaget, που είναι η τυπική λογική σκέψη (Mc Donald & Stuart-Hamilton 2003, Genovese 2003). Τέλος, πολλοί ερευνητές υποστηρίζουν ότι η πνευματική ανάπτυξη είναι πολύ πιο συνεχής από τα τέσσερα στάδια που προτείνει ο Piaget (Feldman, 2011).

1.2.2.1.β Ριζοσπαστικός Εποικοδομητισμός

Ο *Ριζοσπαστικός Εποικοδομητισμός* του Von Glaserfeld εστιάζει στα προσωπικά «πρέπει», όπως και ο Γνωστικός του Piaget και στην κατασκευή νοητικών δομών (Kokkotas & Rizaki 2011). Ο Von Glaserfeld το 1984 υποστήριξε ότι υπάρχει μια πραγματικότητα την οποία το άτομο προσεγγίζει ή αποκλίνει από αυτή, χωρίς να ξέρει όμως τι από τα δύο συμβαίνει, καθώς δημιουργεί τα προσωπικά δεδομένα του για τον κόσμο. Επίσης το 1992, ναι μεν αναγνωρίζει ότι η γνώση είναι κάτι προσωπικό, όμως θεωρεί ότι η οικοδόμησή της συντελείται καθώς το άτομο αλληλεπιδρά μέσα στην κοινωνία με τους άλλους ανθρώπους. Η θεωρία αυτή εστιάζει εν τέλει στο πώς οικοδομείται η γνώση και όχι στη γνώση αυτή καθαυτή.

Και αυτή η θεωρία έχει δεχθεί κριτική με πιο αξιοσημείωτη την κριτική από τον O' Loughlin το 1992, ο οποίος αναφέρει ότι η θεωρία αυτή δε λαμβάνει καθόλου υπόψη ούτε την υποκειμενική σκοπιά του μαθητή ούτε ότι από τη φύση της η γνώση τοποθετείται κοινωνικά και ιστορικά (Χιώτη 2016).

1.2.3 Κοινωνικοπολιτιστικές Θεωρίες

1.2.3.1 Κοινωνικός Εποικοδομητισμός

Ενώ, ο Piaget έδωσε έμφαση στις εσωτερικές διεργασίες που συμβαίνουν στο κάθε άτομο ξεχωριστά, ο αναπτυξιολόγος Lev Vygotsky εστίασε στο πώς αυτές οι διεργασίες επηρεάζονται από τις κοινωνικές επαφές. Μελέτησε δηλαδή πώς εξελίσσεται η πνευματική ανάπτυξη ως αποτέλεσμα της συναναστροφής με τα άλλα μέλη μιας κοινωνίας.

Η *Ψυχο-κοινωνική Θεωρία* του Vygotsky αποτέλεσε τη βάση της Κοινωνικο-πολιτιστικής Θεωρίας, η οποία έρχεται σε αντίθεση με τις ατομικιστικές προσεγγίσεις του παρελθόντος. Βασικό χαρακτηριστικό της θεωρίας του αποτελεί η άποψή του πως οι

ιδέες είναι δημιούργημα της συλλογικής δράσης και συνείδησης (Ματσαγγούρας, Τ'Β 2003)

Βασική έννοια που εισήχθη από το Vygotsky αποτελεί η *Ζώνη Επικείμενης Ανάπτυξης* (Ζ.Ε.Α.) και έχει οριστεί, όπως αναφέρεται στο Wertsch 1985, ως:

"*Η απόσταση μεταξύ του παρόντος αναπτυξιακού επιπέδου ενός παιδιού, όπως αυτό προσδιορίζεται από ανεξάρτητες δεξιότητες επίλυσης προβλημάτων και του ανώτερου επιπέδου δυναμικού ανάπτυξης που μπορεί να προσδιοριστεί διαμέσου επίλυσης προβλημάτων, κάτω από την καθοδήγηση ενηλίκων ή σε συνεργασία με ικανότερους συνομιλήκους" (*Μπαρκάτσας Α, 1999 Τ.4).

Ο Vygotsky υποστήριξε ότι τα παιδιά ανακαλύπτουν και μαθαίνουν τον κόσμο γύρω τους μέσω της αλληλεπίδρασης με τους ενήλικες και τα άλλα παιδιά. Ακόμη και η διαδικασία του παιχνιδιού θεωρήθηκε από τον ίδιο σημαντική, καθώς και η συνεργασία, στην κατανόηση της πραγματικότητας από τα παιδιά (Feldman, 2011). Επίσης, έκανε λόγο για τη σύνδεση της ανάπτυξης της μνήμης, της προσοχής και της λογικής με τις επινοήσεις της κοινωνίας, όπως η γλώσσα. Είναι φανερό πόσο σημαντικές θεωρεί τις κοινωνικές συναναστροφές στην εξέλιξη του πνεύματος.

Δίνοντας επίσης μεγάλη βαρύτητα στη συνεργασία, κατέληξε στο ότι ένα άτομο ανώτερο πνευματικά επηρεάζει πολύ κάποιο κατώτερο, όχι μόνο μεταδίδοντάς του πληροφορίες και γνώσεις, αλλά και αποδεικνύοντάς του παθητικά και έμμεσα πόση σημασία έχει η πνευματική εξέλιξη (Santrock, 2008).

Όσον αφορά στη σημασία που έδωσε στη γλώσσα και τον διάλογο, δεν περιορίστηκε απλώς στη θεώρηση ότι αποτελούν σημαντικό εργαλείο επικοινωνίας με τους άλλους. Πηγαίνοντας ένα βήμα παραπέρα μίλησε για τη σημασία του εσωτερικού διαλόγου στην ολοκλήρωση της σκέψης. Ενώ για τον Piaget ο εσωτερικός διάλογος είναι κάτι εγωκεντρικό και ανώριμο, για τον Vygotsky αποτελεί σημαντικότατο εργαλείο από την πρώιμη κιόλας παιδική ηλικία (Santrock, 2008). Αρχικά μάλιστα θεωρεί ότι τα παιδιά

χρησιμοποιούν τη γλώσσα ως μέσο επικοινωνίας με τους άλλους και έπειτα αρχίζουν να επικεντρώνονται στις δικές τους σκέψεις, περνώντας από τον εξωτερικό στον εσωτερικό λόγο. Όπως άλλωστε σημείωσε το 2000, η γλώσσα και η σκέψη αναπτύσσονται ανεξάρτητα και έπειτα συγχωνεύονται.

Κάνοντάς το πιο συγκεκριμένο θεωρεί ότι το παιδί στην ηλικία μεταξύ τριών και επτά ετών μιλάει στον εαυτό του, ενώ σιγά-σιγά περνάει στο σημείο να μη μιλάει καθώς εκτελεί μια πράξη και έτσι εσωτερικεύει σταδιακά το λόγο του. Τον εσωτερικό λόγο τον θεώρησε μεγάλης σημασίας εργαλείο, καθώς υποστήριξε ότι τα παιδιά που τον χρησιμοποιούν πολύ, έχουν μεγαλύτερη κοινωνική επάρκεια από εκείνα που τον χρησιμοποιούν λιγότερο ή και καθόλου. Ακόμα και σύγχρονοι ερευνητές στηρίζουν την άποψή του αυτή για τον εσωτερικό λόγο και τη θετική επίδραση στην πνευματική ανάπτυξη των παιδιών (Winsler, 2003).

Σύμφωνα με τον Santrock (2008), οι θεωρίες του Vygotsky επηρέασαν πολλούς εκπαιδευτικούς και έχουν εφαρμοστεί με θετικά αποτελέσματα. Για να αυξηθούν οι δεξιότητες του παιδιού, ο δάσκαλος πρέπει να διδάσκει προς αυτή την κατεύθυνση, δίνοντας στον μαθητή μόνο όση βοήθεια χρειάζεται. Ο Vygotsky επίσης σύμφωνα με τον Santrock (2008) πρότεινε παιδιά που είχαν περισσότερες ή και ανώτερες ακόμα δεξιότητες να χρησιμοποιούνται ως δάσκαλοι προς τους λιγότερο ικανούς συνομηλίκους τους, μια και έτσι οι δεύτεροι παροτρύνονταν ακόμα περισσότερο να προσπαθήσουν και να βελτιωθούν, αποδεικνύοντας ξανά πόση σημασία έδινε στις κοινωνικές συναναστροφές και το θετικό ερέθισμα που μπορεί να λάβει ένα παιδί από ένα άλλο. Κάτι ακόμα σημαντικό και άξιο αναφοράς είναι η πρόταση του Vygotsky να εντάσσεται η διδασκαλία στην καθημερινότητα και τις απλές δραστηριότητες του παιδιού και όχι να λογίζεται ως κάτι ξεκομμένο από τη ζωή. Αντί λοιπόν να μαθαίνουν τυποποιημένες γνώσεις στο σχολείο, είναι πολύ καλύτερο να τους διδάσκεται η γνώση με τρόπο που να αντιλαμβάνονται εύκολα ότι τα βοηθά ακόμα και σε απλές πράξεις της καθημερινότητας και της ζωής. Αυτός άλλωστε είναι και ο καλύτερος τρόπος να μαθαίνει και σήμερα κανείς τις θετικές επιστήμες, μέσα δηλαδή από την εξήγηση πολλών καθημερινών φαινομένων.

Οι θεωρίες των Piaget και Vygotsky έρχονται σε αντίθεση σε ένα βασικό σημείο:

Ο πρώτος θεωρεί ότι η ανάπτυξη προηγείται της μάθησης και έτσι ο εκπαιδευτικός συμβάλλει μόνο δημιουργώντας ένα περιβάλλον σύγκρουσης στον μαθητή, ενώ ο δεύτερος υποστηρίζει ότι η μάθηση οδηγεί στην ανάπτυξη και έτσι ο εκπαιδευτικός μπορεί να έχει πιο σημαντικό ρόλο με τη διδασκαλία του, χωρίς την οποία δε θα υπάρξει γνωστική ανάπτυξη στον μαθητή μια και από μόνος του δεν διαθέτει τα αναγκαία για να επιτύχει μια τέτοια εξέλιξη. Επίσης, ο Vygotsky θεωρεί ότι η νοητική εξέλιξη ξεκινά από το κοινωνικό και οδεύει προς το ατομικό, ενώ ο Piaget το ακριβώς αντίθετο.

Οι σύγχρονοι οπαδοί του εποικοδομητισμού ενώνουν τις δύο αυτές φαινομενικά αντίθετες θεωρίες και αναγνωρίζουν ότι η επικοινωνία μεταξύ μαθητών, μέσω της συνεργασίας και της αλληλοδιδασκαλίας επενεργεί αναπτυξιακά με άμεσο τρόπο οδηγώντας σε ανώτερα σχήματα από ό,τι η ατομική δράση. Έτσι τελευταία γίνεται λόγος και για την έννοια του «Συνεποικοδομισμού» (Ματσαγγούρας, Τ'Β 2003).

Τέλος, μια πρόταση που συνοψίζει τη σημασία και του Ατομικού και του Κοινωνικού εποικοδομητισμού έρχεται από την ερευνητική ομάδα της Driver το 1994, που κατέληξε στο ότι για να συντελεστεί η μάθηση των θετικών επιστημών πρέπει ο μαθητής να εισαχθεί στο πνεύμα της εκάστοτε επιστήμης και κάτι τέτοιο δεν είναι εφικτό μόνο από την εσωτερική του αναζήτηση, αλλά και από την περαιτέρω παρότρυνση από άλλους (Driver, R. 1994)

1.2.3.2 Διερευνητική-Ανακαλυπτική Μάθηση

Από την εποχή του Σωκράτη, που ενίσχυε τη δημιουργικότητα των μαθητών του και του Πλάτωνα, που καθόρισε έναν επιστημονικό τρόπο εργασίας στη μάθηση, παρατηρείται προσπάθεια από τον μαθητή να μαθαίνει εκούσια και αυτόβουλα, κάνοντας χρήση των εμπειριών και δυνατοτήτων του. Ωστόσο, στη σύγχρονη εποχή, αυτός που οργάνωσε και τεκμηρίωσε αυτή την προσπάθεια των μαθητών για διερεύνηση και ανακάλυψη είναι ο Jerome Bruner, ο οποίος υποστηρίζει ότι έργο του δασκάλου είναι να διδάσκει το μαθητή τα θέματα που θέλει μέσα από τη σκοπιά που έχει ο μαθητής για τον κόσμο. Ως

γνωστικός ψυχολόγος εστιάζει στη *διευκόλυνση της μάθησης* μέσα από την κατανόηση επιστημονικών αξιωμάτων, θεωρημάτων και συμπερασμάτων, όπως και στην *ανακαλυπτική μέθοδο* ή την *καθοδηγούμενη ανακάλυψη*.

Σύμφωνα με τον Bruner λοιπόν, οι γνώσεις πρέπει να παρουσιάζονται στο παιδί με τρόπο «*απλό και συμβατό με τις μαθησιακές του δυνατότητες».* Η ανακαλυπτική μάθηση και οι στρατηγικές επίλυσης προβλημάτων δεν αναπτύσσονται αυτόματα στο μαθητή, αλλά σχετίζονται με τις εμπειρίες του και είναι δεξιότητες που μαθαίνονται μέσω του δασκάλου. Ο δάσκαλος οφείλει να καθοδηγεί τον μαθητή προς την "ανακάλυψη" νόμων και αρχών που σχετίζονται όχι μόνο με τα διάφορα φαινόμενα, αλλά και με τον τρόπο σκέψης του, να τον διδάσκει ουσιαστικά πώς να σκέφτεται ώστε να οδηγείται στην «ανακάλυψη».

Κατά τον Bruner τα στάδια από τα οποία περνάει το παιδί για να κατανοήσει τις πληροφορίες και να αναπτυχθεί πνευματικά είναι:

- Το στάδιο της *πραξιακής αναπαράστασης*, κατά το οποίο το παιδί αντιλαμβάνεται τον κόσμο μέσω των κινήσεών του.
- Το στάδιο της *εικονικής αναπαράστασης*, κατά το οποίο δημιουργούνται εικόνες στο μυαλό του παιδιού χωρίς όμως ακόμα να μπορεί να συνδυάσει τις εικόνες αυτές.
- Το στάδιο της σ*υμβολικής αναπαράστασης*, κατά το οποίο το παιδί μπορεί πλέον να αναπαριστά με αφηρημένα σύμβολα τις σχέσεις μεταξύ των πραγμάτων, να τις αναλύει και να διατυπώνει θεωρίες. Αυτό είναι και το ανώτερο στάδιο της νοητικής ανάπτυξής του.

Ο Bruner θεωρεί ότι ο μαθητής πρέπει να προχωρά και παραπέρα από όσες γνώσεις λαμβάνει παθητικά από τον δάσκαλο, να εμβαθύνει περαιτέρω και προς αυτό τον στόχο να στρέφεται η διδασκαλία. Ακόμα, ο μαθητής πρέπει να μπορεί να συσχετίζει όσα μαθαίνει μια δεδομένη στιγμή με άλλες ήδη κεκτημένες γνώσεις ή άλλες μελλοντικές, να

συνδέει ουσιαστικά τις γνώσεις του και να οδηγείται και σε νέες που πιθανόν ο ίδιος να ανακαλύψει.

Μια από τις πιο σημαντικές απόψεις του Bruner είναι ότι όλοι οι μαθητές και σε οποιαδήποτε ηλικία μπορούν να μάθουν οτιδήποτε αρκεί να υπάρχει η σωστή οργάνωση της ύλης και η σωστή μεθόδευση της διδασκαλίας. Η άποψη αυτή προκάλεσε αντιδράσεις, μια και συγκρουόταν με τις μέχρι τότε αντιλήψεις. Ωστόσο η θεωρία του αυτή άλλαξε τη φύση των αναλυτικών προγραμμάτων, αλλά και την οργάνωση και τον τρόπο διεξαγωγής της διδασκαλίας (Θεοδώρου 2011).

1.2.3.3 Συνεργατική Μάθηση

Στις μέρες μας, όπου οι συνθήκες ζωής στις μεγαλουπόλεις, αλλά και οι σύγχρονες επιταγές αποξενώνουν τους πολίτες, παρατηρείται η αντίφαση να ζητείται στην αγορά εργασίας όλο και περισσότερο η ικανότητα συνεργασίας με άλλα άτομα. Από τη μία το παιδί δεν παίζει πλέον στη γειτονιά με άλλα παιδιά, αλλά είτε κλείνεται σε ένα δωμάτιο και αφιερώνει μεγάλο μέρος της παιδικής του ηλικίας μπροστά σε μια οθόνη υπολογιστή είτε κάνει το ίδιο στον ίδιο χώρο με άλλα παιδιά και από την άλλη σε όλες σχεδόν τις θέσεις εργασίας θα αντιμετωπίσει την πρόκληση να συνεργαστεί αποτελεσματικά και ουσιαστικά με συναδέλφους του. Η σημασία λοιπόν της συνεργατικότητας είναι δεδομένη και πρέπει να ξεκινά από τα πρώιμα παιδικά χρόνια και την προσχολική ηλικία.

Η έννοια της *Συνεργατικής Μάθησης* μπορεί να περιγραφεί ως η ενασχόληση πολλών ατόμων με ένα θέμα με τρόπο τέτοιο που να προωθείται η μάθηση καθενός ξεχωριστά με τη χρήση όμως της όλης συνεργατικής διαδικασίας. Η συνεργατική μάθηση μπορεί να προσφέρει πολλά και στην προσωπικότητα και στην ψυχολογία του ατόμου, όπως αυτοπεποίθηση. Επίσης, μπαίνοντας στη διαδικασία αναμετάδοσης της γνώσης σε τρίτους, το άτομο κατανοεί σε βάθος και εμπεδώνει ακόμα καλύτερα τη συγκεκριμένη γνώση.

Η Συνεργατική Μάθηση μπορεί να επιφέρει πληθώρα οφελών στο άτομο, κάποια από τα οποία είναι τα εξής:

- Η προώθηση και βελτίωση των διαπολιτισμικών σχέσεων μέσω της συνεργασίας με μαθητές ή εργαζομένους άλλων χωρών.
- Η ανάπτυξη δεξιοτήτων που σχετίζονται με τη σύσταση και την οργάνωση ομάδων εργασίας.
- Καλλιέργεια πνεύματος αλληλεγγύης και συναδελφικότητας, που αποτελούν σημαντικές αρετές και μείωση σε ένα βαθμό του ανταγωνιστικού πνεύματος.
- Αύξηση των κινήτρων για μάθηση είτε λόγω συναγωνισμού-ανταγωνισμού είτε λόγω της ανάγκης του ατόμου να συμβαδίζει με το πνευματικό και γνωστικό επίπεδο των άλλων ώστε να εντάσσεται καλύτερα σε κοινωνικές και εργασιακές ομάδες. Τα αυξημένα αυτά κίνητρα με τη σειρά τους οδηγούν σε:
    - Υψηλότερο μορφωτικό, άρα και βιωτικό επίπεδο.
    - Αύξηση της αυτοεκτίμησης μέσω της κατάκτησης περισσότερων δεξιοτήτων, μέσω των οποίων ο μαθητής ή ο εργαζόμενος μπορεί να ανεβαίνει σε ιεραρχία, πραγματική ή νοητή, καθώς και στην εκτίμηση των άλλων. Επίσης, η αυτοεκτίμηση αυξάνεται διότι πλέον το άτομο γίνεται ακόμα πιο απαραίτητο σε ομάδες εργασίας ή ακόμα και στο ομαδικό παιχνίδι ή τη διασκέδαση και έτσι προάγεται και η κοινωνικοποίησή του.

(Θεοδώρου 2011)

1.2.4 Θεωρία Γνωστικών Φορτίων

Ως γνωστικό φορτίο αναφέρεται το φορτίο της γνώσης που έρχεται να προστεθεί στο ήδη υπάρχον σύστημα γνώσεων του μαθητή κατά τη διεξαγωγή μιας μαθησιακής δραστηριότητας.

Βιβλιογραφικά αναφέρονται τρεις τύποι γνωστικών φορτίων που είναι οι εξής:

- Το *εξωγενές*, που αναφέρεται στο περιβάλλον μάθησης και τον τρόπο με τον οποίο παρουσιάζονται οι πληροφορίες.
- Το *εγγενές*, που σχετίζεται με τον διδακτικό στόχο και σχεδιασμό.
- Το *συναφές*, που συνδέεται με την πνευματική προσπάθεια ώστε να δημιουργηθούν σωστά νοητικά σχήματα.

Η βασική διάκριση μεταξύ εξωγενούς, εγγενούς και συναφούς γνωστικού φορτίου έγκειται στο ότι το εγγενές αφορά στον σχεδιασμό του μαθήματος και σχετίζεται με το γνωστικό επίπεδο του μαθητή. Ο σχεδιασμός αυτός, άρα το εγγενές φορτίο, μπορεί να οδηγήσει στο εξωγενές που αφορά στον τρόπο παρουσίασης της γνώσης και από μόνο του είναι σχετικά αναποτελεσματικό στη μαθησιακή διαδικασία, αλλά και στο συναφές που είναι αντιθέτως ιδιαίτερα αποτελεσματικό, καθώς συμβάλλει στη μάθηση μέσω π.χ. επεξηγήσεων και συνδέσεων με άλλες πληροφορίες-γνώσεις.

Σύμφωνα με την κλασσική θεωρία των γνωστικών φορτίων, το μαθησιακό υλικό καλό είναι να ελαχιστοποιεί την ανάγκη χρήσης του εξωγενούς φορτίου και να οδηγεί στη χρήση περισσότερο του συναφούς. Οι Schnotz και Kurschner (2007) προτείνουν μάλιστα το συναφές φορτίο όχι απλώς να μεγιστοποιείται, αλλά να προσαρμόζεται στο εγγενές ανάλογα με τον διδακτικό στόχο, λαμβάνοντας όμως υπόψη και τη λειτουργική μνήμη. Οι περιορισμοί που τίθενται από τη λειτουργική μνήμη είναι αυτοί που πρέπει να υπολογίζονται κατά τον σχεδιασμό του μαθήματος ώστε να βελτιστοποιείται ο τρόπος διδασκαλίας σύμφωνα με τη θεωρία των γνωστικών φορτίων. Η λειτουργική μνήμη έχει ως βασικό άξονα το μηχανισμό που συντονίζει την επεξεργασία και αφομοίωση βασικών πληροφοριών, ενώ παράλληλα παρέχει τη δυνατότητα στο μαθητή να προσθέτει πληροφορίες συνδυάζοντας τα κατάλληλα στοιχεία στη μακροπρόθεσμη μνήμη του, τα λεγόμενα “νοητικά σχήματα”, τα οποία είναι οι γνωστικές δομές που αποτελούν τη βάση της γνώσης.

Σύμφωνα τώρα με τη θεωρία των γνωστικών σχημάτων, το άτομο αποθηκεύει τη γνώση στη μακροπρόθεσμη μνήμη του σε σχήματα, ώστε να είναι ευπρόσιτη όταν τη χρειαστεί. Ουσιαστικά, τα σχήματα είναι ο τρόπος σύνδεσης των διάφορων πληροφοριών που σχετίζονται μεταξύ τους και η χρήση τους αυξάνει τη δυνητική σύνδεση και αφομοίωση νέων γνώσεων. Τα γνωστικά σχήματα περιορίζουν κατά κάποιον τρόπο το φορτίο στη λειτουργική μνήμη κρατώντας μόνο τις απαραίτητες πληροφορίες που χρειάζονται κάθε φορά. Ακόμα, με τον χρόνο, τα σχήματα αυτά αυξάνουν τις γνώσεις και τις συνδέσεις τους, μετατρέποντας τον αρχάριο και άπειρο σε έμπειρο και γνώστη. Βέβαια, η δόμηση αυτών των σχημάτων εξαρτάται από τη λειτουργική μνήμη του ατόμου και από το πόσο κοντά στην πνευματική του ικανότητα είναι το εκάστοτε γνωστικό φορτίο (Cook M.P. 2006).

1.2.5 Πρόσφατες θεωρίες - Η Μετασχηματίζουσα Μάθηση

Μια θεωρία για τη μάθηση που παρουσιάστηκε και αναλύθηκε πρόσφατα είναι αυτή που αναφέρεται στο βιβλίο του Jack Mezirow “Η Μετασχηματίζουσα Μάθηση”. Η εν λόγω θεωρία βασίζεται στην ατομική εξήγηση των προσωπικών εμπειριών και βιωμάτων. Σύμφωνα λοιπόν με τον Mezirow, σημαντική συνθήκη της ανθρώπινης ύπαρξης αποτελεί η επιτακτική ανάγκη για κατανόηση και ερμηνεία των διάφορων εμπειριών μας καθώς και για ενσωμάτωσή τους στις ήδη υπάρχουσες, διαφορετικά ελλοχεύει ο κίνδυνος της στροφής προς την παράδοση ή τις πηγές εξουσίας ή ακόμα και προς τους ψυχολογικούς μηχανισμούς, όπως της προβολής, της εκλογίκευσης κ.ά προκειμένου να δημιουργηθούν φαντασιακά νοήματα.

Όπως πολύ εύστοχα σημειώνει ο Mezirow επίσης:

“*Οι πεποιθήσεις και οι κατανοήσεις μας είναι πιο αξιόπιστες όταν παράγουν ερμηνείες και απόψεις που είναι πιο αιτιολογημένες ή αληθινές από όσο θα ήταν αν βασίζονταν με απόλυτο τρόπο σε άλλες πεποιθήσεις ή κατανοήσεις.”*

Η θεωρία του δηλαδή εστιάζει στην ερμηνεία που δίνει ο καθένας στις εμπειρίες που έχει και όσα βιώνει, που φυσικά η ερμηνεία αυτή πηγάζει από ήδη υπάρχουσες ερμηνείες άλλων αντίστοιχων εμπειριών-βιωμάτων, από τις αξίες του ατόμου και τις απόψεις του.

Άλλωστε ο Mezirow τονίζει τη σύνδεση των πεποιθήσεων ενός ατόμου με τις επιρροές που έχει δεχτεί χρησιμοποιώντας το συμπέρασμα του Weiss (1997), ο οποίος καταλήγει ότι η έρευνα σχετικά με την ασυναίσθητη απόκτηση γνώσης δείχνει ότι ο άνθρωπος διαθέτει μια ακούσια ικανότητα να συμπεραίνει ξεκινώντας από σύνθετα δεδομένα, να επιλύει περίπλοκα προβλήματα και να φτάνει σε ευρείες γενικεύσεις έχοντας ως αφετηρία συγκεκριμένες εμπειρίες. Η ακούσια αυτή ικανότητα να συλλέγει το άτομο πληροφορίες είναι πολύ πιο περίπλοκη και ραγδαία από ότι η συνειδητή ικανότητα να πράξει το ίδιο. Επίσης, ο άνθρωπος δεν αντιλαμβάνεται την ασυναίσθητη διαδικασία που ακολουθεί για τη συλλογή πληροφοριών και έτσι δεν μπορεί να την περιγράψει, παρά έχει μόνο συνείδηση των αποτελεσμάτων των ασυνείδητων νοητικών του δραστηριοτήτων.

Πρακτικά λοιπόν η Μετασχηματίζουσα Μάθηση προκύπτει με έναν από τους εξής τέσσερις τρόπους:

- Επεξεργασία υπαρχόντων πλαισίων αναφοράς
- Μάθηση νέων πλαισίων αναφοράς
- Μετασχηματισμό απόψεων
- Μετασχηματισμό νοητικών συνηθειών.

(Mezirow, 2007)

1.3 Σύνδεση Διδασκαλίας και Μάθησης

Η *διδασκαλία* αποτελεί ενέργεια που αποσκοπεί στο να προαγάγει τη μάθηση. Παλιότερα μερικοί παδαγωγοί, όπως π.χ. ο J. Dewey (1933) και ο W. Kilpatrick (1926)

θεωρούσαν ότι υπάρχει αιτιατή σχέση μεταξύ της διδασκαλίας και της μάθησης, ότι δηλαδή για να υπάρξει η διδασκαλία πρέπει υποχρεωτικά να υπάρξει και η μάθηση. Νεότεροι όμως παιδαγωγοί, ναι μεν αποδέχονται τη στενή σχέση διαδασκαλίας και μάθησης, αλλά δεν αναγνωρίζουν αυτή την αιτιατή σχέση, διατυπώνοντας την άποψη ότι για να υπάρξει η μάθηση πρέπει να έχει υπάρξει η διδασκαλία, χωρίς όμως η δεύτερη από μόνη της να εγγυάται το επιθυμητό αποτέλεσμα. Είναι αντίστοιχο του αγώνα και της νίκης. Όταν αγωνίζεται κάποιος σκοπεύει φυσικά στη νίκη, αλλά δεν είναι και δεδομένη. Ομοίως λοιπόν κάθε τρόπος και προσπάθεια διδασκαλίας πρέπει να αποσκοπεί στη μάθηση. Το αν θα το πετύχει υποδεικνύει και πόσο κατάλληλη ή όχι ήταν η μέθοδος που ακολουθήθηκε.

Το να εξασφαλιστεί η επιτυχία της διδασκαλίας, ακόμα και η εξακρίβωσή της είναι δύσκολο. Η δυσκολία αυτή έγκειται στο ότι δεν είναι εύκολο να καθοριστεί τι ακριβώς συνιστά βελτίωση, πώς εξακριβώνεται και πώς επιτυγχάνεται. Οφείλεται όμως κυρίως στο ότι η επιδιωκόμενη βελτίωση είναι προσωπική υπόθεση του μαθητή και όχι του διδάσκοντα, ο οποίος θέτει τους στόχους και προσφέρει τη διδασκαλία-διδάσκει. Ακόμα, η βούληση του μαθητή να μοχθήσει γνωστικά και συναισθηματικά ώστε να επιτευχθεί μάθηση επηρεάζεται από πολλούς παράγοντες. Έτσι είναι εύκολο να εξηγηθεί μια πιθανή αποτυχία να μάθει χωρίς απαραίτητα να ευθύνεται η διδασκαλία και ο τρόπος της για την αποτυχία αυτή. Μάλιστα τη θέση αυτή ενισχύει και η σύγχρονη αντίληψη της Γνωστικής Ψυχολογίας γύρω από τη φύση και τη διαδικασία της μάθησης, που καθιστά αντιληπτό ότι «*η διδασκαλία βοηθά και διευκολύνει, αλλά δεν προκαλεί αιτιωδώς τη μάθηση.»* Μια διδασκαλία λοιπόν, δεν μπορεί να χαρακτηρίζεται επιτυχημένη ή αποτυχημένη για το σύνολο των μαθητών μιας τάξης, δεδομένου ότι κάθε μαθητής μαθαίνει ή όχι με το δικό του τρόπο και τους δικούς του ρυθμούς.

Μεταξύ λοιπόν της Διδασκαλίας και της Μάθησης, σύμφωνα με το Ματσαγγούρα (2003), πρέπει να εισαχθεί μια ακόμα έννοια, αυτή της “Μαθητείας”. Με τον όρο αυτό υπονοεί

> “*τις ενέργειες και τις δραστηριότητες της προσοχής, της λογικής επεξεργασίας, της ανάγνωσης, της γραφής, των ερωταποκρίσεων, της παραγωγής και αναπαραγωγής της γνώσης και γενικά κάθε μορφή σκέψης, πράξης και*

διαπροσωπικής αλληλεπικοινωνίας που αναπτύσσει ο μαθητής κατά την ώρα της διδασκαλίας".

Ουσιαστικά δηλαδή ξεχωρίζει τη διαδικασία της μάθησης από το αποτέλεσμά της και αποκαλεί αυτή τη διαδικασία "Μαθητεία".

Επομένως, για να υπάρχει διδασκαλία πρέπει να υπάρχουν και *δραστηριότητες μαθητείας.* Αν ο μαθητευόμενος βρίσκεται νοερά εκτός τάξης ή ασχολείται με κάτι άλλο τη στιγμή που ο διδάσκων «παραδίδει» μάθημα, τότε δεν υπάρχει διδασκαλία, αλλά κάποιο είδος διάλεξης ή επίδειξης. Αν όμως συμβαίνουν έστω και κάποιες ενέργειες από μεριάς μαθητευομένου, τότε σαφώς υπάρχει διδασκαλία. Μάλιστα, όσο περισσότερες είναι οι ενέργειες αυτές του μαθητευομένου, όσο δηλαδή καλύτερη είναι η μαθητεία, τόσο περισσότερο, αποτελεσματικότερα και γρηγορότερα η διδασκαλία αποφέρει τους επιθυμητούς καρπούς, την ποιοτική μάθηση.

Οι ενέργειες αυτές του μαθητή έχουν άμεση σχέση με τις αντίστοιχες του διδάσκοντα. Όπως είναι π.χ. η διήγηση με την ακρόαση, η παρουσίαση με την παρακολούθηση, η υπόδειξη με τη μίμηση-επανάληψη, η ερώτηση με την απάντηση κλπ. Οι ενέργειες λοιπόν και διδάσκοντα και μαθητευομένου απαρτίζουν μια *«αμφίδρομη διδακτική διαδικασία»*. Οι ενέργειες λοιπόν της κάθε πλευράς αλληλοεξαρτώνται και αλληλεπιδρούν. Το ότι αυτή η σχέση των ενεργειών είναι τόσο ισχυρή εξασφαλίζει κατά τον Gagné την αποτελεσματικότητα της διδακτικής παρέμβασης, δηλαδή την απόκτηση της γνώσης από το μαθητευόμενο.

Σύμφωνα με τον Ματσαγγούρα (2003) η Διδασκαλία και η Μάθηση δεν παρουσιάζουν τόσο ισχυρό δεσμό, αν αναλογιστεί κανείς και την περίπτωση της «*Αυτομάθησης»*, όπου τότε επιτυγχνάνεται η Μάθηση χωρίς να έχει προηγηθεί Διδασκαλία. Η σύνδεση Διδασκαλίας και Μαθητείας είναι, που ανάλογα με την ισχύ της, επιφέρει την επιτυχία της Διδασκαλίας. Σύμφωνα με την άποψη του Dewey, για να θεωρείται η δραστηριότητα του διδάσκοντα διδασκαλία, πρέπει να καταφέρει να προκαλέσει δραστηριότητες Μαθητείας,

αλλιώς όπως προαναφέρθηκε η δραστηριότητα αυτή του διδάσκοντα είναι μια πληροφόρηση, επίδειξη κλπ.

Συνεπώς, γίνεται εύκολα αντιληπτό ότι από την ποιότητα της Διδασκαλίας εξαρτώνται η ποιότητα και η διάρκεια της Μαθητείας, από τις οποίες εν τέλει εξαρτάται και ο «Βαθμός Μάθησης». Η Μαθητεία λοιπόν έρχεται σαν αποτέλεσμα της Διδασκαλίας και αποτελεί αίτιο της Μάθησης. Ωστόσο η σχέση Διδασκαλίας-Μαθητείας-Μάθησης δεν είναι τόσο απλή διότι στην έννοια της Μαθητείας υπεισέρχονται και άλλοι παράγοντες που μπορούν να επηρεάσουν τη Μαθητεία. Τέτοιοι παράγοντες μπορεί να είναι π.χ. το ενδιαφέρον, οι προϋπάρχουσες γνώσεις, το νοητικό επίπεδο, οι στάσεις και οι εμπειρίες του Μαθητή, αλλά και οι "*άμεσες φυσικο-κοινωνικές συνθήκες μέσα στις οποίες λαμβάνει χώρα η διδασκαλία"*, όπως η σχέση μεταξύ συμμαθητών και η διατάραξή τους ή τα δομικά προβλήματα σε μια αίθουσα διδασκαλίας και η ευχάριστη θερμοκρασία του χώρου.

Για να καθίσταται λοιπόν επιτυχής η Διδασκαλία, ο διδάσκων οφείλει να ενεργεί σύμφωνα με τα όσα έχουν προαναφερθεί και να διασφαλίζει εκ των προτέρων το ενδιαφέρον του μαθητευομένου, καθώς και τις κατάλληλες φυσικές και κοινωνικές συνθήκες. Φυσικά για τις τελευταίες δεν είναι υπεύθυνος μόνο ο διδάσκων. Η Διδασκαλία, συνεπώς, μετατρέπεται, σύμφωνα και με τους Jones, Palinscar, Ogle & Carr (1987), σε μια πολύπλοκη διαδικασία εξασφάλισης ευαίσθητων ισορροπιών μεταξύ Διδακτικών Στόχων, μεθόδων και υλικών, της εμπειρίας του μαθητευομένου και των συνθηκών του Διδακτικού Πλαισίου. Ο βαθμός και ο τρόπος που αντιλαμβάνεται ο διδάσκων τις πολύπλοκες αυτές σχέσεις και ο τρόπος με τον οποίο επιχειρεί να διασφαλίζει τις ισορροπίες εξαρτάται από την επαγγελματική του κατάρτιση, καθώς και από την προσωπική του θεωρία για τη διδασκαλία (Ματσαγγούρας 2003 τ.Α.)

1.4 Μέθοδοι Διδασκαλίας και Διδακτικά Εργαλεία

Επιχειρώντας μια σύνοψη σε όσα αναφέρθηκαν παραπάνω για τη σύνδεση Διδασκαλίας και Μάθησης και σύμφωνα με τον Ματσαγγούρα (2003), η Διδασκαλία μπορεί να οριστεί ως:

«Το σύνολο των προγραμματισμένων και μεθοδικών δραστηριοτήτων που επιλέγει να αναπτύξει ο εκπαιδευτικός μέσα σ' ένα πλαίσιο επικοινωνίας και αλληλεπίδρασης με τους μαθητές, προκειμένου να εμπλέξει με φυσικό και αβίαστο τρόπο τους τελευταίους σε δραστηριότητες μαθητείας, οι οποίες κρίνει ότι θα οδηγήσουν στην υλοποίηση των μαθησιακών και αναπτυξιακών σκοπών του αναλυτικού προγράμματος.»

Οι μέθοδοι που ακολουθούνται προς την επίτευξη της διδασκαλίας μπορούν να ταξινομηθούν ανάλογα με πολλά κριτήρια. Μια καλή συνοπτική παρουσίαση των μοντέλων και στρατηγικών διδασκαλίας επιχειρείται από τον Γ. Σαλβαρά και τη Μ. Σαλβαρά (2007), οι οποίοι ταξινομούν τα μοντέλα διδασκαλίας σε τέσσερις βασικές κατηγορίες με βάση τις βασικές ανθρώπινες ικανότητες και είναι οι εξής:

- Η *αναπαραγωγή* γνώσεων
- Η *εξομοίωση* με το πρότυπο
- Η *ανακάλυψη* γνώσεων
- Η *παραγωγή* γνώσεων

Αντίστοιχα λοιπόν υπάρχει το μοντέλο διδασκαλίας:

- Της *αναπαραγωγής* που βασίζεται στο συμπεριφορισμό.
- Της *εξομοίωσης* που βασίζεται στον κοινωνικό και γνωστικό συμπεριφορισμό.
- Της *ανακάλυψης* που πηγάζει από τον γνωστικισμό/δομισμό.
- Της *παραγωγής* που απορρέει από τον εποικοδομητισμό.

Στο πλαίσιο διδασκαλίας της *αναπαραγωγής* η προσέγγιση προσανατολίζεται στον δάσκαλο. Κατά τη διενέργεια του μαθήματος κυριαρχούν οι δασκαλομαθητικές σχέσεις και κύριος στόχος είναι η μάθηση και διατήρηση των γνώσεων. Για τον σκοπό αυτό ο μαθητής καθοδηγείται με τη δήλωση του μαθησιακού στόχου, την τακτική των μικρών βημάτων, την ταυτόσημη επανάληψη, την άμεση ανατροφοδότηση μετά από κάθε βήμα και την ενίσχυση. Ο μαθητής ενεργεί μηχανικά, αναπαράγοντας τη γνώση που παρουσίασε ο δάσκαλος. Η επικοινωνία είναι μονόδρομη, με απόλυτη κυριαρχία των λεκτικών παρεμβάσεων του δασκάλου. Τέλος, μεγάλη έμφαση δίνεται στο αποτέλεσμα που αξιολογείται με αποδεικτικό τρόπο, δηλαδή αξιολογώντας πόσο καλά έμαθε τη γνώση ο μαθητής. Με το πλαίσιο αυτό ο μαθητής κερδίζει στη μάθηση, αλλά χάνει στη διατήρηση της γνώσης.

Στο πλαίσιο διδασκαλίας της *εξομοίωσης* η προσέγγιση είναι μεικτή, καθώς το πρώτο μέρος της διδασκαλίας είναι προσανατολισμένο στον δάσκαλο και κυριαρχούν οι δασκαλομαθητικές σχέσεις, ενώ το δεύτερο μέρος προσανατολίζεται στους μαθητές και κυριαρχούν οι διαμαθητικές σχέσεις. Κατά το πλαίσιο διδασκαλίας αυτό, η μάθηση συντελείται με την παρατήρηση και τη μίμηση προτύπου, δηλαδή οι μαθητές καταγράφουν τη συμπεριφορά του προτύπου, την κωδικοποιούν και την αναπλάθουν στα όρια της αρχικής. Σκοπός της διδασκαλίας είναι η εξομοίωση με το πρότυπο με την καθοδήγηση του δασκάλου. Αυτός ο τρόπος διδασκαλίας όμως στοχεύει πρακτικά στο ξεκίνημα της χειραφέτησης του μαθητή και την ανάληψη ευθύνης και αποφάσεων από αυτόν. Επίσης, εισάγει την αλληλεκπαίδευση των μαθητών. Οι μαθητές πλέον ρυθμίζουν από μόνοι τους τη συμπεριφορά τους, αρχίζουν να ενεργούν σκεπτόμενοι, η κατεύθυνση της επικοινωνίας δασκάλου και μαθητών γίνεται σταδιακά αμφίδρομη, και τέλος οι λεκτικές παρεμβάσεις μεταξύ δασκάλου και μαθητών αποκτούν μια ισόρροπη σχέση. Ουσιαστικά ο δάσκαλος αποτελεί το υπόδειγμα, αλλά στη συνέχεια συμπορεύεται με τους μαθητές στην εκτέλεση της όλης διδακτικής διαδικασίας. Τέλος, η αξιολόγηση έχει προγνωστικό χαρακτήρα, δηλαδή να αντιληφθούν οι μαθητές πού θα τους χρησιμεύσει η γνώση. Με αυτό το πλαίσιο οι μαθητές δεν επιτυγχάνουν τόσο καλή μάθηση, αλλά πετυχαίνουν καλύτερη διατήρηση της γνώσης.

Κατά τη διδασκαλία με *ανακαλυπτικό* τρόπο η προσέγγιση είναι κοινή. Άλλοτε ο δάσκαλος και άλλοτε οι μαθητές λαμβάνουν τις αποφάσεις. Σκοπός του τρόπου αυτού είναι να αναπτυχθεί ένα κλίμα αναζήτησης, διερεύνησης και επαλήθευσης. Οι μαθητές δρουν σκεπτόμενοι και ρυθμίζουν μόνοι τους τη συμπεριφορά τους, παρακολουθώντας και ελέγχοντας οι ίδιοι τις διαδικασίες που εφαρμόζουν. Ακόμα, η κατεύθυνση της επικοινωνίας είναι αμφίδρομη και οι λεκτικές παρεμβάσεις παρουσιάζουν μια σχέση υπέρ των μαθητών. Επίσης, οι διαμαθητικές σχέσεις αυξάνονται, όπως και η αυτονομία τους. Με τον τρόπο αυτόν διδασκαλίας, ο δάσκαλος σταδιακά δίνει περισσότερη ελευθερία στους μαθητές ώστε να συνδιαμορφώνουν το σχέδιο του μαθήματος. Τέλος, δίνεται έμφαση στον διαμορφωτικό χαρακτήρα της αξιολόγησης, δηλαδή στον τρόπο με τον οποίο επιτεύχθηκε η μάθηση. Μέσω του ανακαλυπτικού τρόπου οι μαθητές μαθαίνουν να διατάσσουν καλά τη γνώση με τη χρήση εννοιολογικών χαρτών και να συγκροτούν γνωστικές δομές.

Κατά τη διδασκαλία με τον τρόπο της *παραγωγής* η προσέγγιση προσανατολίζεται στον μαθητή και κυριαρχούν οι σχέσεις μεταξύ τους. Το πλαίσιο διδασκαλίας αυτό στηρίζεται στη διέγερση της δημιουργικής σκέψης των μαθητών και ενδιαφέρεται να αναπτύξει την αυτορρύθμιση και συρρύθμιση της συμπεριφοράς τους. Σ' αυτό το πλαίσιο διδασκαλίας, η δράση των μαθητών είναι συνειδητή, δηλαδή θέτουν στόχους, παρακολουθούν την πραγματοποίησή τους μέσω της ανατροφοδότησης και αναπτύσσουν διορθωτική δράση. Η κατεύθυνση της επικοινωνίας είναι ανακυκλωτική και η σχέση των λεκτικών παρεμβάσεων μεταξύ δασκάλου και μαθητών είναι υπέρ των μαθητών. Ο δάσκαλος παρεμβαίνει ως διαμεσολαβητής και η αξιολόγηση έχει χαρακτήρα παιδευτικό, δηλαδή να αντιληφθούν οι μαθητές τι λάθη έγιναν και πώς τα διόρθωσαν. Με τον τρόπο διδασκαλίας αυτόν οι μαθητές αναπτύσσουν πρωτοβουλία (Σαλβαράς & Σαλβαρά 2007)

Μια πιο εστιασμένη ταξινόμηση που μπορεί να γίνει σχετικά με τις μεθόδους διδασκαλίας είναι ανάλογα με το ποιος δραστηριοποιείται περισσότερο, ο δάσκαλος ή ο μαθητής και έτσι χωρίζονται σε:

1. *Δασκαλοκεντρικές*, στις οποίες ο δάσκαλος έχει τον κυρίαρχο ρόλο και ο βαθμός συμμετοχής των μαθητών όπως και ο αριθμός των δραστηριοτήτων είναι μικροί.

2. *Μαθητικοκεντρικές,* στις οποίες κυριαρχεί ο μαθητής, η συμμετοχή του στο μάθημα είναι μεγάλη και οι δραστηριότητες που διενεργούνται πολλές.

Οι τεχνικές ή τα εργαλεία διδασκαλίας μπορούν λοιπόν να ταξινομηθούν σε μία από τις δύο κατηγορίες διδακτικών μεθόδων, αν και σε καμία περίπτωση δεν είναι απόλυτη αυτή η κατηγοριοποίηση.

Τα εργαλεία που έχουν περισσότερο δασκαλοκεντρικό χαρακτήρα είναι:

- Ο μονόλογος
- Η διάλεξη σε μεγάλα ακροατήρια.

Από την άλλη τα εργαλεία που έχουν περισσότερο μαθητοκεντρικό χαρακτήρα είναι:

- Ο διάλογος
- Οι δραστηριότητες μέσα στην τάξη
- Οι εργασίες πεδίου
- Οι ομαδικές εργασίες
- Η εξατομικευμένη διδασκαλία
- Η διερευνητική-ανακαλυπτική διδασκαλία

Υπάρχουν και διδακτικά εργαλεία που μπορούν να θεωρηθούν είτε δασκαλοκεντρικά είτε μαθητοκεντρικά ανάλογα τον τρόπο χρήσης τους:

- Τα πειράματα επίδειξης που είτε το μάθημα είναι δασκαλοκεντρικό είτε μαθητοκεντρικό μπορούν να χρησιμοποιηθούν με τη συμμετοχή των μαθητών να είναι περιορισμένη στην πρώτη περίπτωση και αυξημένη στη δεύτερη.
- Τα εποπτικά μέσα που σαν εργαλείο βοηθούν και προς τις δύο κατευθύνσεις.

- Το σχολικό εργαστήριο, το οποίο όταν το χρησιμοποιεί κυρίως ο δάσκαλος έχει δασκαλοκεντρικό χαρακτήρα, ενώ όταν δίνεται η ελευθερία να χρησιμοποιηθεί και από τους μαθητές αποκτά μαθητοκεντρικό χαρακτήρα.
- Η διδασκαλία με ηλεκτρονικό υπολογιστή, ομοίως, ανάλογα από ποιον χρησιμοποιείται περισσότερο αποκτά και άλλο χαρακτήρα (Παυλάτου 2010-11).

1.4.1 Μέθοδοι Διδασκαλίας των Φυσικών Επιστημών

Οι Φυσικές Επιστήμες σαν ομάδα επιστημών περιλαμβάνουν τα μαθηματικά, τη φυσική, τη χημεία, τη βιολογία, που είναι οι βάσεις, αλλά και νεότερες επιστήμες που πηγάζουν από αυτές, όπως είναι οι τεχνολογικές επιστήμες.

Σε αυτό τον τομέα, των φυσικών επιστημών, η μάθηση περιλαμβάνει την αφομοίωση θεωρίας, αλλά και την εφαρμογή της στην πράξη είτε μέσω επίλυσης ακήσεων-προβλημάτων είτε μέσω της πρόκλησης για εφαρμογή τους στην πραγματική ζωή και σε πραγματικά προβλήματα. Οι Φυσικές Επιστήμες, με δεδομένο ότι σε μεγάλο βαθμό ασχολούνται με την εξήγηση φαινομένων που συμβαίνουν στη ζωή μας και τα βιώνουμε ή τα παρατηρούμε, παρουσιάζουν ένα αυξημένο ενδιαφέρον. Πολλά φαινόμενα που φαίνονται ανεξήγητα κατά τα πρώτα χρόνια της ζωής, έρχονται οι επιστήμες αυτές να τα ερμηνεύσουν από τη σχολική ηλικία. Το γεγονός αυτό είναι αρκετό ώστε να παρουσιάζουν ένα μεγαλύτερο ενδιαφέρον για το μαθητευόμενο. Ωστόσο αυτό που τα καθιστά δύσκολα και κάποιες φορές δυσάρεστα, είναι ο βαθμός δυσκολίας τους που σε κάποιες περιπτώσεις είναι αυξημένος, λόγω της πολυπλοκότητας της σκέψης που απαιτείται, της μαθηματικής γνώσης που αποτελεί βασικό εργαλείο σε όλες αυτές τις επιστήμες, την αναγκαιότητα απομνημόνευσης θεωρίας και μαθηματικών σχέσεων-τύπων-συμβόλων και τη σημασία τους, και άλλα. Για τους λόγους αυτούς λοιπόν, είναι σημαντικό να διδάσκονται οι Φυσικές Επιστήμες με τρόπους τέτοιους ώστε να είναι ευχάριστη η μαθητεία και να μη φαίνεται ακατόρθωτο στους μαθητές να αντιληφθούν ό,τι τους εξηγείται και ό,τι τους ζητείται να μάθουν και να αφομοιώσουν.

Οι Φυσικές Επιστήμες μπορούν να διδαχθούν με διάφορες μεθόδους και εργαλεία, από μια απλά διάλεξη μέχρι ένα πλούσιο σε δραστηριότητες διαδραστικό μάθημα.

Διδακτικές τεχνικές που μπορούν να χρησιμοποιηθούν στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών είναι:

1. Η χρήση του πίνακα, με στόχο να απεικονιστούν, να συνδεθούν και να εντυπωθούν καλύτερα πληροφορίες. Η τεχνική αυτή μπορεί να εφαρμοστεί είτε σε μεγάλο αριθμό μαθητών είτε σε μικρό. Υπάρχουν και χειρισμοί από μεριάς εκπαιδευτικού που ενισχύουν την αποτελεσματικότητα της χρήσης του, όπως:

    - Η προφορική πληροφόρηση της ιδέας που πρόκειται να παρουσιαστεί στον πίνακα, ώστε να γίνεται μια κατάλληλη εσωτερική προετοιμασία και να διεγείρεται η σκέψη.

    - Η αναγραφή λέξεων-κλειδιών ή σχεδιαγραμμάτων που ενισχύει την πιθανότητα πλήρους κατανόησης και σύνδεσης του θέματος με άλλες πληροφορίες, άρα και καλύτερη αφομοίωση.

    - Να είναι ευδιάκριτο καθετί που αναγράφεται, σε όλους τους μαθητές, ώστε να μη δυσκολεύεται κανείς να το διαβάσει.

    - Το καθάρισμα του πίνακα πριν τη μετάβαση σε νέο θέμα, που εξασφαλίζει ότι αν πχ κάποιος μαθητής δε συμβαδίζει χρονικά με το σημείο του μαθήματος και έχει μείνει πίσω ή έχει αποσπαστεί η προσοχή του, δε θα βρεθεί σε σύγχυση σχετικά με ποιο είναι το θέμα που αναλύεται επί του παρόντος.

2. Η πειραματική επίδειξη, που σκοπό έχει να προσφέρει την ευκαιρία στους μαθητές να δουν και να μελετήσουν ένα φαινόμενο, το οποίο είτε είναι δύσκολο να εντοπίσουν στο φυσικό περιβάλλον είτε είναι δύσκολη η μελέτη του. Το πείραμα μπορεί να έχει από μικρό μέχρι και σχετικά μεγάλο αριθμό παρατηρητών. Φυσικά όσο λιγότεροι είναι ή σε όσο το δυνατόν περισσότερες ολιγομελείς ομάδες τόσο το καλύτερο, καθώς έτσι η παρατήρηση και η προσοχή των μαθητών είναι ακόμα πιο εστιασμένες στο ζητούμενο. Με την πειραματική επίδειξη, ο διδάσκων μπορεί να επιτύχει καλύτερη μετάδοση της γνώσης με πιο

κατανοητό τρόπο, καλύτερη σύνδεση της γνώσης με ήδη εντυπωμένες γνώσεις, εμπειρίες και εικόνες των μαθητευομένων, ανάπτυξη των ικανοτήτων τους ή ακόμα και προετοιμασία για ένα επικείμενο εργαστήριο με εκείνους εκτελεστές πειραμάτων. Φυσικά η επίδειξη δεν έχει την αμεσότητα και την αποτελεσματικότητα του εργαστηρίου, όμως σε περιπτώσεις που δεν υπάρχει σχολικό εργαστήριο ή τα όργανα και τα μέτρα ασφαλείας που απαιτούνται είναι ελλιπή, είναι ο μόνος τρόπος να δουν το πείραμα. Χρήσιμο είναι, κατά τη χρήση της διδακτικής τεχνικής αυτής:

- Οι μαθητές-παρατηρητές να είναι διατεταγμένοι με τέτοιο τρόπο, ούτως ώστε να μην παρεμποδίζονται η άνετη παρατήρηση και ακρόαση των όσων λέγονται.
- Για τη διασφάλιση μιας καλύτερης παρουσίασης-επίδειξης από μεριάς εκπαιδευτικού να έχει προϋπάρξει κάποια προετοιμασία ή ακόμα καλύτερα τουλάχιστον μία προηγούμενη εκτέλεση του πειράματος, ώστε να λάβει υπόψη όλες τις παραμέτρους και να ελαχιστοποιήσει τις πιθανότητες κάτι να μην πάει κατ' ευχήν, αλλά και να έχει οργανώσει καλύτερα τις ενέργειές του και τα σχόλια κατά την επίδειξη.
- Αν πρόκειται για ένα επικίνδυνο πείραμα, να ληφθούν όλα τα απαραίτητα μέτρα προστασίας για την αποφυγή σωματικών βλαβών.
- Ο σχεδιασμός της επίδειξης να γίνεται με τρόπο τέτοιο ώστε να εξυπηρετείται ο διδακτικός στόχος που έχει τεθεί.

3. Η συζήτηση και ο διάλογος, με σκοπό φυσικά να δοθεί η ευκαιρία στους μαθητές να ανταλλάξουν πληροφορίες, γνώσεις και ιδέες μεταξύ τους. Με δεδομένο ότι ο στόχος είναι ο μεταξύ των μαθητών, κυρίως, διάλογος, καλό είναι ο αριθμός τους να είναι μικρός, ώστε να ρυθμίζεται καλύτερα η ανταλλαγή απόψεων χωρίς τον εκτροχιασμό από το σκοπό ή από την ηρεμία και την παραγωγική συζήτηση επί του θέματος. Φυσικά η συζήτηση πρέπει να έχει προσχεδιαστεί σωστά για να είναι αποτελεσματική και να έχει διασφαλιστεί όσο αυτό είναι εφικτό ότι θα υπάρχει έγκυρη πληροφόρηση. Το τελευταίο μπορεί να επιτευχθεί π.χ. θέτοντας ως θέμα κάτι προσιτό για τους μαθητές, για το οποίο να έχουν όλοι κάποιες

γνώσεις ή εμπεριστατωμένη άποψη. Όπως λοιπόν είναι προφανές, είναι ωφέλιμο:

- Να έχει γίνει σωστή επιλογή του θέματος και των αρχικών ερωτήσεων που πυροδοτούν τη συζήτηση.
- Να έχουν προετοιμαστεί ίσως σε ένα βαθμό οι μαθητές υποδεικνύοντάς τους την εκ των προτέρων βιβλιογραφική μελέτη του εν λόγω θέματος.
- Να έχει δοθεί μια λίστα με θέματα και ερωτήσεις που θα βοηθούν την εξέλιξη της συζήτησης.
- Να αποφεύγεται η χρήση της συζήτησης ως μέσο διάλεξης, δηλαδή να μην είναι προσχηματική η συζήτηση με απώτερο σκοπό μια διάλεξη από τον εκπαιδευτικό.

4. Το εκπαιδευτικό λογισμικό που σκοπό έχει να δοθεί η ευκαιρία στους μαθητές να καταχωρήσουν μόνοι τους δεδομένα, να κατανοήσουν έννοιες, να αποκτήσουν δεξιότητες και να αφομοιώσουν καλύτερα την πληροφορία. Σε αυτή την τεχνική καλό είναι ο αριθμός των ατόμων να περιορίζεται μεταξύ δύο και τεσσάρων. Το λογισμικό αυτό και η χρήση του μέσω ηλεκτρονικού υπολογιστή μπορεί να προσφέρει τη δυνατότητα εξομοίωσης εργαστηριακών ασκήσεων παρουσίασης μοντέλων και άλλων διαδραστικών εικονικών χειρισμών. Κατά τη χρήση εκπαιδευτικού λογισμικού κρίνεται σημαντική η προσεκτική επιλογή του ώστε να συνάδει με το αντικείμενο διδασκαλίας και το διδακτικό στόχο που έχει τεθεί.

5. Οι κινηματογραφικές ταινίες και οι βιντεοταινίες προκειμένου να μεταδοθεί η πληροφορία-γνώση με ενδιαφέροντα και αποτελεσματικό τρόπο, καθώς στη σχολική ειδικά ηλικία η κινούμενη εικόνα προκαλεί το έντονο ενδιαφέρον των μαθητών. Για την προβολή μιας ταινίας δεν υπάρχουν περιορισμοί σχετικά με τον αριθμό των μαθητών-θεατών και εξαρτάται από το μέγεθος της αίθουσας που διατίθεται για το σκοπό αυτό, καθώς και από τον διατιθέμενο οπτικοακουστικό εξοπλισμό ώστε εικόνα και ήχος να είναι ξεκάθαρα στις αντίστοιχες αισθήσεις των παρατηρητών. Η χρήση φυσικά αυτού του εργαλείου πρέπει να έχει σα

στόχο την επίτευξη των διδακτικών στόχων και για βέλτιστα αποτελέσματα είναι απαραίτητο:

- Να έχει ήδη δει ο εκπαιδευτικός το οπτικοακουστικό αυτό υλικό και να είναι γνώστης του τι επακριβώς προβάλλει.
- Να έχει σχεδιαστεί προσεκτικά το πλάνο διδασκαλίας, ώστε η προβολή να γίνει στο κατάλληλο σημείο της διδακτέας ύλης, να έχει γίνει μια εισαγωγή και να έχει δοθεί έμφαση σε κάποια σημαντικά σημεία που οι μαθητές πρέπει να προσέξουν περισσότερο.
- Να έχει προετοιμαστεί ένα σχετικό φύλλο εργασίας, ώστε να υπάρχει και το πνεύμα μιας σχετικής αξιολόγησης των όσων αφομοιώθηκαν και να επιτείνεται έτσι η προσοχή των μαθητών.
- Να έχουν προσχεδιαστεί παύσεις σε κατάλληλα σημεία για να διεξαχθούν κάποιες συζητήσεις με σκοπό την τμηματική κατανόηση και αφομοίωση μικρότερων “πακέτων” πληροφοριών.
- Να οργανωθεί μια εκ των υστέρων συζήτηση για να αξιολογηθεί ο βαθμός κατανόησης και αφομοίωσης της γνώσης και μέσω του φύλλου εργασίας που προαναφέρθηκε.

6. Οι προσομοιώσεις, που στόχο έχουν να αυξηθεί η ικανότητα των μαθητών να κατανοούν έννοιες, να αναλύουν και να αντιμετωπίζουν δύσκολες και προβληματικές καταστάσεις και να κατανοούν διαφορετικές απόψεις. Κατά τις προσομοιώσεις καλό είναι να υπάρχει ένας αριθμός πέντε έως δεκαπέντε μαθητών. Η προσομοίωση σαν εργαλείο παρουσιάζει καταστάσεις, έννοιες και θέματα με έναν περιεκτικό και σχετικά απλό τρόπο και η χρήση της μπορεί να γίνει πιο αποδοτική μέσω:

   - Της επιλογής ενός προβλήματος-θέματος που να ενδιαφέρει τους μαθητές και να έχει τουλάχιστον δύο διαφορετικές προσεγγίσεις ώστε να οξύνεται η ικανότητα ανάλυσης ή και αντιμετώπισής του από διαφορετικές οπτικές γωνίες.

- Της επιλογής να συμπεριληφθούν έννοιες και θέματα-κλειδιά με ρεαλιστικό τρόπο.
- Του ορισμού ενός πλαισίου με διαδικασίες, αναμενόμενες συμπεριφορές, χρονικά όρια, ρόλους και οδηγίες, ώστε να μην υπάρχει παρεκτροπή από τον στόχο.
- Της χρήσης υλικών και καταστάσεων της καθημερινής ζωής, ώστε να υπάρχει καλύτερη βιωματική σύνδεση των πληροφοριών.
- Της συζήτησης των διαφορετικών προσεγγίσεων, κατά τον τερματισμό της διαδικασίας, και της καταγραφής των συναισθημάτων που προκλήθηκαν στους μαθητές ενώ παράλληλα ανακεφαλαιώνουν την όλη διαδικασία.

7. Οι ασκήσεις πεδίου (δραστηριότητες εκτός σχολικού χώρου) με σκοπό την επίτευξη μιας μοναδικής εμπειρίας μάθησης, δύσκολης να αποκτηθεί εντός τάξης. Δεν υπάρχει περιορισμός στον αριθμό των μαθητών και εξαρτάται από τον αριθμό των εκπαιδευτικών-συνοδών και τις δυνατότητες επίβλεψης της διαδικασίας. Οι ασκήσεις πεδίου μπορούν να αποτελέσουν σημαντικό εργαλείο και να συμπληρώσουν αποτελεσματικά το αναλυτικό πρόγραμμα αρκεί να έχει γίνει προσεκτική επιλογή της άσκησης, με σαφείς στόχους και ανάλογη προετοιμασία. Επίσης θα πρέπει να ορίζονται ο τόπος και ο χρόνος στο πρόγραμμα, ενώ για καλύτερα αποτελέσματα καλό είναι:

   - Να έχει προηγηθεί επίσκεψη στο χώρο ώστε να μελετηθεί η ασφάλεια και ο βαθμός που ενισχύει το διδακτικό στόχο.
   - Να έχουν προετοιμαστεί οι μαθητές γνωστοποιώντας τους τους στόχους, την επιθυμητή συμπεριφορά και τις δραστηριότητες στις οποίες θα συμμετέχουν, ώστε να έχουν αντιληφθεί τον επιμορφωτικό και όχι μόνο το διασκεδαστικό χαρακτήρα της άσκησης.
   - Να έχουν γίνει οι απαραίτητες συμφωνίες σχετικά με την ασφαλή μεταφορά, τη διάρκεια παραμονής και την ασφαλή τέλεση της άσκησης.
   - Να υπάρχει φυσικά έγγραφη γονική συναίνεση.

- Να υπάρχει επαρκής αριθμός συνοδών.

8. Τα παιχνίδια με σκοπό την ευχάριστη για τους μαθητές διδασκαλία και τη δημιουργία ωφέλιμων ερεθισμάτων, αλλά και την ποικιλία κατά τη διδασκαλία. Κατά το παιχνίδι ο αριθμός των μαθητών πρέπει να είναι σχετικά περιορισμένος ώστε να παραμένει εντός του πλαισίου των διδακτικών τεχνικών και όχι να γίνεται απλώς και μόνο για ευχαρίστηση. Για να αποδειχτούν όμως χρήσιμα τα παιχνίδια σα διδακτική τεχνική θα πρέπει:

   - Να λαμβάνεται υπόψη η δυσκολία του παιχνιδιού ώστε να συμβαδίζει με τις ικανότητες των μαθητών.
   - Να λαμβάνεται υπόψη η καταλληλότητά του σε σχέση με τους διδακτικούς στόχους που έχουν τεθεί.
   - Να δίνονται σαφείς οδηγίες για τους κανόνες ώστε να μην υπάρχει παρεκτροπή και προβλήματα.
   - Να οργανώνονται συζητήσεις πριν, με σκοπό την προετοιμασία του μαθητή για τον εκπαιδευτικό χαρακτήρα που πρόκειται να έχει η δραστηριότητα αυτή, αλλά και μετά, με σκοπό φυσικά την αξιολόγηση της επίτευξης του διδακτικού στόχου.

9. Η εργαστηριακή έρευνα και ο σχεδιασμός εργαστηριακών δραστηριοτήτων, μέσω των οποίων επιδιώκεται να δοθεί στους μαθητές η δυνατότητα απόκτησης μοναδικών εμπειριών με τη χρήση εργαστηριακού εξοπλισμού και υλικών, ανάπτυξης δεξιοτήτων, απόκτησης γνώσεων και μιας πιο θετικής στάσης απέναντι στην έρευνα σε φυσικές επιστήμες και τεχνολογία. Στις εργαστηριακές δραστηριότητες καλό είναι ο αριθμός των ατόμων να περιορίζεται μέχρι τα τέσσερα, ώστε να μπορεί να υπάρχει καλύτερη καθοδήγηση, αλλά και ευκολότερη επίβλεψη κάθε ομάδας για την αποφυγή επικίνδυνων καταστάσεων. Προκειμένου η έρευνα στο εργαστήριο να αποδίδει τους επιθυμητούς γνωστικούς καρπούς, είναι απαραίτητο:

- Να επιλέγεται η κατάλληλη έρευνα που συνάδει με τους διδακτικούς στόχους.
- Να γίνονται οι απαραίτητες αλλαγές στον χώρο, ώστε να γίνεται ευκολότερη και ασφαλέστερη η έρευνα.
- Να επιβεβαιωθεί η επάρκεια σε κατάλληλα υλικά και η δυνατότητα χρήσης τους.
- Να γίνεται έλεγχος λειτουργίας των οργάνων.
- Να δίνονται συγκεκριμένες και σαφείς οδηγίες εκτέλεσης, ασφαλείας, χρήσης, καθώς και εργασίες με προηγούμενη γνωστοποίηση των μαθησιακών απαιτήσεων σε σχέση με την εκάστοτε έρευνα.

10. Η παρουσίαση των αποτελεσμάτων της εργαστηριακής δραστηριότητας, με στόχο να αφομοιωθεί η γνώση, η εμπειρία και να συνδεθεί η εργαστηριακή δραστηριότητα και οι προσφερόμενες γνώσεις με τις προϋπάρχουσες. Όπως και στην εργαστηριακή έρευνα, τα άτομα καλό είναι να μην υπερβαίνουν τα τέσσερα σε αριθμό. Η εργαστηριακή αναφορά ή το φύλλο εργασίας του εργαστηριακού οδηγού είναι ένας καλός τρόπος να τοποθετηθούν στο επίκεντρο διαφορετικές ιδέες και να αποκτήσουν οι μαθητές μια γενική θεώρηση του περιεχομένου των εννοιών, καθώς και να αξιολογηθεί η σημασία της εμπειρίας που αποκτήθηκε κατά την ερευνητική δραστηριότητα. Για να γίνουν με αποτελεσματικό τρόπο αυτά, θα πρέπει:

- Να τεθεί συγκεκριμένος στόχος σχετικά με την εργαστηριακή αναφορά.
- Να αποσαφηνιστούν οι απαιτήσεις σχετικά με τη δομή, την έκταση και το περιεχόμενο της αναφοράς.
- Να γίνει έλεγχος όλων των αναφορών, ώστε να εξαχθούν ασφαλή συμπεράσματα.
- Να εξασφαλιστεί η συμμετοχή όλων των μελών μιας ομάδας στην εκπόνηση της αναφοράς, ώστε να αποφεύγεται η κακή συνεργασία και η ανομοιόμορφη αφομοίωση των γνώσεων ανάμεσα στους συμμαθητές.

11. Η διάλεξη από τον διδάσκοντα, που γίνεται με στόχο να παρουσιαστεί ένας αριθμός πληροφοριών-γνώσεων με ικανοποιητικό τρόπο και σε μικρό σχετικά χρονικό διάστημα. Αυτή η τεχνική μπορεί να εφαρμοστεί και σε μεγάλο αριθμό μαθητών. Οι διαλέξεις είναι μια συνηθισμένη τεχνική διδασκαλίας των φυσικών επιστημών παρόλο που δεν είναι και η πιο αποδοτική. Βέβαια μπορεί να γίνει πιο αποτελεσματική αν:

    - Γίνεται χρήση σχεδιαγράμματος, το οποίο είτε παρέχεται στους μαθητές εκ των προτέρων είτε παρουσιάζεται με τη μορφή διαφάνειας, ώστε να υπάρχει οπτικά μια σύνδεση των όσων πρόκειται να ακούσουν.
    - Γίνεται χρήση διαφανειών, εικόνων ή χαρτών ώστε να απεικονίζονται με κάποιο τρόπο τα όσα διδάσκονται.
    - Ελέγχεται το επίπεδο προσοχής των μαθητών κατά τη διάρκεια της διάλεξης και ο βαθμός που αφομοιώνονται οι γνώσεις.
    - Ο ρυθμός της διάλεξης είναι σχετικά αργός, ώστε να παρέχεται χρόνος να εντοπιστούν έννοιες-κλειδιά από τους μαθητές και να τις καταγράψουν.

12. Οι προφορικές εργασίες και η παρουσίαση ενός θέματος, που είναι ένας σχετικά απλός τρόπος να αξιολογηθεί το επίπεδο κατανόησης και αφομοίωσης ενός θέματος. Καλό είναι η παρουσίαση αυτή να γίνεται είτε ατομικά είτε από ολιγομελείς ομάδες. Έχοντας συλλέξει πληροφορίες γύρω από το θέμα, οργανώνουν το υλικό και παρουσιάζουν μια εργασία. Με αυτό τον τρόπο έχουμε ουσιαστικά την τοποθέτηση των μαθητών στο ρόλο του δασκάλου προς τους άλλους μαθητές, καθώς παρουσιάζουν πληροφορίες-γνώσεις που συνέλεξαν στους συμμαθητές τους. Φυσικά ο τρόπος που παρουσιάζουν διαφέρει από τον τρόπο παρουσίασης πληροφοριών από το δάσκαλο. Ωστόσο οι παρουσιάσεις μπορούν να αποφέρουν μεγάλο όφελος αν:

    - Γίνεται συντονισμός των θεμάτων με τρόπο τέτοιο ώστε να υπάρχει οργανωμένη ακολουθία παρουσιάσεων που να συμβαδίζει με τη διδακτέα ύλη.

- Δίνεται η ελευθερία της επιλογής του θέματος που ενδιαφέρει τον εκάστοτε μαθητή ή την κάθε ομάδα, ώστε η συλλογή και η οργάνωση των πληροφοριών από τη βιβλιογραφία να γίνεται με περισσότερη όρεξη.
- Οργανώνονται οι παρουσιάσεις με τρόπο τέτοιο ώστε να είναι η όλη διαδικασία σαν επιστημονική ημερίδα.
- Εξασφαλίζονται στους μαθητές τα απαραίτητα οπτικοακουστικά μέσα για την παρουσίαση της εργασίας τους, αν φυσικά είναι απαραίτητα.
- Δίνονται χρονικά όρια για την προετοιμασία και την παρουσίαση των εργασιών, ώστε να μάθουν να δουλεύουν εντός χρονοδιαγραμμάτων και όχι ανεξέλεγκτα.
- Μοιράζεται εκ των προτέρων φύλλο εργασίας ή αξιολόγησης.

13. Η επίλυση προβλημάτων, που ως τεχνική αποσκοπεί στην απόκτηση εμπειρίας σχετικά με τη διερεύνηση και την επίλυση ενός ανοιχτού, μη τυποποιημένου προβλήματος. Η τεχνική αυτή δε χρησιμοποιείται πολύ, αν και μπορεί να αποφέρει πολλά οφέλη, καθώς στοχεύει στο να ενεργοποιήσει τους μαθητές να πάρουν τις κατάλληλες αποφάσεις, τα ρίσκα, να κάνουν τις κατάλληλες μελέτες ώστε να οδηγηθούν προς την επίλυση του προβλήματος. Επειδή όμως οι μαθητές δεν έχουν εμπειρία πάνω σε τέτοιου είδους προβλήματα, καλό είναι να δουλεύουν ατομικά ή σε ολιγομελείς ομάδες, καθώς και:

- Να αναζητούνται προβλήματα γενικού ενδιαφέροντος για μελέτη και διερεύνηση, ώστε να μπορούν εύκολα να τα διερευνήσουν.
- Να δίνονται διευκρινιστικές οδηγίες και κατευθυντήριες γραμμές, ώστε να έχουν ένα σχέδιο δράσης και να μην ξεκινούν από το μηδέν.
- Να δίνεται η ευκαιρία στους μαθητές να σκεφτούν λύσεις για το δοθέν πρόβλημα, ώστε να ασκείται η κριτική τους ικανότητα και σκέψη.
- Να επιλέγονται και να τίθενται σε εφαρμογή οι δυνατές λύσεις του προβλήματος, ώστε να υπάρχει μια κατάσταση εξομοίωσης της επίλυσής του.

- Να γίνεται αξιολόγηση των δοθεισών λύσεων.
- Να γίνεται μια επίσημη ανακοίνωση σχετικά με την ευρεθείσα λύση του προβλήματος με χρήση επιστημονικής ορολογίας, ώστε να καλλιεργείται ένα κλίμα πραγματικής επιστημονικής έρευνας και εύρεσης λύσης σε προβλήματα.

14. Οι συνθετικές εργασίες, που μέσω αυτών επιδιώκεται να αποκτήσουν οι μαθητές την ικανότητα να δώσουν ερμηνείες σε ένα ξεχωριστό πρόβλημα. Λειτουργούν καλύτερα όταν γίνονται ατομικά ή σε ολιγομελείς ομάδες, ώστε, όπως έχει εξηγηθεί και σε παρόμοιες τεχνικές παραπάνω, να είναι ευκολότερη και ομαλότερη η συνεργασία. Οι εργασίες αυτές έχουν ένα πιο σοβαρό χαρακτήρα και μπορεί να οργανωθεί παρουσίασή τους σε τοπικό ή ακόμα και εθνικό επίπεδο. Με τον τρόπο αυτό δίνεται η αίσθηση της πραγματικής και εμπεριστατωμένης επιστημονικής έρευνας και αναζήτησης της γνώσης. Χρήσιμο είναι να:

    - Δίνεται ένας κατάλογος θεμάτων για εργασίες στους μαθητές, από τον οποίο θα διαλέγουν.
    - Δίνονται γραπτές σαφείς και λεπτομερείς οδηγίες σχετικά με το σκοπό, τη φύση και το τελικό επιθυμητό αποτέλεσμα των εργασιών, καθώς και τα χρονικά όρια και τις απαιτήσεις.
    - Δίνεται αρκετός χρόνος και βοήθεια, ιδιαίτερα όταν χρειάζεται να αναζητήσουν βιβλιογραφία και να σχεδιάσουν πειράματα.

15. Τα ερωτηματολόγια, με στόχο να δραστηριοποιηθεί η σκέψη των μαθητών μέσα από τη συμμετοχή τους. Εδώ ο αριθμός των μαθητών μπορεί να ποικίλει. Σαν τεχνική είναι ένας βασικός τρόπος να εμπλακεί ο μαθητής στη διδασκαλία και θεωρείται αποτελεσματική στο να ευαισθητοποιηθούν οι μαθητές πάνω σε ένα θέμα. Για να αποδίδει σαν τεχνική τα μέγιστα, είναι χρήσιμο να:

    - Να γίνεται χρήση ερωτήσεων και ανοιχτού και κλειστού τύπου.

- Να δίνεται ικανοποιητικός χρόνος για να σκεφτούν οι μαθητές την εκάστοτε απάντηση.
- Να τίθενται ερωτήσεις αυξανόμενης δυσκολίας, με σκοπό φυσικά τη σταδιακή βελτίωση της ικανότητας στη σκέψη.

16. Η ανάγνωση, που ως τεχνική προσφέρει την παρουσίαση πληροφοριών με ενιαίο και συνεχή τρόπο. Αυτή η τεχνική εφαρμόζεται ατομικά. Η ανάγνωση παίζει ουσιαστικό ρόλο στην αποτελεσματική διδασκαλία. Ωστόσο, αν είναι τεχνική που χρησιμοποιείται στην τάξη, δε θα πρέπει να είναι η μόνη και φυσικά θα πρέπει να ενθαρρύνονται οι μαθητές να διαβάζουν και εξωσχολικά βιβλία. Συνεπώς:
    - Προτείνεται υλικό προς ανάγνωση ανάλογο των ικανοτήτων των μαθητών και των διδακτικών στόχων.
    - Δίνεται ποικιλία αναγνωσμάτων, όπως εγχειρίδια, επιστημονικά βιβλία, περιοδικά, θέματα ή αποσπάσματα ιστορικής σημασίας.
    - Τα περισσότερα από τα αναγνώσματα που προτείνονται θα πρέπει να παρέχονται από τη βιβλιοθήκη του ίδιου του σχολείου, ώστε να διευκολύνεται η πρόσβαση των μαθητών σε αυτά. (Παυλάτου 2010-11)

1.4.1.1 Το Πείραμα ως Διδακτικό Εργαλείο

Οι Φυσικές Επιστήμες αποτελούν αναπόσπαστο κομμάτι των διδακτέων μαθημάτων σε όλες τις εκπαιδευτικές βαθμίδες. Ένα ιδιαίτερο χαρακτηριστικό των μαθημάτων αυτών όμως είναι ότι περιέχουν πολλές αφηρημένες έννοιες, τις οποίες ο μαθητής δυσκολεύεται να κατανοήσει και κατ' επέκταση και να αφομοιώσει. Για τον λόγο αυτό, είναι προτιμότερο πολλές φορές, ο μαθητής να αντιληφθεί και να κατανοήσει μια δύσκολη έννοια μέσα από προσωπική διεργασία και να την αφομοιώσει. Αυτό επιτυγχάνεται πολύ αποτελεσματικά μέσω των εργαστηριακών δραστηριοτήτων. Η χρήση του εργαστηρίου είναι μια διδακτική μέθοδος και αποσκοπεί στο να δοθεί η δυνατότητα στους μαθητές να αποδείξουν βασικά επιστημονικά δεδομένα και φαινόμενα μέσω του πειράματος. Μέσω

της εκτέλεσης πειραμάτων στο εργαστήριο ο μαθητής κερδίζει και σε ό,τι αφορά την κριτική σκέψη, την επιστημονική σκοπιά και τη δυνατότητα επίλυσης προβλημάτων (Tatli Z. & Ayas A. 2010).

Εκτός από τη δυσκολία που υπάρχει να κατανοηθούν οι Φυσικές Επιστήμες από τους μαθητές, παρατηρείται πολλές φορές και η έλλειψη ενδιαφέροντος για κατανόηση, άρα και μειωμένη προσπάθεια κατά τη μαθητεία. Ένας καλός τρόπος να προκληθεί το ενδιαφέρον προς αυτά τα μαθήματα είναι οι εργαστηριακές ασκήσεις που έχει βρεθεί ότι έχουν θετικό αντίκτυπο και όσον αφορά το ενδιαφέρον και σε ό,τι έχει να κάνει με την επιτυχή μάθηση των μαθητών (Hofstein, A., & Lunetta, V. N. 2004). Σε πολλές περιπτώσεις όμως, η έλλειψη υποδομών και πόρων, καθώς και άλλοι λόγοι που θα αναλυθούν παρακάτω, καθιστούν αδύνατη την ύπαρξη σχολικών εργαστηρίων. Ωστόσο, υπάρχει και η δυνατότητα επίσκεψης σε ένα εξωτερικό επιστημονικό εργαστήριο, που σύμφωνα και με πολύ πρόσφατη έρευνα των Itzek-Greulich H., Flunger B., Vollmer C., Nagengast B, Rehm M., Trautwein U. (2015) βρέθηκε ότι μπορεί να επιδράσει θετικά στην αφομοίωση γνώσεων από τους μαθητές.

Επίσης, κατά τη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών, αναφέρονται συχνά δομές μάζας πολύ μικρές, αόρατες με “γυμνό” μάτι. Κάτι το οποίο δε βλέπει κάποιος και μάλιστα κατά τη σχολική ηλικία είναι δύσκολο και να το κατανοήσει, αλλά και να το αποδεχθεί, πόσο μάλλον να το αφομοιώσει. Μια επίσκεψη, λοιπόν, στο εργαστήριο για παρατήρηση κάποιων τέτοιων δομών, με τη βοήθεια μικροσκοπίου καθιστά τη μάθηση ευκολότερη, αλλά και πιο εφικτή. Για παράδειγμα η έννοια του κυττάρου και πως δομεί έναν οργανισμό μπορεί να γίνει κατανοητή αν παρατηρηθεί ο φλοιός του κρεμμυδιού με τη βοήθεια μικροσκοπίου.

Όλα αυτά μπορούν να υποστηριχθούν πιο συγκεκριμένα και στη διδασκαλία της χημείας, που αποτελεί μία από τις φυσικές επιστήμες με έννοιες και φαινόμενα πολύ δυσνόητα και δύσκολα αφομοιώσιμα. Σύμφωνα μάλιστα με τους Beach & Stone (1988), όπως αναφέρουν οι Tatli & Ayas (2010) ο πιο αποτελεσματικός τρόπος διδασκαλίας της χημείας είναι μέσω των εργαστηρίων ή όπως χαρακτηριστικά έχουν πει:

“Η διδασκαλία της χημείας χωρίς τη χρήση του εργαστηρίου είναι σα ζωγραφική χωρίς χρώμα και καμβά ή σα να προσπαθεί κάποιος να μάθει ποδηλασία διαβάζοντας τις οδηγίες λειτουργίας του ποδηλάτου.” (Tatli Z. & Ayas A. 2010).

Οι εργαστηριακές ασκήσεις μπορούν σε κάποιο βαθμό να εξαλείψουν μαθησιακές διαφορές μεταξύ των μαθητών, καθώς μέσω αυτών, το προς εξέταση φαινόμενο γίνεται πολύ εύκολα κατανοητό. Η εκτέλεση πειραμάτων από το ίδιο το άτομο με χρήση των κατάλληλων εργαλείων, συσκευών, εξοπλισμού και τεχνικών οδηγεί και στην περαιτέρω κατάρτιση του (Tatli Z. & Ayas A. 2010).

Ωστόσο, πολλές φορές, οι εργαστηριακές ασκήσεις δεν είναι εύκολο να συμπεριληφθούν στο πρόγραμμα διδασκαλίας για διάφορους λόγους όπως:

- Απουσία εργαστηριακού χώρου ή εξοπλισμού
- Κοινή χρήση του εργαστηρίου και για μαθήματα φυσικής, βιολογίας κ.ά.
- Έλλειψη ασφάλειας λόγω παρουσίας επικίνδυνων χημικών
- Πολυμελή τμήματα μαθητών
- Έλλειψη χρόνου
- Κόστος εξοπλισμού
- Έλλειψη εμπειρίας του εκπαιδευτικού να διδάξει με αυτό τον τρόπο ή να χειριστεί σωστά τον εργαστηριακό εξοπλισμό, καθώς και αρνητική στάση απέναντι σε αυτή τη μέθοδο διδασκαλίας (Altun E., Demirdag B., Feyzioglu B., Ates A., Cobanoglu I. 2009)

Για όλους αυτούς τους λόγους, στη διπλωματική αυτή εργασία θα προταθεί ένας εναλλακτικός τρόπος διδασκαλίας μέσω οπτικοποιημένων πειραμάτων.

1.5 Στόχος της Εργασίας

Σκοπός της διπλωματικής αυτής εργασίας είναι αρχικά η ανάδειξη της σημασίας του πειράματος στην κατανόηση και τη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών και πιο συγκεκριμένα της Χημείας. Με τη χρήση νέων τεχνικών διδασκαλίας, όπως ηλεκτρονικών υπολογιστών και μέσω τεχνολογιών της πληροφορίας και επικοινωνίας, στοχεύει να αναδειχθεί η συμβολή της βιντεοσκόπησης πειραμάτων και προβολής τους στους μαθητές, σε περίπτωση έλλειψης εργαστηριακού χώρου ή υλικών ή ακόμη και πριν τη διεξαγωγή εργαστηριακών ασκήσεων-πειραμάτων.

Κεφάλαιο 2

Σύγχρονες Διδακτικές μέθοδοι - Πολυμέσα

2.1 Χρήση τεχνολογιών πληροφορίας-επικοινωνίας

Τις τελευταίες δεκαετίες οι Ηλεκτρονικοί Υπολογιστές (ΗΥ) εισέρχονται όλο και περισσότερο στην καθημερινή μας ζωή. Στις περισσότερες εργασίες πλέον οι εργαζόμενοι χειρίζονται και Η/Υ για τη διεκπεραίωση της εργασίας τους. Μάλιστα αρκετοί επαγγελματίες μπορούν να δουλέψουν μόνο μέσω Η/Υ. Με την πλήρη λοιπόν εισχώρησή τους στη ζωή, καθημερινή και επαγγελματική, ήταν αναμενόμενο να ενταχθούν και στο εκπαιδευτικό σύστημα.

Τα τελευταία χρόνια μάλιστα, η χρήση τους τείνει να θεωρείται επιβεβλημένη στο σχολείο, αφού υπάρχουν μαθήματα πληροφορικής και προγραμματισμού στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση, αλλά και σε άλλα μαθήματα ως βοηθητικό διδακτικό εργαλείο. Ειδικά στις Φυσικές Επιστήμες, στις οποίες το κλασσικό μοντέλο διδασκαλίας αμφισβητείται για την αποτελεσματικότητά του, η χρήση των νέων τεχνολογιών συμβάλλει σε μεγάλο βαθμό στην κατανόηση και τη μάθηση.

Ακόμα και σε νέες τροπολογίες νόμων που αναγράφονται στα φύλλα των κυβερνήσεων τονίζεται αυτή η συμβολή:

“Το μαθησιακό περιβάλλον στο οποίο εμπλέκονται όλες οι αισθήσεις και αναπτύσσεται η επικοινωνία, δημιουργεί τις καλύτερες δυνατές συνθήκες οικοδόμησης της γνώσης. Στη δημιουργία του περιβάλλοντος αυτού συμβάλλουν και οι νέες τεχνολογίες” (ΦΕΚ 303, 2003)

Βασικός ρόλος των νέων τεχνολογιών στην εκπαιδευτική διαδικασία είναι να συμβάλλουν στην ανάπτυξη νέων μορφών διδασκαλίας με σκοπό την πληρέστερη και καλύτερη κατανόηση και όχι τη μηχανική απομνημόνευση. Μάλιστα, σύμφωνα με τον Kaput (1998), όπως αναφέρουν οι Κασιμάτη & Γιαλαμάς (2001) η υπολογιστική τεχνολογία αποτελεί πλέον βαθιά μετασχηματιστική δύναμη για την κοινωνία (Κασιμάτη & Γιαλαμάς, 2001).

Στην κατεύθυνση αυτή, λοιπόν, οι εκπαιδευτικοί θα πρέπει να συνδυάσουν τις νέες τεχνολογίες με διαγνωστικές μεθόδους, ώστε να καθοδηγούν και να ενθαρρύνουν τους μαθητές να αναπτύξουν τις ικανότητες επίλυσης προβλημάτων, σκέψης και δικαιολόγησης της επίλυσης (Κασιμάτη, 2000).

Πέραν της χρήσης των τεχνολογιών αυτών στο σχολικό χώρο, υπάρχει και η δυνατότητα χρήσης τους για την εξ' αποστάσεως διδασκαλία. Στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση η παρουσία του μαθητή στο σχολικό χώρο είναι κάτι αυτονόητο και απαραίτητο για πολλούς λόγους. Ωστόσο, υπάρχουν ίσως περιπτώσεις ατόμων που δεν έχουν εύκολη πρόσβαση στο σχολείο ή που για άλλους λόγους δεν μπορούν για ένα διάστημα να πηγαίνουν σε αυτό, όπως μια σοβαρή ασθένεια ή κάποιος τραυματισμός. Σε αυτές τις περιπτώσεις η τεχνολογία δίνει τη δυνατότητα να μη χαθεί η επαφή με τη διδασκαλία και τη μάθηση. Βασικό εργαλείο για αυτό βέβαια είναι τα πολυμέσα.

2.2 Χρήση πολυμέσων: Εικόνα-Ήχος-Βίντεο

Τα *πολυμέσα* αποτελούν μέρος των Τεχνολογιών πληροφορίας και επικοινωνίας και χρησιμοποιούνται για πολλούς λόγους, από τη διασκέδαση και την ενημέρωση μέχρι εν προκειμένω και την εκπαίδευση. Ο βασικός λόγος της ευρείας χρήσης τους τα τελευταία χρόνια είναι ότι εμπλέκουν δύο πολύ βασικές αισθήσεις, την όραση και την ακοή και δίνουν άλλη διάσταση στη μεταδιδόμενη πληροφορία. Στον χώρο της διασκέδασης-ψυχαγωγίας για παράδειγμα, η διασκευή ενός βιβλίου σε θεατρική παράσταση ή κινηματογραφική προβολή επιφέρει πολλά θετικά αποτελέσματα: Μέσω της οπτικοακουστικής αναπαράστασης μιας ιστορίας ο θεατής βιώνει ακόμα περισσότερο τις διηγούμενες καταστάσεις, εμπλέκεται σε μεγαλύτερο βαθμό συναισθηματικά, κατανοεί την ένταση και την έμφαση που θέλει να περάσει ο δημιουργός, η ιστορία γίνεται πιο συναρπαστική και φυσικά για όλους αυτούς τους λόγους προσελκύεται και περισσότερος κόσμος.

Αντίστοιχα, και σε ό,τι αφορά τη διδασκαλία, η χρήση των πολυμέσων μπορεί να βοηθήσει και σε αποτελεσματικότερη και πιο κατανοητή διδασκαλία και σε καλύτερη μαθητεία, άρα και μάθηση. Πιο συγκεκριμένα, σχετικά με τα πολυμέσα:

Η χρήση εικόνων είναι διαδεδομένη πολλά χρόνια, σαφώς περισσότερα από τον ήχο και την προβολή κινούμενων εικόνων. Η εικόνα είναι και το ευκολότερο μέσο, καθώς μπορεί να τυπωθεί σε χαρτί και να ενταχθεί στο σχολικό βιβλίο, προσφέροντας πολύτιμη βοήθεια στην κατανόηση δομών, όπως του κυττάρου, του κρυσταλλικού πλέγματος, των χημικών δεσμών, αλλά και την αποτύπωση φαινομένων κ.ά.

Ο ήχος είναι και αυτός διαδεδομένος, ειδικά στη διδασκαλία ξένων γλωσσών. Είναι ένα μέσο που προϋποθέτει την ύπαρξη συσκευής αναπαραγωγής του. Στις Φυσικές Επιστήμες, ο ήχος μεμονωμένα μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να αποτυπωθεί κάποιο φαινόμενο που συνοδεύεται από χαρακτηριστικό ήχο, όπως μια έκρηξη, ο ήχος του κεραυνού, ο θόρυβος μιας μηχανής κ.ά. Συνήθως όμως δε χρησιμοποιείται μόνο του ως

μέσο, αλλά συνδυάζεται με εικόνα ή ακόμα καλύτερα κινούμενη εικόνα δημιουργώντας το βίντεο. Φυσικά, ο ήχος μπορεί να μην είναι απλά η ηχογράφηση ενός φαινομένου, αλλά η αφήγηση-επεξήγηση του οπτικού υλικού.

Το *βίντεο* είναι το πληρέστερο από τα πολυμέσα διότι μπορεί να δείξει είτε σε πραγματικό χρόνο είτε πιο αργά ή γρήγορα την εξέλιξη ενός φαινομένου με τη δυνατότητα να προβληθεί ξανά και ξανά. Απαιτεί φυσικά ηλεκτρονικές συσκευές αναπαραγωγής που κοστίζουν σαφώς περισσότερο από αυτές της αναπαραγωγής απλού ήχου. Μέσω του βίντεο όμως μπορεί να μεταφερθεί ένα συμβάν ή φαινόμενο στα μάτια των μαθητών πολλά χρόνια αφότου έγινε και να μελετηθεί και πιο διεξοδικά μέσω εργαλείων όπως της αργής ή γρήγορης αναπαραγωγής. Για παράδειγμα ο κεραυνός είναι ένα στιγμιαίο σχεδόν φυσικό φαινόμενο που χωρίς τη χρήση βίντεο είναι δύσκολο να μελετηθεί. Ομοίως, η εκτόξευση βλήματος από πυροβόλο όπλο, η ανάφλεξη ενός υλικού είναι ακαριαία σχεδόν φαινόμενα, δύσκολα να τα αντιληφθεί σε πραγματικό χρόνο ο ανθρώπινος εγκέφαλος. Ακόμα, το βίντεο μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την αποτύπωση κάποιου φαινομένου που συμβαίνει πολύ σπάνια ή σε μακρινές περιοχές του πλανήτη, όπως είναι το Βόρειο Σέλας. Επίσης, η παρατήρηση άλλων πλανητών και ουράνιων σωμάτων με τηλεσκόπιο ή περίπλοκων πειραμάτων με ακριβά ή δυσεύρετα αντιδραστήρια και συσκευές ή ακόμα και η παρατήρηση βιολογικών διεργασιών στο εσωτερικό ενός οργανισμού με χρήση ειδικής συσκευής καταγραφής είναι παραδείγματα δύσκολα να τα δουν ζωντανά οι μαθητές, που με τη βοήθεια του βίντεο μπορούν να μεταφέρονται και να προσφέρουν γνώση για πολλά χρόνια.

2.3 Οπτικοποίηση Πειραμάτων

Όπως αναφέρθηκε παραπάνω η σημασία τέλεσης πειραμάτων για τη διδασκαλία της χημείας είναι μεγάλη. Όμως, αναφέρθηκαν και κάποιοι λόγοι για τους οποίους δεν είναι πάντα δυνατή η πραγματοποίηση των πειραμάτων σε φυσικά εργαστήρια. Για τον λόγο αυτό μπορεί να επιστρατευθεί η τεχνολογία των πολυμέσων και να δώσει λύση, ώστε να μπορούν να παρατηρηθούν σημαντικά φαινόμενα και πειράματα έστω και στο εικονικό

περιβάλλον ενός υπολογιστή. Άλλωστε, υπάρχουν και φαινόμενα πολύ περιεκτικά σε διεργασίες ή πολύ γρήγορα για να παρατηρηθούν σε πραγματικό χρόνο ή περίπλοκα και εκεί ειδικά είναι που η χρήση της βιντεοσκόπησης είναι ο μοναδικός τρόπος σωστής ανάλυσης. Επίσης, μέσω υπολογιστή μπορεί να γίνει χρήση αναπαραστάσεων σε εικονικό περιβάλλον και πειραματικά δεδομένα που δύσκολα συλλέγονται από πραγματική εκτέλεση πειραμάτων, μπορούν να συλλεχθούν μέσω προγραμμάτων που εκτελούν εικονικά πειράματα (Altun E., Demirdag B., Feyzioglu B., Ates A., Cobanoglu I. 2009).

Μέσω των εικονικών εργαστηρίων, οι μαθητές μπορούν να εκτελούν οι ίδιοι, είτε ατομικά είτε σε ομάδες, τα πειράματα δίνοντας όμως τις εντολές στο αντίστοιχο πρόγραμμα του υπολογιστή, περιμένοντας κανονικά για τον χρόνο που χρειάζεται η διεργασία ή ακόμα και επισπεύδοντάς την για εξοικονόμηση χρόνου και από αυτό το ασφαλές περιβάλλον να παρατηρούν και να μελετούν επικίνδυνα ή δύσκολα-για φυσική εκτέλεση-πειράματα. Φυσικά να ξεκαθαριστεί ότι είναι διαφορετική μια εφαρμογή εικονικού εργαστηρίου από μια εφαρμογή προσομοίωσης (Tatli Z. & Ayas A. 2010).

Αξίζει να σημειωθεί ότι υπάρχουν ερευνητές που έχουν ισχυριστεί ακόμα και ότι ένα εικονικό εργαστήριο μπορεί να είναι πιο αποτελεσματικό διδακτικό εργαλείο από το φυσικό (Svec & Anderson, 1995).

Από τη συλλογή πολλών ερευνών για τα εικονικά εργαστήρια εξήχθησαν τα εξής συμπεράσματα:

- Οι επιδράσεις των εργαστηρίων αυτών δεν είναι ίδιες, καθώς σύμφωνα με κάποιους αποδείχθηκαν καλύτερα, αλλά για άλλους, οι μαθητές δεν είναι εξοικειωμένοι με τις τεχνολογίες πληροφορίας και επικοινωνίας καθώς και μέσω αυτών των εργαστηρίων χάνεται η αμεσότητα των αισθήσεων της αφής και της όσφρησης.
- Οι μαθητές που συμμετείχαν σε εικονικά εργαστήρια έκαναν καλύτερη καταγραφή των πειραματικών δεδομένων και αποτελεσμάτων απ' ότι εκείνοι που συμμετείχαν σε φυσικά εργαστήρια.

- Υπάρχει πολύ λιγότερη σπατάλη χρόνου έναντι της τέλεσης πειραμάτων σε πραγματικά εργαστήρια.
- Οι μαθητές που έκαναν πειράματα σε εικονικά εργαστήρια εστίαζαν πολύ περισσότερο στο πείραμα και παρακολουθούσαν πιο προσεκτικά την εξέλιξή του και τη διεργασία και όχι τα εργαλεία, τις συσκευές και τον υπόλοιπο εξοπλισμό ενός πραγματικού εργαστηρίου έναντι όσων τα εκτελούσαν σε πραγματικό εργαστήριο.
- Δεν μπορούν όλοι οι μαθητές να συμμετάσχουν ενεργά σε ένα πραγματικό εργαστήριο για λόγους που έχουν αναφερθεί (έλλειψη εξοπλισμού, θέματα ασφάλειας, έλλειψη χρόνου κλπ). Από την άλλη βέβαια, απαιτείται ένα φιλικό προς το χρήστη λογισμικό και ανάλογες δυνατότητες του υπολογιστή για να υπάρξει ενεργή συμμετοχή των μαθητών σε μια εφαρμογή εικονικού εργαστηρίου.
- Άλλα πλεονεκτήματα των εικονικών εργαστηρίων που φάνηκε να εντόπισαν οι μαθητές είναι ότι οπτικά είναι πιο ελκυστικά, επιτρέπουν την επανάληψη όταν δεν κατανοούν το πείραμα, είναι οικονομικά αφού δε χρησιμοποιούνται πραγματικά αντιδραστήρια και υλικά και οι ίδιοι νιώθουν πιο ασφαλείς και ταυτόχρονα πιο εξοικειωμένοι με την τεχνολογία (Tatli Z. & Ayas A. 2010).

Η οπτικοποίηση πειραμάτων μπορεί να είναι και η βιντεοσκόπησή τους, την οποία και πραγματεύεται η συγκεκριμένη διπλωματική εργασία. Η απλή αυτή οπτικοποίηση λειτουργεί σαν επίδειξη και δεν διέπεται από ενεργή συμμετοχή του μαθητή. Είναι όμως ένας τρόπος να αυξηθεί το ενδιαφέρον του μαθητή για τη χημεία και να γίνουν πιο κατανοητές κάποιες έννοιές της. Επίσης, τέτοια οπτικοποιημένα πειράματα μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε σχολεία που δεν διαθέτουν εργαστήρια, αλλά και ως εργαλείο προετοιμασίας εκτέλεσης μιας εργαστηριακής άσκησης σε σχολεία που διαθέτουν. Τέλος, θα μπορούσε να αναπτυχθεί μια κεντρική πλατφόρμα ακόμα και σε διεθνές επίπεδο, όπου να διατίθενται βιντεοσκοπημένα πειράματα και οι μαθητές να έχουν απεριόριστη πρόσβαση σε αυτή μέσω του διαδικτύου, έτσι ώστε ένα μέρος από τον χρόνο που δαπανούν στον υπολογιστή να είναι εποικοδομητικός.

2.5 Ηλεκτρονικά εργαλεία και μέσα οπτικοποίησης

Για την οπτικοποίηση των πειραμάτων χρειάζονται μέσα βιντεοσκόπησης, φωτογράφησης και ηχογράφησης καθώς και αντίστοιχα προγράμματα επεξεργασίας βίντεο, εικόνας και ήχου.

Για τη βιντεοσκόπηση και τη λήψη φωτογραφιών μπορεί να χρησιμοποιηθεί φωτογραφική μηχανή με δυνατότητα λήψης και βίντεο ή αποκλειστικά βιντεοκάμερα. Σε κάθε περίπτωση θα πρέπει να εξασφαλίζεται:

- Διαύγεια στην εικόνα, που σχετίζεται με την ποιότητα του χρησιμοποιούμενου φακού και του αισθητήρα της συσκευής, αλλά και την απομάκρυνση υπολειμμάτων σκόνης και λιπαρότητας από το τζάμι του φακού.
- Κατάλληλος φωτισμός ώστε να είναι ευδιάκριτα όλα τα σημαντικά στοιχεία που πρέπει να παρατηρηθούν.
- Όσο το δυνατόν πιο πιστή αποτύπωση των χρωμάτων που σχετίζεται και με τον κατάλληλο χρωματισμό του φωτισμού, αλλά και με τις δυνατότητες και την ποιότητα της κάμερας.
- Σταθερότητα της εικόνας χρησιμοποιώντας τρίποδο και προσέχοντας να μην κινείται η συσκευή λήψης.
- Κατάλληλη γωνία λήψης, ώστε να δίνεται όσο το δυνατόν καλύτερη εικόνα του εκτελούμενου πειράματος και να είναι εύκολο να αντιληφθεί ο θεατής όσα εικονίζονται σε πραγματική κλίμακα.

Σε ό,τι αφορά την ηχογράφηση μπορεί να χρησιμοποιηθεί μια συσκευή ηχογράφησης είτε φορητή(σαν αυτή που χρησιμοποιούν οι δημοσιογράφοι) είτε να γίνει σε υπολογιστή. Υπάρχει η δυνατότητα πάντα να γίνει μέσω μικροφώνου με καλώδιο και όχι του ενσωματωμένου της συσκευής, ώστε να μειώνεται ο θόρυβος που καταγράφεται. Φυσικά η ποιότητα του ήχου εξαρτάται από την ποιότητα της χρησιμοποιούμενης συσκευής, αλλά και το πρόγραμμα επεξεργασίας που χρησιμοποιείται έπειτα στον

υπολογιστή. Η ηχογράφηση χρησιμοποιείται είτε για να αποτυπώσει ήχους που μπορεί να συνοδεύουν το εκτελούμενο πείραμα, όπως π.χ. η έντονη παραγωγή φυσαλίδων σε υγρό ή απλά για να δημιουργηθεί μια ηχητική αφήγηση-επεξήγηση του πειράματος. Σε κάθε περίπτωση καλό είναι να εξασφαλίζεται η μέγιστη δυνατή μείωση των εξωτερικών θορύβων.

Η επεξεργασία της εικόνας, του ήχου και του βίντεο είναι μια διαδικασία που μπορεί να είναι από απλή μέχρι και ιδιαίτερα περίπλοκη. Υπάρχει ποικιλία προγραμμάτων και με την πάροδο του χρόνου δημιουργούνται συνεχώς νέα και βελτιωμένα. Κάποια από αυτά είναι εύκολα προσβάσιμα, ίσως παρέχονται δωρεάν και εύκολα στη χρήση τους ακόμα και από κάποιον αρχάριο ερασιτέχνη και άλλα κοστίζουν ακριβά, απαιτούν ιδιαίτερες γνώσεις καθώς έχουν ορολογίες και λειτουργίες που γνωρίζουν προχωρημένοι ερασιτέχνες που έχουν ασχοληθεί πολύ με το πρόγραμμα ώστε να το μάθουν ή σε κάποιες περιπτώσεις και επαγγελματίες μόνο, που έχουν παρακολουθήσει ακόμα και σεμινάρια-μαθήματα για να μάθουν να τα χειρίζονται σωστά και με όλες τις δυνατότητες που παρέχουν. Το αποτέλεσμα φυσικά είναι ανάλογο: Από ένα απλό, δωρεάν πρόγραμμα θα προκύψει ένα χαμηλότερης ποιότητας αποτέλεσμα από ό,τι από ένα επαγγελματικό. Ακόμα όμως και από χαμηλής ποιότητας συσκευές καταγραφής και εύκολα προγράμματα, μπορεί να προκύψει ένα αξιοπρεπές και απόλυτα αποδεκτό αποτέλεσμα χάρη στην προσοχή και τη σωστά μελετημένη δουλειά των ατόμων που εμπλέκονται στην οπτικοποίηση.

2.6 Πειράματα προς οπτικοποίηση

Για την παρούσα διπλωματική εργασία εκτελέστηκαν και οπτικοποιήθηκαν 4 (τέσσερα) πειράματα που εντάσσονται στο μάθημα της χημείας. Τα τρία από αυτά περιλαμβάνουν χημική αντίδραση και το ένα είναι φυσικός διαχωρισμός υγρών με απόσταξη. Η επιλογή των πειραμάτων έγινε, έτσι ώστε να είναι πειράματα που δεν περιέχονται στην ισχύουσα διδακτέα ύλη των ελάχιστων προτεινόμενων εργαστηριακών ασκήσεων της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης, αλλά να μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε διδακτικές ενότητες του υπάρχοντος αναλυτικού προγράμματος σπουδών και να προσφέρουν «τροφή για σκέψη» και έναυσμα για μελέτη πέραν της σχολικής ύλης. Επίσης, βασικό

κριτήριο υπήρξε και το οπτικό ενδιαφέρον που παρουσιάζουν τα τρία πειράματα χημικών αντιδράσεων καθώς σε δύο από αυτά παρατηρείται αλλαγή φάσης του διαλύματος και στο τρίτο παραγωγή φυσαλίδων υδρογόνου. Τέλος, δύο από τα πειράματα παρουσιάζουν και οικολογικό ενδιαφέρον καθώς στο μεν ένα δημιουργείται ένας οικολογικός-πράσινος οργανικός διαλύτης με πληθώρα εφαρμογών και στο άλλο ανακτάται για επαναχρησιμοποίηση ένας ήδη χρησιμοποιημένος οργανικός διαλύτης με ευρεία χρήση.

Συγκεκριμένα:

- Το πρώτο πείραμα περιλαμβάνει την ανάμιξη δύο στερεών σε μορφή λευκής σκόνης, της ουρίας και του χλωριδίου χολίνης από την οποία προκύπτει μετά από αντίδραση ένα απόλυτα διαυγές υγρό που αποτελεί έναν *«πράσινο» διαλύτη* και ανήκει στην κατηγορία των *βαθέως ευτηκτικών διαλυτών* (Deep Eutectic Solvents).
- Το δεύτερο πείραμα περιλαμβάνει την αντίδραση της κυκλοεξανόνης με όξινο θειώδες νάτριο προς παραγωγή συμπλόκου-προϊόντος πυρηνόφιλης προσθήκης, το οποίο είναι ένα λευκό στερεό που μοιάζει με χιόνι.
- Το τρίτο πείραμα είναι η αντίδραση νατρίου σε αιθανόλη προς παραγωγή αιθυλικού νατρίου και φυσαλίδων υδρογόνου.
- Το τελευταίο πείραμα είναι η απόσταξη ακάθαρτης ακετόνης με σκοπό την παραλαβή καθαρής ακετόνης που μπορεί να επαναχρησιμοποιηθεί στο εργαστήριο, μια διεργασία ανακύκλωσης μέσα στον κλασσικό χημικό εργαστηριακό χώρο.

Κεφάλαιο 3

Αναλυτική Περιγραφή των Οπτικοποιημένων Πειραμάτων

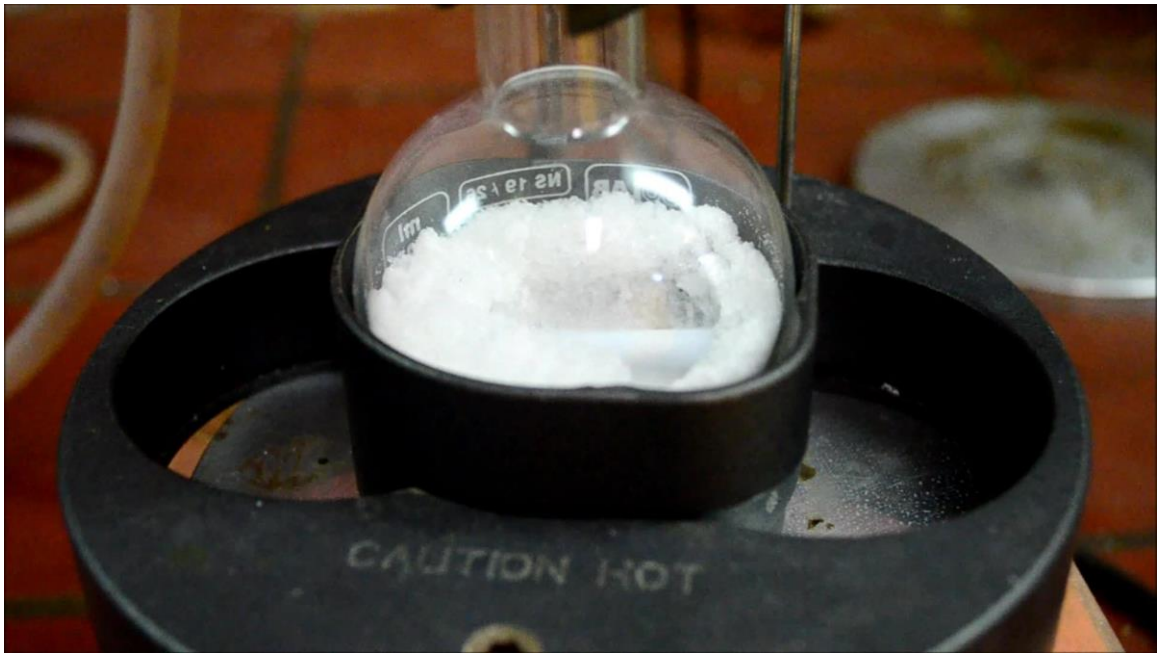
3.1 Ανάλυση των Πειραμάτων

3.1.1 Σύνθεση βαθέως ευτηκτικού διαλύτη (DES) από ανάμιξη Χλωριδίου Χολίνης(ChCl) και Ουρίας(U)

Για το πρώτο πείραμα χρησιμοποιήθηκαν ως αντιδραστήρια το χλωρίδιο χολίνης και η ουρία σε αναλογία 1:2. Και οι δύο ουσίες είναι στερεά και σε μορφή λευκής σκόνης. Η ουρία έχει σημείο τήξης τους 134°C και το χλωρίδιο χολίνης τους 302°C. Η ανάμιξή τους έγινε σε σφαιρική φιάλη με συνεχή ανάδευση και θέρμανση στους 75°C.

Όταν οι δύο ουσίες έρχονται σε επαφή, αρχικά διατηρούν τη μορφή σκόνης (**Εικόνα 1**). Καθώς όμως περνάει η ώρα το μείγμα τους αρχίζει να τήκεται (**Εικόνες 2, 3** & **4**) και σε μισή ώρα έχει μετατραπεί πλήρως σε ένα διαυγές ελαιώδες υγρό (**Εικόνα 5**) με σημείο τήξης τους 12°C.

ΕΙΚΟΝΑ 1: ΜΙΓΜΑ ΟΥΡΙΑΣ-ΧΛΩΡΙΔΙΟΥ ΧΟΛΙΝΗΣ ΑΡΧΙΚΑ



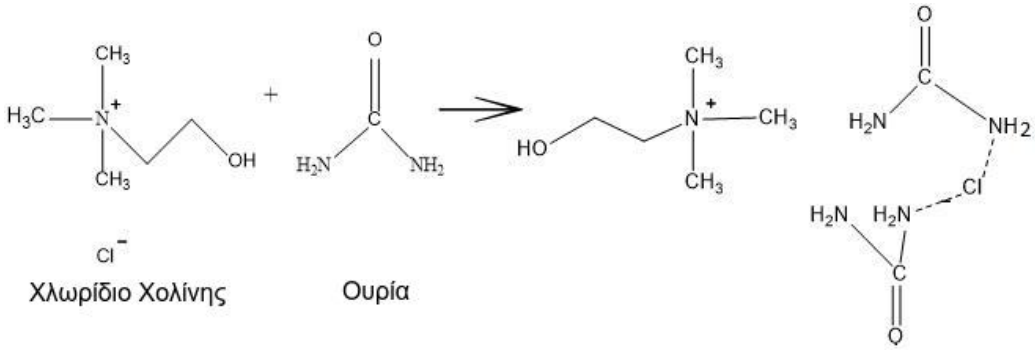
ΕΙΚΟΝΑ 2: ΜΙΓΜΑ ΟΥΡΙΑΣ-ΧΛΩΡΙΔΙΟΥ ΧΟΛΙΝΗΣ ΚΑΤΑ ΤΑ ΠΡΩΤΑ 3 ΛΕΠΤΑ

ΕΙΚΟΝΑ 3: ΜΙΓΜΑ ΟΥΡΙΑΣ-ΧΛΩΡΙΔΙΟΥ ΧΟΛΙΝΗΣ ΣΤΑ 10 ΛΕΠΤΑ

ΕΙΚΟΝΑ 4: ΜΙΓΜΑ ΟΥΡΙΑΣ-ΧΛΩΡΙΔΙΟΥ ΧΟΛΙΝΗΣ ΣΤΑ 20 ΛΕΠΤΑ

ΕΙΚΟΝΑ 5: ΜΙΓΜΑ ΟΥΡΙΑΣ-ΧΛΩΡΙΔΙΟΥ ΧΟΛΙΝΗΣ ΣΤΑ 30 ΛΕΠΤΑ

Η αντίδραση που λαμβάνει χώρα είναι η εξής:



Κατά την υπό θέρμανση ανάδευση των δύο στερεών, το ανιόν Cl^- μεταβαίνει από το μόριο της χολίνης ανάμεσα σε δύο μόρια ουρίας, αφήνοντας τη χολίνη ως κατιόν μέσα στο διάλυμα. Το προϊόν αποτελείται από την ένωση δύο μορίων ουρίας μέσω δεσμού υδρογόνου με το Cl^- και ένα κατιόν χολίνης. Γενικότερα για την παρασκευή Βαθέως

Ευτηκτικών Διαλυτών (DES) χρησιμοποιείται συνήθως ένα αλογονούχο άλας και ένας δότης δεσμού υδρογόνου.

Σχετικά με τις αντιδρώσες ουσίες και το παραγόμενο σύμπλοκο αξίζει να αναφερθεί ότι το χλωρίδιο χολίνης είναι σημαντικό θρεπτικό συστατικό και συχνά αναφέρεται ως ***σύμπλοκο βιταμίνης Β*** και η ουρία αντίστοιχα παίζει καθοριστικό ρόλο στον μεταβολισμό του αζώτου στα θηλαστικά και είναι και το πιο ευρέως διαδεδομένο ***αζωτούχο λίπασμα***. Και οι δύο ουσίες είναι σχετικά χαμηλού κόστους. *Όπως οι περισσότεροι βαθέως ευτηκτικοί διαλύτες, έτσι και ο συγκεκριμένος παρουσιάζει χαμηλή πτητικότητα, δεν είναι εύφλεκτος και δεν αντιδρά με το νερό, ενώ παράλληλα είναι μη τοξικός, βιοσυμβατός και βιοδιασπώμενος.*

Μερικές από τις εφαρμογές των βαθέως ευτηκτικών διαλυτών είναι:

- Η διάλυση-δέσμευση του διοξειδίου του άνθρακα
- Διάλυση μεταλλικών οξειδίων και ανακύκλωση μετάλλων
- Διάλυση φαρμακευτικών ουσιών
- Καθαρισμός βιοντήζελ

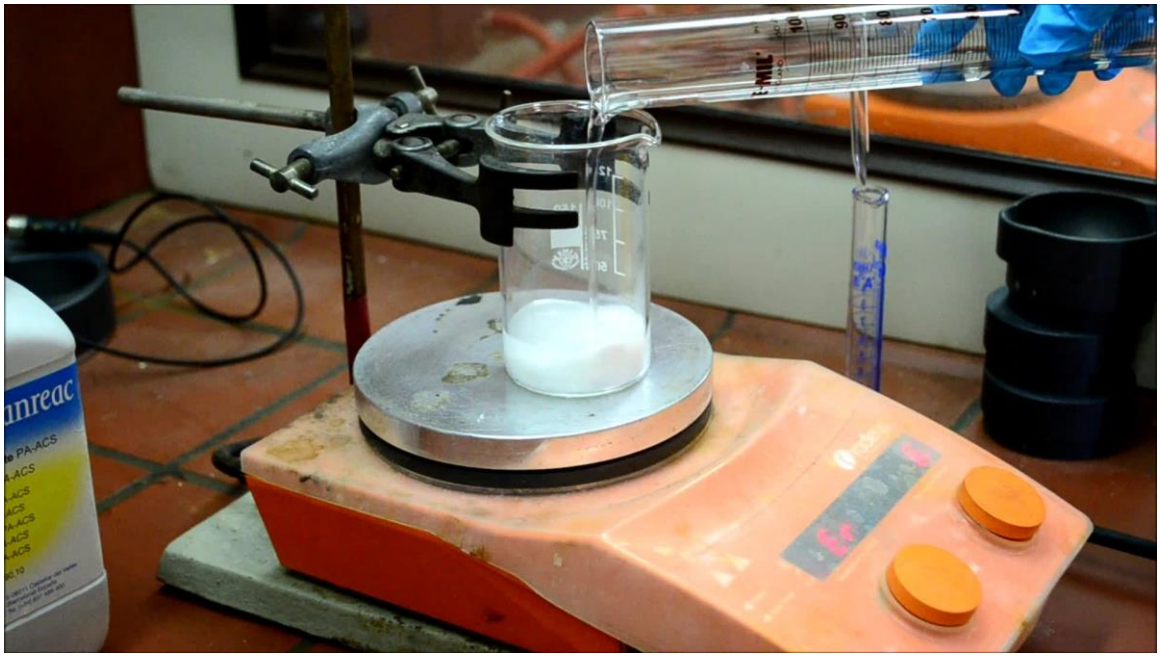
(Γκινέτσι Ν. 2014, Βαΐτσης Χ. 2015)

3.1.2 Αντίδραση κυκλοεξανόνης με όξινο θειώδες νάτριο

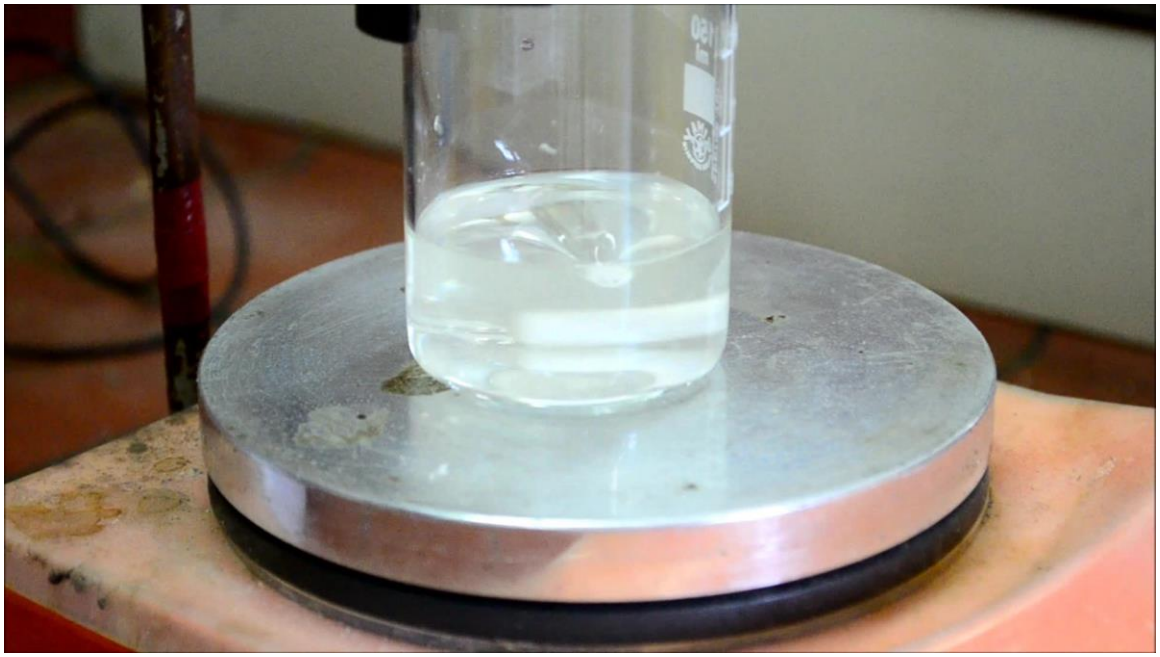
Για το δεύτερο πείραμα παρασκευάστηκε αρχικά διάλυμα όξινου θειώδους νατρίου ($NaHSO_3$) και σε αυτό προστίθεται κυκλοεξανόνη. Η ανάμιξη γίνεται ανάμεσα σε δύο **απόλυτα διαυγή υγρά** και το σύμπλοκο που δημιουργείται ακαριαία έχει ***λευκή στερεή*** μορφή.

Αρχικά για την παρασκευή του όξινου θειώδους νατρίου ($NaHSO_3$), διαλύθηκαν 18,07g σκόνης πυροθειικού νατρίου ($Na_2S_2O_5$) σε 35mL νερό (H_2O) σε ποτήρι ζέσεως με συνεχή ανάδευση (**Εικόνες 6** & **7**) σύμφωνα με την αντίδραση:

$$Na_2S_2O_5 + H_2O \longrightarrow 2NaHSO_3$$



ΕΙΚΟΝΑ 6: ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΟΞΙΝΟΥ ΘΕΙΩΔΟΥΣ ΝΑΤΡΙΟΥ ΑΠΟ ΑΝΑΜΙΞΗ 35mL ΝΕΡΟΥ ΜΕ 18,07g ΠΥΡΟΘΕΙΙΚΟΥ ΝΑΤΡΙΟΥ



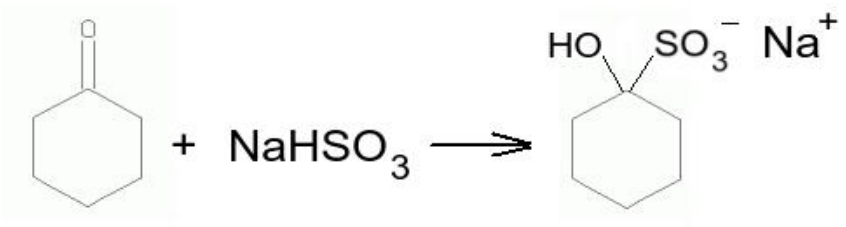
ΕΙΚΟΝΑ 7: *ΥΔΑΤΙΚΟ ΔΙΑΛΥΜΑ ΟΞΙΝΟΥ ΘΕΙΩΔΟΥΣ ΝΑΤΡΙΟΥ*

ΕΙΚΟΝΑ 8: ΜΕΤΡΗΣΗ ΟΓΚΟΥ ΤΟΥ ΥΔΑΤΙΚΟΥ ΔΙΑΛΥΜΑΤΟΣ ΟΞΙΝΟΥ ΘΕΙΩΔΟΥΣ ΝΑΤΡΙΟΥ

Το υδατικό διάλυμα $NaHSO_3$ που προέκυψε είχε όγκο 40mL (**Εικόνα 8**). Αφού μετρήθηκε ο όγκος του με ογκομετρικό κύλινδρο, μεταφέρθηκε και πάλι στο ποτήρι ζέσεως. Στη συνέχεια προστέθηκε σε αυτό ποσότητα αιθανόλης(CH_3CH_2OH) ίση με το 70% του όγκου του διαλύματος του $NaHSO_3$. Αυτό υπολογίστηκε σε 0,7x40mL=28mL CH_3CH_2OH (**Εικόνα 9**).

ΕΙΚΟΝΑ 9: ΠΡΟΣΘΗΚΗ 28mL ΑΙΘΑΝΟΛΗΣ ΣΤΟ ΥΔΑΤΙΚΟ ΔΙΑΛΥΜΑ ΟΞΙΝΟΥ ΘΕΙΩΔΟΥΣ ΝΑΤΡΙΟΥ

Τέλος, στο διάλυμα αιθανόλης και όξινου θειώδους νατρίου προστέθηκαν 9,8mL κυκλοεξανόνης (**Εικόνα 10**) και σε δευτερόλεπτα σχηματίστηκε λευκό ίζημα σε όλο σχεδόν τον όγκο του μίγματος στο ποτήρι ζέσεως (**Εικόνες 11, 12** & **13**). Το μίγμα αιθανόλης-όξινου θειώδους νατρίου πρέπει να είναι σε περίσσεια σε σχέση με την κυκλοεξανόνη που προστίθεται στο τέλος. Η αντίδραση που πραγματοποιείται είναι μια αντίδραση ***πυρινόφιλης προσθήκης στο καρβονύλιο της κυκλοεξανόνης***:



ΕΙΚΟΝΑ 10: ΠΡΟΣΘΗΚΗ 9,8mL ΚΥΚΛΟΕΞΑΝΟΝΗΣ ΣΤΟ ΔΙΑΛΥΜΑ ΟΞΙΝΟΥ ΘΕΙΩΔΟΥΣ ΝΑΤΡΙΟΥ-ΑΙΘΑΝΟΛΗΣ

ΕΙΚΟΝΑ 11: ΕΝΑΡΞΗ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΥ ΙΖΗΜΑΤΟΣ

ΕΙΚΟΝΑ 12: ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΣ ΙΖΗΜΑΤΟΣ

ΕΙΚΟΝΑ 13 ΟΛΟΚΛΗΡΩΣΗ ΤΟΥ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΥ ΙΖΗΜΑΤΟΣ

Το προϊόν πυρηνόφιλης προσθήκης **δεν είναι απόλυτα στερεό**, καθώς το μίγμα αιθανόλης-όξινου θειώδους νατρίου βρίσκεται σε περίσσεια (**Εικόνες 14** & **15**).

ΕΙΚΟΝΑ 14: ΑΝΑΔΕΥΣΗ ΠΡΟΪΟΝΤΟΣ ΠΡΟΣΘΗΚΗΣ

ΕΙΚΟΝΑ 15: ΤΕΛΙΚΟ ΠΡΟΪΟΝ ΠΡΟΣΘΗΚΗΣ

Για τον διαχωρισμό του εναπομείναντος μίγματος αιθανόλης-όξινου θειώδους νατρίου που δεν αντέδρασε θα πρέπει να γίνει διήθηση υπό κενό. Στο συγκεκριμένο πείραμα όμως ο σκοπός ήταν η δημιουργία του προϊόντος προσθήκης και όχι η παραλαβή του καθαρού ιζήματος.

Σχετικά με τα αντιδρώντα αξίζει να αναφερθεί ότι το όξινο θειώδες νάτριο ($NaHSO_3$) βρίσκει ευρεία εφαρμογή στη βιομηχανία τροφίμων ως συντηρητικό και λευκαντικό μέσο και η κυκλοεξανόνη χρησιμοποιείται ως διαλύτης για οξική κυτταρίνη, νιτροκυτταρίνη, βινυλορητίνες, ακατέργαστο καουτσούκ, κεριά, λίπη, DDT, στην παρασκευή αδιπικού οξέος για το νάιλον, στην παρασκευή ρητινών της κυκλοεξανόνης κ.ά. Τέλος, η αιθανόλη είναι γνωστό αντισηπτικό και χρησιμοποιείται ως διαλύτης και ξηραντικό μέσο επίσης.

3.1.3 Αντίδραση νατρίου με αιθανόλη

Το τρίτο πείραμα είχε ως σκοπό την ισχυρή αντίδραση μεταξύ νατρίου (Na) και αιθανόλης (CH_3CH_2OH ή EtOH) προς παραγωγή φυσαλίδων υδρογόνου (H_2) και αιθοξειδίου του νατρίου (CH_3CH_2ONa ή EtONa):

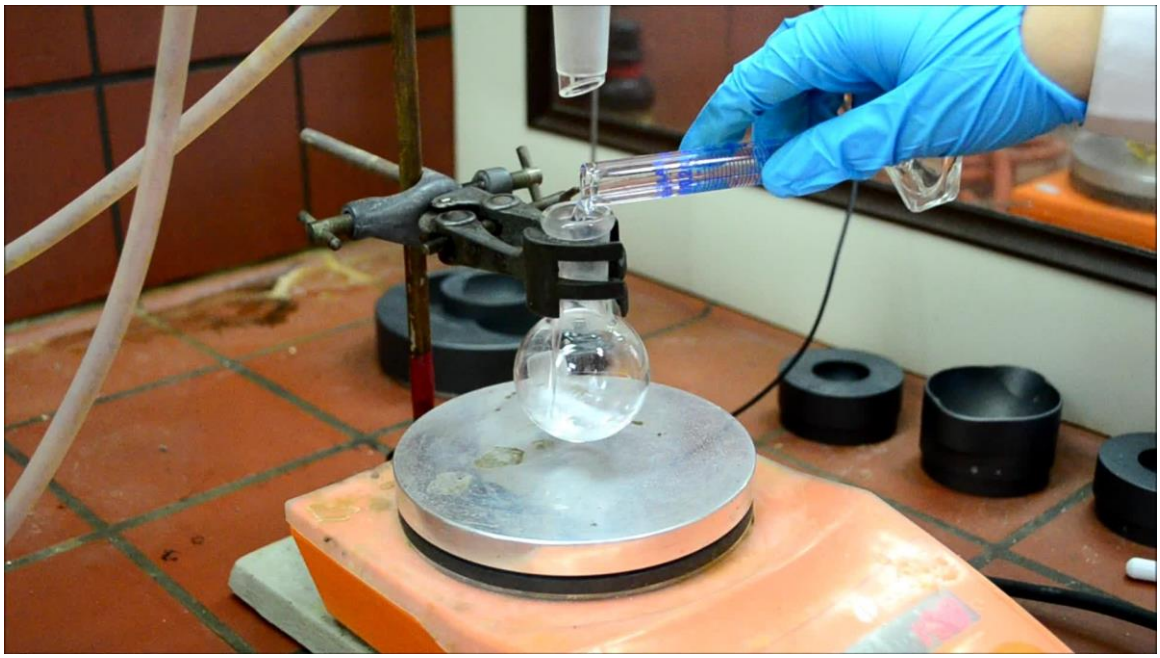
$$CH_3CH_2OH + Na \rightarrow CH_3CH_2ONa + {}^{1}/_{2}\, H_2 \uparrow$$

Αιθανόλη Νάτριο Αιθοξείδιο Νατρίου Υδρογόνο

Η αντίδραση αυτή είναι ισχυρά εξώθερμη και αν δεν ψύχεται το παραγόμενο αέριο υδρογόνου μπορεί να αναφλεγεί λόγω της παραγόμενης θερμότητας κατά την αντίδραση. Για τον λόγο αυτό πάνω από τη σφαιρική φιάλη, στην οποία έγινε η αντίδραση, τοποθετήθηκε ψυκτήρας για την ψύξη του παραγόμενου αερίου.

Για την πειραματική διαδικασία ζυγίζονται 0,1g νατρίου σε ζυγό ακριβείας (**Εικόνα 16**). Σε σφαιρική φιάλη προστίθενται περίπου 10mL αιθανόλης (**Εικόνα 17**). Η ποσότητα δεν παίζει ιδιαίτερο ρόλο, απλά πρέπει να είναι σε όσο το δυνατόν μεγαλύτερη περίσσεια ώστε να μη θερμανθεί πολύ το μίγμα των αντιδρώντων κατά την εξώθερμη αντίδραση. Στη συνέχεια με λαβίδα προστίθεται στην αναδευόμενη αιθανόλη το νάτριο (**Εικόνα 18**) και τοποθετείται στην κορυφή της φιάλης ψυκτήρας ατμών.

ΕΙΚΟΝΑ 16: ΖΥΓΙΣΗ 100MG ΝΑΤΡΙΟΥ



ΕΙΚΟΝΑ 17: ΠΡΟΣΘΗΚΗ ΑΙΘΑΝΟΛΗΣ ΣΕ ΣΦΑΙΡΙΚΗ ΦΙΑΛΗ

ΕΙΚΟΝΑ 18: ΠΡΟΣΘΗΚΗ ΝΑΤΡΙΟΥ ΣΤΗΝ ΑΙΘΑΝΟΛΗ

ΕΙΚΟΝΑ 19: ΑΝΤΙΔΡΑΣΗ ΝΑΤΡΙΟΥ-ΑΙΘΑΝΟΛΗΣ ΠΡΟΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΑΕΡΙΟΥ ΥΔΡΟΓΟΝΟΥ

Το νάτριο αμέσως αρχίζει να αντιδρά με την αιθανόλη προς παραγωγή φυσαλίδων υδρογόνου. Το αέριο υδρογόνο ψύχεται από τον ψυκτήρα ατμών και διαφεύγει, ενώ στα τοιχώματα της φιάλης υγροποιούνται από τον ψυκτήρα ατμοί αιθανόλης που δημιουργήθηκαν λόγω της εξώθερμης αντίδρασης. (**Εικόνα 19**).

Μέσα από την αντίδραση αυτή φαίνεται ***ο όξινος χαρακτήρας της αιθανόλης***, καθώς είναι ιδιότητα των οξέων να αντιδρούν με μέταλλα, οξειδώνοντάς τα, και να παράγεται αέριο υδρογόνο από την οξείδωση αυτή. Επίσης, από τη σκοπιά της ανόργανης χημείας μπορεί να *τονιστεί η δραστικότητα του νατρίου* ως μετάλλου και συγκεκριμένα ως αλκαλίου. Όλα τα αλκάλια όταν έρθουν σε επαφή με το νερό ή ακόμα και υγρασία αντιδρούν με αυτό με ισχυρά **εξώθερμη αντίδραση**. Το ίδιο συμβαίνει και με την αιθανόλη, αλλά με λίγο πιο ήπια αντίδραση. Το νάτριο ως αλκάλιο δε συναντάται στη φύση ως στοιχείο, παρά μόνο σε ευδιάλυτα άλατα όπως το γνωστό αλάτι (NaCl). Για να απομονωθεί πρέπει να γίνει ηλεκτρόλυση σε τήγμα της ένωσης στην οποία βρίσκεται και επειδή σε επαφή με την υγρασία και τον αέρα έχει την τάση να σχηματίζει οξείδιο (Na_2O) ή υδροξείδιο του νατρίου (NaOH), το καθαρό μέταλλο φυλάσσεται βυθισμένο σε πετρέλαιο. Είναι μαλακό και κόβεται εύκολα με ένα μαχαίρι. (Λιοδάκης 2003).

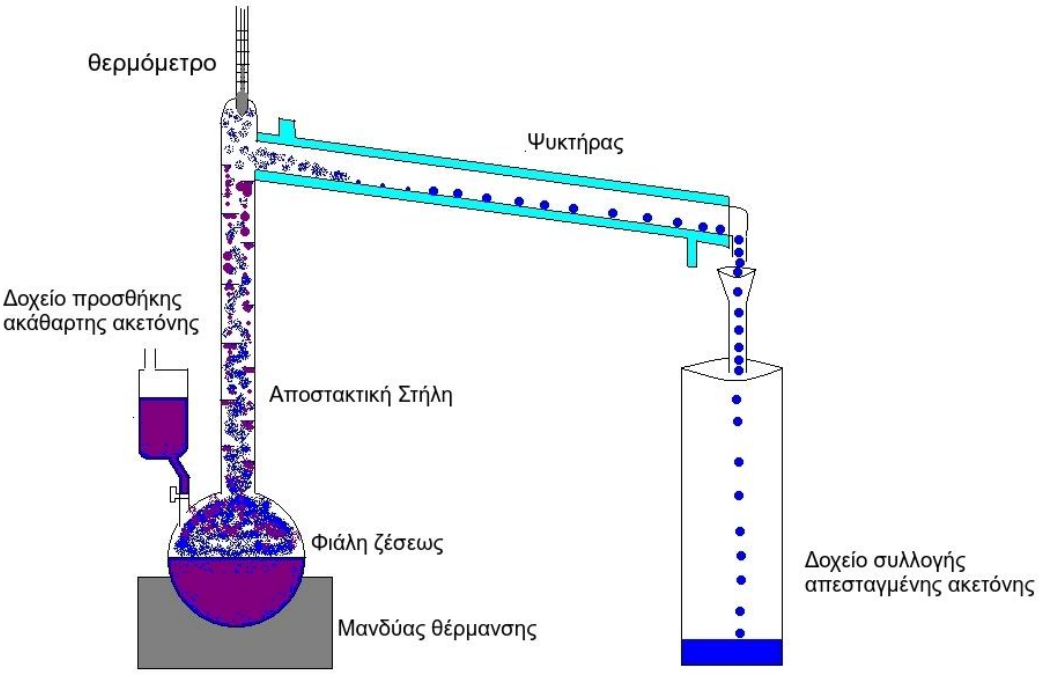
Τέλος, αξίζει να αναφερθεί ότι το νάτριο, όπως και το κάλιο είναι δύο μέταλλα που διαδραματίζουν καθοριστικό ρόλο για τον ανθρώπινο οργανισμό καθώς η παρουσία και η σωστή αναλογία τους συμβάλλει στην ομαλή λειτουργία του οργανισμού και ιδιαίτερα του νευρικού συστήματος και των νευροδιαβιβαστών. Μάλιστα δεν είναι τυχαίο ότι τρόφιμα πλούσια σε κάλιο βοηθούν στην απομάκρυνση του περιττού παραπανίσιου νατρίου από το σώμα μας, πράγμα που επαληθεύει τη σημασία της σωστής αναλογίας των δύο αυτών αλκαλίων-μετάλλων στον ανθρώπινο οργανισμό.

3.1.4 Απόσταξη ακάθαρτης ακετόνης

Το τελευταίο πείραμα που οπτικοποιήθηκε είναι η απόσταξη ακετόνης (CH_3COCH_3) που έχει ήδη χρησιμοποιηθεί ως διαλύτης στο εργαστήριο για πληθώρα ουσιών ή και ως καθαριστικό. Μέσω της απόσταξης διαχωρίζεται η ακετόνη από τις άλλες ουσίες που είναι διαλυμένες σε αυτή και έτσι επανακτάται και μπορεί να επαναχρησιμοποιηθεί. Το πείραμα αυτό επομένως προάγει το πνεύμα της ανακύκλωσης, ειδικά όταν πρόκειται για τοξικές οργανικές ουσίες με ευρεία χρήση στη βιομηχανία και σε μεγάλες ποσότητες.

Αρχικά η ακάθαρτη ακετόνη *διηθείται σε χωνί* με διηθητικό χαρτί, ώστε να απομακρυνθούν στερεά σωματίδια από αυτή. Έπειτα οδηγείται *προς απόσταξη*. Η διάταξη της απόσταξης περιλαμβάνει μια *σφαιρική φιάλη* στην οποία περιέχεται η ακάθαρτη ακετόνη και η οποία θερμαίνεται συνεχώς μέχρι το σημείο βρασμού. Από το στόμιό της ξεκινάει μια αποστακτική στήλη, η οποία στην κορυφή της έχει ένα θερμόμετρο. Στην κορυφή, η στήλη συνδέεται με έναν ψυκτήρα ώστε οι ατμοί που περνάνε από τη στήλη να ψύχονται και να υγροποιούνται. Ο ψυκτήρας καταλήγει σε μια φιάλη συλλογής της απεσταγμένης ακετόνης (**Εικόνα 20, Σκίτσο 1**).

ΕΙΚΟΝΑ 20: ΔΙΑΤΑΞΗ ΑΠΟΣΤΑΞΗΣ ΑΚΑΘΑΡΤΗΣ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΗΣ ΑΚΕΤΟΝΗΣ

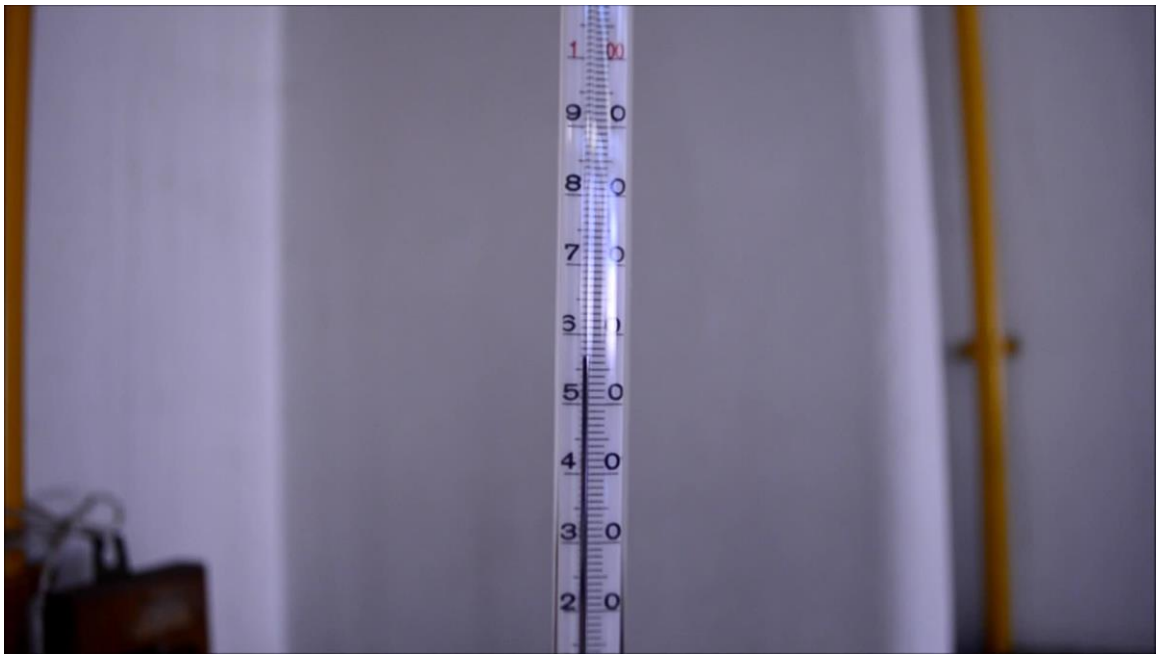


ΣΚΙΤΣΟ 1: ΔΙΑΤΑΞΗ ΑΠΟΣΤΑΞΗΣ ΑΚΕΤΟΝΗΣ

Η απόσταξη σα διαδικασία βασίζεται στα διαφορετικά σημεία ζέσεως κάθε ουσίας. Έτσι από το σύνολο των ουσιών που περιέχονται στο διάλυμα της ακάθαρτης ακετόνης, μόνο

η ακετόνη έχει σημείο ζέσεως τους 57°C. Έτσι το μίγμα θερμαίνεται και αρχίζει να βράζει. Κατά τη διάρκεια του βρασμού κι άλλες ουσίες με σχετικά κοντινά σημεία ζέσεως μπορεί να περνούν στην αέρια φάση, όμως λόγω του ύψους της αποστακτικής στήλης και των βαθμίδων της, υγροποιούνται πριν φτάσουν στην κορυφή της και οι σταγόνες τους επανέρχονται στη φιάλη (**Εικόνα 21**). Αυτό συμβαίνει διότι στην κορυφή της στήλης η θερμοκρασία των ατμών είναι στους 57°C (**Εικόνα 22**). Στη φιάλη ζέσεως η θερμοκρασία μπορεί να είναι υψηλότερη με αποτέλεσμα να εξαερώνονται και κάποιες άλλες ουσίες. Όσο όμως ανεβαίνουν οι ατμοί στην αποστακτική στήλη, η θερμοκρασία πέφτει και έτσι υγροποιούνται όσες ουσίες έχουν υψηλότερο σημείο ζέσεως από τη θερμοκρασία στην κορυφή. Μάλιστα όταν η ποσότητα της ακετόνης μειωθεί μέσα στο αρχικό μίγμα, προστίθεται με ελεγχόμενο ρυθμό ποσότητα ακάθαρτης ακετόνης μέσα στη σφαιρική φιάλη, ώστε να μην αρχίσει να αποστάζεται και κάποια άλλη ουσία.

ΕΙΚΟΝΑ 21: ΥΓΡΟΠΟΙΗΣΗ ΑΤΜΩΝ ΤΩΝ ΑΛΛΩΝ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ ΟΥΣΙΩΝ ΣΤΟ ΜΙΓΜΑ ΤΗΣ ΑΚΑΘΑΡΤΗΣ ΑΚΕΤΟΝΗΣ



ΕΙΚΟΝΑ 22: ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΣΤΗΝ ΚΟΡΥΦΗ ΤΗΣ ΑΠΟΣΤΑΚΤΙΚΗΣ ΣΤΗΛΗΣ

ΕΙΚΟΝΑ 23: ΡΟΗ ΤΩΝ ΥΓΡΟΠΟΙΗΜΕΝΩΝ ΑΤΜΩΝ ΑΚΕΤΟΝΗΣ ΣΤΗΝ ΕΞΟΔΟ ΤΟΥ ΨΥΚΤΗΡΑ

Οι ατμοί της ακετόνης υγροποιούνται στον τοποθετημένο ψυκτήρα και καταλήγουν στο δοχείο συλλογής της απεσταγμένης ακετόνης (**Εικόνες 23** & **24**)

ΕΙΚΟΝΑ 24: ΣΥΛΛΟΓΗ ΤΗΣ ΑΠΕΣΤΑΓΜΕΝΗΣ ΑΚΕΤΟΝΗΣ

3.2 Τεχνική και μέσα-εργαλεία που χρησιμοποιήθηκαν

Για την οπτικοποίηση των τεσσάρων αυτών πειραμάτων χρησιμοποιήθηκαν αρχικά για τη λήψη εικόνων και βίντεο δύο φωτογραφικές μηχανές, η Nikon D5100 και η Canon PowerShot SX260 HS. Για πληρέστερη λήψη, η μία τοποθετήθηκε σε τρίποδο ώστε να λαμβάνει σταθερά και από συγκεκριμένη γωνία λήψης, ενώ η άλλη κινείτο ελεύθερα, ώστε να αποτυπώνει πιο ευρεία εικόνα του πειράματος, αλλά και πιο κοντινή και εστιασμένη όπου αυτό κρινόταν απαραίτητο. Η εκτέλεση των πειραμάτων έγινε πρωινές ώρες καλοκαιρινής ημέρας, ώστε ο φωτισμός του χώρου να είναι έντονος, αλλά χρησιμοποιήθηκε και ο φωτισμός του εργαστηρίου.

Σε ό,τι αφορά την επεξεργασία του βίντεο, χρησιμοποιήθηκε το Windows Live Movie Maker, καθώς τα βίντεο που δημιουργεί είναι συμβατά με τους περισσότερους υπολογιστές και δεν απαιτούν λογισμικό υψηλών επιδόσεων για την προβολή τους, έτσι ώστε να μπορούν να προβληθούν και από υπολογιστές χαμηλότερων επιδόσεων και όχι απαραίτητα σύγχρονων. Επίσης, η χρήση και ανάδειξη του αποτελέσματος από ένα γνωστό και εύκολο προς τον χρήστη πρόγραμμα, πιθανό να εγείρει το ενδιαφέρον και σε θεατές των βίντεο να δημιουργήσουν κάτι αντίστοιχο με αυτό, ενώ αν είχε γίνει με τη χρήση κάποιου προχωρημένου προγράμματος και η απόκτησή του από τον καθένα δε θα ήταν εύκολη και μπορεί να κόστιζε κιόλας, αλλά και η δυσκολία στη χρήση του πιθανό να αποθάρρυνε την ενασχόληση με τη δημιουργία ανάλογου υλικού.

Σε ό,τι αφορά τον ήχο, ο φυσικός ήχος του εργαστηρίου αφαιρέθηκε και στη θέση του δημιουργήθηκε αφήγηση με χαρακτήρα περιγραφικό και επεξηγηματικό για τα πειράματα. Για την ηχογράφηση χρησιμοποιήθηκε το πρόγραμμα επεξεργασίας ήχου Audacity.

Κεφάλαιο 4

Διδακτικός Σχεδιασμός-Αξιοποίηση του Εκπαιδευτικού Υλικού

Σε αυτό το κεφάλαιο προτείνεται η ένταξη των οπτικοποιημένων πειραμάτων σε διδακτικές ενότητες της Χημείας του Γενικού Ενιαίου Λυκείου και Γυμνασίου. Τα πειράματα αυτά προτείνεται να αξιοποιηθούν με τη μορφή επίδειξης και σύνδεσης με τις αντίστοιχες διδακτικές ενότητες.

4.1 Σχέδιο μαθήματος με ένταξη του πρώτου πειράματος (παρασκευής βαθέως ευτηκτικού διαλύτη)

1. Τίτλος Σχεδίου

Ενίσχυση της διδασκαλίας και εμπέδωσης του ***δεσμού Υδρογόνου*** μέσα από την παραγωγή ενός ***βαθέως ευτηκτικού διαλύτη***.

2. Εμπλεκόμενες γνωστικές περιοχές

Χημεία Β' τάξης Γενικού Λυκείου Προσανατολισμού Θετικών Σπουδών:

Ενότητα 1.1 (Διαμοριακές Δυνάμεις).

3. Προαπαιτούμενες γνώσεις

Οι μαθητές θα πρέπει να γνωρίζουν:

- Τις ενδομοριακές δυνάμεις
- Βασικά στοιχεία του Περιοδικού Πίνακα και που βρίσκονται σε αυτόν, με σκοπό την κατανόηση της έννοιας της ηλεκτραρνητικότητας
- Τις έννοιες της ατομικής και μοριακής μάζας
- Στοιχειομετρία
- Σημείο ζέσεως και τήξης του νερού
- Τις διαμοριακές δυνάμεις μεταξύ διπόλων, των οποίων ειδική περίπτωση είναι ο δεσμός Υδρογόνου
- Να αναγνωρίζουν βασικά σκεύη και όργανα ενός χημικού εργαστηρίου
- Να γνωρίζουν τον βασικό χειρισμό ενός ηλεκτρονικού υπολογιστή και την πρόσβαση στο διαδίκτυο

4. Στόχοι

Οι μαθητές στο τέλος του μαθήματος θα είναι σε θέση:

1. Σε **γνωστικό** επίπεδο

- να αναγνωρίζουν μόρια μεταξύ των οποίων μπορεί να αναπτυχθεί δεσμός Η
- να παρακολουθήσουν το πείραμα παραγωγής του DES
- να κατανοήσουν τον μηχανισμό με τον οποίο ενώνονται οι δύο ουσίες (Χλωρίδιο Χολίνης και Ουρία) προς παραγωγή του διαλύτη
- να γνωρίζουν ότι υπάρχει η δυνατότητα χρήσης νέων «πράσινων» διαλυτών με πολύ λιγότερες ή και καθόλου επιπτώσεις για το περιβάλλον
- να είναι εξοικειωμένοι με εργαστηριακό εξοπλισμό

2. Σε **συναισθηματικό** επίπεδο

- να έχει διεγερθεί το ενδιαφέρον τους μέσα από την παρατήρηση ενός πειράματος με εντυπωσιακή αλλαγή φάσης από μίγμα λευκής σκόνης σε ένα διαυγές υγρό μίγματος

- να έχει αυξηθεί η οικολογική συνείδηση προς αναζήτηση εναλλακτικών μη περιβαλλοντικά επιζήμιων χημικών ουσιών ακόμα και στην καθημερινή ζωή τους.

5. Απαιτούμενη υλικοτεχνική υποδομή

Η πρώτη διδακτική φάση θα γίνει στην αίθουσα διδασκαλίας με σκοπό την καλύτερη διάταξη των μαθητών και την προσοχή προς τον καθηγητή και τον πίνακα, ενώ η δεύτερη θα γίνει στο εργαστήριο υπολογιστών.

Επομένως, για την πρώτη φάση απαιτείται:

- ο πίνακας

και για τη δεύτερη φάση χρειάζεται:

- ικανός αριθμός υπολογιστών με πρόσβαση στο διαδίκτυο και ηχεία, ώστε οι μαθητές να χωρίζονται σε ομάδες των 2-4 ατόμων
- προβολέας βίντεο ή διαφανειών για την επίδειξη από τον καθηγητή των βημάτων για την πρόσβαση στην πλατφόρμα και την αναπαραγωγή του οπτικοποιημένου πειράματος.

6. Διάρκεια

Η διάρκεια ειδικά της πρώτης φάσης εξαρτάται από το επίπεδο κατάκτησης των προαπαιτούμενων γνώσεων, καθώς αν αυτές δεν υπάρχουν θα χρειαστεί να γίνει μια εκ νέου αναφορά στις ενδομοριακές δυνάμεις και κάποιες ιδιότητες στοιχείων του Περιοδικού Πίνακα ανάλογα με τη θέση τους σε αυτόν. Φυσικά εξαρτάται και από το επίπεδο κατανόησης της διδασκαλίας του δεσμού υδρογόνου. Ωστόσο δε χρειάζεται να υπερβαίνει τον χρόνο που ορίζεται από το Αναλυτικό Πρόγραμμα Σπουδών η φάση αυτή.

Για τη δεύτερη φάση η διάρκεια μεταξύ 1-2 ωρών, και πάλι εξαρτάται από το επίπεδο γνώσης χειρισμού των ηλεκτρονικών υπολογιστών και της πλοήγησης στο διαδίκτυο,

καθώς και από τον αριθμό των μελών κάθε ομάδας, αλλά και από το επίπεδο συνεργασίας των μαθητών και με το διδάσκοντα και μεταξύ τους.

7. Ανάλυση περιεχομένου

Στην προηγούμενη τάξη οι μαθητές έχουν διδαχθεί για τα βασικά στοιχεία του Περιοδικού Πίνακα και τις ιδιότητες αυτών, καθώς και για τις ενδομοριακές δυνάμεις (ιοντικός, ομοιοπολικός δεσμός), καθώς και την έννοια των κατιόντων και ανιόντων, ενώ επίσης έχουν διδαχθεί και στοιχειομετρία. Επίσης, από βασικές γνώσεις φυσικής και χημείας από το γυμνάσιο ακόμα, γνωρίζουν τα σημεία ζέσεως και τήξης του νερού. Τέλος, με δεδομένη την ηλικία και τα μαθήματα σε ηλεκτρονικούς υπολογιστές από προηγούμενες τάξεις, οι μαθητές είναι σε θέση να χειριστούν εύκολα έναν υπολογιστή και να πλοηγηθούν στο διαδίκτυο.

Στο παρόν σχέδιο μαθήματος λοιπόν και στην πρώτη φάση:

- Αρχικά θα αναλυθούν οι έννοιες της ηλεκτραρνητικότητας των στοιχείων του περιοδικού πίνακα, αλλά και των διαμοριακών δυνάμεων διπόλου-διπόλου.
- Έπειτα θα γίνει διδασκαλία του δεσμού Η, αναφέροντας γενικά ότι σχηματίζεται μεταξύ του Η και ενός έντονα ηλεκτραρνητικού στοιχείου δίνοντας παραδείγματα ενώσεων όπως το νερό.
- Στη συνέχεια θα τεθεί προς προβληματισμό το σημείο ζέσεως του νερού που είναι αναπάντεχα υψηλότερο από υδρίδια με παραπλήσιο μοριακό βάρος, όπως το μεθάνιο. Έτσι, θα εξηγηθεί αυτή η ειδική περίπτωση και η “εξαίρεση” που οφείλεται στον δεσμό υδρογόνου. Με αφορμή τις παρατηρήσεις αυτές θα γίνει διδασκαλία του μαθήματος όπως δίνεται στο σχολικό βιβλίο Β' Γενικού Λυκείου θετικού προσανατολισμού.
- Τέλος, θα αναφερθεί ότι ανάλογα με το στοιχείο που κάνει δεσμό υδρογόνου με το Η, αλλάζει και το σημείο βρασμού και έτσι για παράδειγμα, ενώ το HF έχει μικρότερο μοριακό βάρος από τα HCl, HBr, HI, έχει αρκετά υψηλότερο σημείο ζέσεως και από τα τρία.

Στη δεύτερη φάση:

- Αρχικά θα γίνει μια παρουσίαση του πειράματος όπου θα παρακολουθήσουν οι μαθητές τη γραφή της αντίδρασης της ουρίας και της χολίνης και την ανταλλαγή ιόντων που συμβαίνει μεταξύ τους, αλλά και την αναλογία με την οποία πρέπει να αναμιχθούν και το σημείο τήξης τους σε αντιπαραβολή με το σημείο τήξης του προϊόντος.
- Στη συνέχεια σε ομάδες των 2-4 ατόμων και με υποδείξεις του διδάσκοντα θα παρακολουθήσουν το πείραμα και θα δοθεί έμφαση πώς η ανάπτυξη κάποιου είδους διαμοριακών δυνάμεων και η αναδιάταξη μορίων μπορεί να ***αλλάξει τη φάση ενός μίγματος.***
- Τέλος, θα γίνει *αναφορά στις χρήσεις του διαλύτη* που παρασκευάζεται και στα πλεονεκτήματα που έχει έναντι άλλων σε θέματα κυρίως προστασίας του περιβάλλοντος και θα ανατεθεί μια εργασία διερεύνησης και εύρεσης πληροφοριών και για άλλους ευτηκτικούς διαλύτες

8. Εναλλακτικές αντιλήψεις των μαθητών

Η διδασκαλία των διαμοριακών δυνάμεων ενέχει πολλές δυσκολίες για τον εκπαιδευτικό, καθώς οι μαθητές παρουσιάζουν πολλές παρανοήσεις. Πιο συγκεκριμένα οι μαθητές πολλές φορές θεωρούν ότι:

- Η ύλη είναι συνεχής και δεν υπάρχει κενό ή χώρος μεταξύ μορίων, αλλά μόνο μεταξύ ατόμων.
- Στα υγρά υπάρχει περισσότερος χώρος μεταξύ των μορίων.
- Τα άτομα και τα μόρια γενικά μπορούν να έχουν διαφορετικό μέγεθος, σχήμα και βάρος ανάλογα με τη φάση στην οποία βρίσκονται.
- Τα μη πολικά μόρια σχηματίζονται μόνο όταν τα άτομα στο μόριο έχουν ίδιες τιμές ηλεκτραρνητικότητας.
- Το σχήμα του μορίου εξαρτάται από την πολικότητα του δεσμού.

Και το πείραμα που παρουσιάζεται ενέχει δυσκολίες, όπως:

- Οι δύο ουσίες που αναμιγνύονται έχουν σημεία τήξης άνω των 300ºC, το μίγμα που παράγεται από αυτές όμως είναι υγρό σε θερμοκρασία 75ºC και έχει σημείο τήξης πολύ χαμηλότερο, στους 12ºC.
- Για να φτιαχτεί ένα μίγμα ουσιών σε υγρή κατάσταση, πρέπει πρώτα να είναι και οι δύο σε υγρή φάση.

Φυσικά εδώ δεν πρόκειται ακριβώς για μίγμα, καθώς το ανιόν χλωρίου αλλάζει θέση και από το μόριο της χολίνης μεταβαίνει ανάμεσα σε δύο μόρια ουρίας.

Επίσης, σχετικά με τον μηχανισμό της αντίδρασης:

- Οι συντελεστές χημικής εξίσωσης είναι αριθμοί που τις εξισορροπούν μηχανιστικά και δεν αναπαριστούν τους σχετικούς αριθμούς των μερών που αντιδρούν ή παράγονται σε μια χημική αντίδραση.
- Οι χημικές εξισώσεις δεν αναπαριστούν δυναμικές διαδικασίες, στις οποίες σωματίδια/μόρια αντιδρούν το ένα με το άλλο για να σχηματίσουν νέα σωματίδια/μόρια με επαναδιευθέτηση των ατόμων τους.

Μέσω του μηχανισμού της συγκεκριμένης αντίδρασης, για το πείραμα αυτό μπορούν να αρθούν αυτές οι παρανοήσεις των μαθητών καθώς φαίνεται ολοκάθαρα ότι απαιτούνται δύο μόρια ουρίας στο προϊόν για να δημιουργήσουν δεσμό Η εκατέρωθεν του Cl και το μόριο χολίνης, όπως ήταν αρχικά ένα, παραμένει ένα και στο προϊόν (Καμπουράκης Κ., Τσαπαρλής Γ., (2000)).

9. Συσχετισμός με το Αναλυτικό Πρόγραμμα

Σε σχέση με το αναλυτικό πρόγραμμα, το σχέδιο μαθήματος με την προβολή του πειράματος απαιτεί 1-2 διδακτικές ώρες, χρόνο ανεκτό όμως καθώς η προβολή του πειράματος αναμένεται να προκαλέσει το ενδιαφέρον των μαθητών. Η πρώτη φάση διδασκαλίας δεν υπερβαίνει τον χρόνο του Αναλυτικού Προγράμματος Σπουδών, καθώς σαν περιεχόμενο αυτό που προτείνεται επιπλέον από τα όσα αναγράφονται στο βιβλίο, δεν απαιτούν ιδιαίτερο χρόνο. Σχετικά με το περιεχόμενο, παρουσιάζονται κάποιες

ανώτερες γνώσεις, όπως τα μόρια της ουρίας και της χολίνης με τον τρόπο γραφής τους. Βασική όμως διαφοροποίηση είναι ότι στο διδακτικό βιβλίο αναφέρεται ότι ο δεσμός Η δημιουργείται μόνο με F, O και N, ενώ στο πείραμα υπάρχει γέφυρα Η με το Cl. Αν και ο βασικός ορισμός ακόμα και του διδακτικού βιβλίου αναφέρει τη δημιουργία του δεσμού με έντονα ηλεκτραρνητικά στοιχεία, εντούτοις περιορίζεται μόνο σε αυτά τα τρία, ενώ σύμφωνα και με τους Ashworth, Matthews, Welton and Hunt (2016) και το Cl μπορεί να σχηματίσει δεσμό υδρογόνου ειδικά στον συγκεκριμένο διαλύτη.

10. Οργάνωση τάξης

Αρχικά όπως αναφέρθηκε και παραπάνω το μάθημα γίνεται στην αίθουσα διδασκαλίας.

Για την προβολή του πειράματος στους υπολογιστές:

- Αν υπάρχουν αρκετοί υπολογιστές, οι μαθητές χωρίζονται σε ομάδες των 2-4 ατόμων.
- Αν υπάρχει περιορισμένος αριθμός υπολογιστών, για να μη γίνει περαιτέρω υπέρβαση του χρόνου από το Αναλυτικό Πρόγραμμα Σπουδών οι μαθητές παραμένουν σαν ένα τμήμα, αλλά χωρίζονται σε ομάδες με περισσότερα μέλη.
- Αν δεν υπάρχει η δυνατότητα χρήσης υπολογιστών, τότε το πείραμα προβάλλεται στην αίθουσα διδασκαλίας με τη βοήθεια ενός φορητού υπολογιστή και ενός προβολέα βίντεο είτε σε τοίχο είτε ακόμα καλύτερα σε ειδικό πανί προβολής βίντεο.

11. Διδακτικές προσεγγίσεις

Κατά την πρώτη φάση ενισχύεται η εποικοδομητική και ομαδοσυνεργατική προσέγγιση, αλλά και η ανακαλυπτική μέθοδος καθώς η διδασκαλία γίνεται με τρόπο που επιτρέπει τη συμμετοχή των μαθητών σε μεγάλο βαθμό (ερωτήσεις προς απάντηση ή προς προβληματισμό και συζήτηση).

Κατά τη δεύτερη φάση ενισχύεται η μάθηση με τη θεωρία του γνωστικού φορτίου, καθώς μέσω της εικόνας η γνώση εντυπώνεται σχηματικά στο μυαλό των μαθητών, η ομαδοσυνεργατική μάθηση, καθώς οι μαθητές σε ομάδες συνεργάζονται κατά την

προβολή του πειράματος και συζητούν σχετικά με το πείραμα που προβάλλεται, αλλά και η καθοδηγούμενη από τον διδάσκοντα ανακαλυπτική μάθηση, μέσω της παρατήρησης του πειράματος και του μηχανισμού με τον οποίο αντιδρούν οι δύο ουσίες.

12. Φύλλο εργασίας-αξιολόγησης

Για την επαλήθευση του επιπέδου κατανόησης συγκεκριμένα του δεσμού Η και των επιπλέον γνώσεων που παρουσιάστηκαν με το παρόν σχέδιο μαθήματος προτείνεται ένα φύλλο αξιολόγησης με 2 ασκήσεις κλειστού τύπου, 1 ανοιχτού και μια εργασία έρευνας που μπορούν να ενταχθούν στο τέλος του κεφαλαίου σε ένα ευρύτερο φύλλο αξιολόγησης του κεφαλαίου, ώστε να μη γίνει άλλη υπέρβαση του χρόνου που προβλέπεται μόνο για τη συγκεκριμένη ενότητα από το Αναλυτικό Πρόγραμμα Σπουδών.

Άσκηση 1.

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση στις παρακάτω ερωτήσεις/προτάσεις:

1. Ο δεσμός υδρογόνου είναι:

α. Ταυτόσημος με τον δεσμό διπόλου-διπόλου

β. Ειδική περίπτωση του δεσμού διπόλου-διπόλου

γ. Ειδική περίπτωση του δεσμού μεταξύ στιγμιαίων διπόλων.

δ. Ειδική περίπτωση ιοντικού δεσμού

2. Με δεδομένο ότι η ηλεκτραρνητικότητα αυξάνεται σε μια περίοδο του Π.Π. από αριστερά προς τα δεξιά και σε μια ομάδα από κάτω προς τα πάνω και γνωρίζοντας επίσης τους ατομικούς αριθμούς των στοιχείων C, S, Cl που είναι 6, 16 και 17 αντίστοιχα, ποιο μόριο είναι πιο πιθανό να εμφανίσει δεσμούς υδρογόνου;

α. CH_4

β. H_2S

γ. HCl

δ. CH≡CH

Άσκηση 2

Σύμφωνα με το πείραμα που παρακολουθήσατε να συμπληρώσετε τα κενά με τις προτεινόμενες λέξεις ώστε να είναι επιστημονικά ορθό το κείμενο.

1. Η ουρία και το χλωρίδιο χολίνης σε θερμοκρασία περιβάλλοντος είναι σε …..... φάση

α. Στερεά

β. Υγρή

γ. Αέρια

2. Για να παρασκευαστεί διαλύτης από χολίνη και ουρία πρέπει να αναμιχθεί χλωρίδιο χολίνης με ουρία σε αναλογία ……

α. 1:1

β. 1:2

γ. 2:1

δ. 3:1

3. Το προϊόν παράγεται έπειτα από συνεχή ανάδευση στους 75°C και είναι σε …... φάση

α. Στερεά

β. Υγρή

γ. Αέρια

Άσκηση 3

Περιγράψτε τον μηχανισμό της αντίδρασης του χλωριδίου χολίνης με την ουρία (τη χημική αντίδραση). Πού εμφανίζονται στο προϊόν δεσμοί υδρογόνου?

Εργασία

Σε συνεργασία με δύο συμμαθητές σας, να αναζητήσετε πληροφορίες και για άλλους ευτηκτικούς διαλύτες

(Σχολικό βιβλίο Χημείας Β' Γενικού Λυκείου-Προσανατολισμού Θετικών Σπουδών)

4.2 Σχέδιο Μαθήματος με ένταξη του δεύτερου πειράματος (αντίδραση κυκλοεξανόνης με όξινο θειώδες νάτριο)

1. Τίτλος Σχεδίου

Ενίσχυση της διδασκαλίας και εμπέδωσης της **αντίδρασης προσθήκης στο καρβονύλιο** μέσα από ένα πείραμα με αντίδραση όπου παρατηρείται άμεση αλλαγή φάσης των αντιδρώντων.

2. Εμπλεκόμενες γνωστικές περιοχές

Χημεία Γ' τάξης Γενικού Λυκείου Προσανατολισμού Θετικών Σπουδών: Ενότητα 5.3 και πιο συγκεκριμένα στην Ενότητα: «Προσθήκη στο καρβονύλιο αλδεϋδών και κετονών».

3. Προαπαιτούμενες γνώσεις

Οι μαθητές θεωρείται δεδομένο ότι γνωρίζουν ήδη:

- Ονοματολογία και γραφή οργανικών ενώσεων

- Τα είδη των οργανικών ενώσεων
- Τα στοιχεία μέσα στις οργανικές ενώσεις που είναι ηλεκτραρνητικά, ώστε να εντοπίζουν ποια οργανικά μόρια είναι πολικά και τι προσανατολισμό παρουσιάζουν
- Στοιχειομετρία
- Βασικά σκεύη και όργανα χημικού εργαστηρίου
- Χειρισμό υπολογιστή και πλοήγηση στο διαδίκτυο

4. Στόχοι

Στο τέλος του προτεινόμενου σχεδίου οι μαθητές:

1. Σε **γνωστικό** επίπεδο

- θα είναι σε θέση να αναγνωρίζουν αντιδράσεις κατά τις οποίες γίνεται προσθήκη στο καρβονύλιο μιας αλδεΰδης ή κετόνης και ποιο ιόν της άλλης ένωσης ενώνεται με αυτή
- θα μπορούν να πλοηγηθούν στη διαδικτυακή πλατφόρμα και να δουν το οπτικοποιημένο πείραμα όποτε επιθυμούν, έχοντας φυσικά κατανοήσει το μηχανισμό με τον οποίο γίνεται η αντίδραση.

2. Σε **συναισθηματικό** επίπεδο

- θα επιδεικνύουν περισσότερο ενδιαφέρον για την οργανική χημεία, έχοντας παρακολουθήσει το πείραμα με την ακαριαία αλλαγή φάσης
- θα έχουν επιτύχει μια καλή συνεργασία με τους συμμαθητές τόσο κατά την προβολή και τον σχολιασμό του πειράματος όσο και κατά την ερευνητική εργασία που προτείνεται παρακάτω.

5. Απαιτούμενη υλικοτεχνική υποδομή

Για το σχέδιο μαθήματος απαιτείται ο χώρος της αίθουσας διδασκαλίας, όπου θα πραγματοποιηθεί το πρώτο σκέλος με χρήση πίνακα για αναγραφή της αντίδρασης προσθήκης στο καρβονύλιο, και κάποιος χώρος με ηλεκτρονικούς υπολογιστές και προβολέα βίντεο ή διαφανειών για την προβολή των βημάτων από το διδάσκοντα ή και ολόκληρου του πειράματος σε περίπτωση που δεν υπάρχουν υπολογιστές για χειρισμό από τους μαθητές.

6. Διάρκεια

Για τη φάση της διδασκαλίας στην αίθουσα απαιτείται ο χρόνος που ορίζει το Αναλυτικό Πρόγραμμα Σπουδών και εξαρτάται βέβαια από το επίπεδο που έχουν κατακτηθεί οι προαπαιτούμενες γνώσεις οργανικής χημείας και τον βαθμό κατανόησης του παρόντος μαθήματος.

Για τη φάση της προβολής του πειράματος, μία διδακτική ώρα είναι αρκετή ώστε οι μαθητές να δουν και να αντιληφθούν όλο το μηχανισμό της αντίδρασης και του πειράματος, αλλά και να γίνουν ερωτήσεις και από τις δύο πλευρές (διδάσκοντα και μαθητή) με σκοπό την πλήρη κατανόηση και εμπέδωση.

7. Ανάλυση περιεχομένου

Στο παρόν σχέδιο μαθήματος κατά την πρώτη φάση της διδασκαλίας στην αίθουσα:

- Θα εξηγηθεί ότι στο καρβονύλιο των αλδεϋδών και κετονών το ηλεκτρονιακό νέφος είναι ισχυρά μετατοπισμένο προς την πλευρά του οξυγόνου που είναι και το πιο ηλεκτραρνητικό άτομο του μορίου και έτσι τα μόρια αυτά είναι ισχυρά πολωμένα και αντιδρούν εύκολα με άλλα μόρια που είναι πολωμένα ή πολώνονται στιγμιαία.
- Θα παρουσιαστεί η σειρά δραστικότητας των καρβονυλικών ενώσεων όπως αυτή δίνεται στο σχολικό βιβλίο.
- Θα αναφερθούν οι βασικές αντιδράσεις προσθήκης στο καρβονύλιο που αναφέρονται στο σχολικό βιβλίο (H_2 προς σχηματισμό αλκοολών, HCN προς

σχηματισμό κυανιδρινών οι οποίες με υδρόλυση οδηγούν σε υδροξυοξέα, αντιδραστηρίων Grignard προς σχηματισμό αλκυλομαγνησιοαλογονιδίων που με υδρόλυση γίνονται αλκοόλες).

- Θα αναφερθούν επίσης βασικές πληροφορίες για τις αντιδράσεις αυτές, όπως αναφέρονται στο σχολικό βιβλίο.

Κατά τη δεύτερη φάση:

- Θα γίνει μια εισαγωγή εξηγώντας ότι και άλλα πολικά μόρια μπορούν και δώσουν αντίδραση προσθήκης στο καρβονύλιο παρουσιάζοντας το όξινο θειώδες νάτριο και τον τρόπο παρασκευής του.
- Στη συνέχεια θα εξηγηθεί ο μηχανισμός της αντίδρασης του οπτικοποιημένου πειράματος.
- Έπειτα θα γίνει προβολή του είτε σε υπολογιστές τόσους ώστε οι μαθητές να το βλέπουν ανά 2-4 ή διαφορετικά σε ομάδες περισσότερων μελών ή ακόμα και όλοι μαζί από ένα προβολέα βίντεο σε ειδικό πανί προβολής, αν δεν υπάρχουν υπολογιστές
- Θα ακολουθήσουν ερωτήσεις και συζήτηση σχετικά με το πείραμα που είδαν και αναφορά στα αντιδρώντα και προϊόντα ώστε να εξοικειώνονται με αυτά και να γνωρίζουν που χρησιμοποιούνται.

8. Εναλλακτικές αντιλήψεις των μαθητών

Σχετικά με την οργανική χημεία, ο καθηγητής έρχεται αντιμέτωπος με πληθώρα δυσκολιών καθώς η οργανική χημεία είναι ένα επιστημονικό πεδίο όπου εισάγονται πολλές πληροφορίες και έννοιες. Ενδεικτικά λοιπόν είναι πιθανό οι μαθητές:

- Να συγχέουν τα είδη των οργανικών μορίων
- Να δυσκολεύονται στην ονοματολογία των οργανικών ενώσεων
- Να συγχέουν το καρβονύλιο με το καρβοξύλιο των οξέων

Φυσικά μπορεί να υπάρχουν και πολλές άλλες εναλλακτικές αντιλήψεις που να σχετίζονται με κακή κατανόηση ή αφομοίωση των προαπαιτούμενων γνώσεων.

Σε ό,τι αφορά το πείραμα, δυσκολίες ίσως παρατηρηθούν στα εξής:

- Ενώ στην τελική φάση του πειράματος αναμιγνύονται 2 διαυγή υγρά, σε δευτερόλεπτα παράγεται ένα λευκό στερεό με μορφή χιονιού ή τριμμένου πάγου.
- Το ένα αντιδραστήριο είναι μίγμα υδατικού διαλύματος όξινου θειώδους νατρίου και αιθανόλης, αλλά στην αντίδραση συμμετέχει μόνο το όξινο θειώδες νάτριο κι όχι το νερό ή η αιθανόλη μέσα στα οποία είναι διαλυμένο.

9. Συσχετισμός με το αναλυτικό πρόγραμμα

Σε σχέση με το αναλυτικό πρόγραμμα, σε περιεχόμενο, το προβαλλόμενο πείραμα και ο μηχανισμός της αντίδρασης δεν παρουσιάζουν κάτι ανώτερο σε επίπεδο γνώσης ή δυσκολίας κατανόησης από τη γενική προσθήκη στο καρβονύλιο. Από άποψη χρόνου απαιτείται μια ώρα παραπάνω για την πραγματοποίηση της δεύτερης φάσης του διδακτικού σχεδίου.

10. Οργάνωση τάξης

Αρχικά το μάθημα γίνεται στην αίθουσα διδασκαλίας με τρόπο εποικοδομητικό με συζήτηση για τυχόν απορίες και αναγραφή στον πίνακα από καθηγητή, αλλά και μαθητές κάποιων αντιδράσεων προσθήκης στο καρβονύλιο.

Στη δεύτερη φάση, για την προβολή του πειράματος:

- Οι μαθητές χωρίζονται σε ομάδες των 2-4 ατόμων αν το επιτρέπει ο αριθμός των διαθέσιμων υπολογιστών
- Αν δεν είναι αρκετοί οι υπολογιστές, τότε χωρίζονται σε ομάδες μεγαλύτερες
- Αν δεν υπάρχουν διαθέσιμοι υπολογιστές, τότε διατάσσονται σε καρέκλες σε αίθουσα για την παρακολούθηση του βίντεο από προβολέα σε επιφάνεια προβολής.

11. Διδακτικές προσεγγίσεις

Κατά την πρώτη φάση ενισχύεται η δασκαλοκεντρική προσέγγιση με τη χρήση του πίνακα και τη γραφή αντιδράσεων από τον καθηγητή.

Κατά τη δεύτερη φάση υπάρχει μάθηση μέσω της θεωρίας του γνωστικού φορτίου, μια και η γνώση «σχηματοποιείται» μέσω της εικόνας του βίντεο, ομαδοσυνεργατική μάθηση, καθώς οι μαθητές σε ομάδες συνεργάζονται κατά την προβολή του πειράματος και συζητούν σχετικά με το πείραμα που προβάλλεται, αλλά και καθοδηγούμενη από τον διδάσκοντα ανακαλυπτική μάθηση, μέσω της παρατήρησης του πειράματος και του μηχανισμού της αντίδρασης.

12. Φύλλο εργασίας-αξιολόγησης

Για να αξιολογηθεί η εμπέδωση των αντιδράσεων προσθήκης στο καρβονύλιο, αλλά και η συγκράτηση γνώσεων σχετικών με το πείραμα, προτείνεται μια άσκηση κλειστού και μία ανοιχτού τύπου, καθώς και μία εργασία έρευνας που μπορούν να ενταχθούν σε κάποιο φύλλο αξιολόγησης της ευρύτερης ενότητας των οργανικών αντιδράσεων ώστε να μη γίνει άλλη υπέρβαση του χρόνου σε σχέση με το αναλυτικό Πρόγραμμα Σπουδών.

Άσκηση 1

Επιλέξτε την ή τις σωστές απαντήσεις στις παρακάτω προτάσεις:

1. Ποιων οργανικών ενώσεων η χαρακτηριστική ομάδα ονομάζεται καρβονύλιο;

α. Αλκοολών β. Καρβοξυλικών οξέων γ. Αιθέρων δ. Αλδεϋδών

ε. Εστέρων στ. Κετονών

2. Να βάλετε σε σειρά από τη λιγότερο προς την περισσότερο δραστική τις καρβονυλικές ενώσεις: Πεντανάλη (1), Μεθανάλη (φορμαλδεΰδη) (2) , Πεντανόνη (3).

α. 1-2-3

β. 3-2-1

γ. 2-1-3

δ. 1-3-2

ε. 2-1-3

στ. 3-1-2

3. Για να υπάρξει παραγωγή πρωτοταγούς, δευτεροταγούς και τριτοταγούς αλκοόλης από προσθήκη αντιδραστηρίου Grignard στο καρβονύλιο και υδρόλυση του αλκυλομαγνησιοαλογονιδίου πρέπει αντίστοιχα η προσθήκη να γίνει σε:

α. Φορμαλδεΰδη-Κετόνη-Αλδεΰδη

β. Φορμαλδεΰδη-Αλδεΰδη-Κετόνη

γ. Αλδεΰδη-Φορμαλδεΰδη-Κετόνη

δ. Κετόνη-Φορμαλδεΰδη-Αλδεΰδη

Άσκηση 2

Σχετικά με το πείραμα που παρακολουθήσατε, αναφέρατε και γράψτε την αντίδραση και τον μηχανισμό της προσθήκης του όξινου θειώδους νατρίου στην κυκλοεξανόνη.

Εργασία:

Σε συνεργασία με έναν συμμαθητή σας, αναζητήστε σε ποιες άλλες αντιδράσεις προσθήκης από αυτές που περιέχονται στο σχολικό βιβλίο, πραγματοποιείται αλλαγή φάσης από υγρό σε στερεό.

(Σχολικό βιβλίο Χημείας Γ' τάξης Γενικού Λυκείου Προσανατολισμού Θετικών Σπουδών)

4.3 Σχέδιο μαθήματος με ένταξη του τρίτου πειράματος (αντίδραση νατρίου με αιθανόλη)

1. Τίτλος σχεδίου

Ενίσχυση διδασκαλίας και εμπέδωσης της **αντίδρασης αλκοολών με δραστικά μέταλλα.**

2. Εμπλεκόμενες γνωστικές περιοχές

Χημεία Β' τάξης Γενικού Λυκείου-Γενικής παιδείας. Ενότητα 2.2 Κορεσμένες μονοσθενείς αλκοόλες-Αιθανόλη-φυσική ιδιότητα ε. Αντίδραση με δραστικά μέταλλα.

3. Προαπαιτούμενες γνώσεις

Οι μαθητές θα πρέπει να γνωρίζουν:

- Τον ορισμό των οξέων κατά Arrhenius
- Τα αλκάλια από τον Περιοδικό Πίνακα
- Ότι κατά την αντίδραση οξέος με μέταλλο παράγεται αέριο υδρογόνο
- Τι σημαίνει εξώθερμη ή ενδόθερμη αντίδραση
- Βασικά εργαστηριακά σκεύη και συσκευές
- Χειρισμό υπολογιστών και πλοήγηση στο διαδίκτυο

4. Στόχοι

Στο τέλος του προτεινόμενου σχεδίου, οι μαθητές:

1. Σε **γνωστικό** επίπεδο

- θα γνωρίζουν ότι οι αλκοόλες αντιδρούν έντονα με δραστικά μέταλλα προς παραγωγή αέριου υδρογόνου

- θα έχουν παρακολουθήσει σε πραγματικό χρόνο πώς αντιδρά ένα δραστικό μέταλλο, το νάτριο, με την αιθανόλη και θα έχουν διαπιστώσει τον όξινο χαρακτήρα των αλκοολών

- θα έχουν παρακολουθήσει μια έντονα εξώθερμη αντίδραση και θα γνωρίζουν τη σημασία τοποθέτησης ψυκτήρα στο αέριο υδρογόνο που παράγεται, ώστε να αποφευχθεί η ανάφλεξη

- θα γνωρίζουν ότι τα δραστικά μέταλλα πρέπει να προφυλάσσονται ακόμα και από την υγρασία για να αποφευχθεί η ακούσια και ανεξέλεγκτη αντίδραση με αυτή, άρα ότι πρέπει να φυλάσσονται σε πετρέλαιο

- θα είναι σε θέση να πλοηγηθούν στη διαδικτυακή πλατφόρμα και να δουν ξανά το πείραμα

2. Σε **συναισθηματικό** επίπεδο

- θα έχουν συνεργαστεί αποτελεσματικά μεταξύ τους για την προβολή του πειράματος και τη συζήτηση που θα το συνοδεύει.

5. Απαιτούμενη υλικοτεχνική υποδομή

Για την υλοποίηση του σχεδίου απαιτείται ένας τουλάχιστον υπολογιστής για χειρισμό από τον καθηγητή και προβολέας βίντεο ή διαφανειών σε επιφάνεια προβολής, όσο το δυνατόν περισσότεροι υπολογιστές ώστε οι μαθητές ανά 2-4 να χειρίζονται έναν υπολογιστή και πίνακας διδασκαλίας για τη γραφή της αντίδρασης.

6. Διάρκεια

Για το συγκεκριμένο σχέδιο δεν απαιτείται επιπλέον χρόνος από αυτόν που ορίζεται στο Αναλυτικό Πρόγραμμα Σπουδών, και αυτό διότι το πείραμα που θα προβληθεί έρχεται να επιδείξει αυτό που αναφέρεται στο βιβλίο και παρουσιάζεται σε μια απλοϊκή εικόνα. Επίσης, το βίντεο του πειράματος δεν διαρκεί πολύ σαν πείραμα ούτε περιέχει κάποια αντίδραση με σύνθετο μηχανισμό που να χρήζει ιδιαίτερης συζήτησης.

7. Ανάλυση περιεχομένου

Στο παρόν σχέδιο μαθήματος

- θα ζητηθεί από τους μαθητές να θυμηθούν ότι κατά τον Arrhenius τα οξέα είναι δότες υδρογόνου
- οι μαθητές θα ανακαλέσουν στη μνήμη τους ποια είναι τα δραστικά μέταλλα στον Περιοδικό Πίνακα (τα αλκάλια)
- οι μαθητές θα ανακαλέσουν στη μνήμη τους πότε μια αντίδραση χαρακτηρίζεται εξώθερμη
- θα τονιστεί από τον διδάσκοντα η ιδιότητα των αλκοολών να αντιδρούν με δραστικά μέταλλα και να παράγεται αέριο υδρογόνο όπως γίνεται με τα οξέα εντοπίζοντας έτσι τον όξινο χαρακτήρα των αλκοολών.

Στη συνέχεια οι μαθητές

- θα μεταβούν στην αίθουσα με τους υπολογιστές για την προβολή του πειράματος
- αν δεν υπάρχουν υπολογιστές, θα μεταβούν σε αίθουσα όπου θα γίνει η προβολή του πειράματος από προβολέα βίντεο και θα δουν το πείραμα, συζητώντας με τον διδάσκοντα ή και μεταξύ τους τυχόν απορίες και προβληματισμούς-ιδέες.

8. Εναλλακτικές αντιλήψεις των μαθητών

Για το παρόν σχέδιο μαθήματος οι πιθανές παρανοήσεις των μαθητών είναι σχετικά περιορισμένες. Ωστόσο μπορεί να υπάρχουν κάποιες όπως:

- Σύγχυση στην αναγνώριση και την ονοματολογία οργανικών ενώσεων
- Πώς από την αντίδραση υγρού με στερεό παράγεται αέριο.

9. Συσχετισμός με το αναλυτικό πρόγραμμα

Στο συγκεκριμένο σχέδιο μαθήματος δεν προτείνεται καμία διαφοροποίηση από το Αναλυτικό Πρόγραμμα Σπουδών. Το οπτικοποιημένο πείραμα έρχεται απλά να δώσει την ευκαιρία να δουν οι μαθητές αυτό που περιγράφεται στο σχολικό βιβλίο και φαίνεται σε μια απλή εικόνα αυτού.

10. Οργάνωση τάξης

Αρχικά όπως αναφέρθηκε και παραπάνω το μάθημα γίνεται στην αίθουσα διδασκαλίας.

Για την προβολή του πειράματος στους υπολογιστές:

- Αν υπάρχουν αρκετοί υπολογιστές, οι μαθητές χωρίζονται σε ομάδες των 2-4 ατόμων.
- Αν υπάρχει περιορισμένος αριθμός υπολογιστών, για να μη γίνει περαιτέρω υπέρβαση του χρόνου από το Αναλυτικό Πρόγραμμα Σπουδών οι μαθητές παραμένουν σαν ένα τμήμα, αλλά χωρίζονται σε ομάδες με περισσότερα μέλη.
- Αν δεν υπάρχει η δυνατότητα χρήσης υπολογιστών, τότε το πείραμα προβάλλεται στην αίθουσα διδασκαλίας με τη βοήθεια ενός φορητού υπολογιστή και ενός προβολέα βίντεο είτε σε τοίχο είτε ακόμα καλύτερα σε ειδικό πανί προβολής βίντεο.

11. Διδακτικές προσεγγίσεις

Κατά τη φάση της διδασκαλίας ακολουθείται ομαδοσυνεργατική μάθηση μέσω ερωτήσεων και από πλευράς καθηγητή και από πλευράς μαθητών, καθώς και μέσω συζήτησης.

Κατά την προβολή του πειράματος μπορεί να ακολουθηθεί ανακαλυπτική-διερευνητική προσέγγιση με καθοδήγηση από τον καθηγητή, αλλά και μάθηση με τη θεωρία του γνωστικού φορτίου, μια και τα πολυμέσα γενικότερα, αλλά και οι τεχνολογίες πληροφορίας επικοινωνίας συνδράμουν προς αυτό το είδος μάθησης.

12. Φύλλο εργασίας-αξιολόγησης

Για να αξιολογηθεί η εμπέδωση του **όξινου χαρακτήρα των αλκοολών** και τι συμβαίνει όταν αντιδρούν με δραστικά μέταλλα προτείνονται μία άσκηση κλειστού και μία ανοιχτού τύπου, αλλά και δύο εργασίες έρευνας που μπορούν να ενταχθούν σε ένα φύλλο αξιολόγησης μιας ευρύτερης ενότητας.

Άσκηση 1

1. Σημειώστε μετά από κάθε πρόταση Σ, αν είναι σωστή ή Λ, αν είναι λάθος.

Α. Οι οργανικές ενώσεις είναι ουδέτερες όσον αφορά το pH τους.

Β. Η αιθανόλη παρουσιάζει όξινο χαρακτήρα.

Γ. Τα δραστικά μέταλλα αντιδρούν ισχυρότερα με το νερό παρά με την αιθανόλη.

Δ. Μόνο τα γνωστά οξέα (θειικό, φωσφορικό, υδροχλωρικό, νιτρικό) μπορούν να αντιδράσουν με κάποιο δραστικό μέταλλο προς παραγωγή αέριου υδρογόνου.

Ε. Η αιθανόλη, εφόσον περιέχει υδροξύλιο (-OH), συμπεριφέρεται σα βάση.

Άσκηση 2

Γράψτε την αντίδραση που πραγματοποιείται μεταξύ του νατρίου και της αιθανόλης και προσδιορίστε τα προϊόντα.

Εργασία 1:

Σε συνεργασία με ένα συμμαθητή σας να ερευνήσετε βιβλιογραφικά ποια δραστικά μέταλλα μπορούν να αντιδράσουν εντονότερα με την αιθανόλη και να τα κατατάξετε σε σειρά δραστικότητας

Εργασία 2:

Σε συνεργασία με ένα συμμαθητή σας, να ερευνήσετε βιβλιογραφικά ποιες είναι οι πιθανές εφαρμογές-χρήσεις του αέριου υδρογόνου που παράγεται από την αντίδραση δραστικών μετάλλων με όξινα διαλύματα.

4.4 Σχέδιο μαθήματος με ένταξη του τέταρτου πειράματος (Απόσταξη ακάθαρτης ακετόνης)

1. Τίτλος Σχεδίου

Ένταξη **της απόσταξης** στη χημεία της Β' τάξης Γυμνασίου ή της Α' τάξης Γενικού Λυκείου μέσω μιας οπτικοποιημένης απόσταξης.

2. Εμπλεκόμενες γνωστικές περιοχές

Χημεία Β' τάξης Γυμνασίου: ενότητα 2.5 Διαχωρισμός Μειγμάτων.

Χημεία Α' τάξης Γενικού Λυκείου: ενότητα 1.5 Ταξινόμηση της ύλης - Διαλύματα- Περιεκτικότητες διαλυμάτων – Διαλυτότητα. Επέκταση και σε μεθόδους διαχωρισμού διαλυμάτων.

3. Προαπαιτούμενες γνώσεις

Οι μαθητές θα πρέπει να γνωρίζουν:

- Τι είναι το σημείο ζέσεως μιας ουσίας
- Πώς υγροποιούνται οι ατμοί;
- Βασικά σκεύη και όργανα του χημικού εργαστηρίου

4. Στόχοι

Μετά το μάθημα και την παρακολούθηση της απόσταξης που έχει οπτικοποιηθεί, οι μαθητές θα είναι σε θέση:

1. Σε **γνωστικό** επίπεδο

- να γνωρίζουν ότι από ένα μίγμα υγρών ουσιών με διαφορετικά σημεία ζέσεως, μπορεί να γίνει διαχωρισμός των συστατικών μέσω της απόσταξης
- να επισκέπτονται τη διαδικτυακή πλατφόρμα στην οποία βρίσκεται το βίντεο της απόσταξης και να το βλέπουν όποτε θέλουν

2. Σε **συναισθηματικό** επίπεδο

- να αντιλαμβάνονται τη σημασία της ανακύκλωσης ευρείας χρήσης διαλυτών και καθαριστικών που είναι επιβλαβή για το περιβάλλον καθώς και της ανάγκης ανακύκλωσης ευρείας χρήσης διαλυτών λόγω υψηλού κόστους
- να συνεργάζονται αποτελεσματικά με τους συμμαθητές τους

5. Απαιτούμενη υλικοτεχνική υποδομή

Για το προτεινόμενο σχέδιο μαθήματος απαιτείται μια αίθουσα διδασκαλίας με πίνακα, όπου θα γίνει ένα μάθημα 1 διδακτικής ώρας, ώστε να εξηγηθεί τι είναι η απόσταξη και πώς χρησιμεύει ως μέθοδος διαχωρισμού διαλυμάτων. Στη συνέχεια απαιτείται αίθουσα με υπολογιστές όπου οι μαθητές μαζί με τον δάσκαλο θα παρακολουθήσουν σε ολιγομελείς κατά προτίμηση ομάδες (2-4 ατόμων) την οπτικοποιημένη απόσταξη.

6. Διάρκεια

Το παρόν σχέδιο απαιτεί 1 διδακτική ώρα κατά προτίμηση, χωρισμένη σε δύο σκέλη, αυτό της διδασκαλίας και αυτό της πλοήγησης στη διαδικτυακή πλατφόρμα και της προβολής της οπτικοποιημένης απόσταξης.

7. Ανάλυση περιεχομένου

Από το γυμνάσιο κιόλας οι μαθητές γνωρίζουν τι είναι το σημείο ζέσεως μιας ουσίας και με αφορμή αυτό σε 1 διδακτική ώρα:

- Θα αναλυθεί πώς μπορούν να διαχωριστούν δύο αναμεμιγμένες υγρές ουσίες που αποτελούν ένα ομογενές διάλυμα, οι οποίες έχουν διαφορετικά σημεία ζέσεως και όχι πολύ παραπλήσια.

- Θα αναφερθούν περιπτώσεις όπου βρίσκει εφαρμογή η απόσταξη, όπως στην παραλαβή απεσταγμένου νερού, του πετρελαίου κ.λ.π.
- Θα συνδεθεί και με τον κύκλο του νερού που προσομοιάζει στην απόσταξη, με τη διαφορά ότι εξατμίζεται χωρίς βρασμό.
- Θα εξηγηθεί ότι στο πείραμα αποστάζεται ακετόνη και πώς αυτή είναι ιδιαίτερα χρήσιμη ως διαλύτης στην οργανική χημεία.
- Θα παρακολουθήσουν την οπτικοποιημένη απόσταξη στους ηλεκτρονικούς υπολογιστές.
- Θα γίνει συζήτηση γύρω από το νέο αυτό μάθημα.

8. Εναλλακτικές αντιλήψεις των μαθητών

Στο νέο αυτό σχέδιο μαθήματος οι μαθητές μπορεί να αντιμετωπίσουν μόνο την παρανόηση, πώς γίνεται να βράζει ένα μίγμα υγρών και να εξατμίζεται και να παραλαμβάνεται μόνο η μία από αυτές.

9. Συσχετισμός με το Αναλυτικό Πρόγραμμα

Με το προτεινόμενο σχέδιο, προστίθεται μια επιπλέον διδακτική ώρα στο Αναλυτικό Πρόγραμμα Σπουδών, που έρχεται να αναδείξει τη σημασία της εργαστηριακής άσκησης-πείραματος για τον μαθητή της Β' τάξης Γυμνασίου και της Α' τάξης του λυκείου.

10. Οργάνωση τάξης

Για τη διδασκαλία της έννοιας της απόσταξης και πώς αυτή γίνεται, οι μαθητές θα είναι οργανωμένοι στην αίθουσα διδασκαλίας με τον πίνακα, και έπειτα για την προβολή του πειράματος θα δημιουργηθούν ομάδες με μέλη όσο το δυνατό λιγότερα, αναλόγως και τον αριθμό των υπολογιστών και θα παρακολουθήσουν την απόσταξη της ακετόνης. Αν φυσικά δεν υπάρχει διαθεσιμότητα υπολογιστών, σε αίθουσα προβολής βίντεο θα

παρακολουθήσουν το οπτικοποιημένο πείραμα και ξανά στην αίθουσα διδασκαλίας θα γίνει συζήτηση γύρω από το νέο αυτό μάθημα.

11. Διδακτικές προσεγγίσεις

Σε όλο το σχέδιο μαθήματος ενισχύεται η ομαδοσυνεργατική μάθηση με συμμετοχή των μαθητών σε διάλογο με ερωτήσεις και απαντήσεις και μετά την προβολή του βίντεο με την ακόλουθη ανταλλαγή ιδεών και απόψεων με τους άλλους μαθητές και τον καθηγητή. Φυσικά κατά την προβολή του βίντεο ενισχύεται η μάθηση με τη θεωρία του γνωστικού φορτίου, λόγω σχηματοποίησης της πληροφορίας και της γνώσης.

12. Φύλλο εργασίας-αξιολόγησης

Για τον έλεγχο της απήχησης αυτής της προσθήκης στο Αναλυτικό Πρόγραμμα Σπουδών προτείνεται ένα φύλλο εργασίας-αξιολόγησης που μπορεί να ενταχθεί σε ένα ευρύτερο φάσμα της ύλης, ώστε να μην απαιτεί παραπάνω διδακτικές ώρες και περιέχει δύο ασκήσεις κλειστού τύπου και μία ανοιχτού, αλλά και μια ερευνητική εργασία και μια εργαστηριακή σε περίπτωση που διατίθεται εργαστήριο και εργαστηριακός εξοπλισμός.

Άσκηση 1

Να συμπληρώσετε τα κενά:

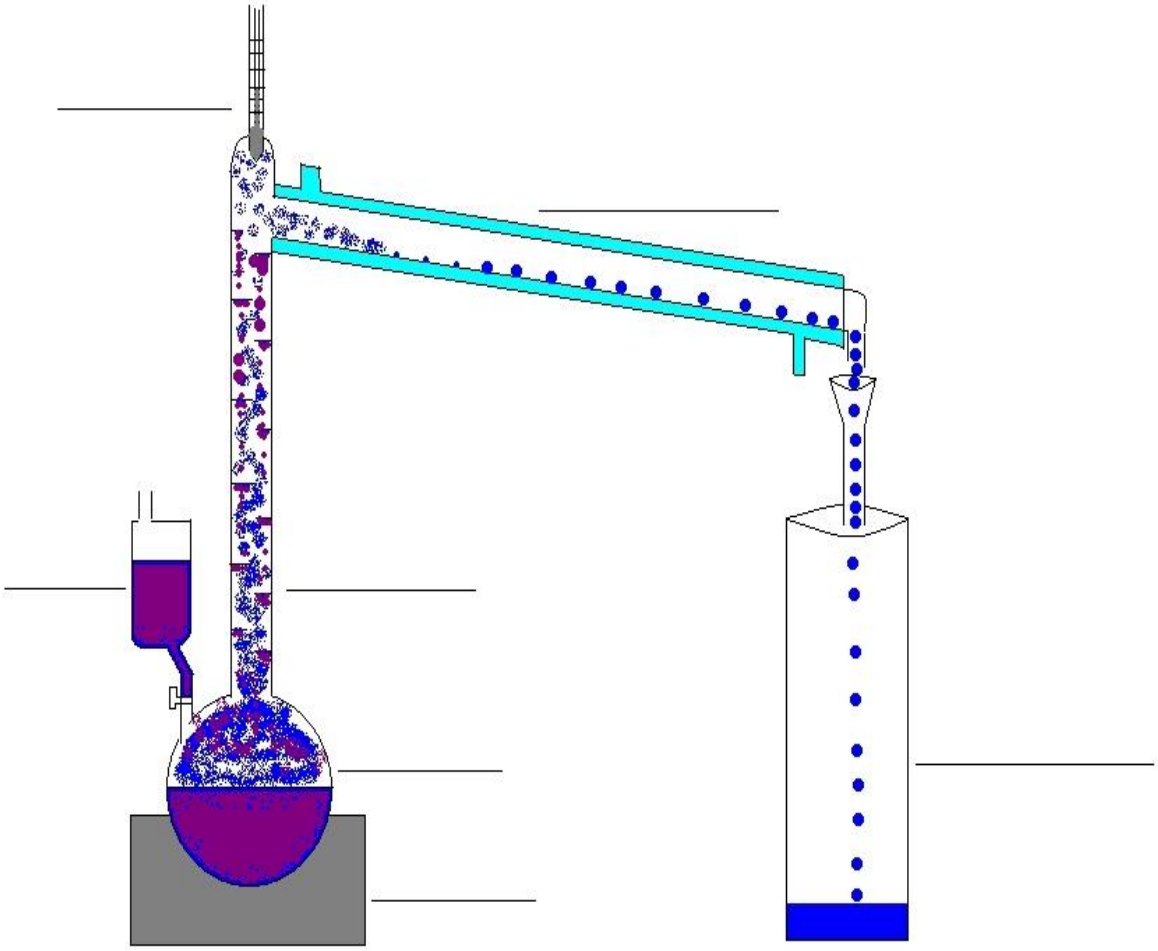
Η απόσταξη είναι μια μέθοδος _____ υγρών μιγμάτων και μπορεί να εφαρμοστεί μόνο όταν τα _____ _____ των ουσιών που περιέχονται έχουν σαφή διαφορά.

Η ακετόνη είναι ένας οργανικός _____ που βρίσκει πολλές εφαρμογές στη βιομηχανία και την καθημερινή ζωή και ως _____

Άσκηση 2

Στο παρακάτω σκίτσο δίνεται η διάταξη της απόσταξης. Στα κενά που υπάρχουν να αντιστοιχίσετε τα μέρη της διάταξης:

(Αποστακτική στήλη, Μανδύας θέρμανσης, Δοχείο συλλογής αποστάγματος, Δοχείο ζέσεως, Φιάλη προσθήκης μίγματος προς απόσταξη, Ψυκτήρας, Θερμόμετρο)



Άσκηση 3

Η αιθανόλη έχει σημείο ζέσεως τους 78ºC και το νερό τους 100ºC. Αν τα αναμίξουμε, παρασκευάζεται ένα ομογενές διάλυμα με 2 συστατικά. Προτείνετε έναν τρόπο διαχωρισμού τους και περιγράψτε όλη τη διαδικασία και την εργαστηριακή διάταξη που θα χρησιμοποιήσετε.

Εργασία

Αναζητήστε και προτείνετε χημικές ουσίες που μπορούν μέσα από απόσταξη να ανακυκλωθούν και να ξαναχρησιμοποιηθούν.

Εργαστηριακή Άσκηση:

1. Δημιουργήστε με τη βοήθεια και του καθηγητή σας τη διάταξη της απόσταξης στο εργαστήριο.
2. Παρασκευάστε ένα μίγμα νερού-ακετόνης συγκεκριμένης περιεκτικότητας σε ακετόνη και σημειώστε πόσα mL ακετόνης προσθέσατε.
3. Τοποθετήστε το μίγμα στη σφαιρική φιάλη ζέσεως της διάταξής σας και θερμάνετέ το αργά.
4. Παρατηρήστε τις ενδείξεις του θερμομέτρου ανα τακτά χρονικά διαστήματα (π.χ. ανά 5 λεπτά) στην κορυφή της αποστακτικής στήλης.
5. Καταγράψτε πώς μεταβάλλεται η θερμοκρασία και σε ποιο σημείο σταθεροποιείται, καθώς και τον χρόνο που παραμένει σταθερή. Εξηγήστε τον λόγο αυτής της σταθεροποίησης.
6. Ελέγχετε αν το δοχείο συλλογής γεμίζει. Μόλις σταματήσει να γεμίζει και δείτε να μεταβάλλεται η θερμοκρασία, αντικαταστήστε το με ένα δεύτερο, φυλάσσοντας το πρώτο δοχείο.
7. Καταγράψτε τη δεύτερη θερμοκρασία που σταθεροποιείται το θερμόμετρο. Εξηγήστε γιατί συνέβη αυτή η μετάβαση σε άλλο σημείο σταθεροποίησης.
8. Ελέγξτε αν γεμίζει το δεύτερο δοχείο συλλογής. Μην αφήσετε να εξατμιστεί όλο το υγρό από τη φιάλη ζέσεως. **Δεν χρειάζεται να αποσταχθεί όλο το υπόλοιπο υγρό.**
9. Μετρήστε τον όγκο του υγρού που βρίσκεται στην πρώτη φιάλη συλλογής. Πιστεύετε ότι είναι η ακετόνη ή το νερό; Συγκρίνετε την ποσότητα που λάβατε με την ποσότητα του συστατικού στο προς απόσταξη μίγμα. Παρατηρείτε απόκλιση στην ποσότητα; Αν ναι, πού πιστεύετε ότι μπορεί να οφείλεται;

(Σχολικό βιβλίο Χημείας Β' τάξης Γυμνασίου, Σχολικό βιβλίο Χημείας Α' τάξης Γενικού Λυκείου)

Αποτελέσματα-Προτάσεις για μελλοντική έρευνα

Από τη βιβλιογραφική επισκόπηση της παρούσας διπλωματικής εργασίας και τα προτεινόμενα σχέδια μαθήματος με τα οπτικοποιημένα πειράματα που δημιουργήθηκαν εκ του μηδενός εξάγονται τα εξής συμπεράσματα:

- Οι Φυσικές Επιστήμες διδάσκονται καλύτερα με την εποικοδομητική προσέγγιση και την αντίστοιχη χρήση νέων διδακτικών μεθόδων όπως οι Τεχνολογίες Πληροφορίας Επικοινωνίας.

- Η διδασκαλία της Χημείας, λόγω του εργαστηριακού χαρακτήρα του μαθήματος, απαιτεί την εποπτεία πειραμάτων είτε εκτελώντας τα σε εργαστηριακό χώρο είτε μέσω οπτικοποιημένου ψηφιακού υλικού που συνεπάγεται μια άμεση και λιγότερο χρονοβόρα διαδικασία.

- Τα πειράματα μπορούν να εγείρουν την προσοχή και το ενδιαφέρον των μαθητών προς ένα μάθημα καθώς και να συνεισφέρουν στην καλύτερη κατανόηση εννοιών που εμφανίζουν υψηλή γνωστική απαίτηση όπως οι χημικές αντιδράσεις, οι μέθοδοι διαχωρισμού κ.ά.

- Μέσω κατάλληλων πειραμάτων μπορούν να καλλιεργηθούν αξίες όπως η πράσινη χημεία.

- Ακόμα και αν δε διατίθεται εργαστήριο σε κάποιο σχολείο, αυτό δεν πρέπει να γίνεται εμπόδιο ώστε ο μαθητής να μην έρχεται σε επαφή με το πείραμα. Υπάρχει η δυνατότητα πρόσβασης σε διαδικτυακή πλατφόρμα και προβολή πειραμάτων ως βίντεο με περιγραφή και σχόλια. Επίσης, μπορούν τα οπτικοποιημένα πειράματα να χρησιμοποιηθούν ως υλικό προετοιμασίας πριν από την εκτέλεση πειραμάτων στο εργαστήριο θέλοντας να προσφέρουν μεγαλύτερη εξοικείωση των μαθητών με την πειραματική διαδικασία, ενθαρρύνοντας και αυξάνοντας το ενδιαφέρον και την προσμονή για την πειραματική διαδικασία και εν γένει για την επιστήμη της χημείας.

Η εργασία αυτή μπορεί να επεκταθεί στο πλαίσιο διενέργειας εκπαιδευτικής έρευνας σε σχολεία, με την ένταξη των οπτικοποιημένων πειραμάτων στην εκπαιδευτική διαδικασία σε ευρύ δείγμα έτσι ώστε να αποτιμηθεί η αξία τους στην αποτελεσματική μαθησιακή διαδικασία. Επίσης, πέρα από την αξιολόγηση των επιδόσεων των μαθητών με τη χρήση των ψηφιακών αυτών αντικειμένων μπορεί να δοθεί σχετικό ερωτηματολόγιο με στόχο τη διερεύνηση της στάσης των μαθητών απέναντι σε αυτό το διδακτικό μέσο. Επιπροσθέτως, το ψηφιακό υλικό αυτό στοχεύεται να ενσωματωθεί στην ψηφιακή πλατφόρμα «Ψηφιακό σχολείο - Φωτόδεντρο - Αποθετήριο Εκπαιδευτικών Βίντεο» http://dschool.edu.gr/ όπου μπορεί να είναι προσβάσιμο σε μαθητές και γονείς οποιαδήποτε χρονική στιγμή.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Α. ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Βαΐτσης Χρήστος (2015). «‘Πράσινη’ μεθοδολογία σύνθεσης Νέων Προϊόντων Δις-(β-δικαρβονυλο)-μεθανίου σε βαθέως ευτηκτικό διαλύτη (DES)». Διπλωματική Εργασία, Σχολή Χημικών Μηχανικών, Ε.Μ.Π., Αθήνα

Βαμβακερός Ξ.Α. (2013). «Διερεύνηση σύγχρονων εκπαιδευτικών και επιστημολογικών προσεγγίσεων στη Διδακτική της Χημείας.» Διδακτορική Διατριβή, Σχολή Χημικών Μηχανικών, Ε.Μ.Π., Αθήνα

Γκινέτσι Νάνσι (2014). «Σύνθεση ιοντικών υγρών και βαθέων ευτηκτικών διαλυτών και εφαρμογή τους στο διαχωρισμό του αζεοτροπικού μίγματος αιθανόλης/νερού». Διπλωματική εργασία, Σχολή Χημικών Μηχανικών ΕΜΠ, Αθήνα

Δανάσσης- Αφεντάκης Αντ. Κ. (2000), «Εισαγωγή στην Παιδαγωγική - Η εξέλιξη της παιδαγωγικής σκέψης (17 ος -20 ος αι.)», Τόμος Β'.

Θεοδώρου Τ.Α. (2011). «Διεπιστημονική Πρόταση διδασκαλίας της ενότητας των “μακρομορίων” για το μάθημα της Βιολογίας στη Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση». Διπλωματική εργασία, Σχολή Χημικών Μηχανικών, Ε.Μ.Π., Αθήνα

Καμπουράκης Κ., Τσαπαρλής Γ., (2000). «Οι εναλλακτικές ιδέες των σπουδαστών στη Χημεία: Μια ανασκόπηση της έρευνας και οι συνέπειες στη διδασκαλία και τη μάθηση», Κεφ.2, Διδακτική Φυσικών Επιστημών και Διδακτικής της Χημείας- Θέματα σε μεταπτυχιακό επίπεδο –Μεταπτ. Πρόγρ. Εξειδίκ. ΔιΧηΝεΤ

Κασιμάτη, Κ. (2000). «Οι νέες τεχνολογίες ως μια δύναμη μετασχηματισμού στην εκπαίδευση». Πρακτικά 17ου Πανελλήνιου Συνεδρίου Μαθηματικής Παιδείας. Τα Μαθηματικά, κλειδί ανάπτυξης. Αθήνα: ΕΜΕ. σ. 325-336

Κασιμάτη, Κ., & Γιαλαμάς, Β. (2001). «Απόψεις εκπαιδευτικών για τη συμβολή των Νέων Τεχνολογιών στην εκπαιδευτική διαδικασία». Επιθεώρηση Εκπαιδευτικών Θεμάτων, 5, σ. 114-121.

Κασσωτάκης Μ., Φλουρής Γ., (2006) «Μάθηση», Τόμος Α'.

Κασσωτάκης Μ., Φλουρής Γ., (2005) «Θεωρία, πράξη και αξιολόγηση της διδασκαλίας», Τόμος Β'.

Καψάλης Α., (1996) «Παιδαγωγική Ψυχολογία». Θεσσαλονίκη: Κυριακίδης σ. 220

Λιοδάκης Σ. (2003). «Εφαρμοσμένη Ανόργανη Χημεία». Επιστημονικές εκδόσεις Παρισιάνου Α.Ε. Αθήνα

Λιοδάκης Σ., Γάκης Δ., Θεοδωρόπουλος Δ. & Π., Κάλλης Α. Σχολικό βιβλίο Χημείας Β' Γυμνασίου. Οργανισμός Εκδόσεων Διδακτικών Βιβλίων

Λιοδάκης Σ., Γάκης Δ., Θεοδωρόπουλος Δ. & Π., Κάλλης Α. Σχολικό βιβλίο Χημείας Α' Γενικού Λυκείου. Οργανισμός Εκδόσεων Διδακτικών Βιβλίων

Λιοδάκης Σ., Γάκης Δ., Θεοδωρόπουλος Δ. & Π., Κάλλης Α. Σχολικό βιβλίο Χημείας Β' Γενικού Λυκείου Γενικής Παιδείας. Οργανισμός Εκδόσεων Διδακτικών Βιβλίων

Λιοδάκης Σ., Γάκης Δ., Θεοδωρόπουλος Δ. & Π., Κάλλης Α. Σχολικό βιβλίο Χημείας Β' Γενικού Λυκείου Προσανατολισμού Θετικών Σπουδών. Οργανισμός Εκδόσεων Διδακτικών Βιβλίων

Λιοδάκης Σ., Γάκης Δ., Θεοδωρόπουλος Δ. & Π., Κάλλης Α. Σχολικό βιβλίο Χημείας Γ' Γενικού Λυκείου Προσανατολισμού Θετικών Σπουδών. Οργανισμός Εκδόσεων Διδακτικών Βιβλίων

Ματσαγγούρας Γ. Ηλίας (2003). «Θεωρία και πράξη της διδασκαλίας» τεύχος Α'. «Θεωρία της Διδασκαλίας. Η Προσωπική Θεωρία ως Πλαίσιο Στοχαστικο-κριτικής Ανάλυσης». Δεύτερη Βελτιωμένη έκδοση. Παιδαγωγική σειρά Gutenberg. σ. 136-169

Ματσαγγούρας Γ. Ηλίας (2003). «Θεωρία και πράξη της διδασκαλίας» τεύχος Β'. «Στρατηγικές Διδασκαλίας. Η Κριτική Σκέψη στη Διδακτική Πράξη». Πέμπτη έκδοση βελτιωμένη και επαυξημένη. Παιδαγωγική Σειρά Gutenberg σ. 119-167

Μπαρκάτσας Αναστάσιος (1999). «Η θεωρία κατασκευής της γνώσης και ο ρόλος της στη μαθησιακή διαδικασία και στη διδακτική των μαθηματικών». Ερευνητική διάσταση της Διδακτικής των μαθηματικών τ.4 1999 σ. 136-151

Παυλάτου Ε. (2010-11). «Βιβλιογραφικές σημειώσεις “Διδακτικής των φυσικών επιστημών και τεχνολογίας”». 3º εξάμηνο Σχολή Χημικών Μηχανικών, ΕΜΠ. σ. 124-164

Σαλβαράς Γ. & Σαλβαρά Μ. (2007). «Σχολική Πρακτική: Μοντέλα και Στρατηγικές Διδασκαλίας. Κατασκευή και Χρήση “Εργαλείων” Διδασκαλίας» Αθήνα: Ατραπός σ. 18-26

ΦΕΚ 303, τ. Β΄ 13-3-2003. «Διαθεματικό Ενιαίο Πλαίσιο Προγραμμάτων Σπουδών και Αναλυτικά Προγράμματα»

Χιώτη Μ. (2016) «Μελέτη της συμβολής των κινουμένων σχεδίων στη διδασκαλία της Χημείας» Διπλωματική εργασία, Σχολή Χημικών Μηχανικών Ε.Μ.Π. Αθήνα

Β. ΞΕΝΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Altun E., Demirdag B., Feyzioglu B., Ates A., Cobanoglu I. (2009) “Developing an interactive virtual chemistry laboratory enriched with constructivist learning activities for secondary schools” World Conference on Educational Sciences 2009

Ashworth C., Matthews R., Welton T. & Hunt P. (2016) “Doubly ionic hydrogen bond interactions within the choline chloride–urea deep eutectic solvent” Royal Society of Chemistry

Cook M.P. (2006) “Visual Representations in Science Education”: The influence of prior knowledge and cognitive load theory on instructional design principles, Science Education, pp. 1073-1091

Dewey J. (1933). “How We Think”. Boston: Heath. pp. 35

Driver, R. (1994), “Planning and Teaching a Chemistry Topic from Constructivist Perspective”, Proceedings of The Content of Science”: A Constructivist Approach to its Teaching and Learning”, in Fensham, Gunstone and White (Eds.) Educational Communication and Technology, 30, 195-232., 1982.

Elliot, Kratochwill, Cook, Travers, «Εκπαιδευτική Ψυχολογία». Αποτελεσματική Διδασκαλία, Αποτελεσματική Μάθηση, (επιμ. Λεονταρή Α. & Συγκολλίτου Ε., μτφρ. Σόλμαν Μ.,& Καλύβα Φ.) Αθήνα: Gutenberg, Δαρδανός, (2008)

Feldman R. S., (2011), «Εξελικτική Ψυχολογία: Δια βίου ανάπτυξη». Επιστημονική Επιμέλεια: Ηλίας Γ. Μπεζεβέγκης. Gutenberg

Gage N.L. & Berliner D. (1988). “Educational Psychology” Boston: Houghton Mifflin. p. 229

Genovese, (2003), Piaget, Pedagogy and Evolutionary Psychology, Evolutionary Psychology, College of Education, Cleveland State University

Hofstein, A., & Lunetta, V. N. (2004). “The laboratory in science education: foundation for the twenty-first century.” International Journal of Science Education, 88, pp. 28-54

Holloway E. (1985). «Μάθηση και Εκπαίδευση Ι». (μτφρ. Κονδύλη Γ.) Αθήνα: Κουτσούμπος σ. 14

Itzek-Greulich H., Flunger B., Vollmer C., Nagengast B, Rehm M., Trautwein U. (2015). “Effects of a science center outreach lab on school students' achievement-Are student lab visits needed when they teach what students can learn at school?” Learning and Instruction 38, pp.43-52

Jones B.F., Palinscar A., Ogle & Carr (1987). “Strategic Teaching and Learning”. Alexandria, VA: ASCD pp. vii

Kilpatrick W. (1926). “Foundations of Method”. New York: Macmillan. pp. 268

Kokkotas & Rizaki, (2011), “Does History of Science Contribute to the Construction of Knowledge in the Constructivist Environments of Learning?” K. S. Malamitsa, A. A. Rizaki & P. V. Kokkotas. Adapting historical knowledge to the classroom, Athens: Sence Publishers pp. 61-84

Mc Donald M., A. & Stuart-Hamilton I., (2003), “Egocentrism in older adults: Piaget's three mountains task revisited. Educational Gerontology”, 29, pp. 417-425

Mezirow J. (2007) «Η Μετασχηματίζουσα Μάθηση». (Μτφρ. Κουλαουζίδης Γιώργος, Επιστ. Επιμ. Κόκκος Αλέξης) Μεταίχμιο. Αθήνα σ.43-62

O' Loughlin M., (1992), “Rethinking science education.: Beyond Piagetian constructivism toward a sociocultural model of teaching and learning”. *Journal of Research in Science Teaching, 29*, pp.791-820

Santrock J. (2008), «Ανάπτυξη στην Παιδική Ηλικία» (επιμ. Χρούσος Γ.), Αθήνα: Παρισιάνου Α.Ε.

Schnotz W. & Kürschner C. (2007). “A reconsideration of cognitive load theory” Educational Psychology Review, 19, pp. 469–508

Svec, M. T. ve Anderson, H.(1995). “Effect of Microcomputer Based Labaratory on Students Graphing Interpratation Skillks and Conceptual Understanding of Motion”, Dissertation Abstract International, 55, 8, New York pp. 23-38

Tatli Z. & Ayas A. (2010) “Virtual laboratory applications in chemistry education” Procedia Social and Behavioral Sciences 9 pp. 938–942

Winsler A., (2003), “Introduction to special issue: Vygotskian perspectives in early childhood education”. Early Education and Development, 14[Special Issue], pp. 253-269