ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΚΡΗΤΗΣ

ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΟ ΤΜΗΜΑ ΠΡΟΣΧΟΛΙΚΗΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ

Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών

«Επιστήμες της Αγωγής: Παιδαγωγική και Διδακτική Πράξη»

Ειδικότητα: ***Οι Τεχνολογίες της Πληροφορίας και των Επικοινωνιών στην Εκπαίδευση***

Διπλωματική εργασία

Η συμβολή των ΤΠΕ στη διδασκαλία των Διαλυμάτων στην Α' Λυκείου. Μια διδακτική παρέμβαση

ΔΗΜΗΤΡΙΟΥ ΣΕΒΑΣΤΗ

Α.Μ. 495

Επιβλέπων: Ζαράνης Νικόλαος Καθηγητής

Μέλη: Αμπαρτζάκη Μαρία

Παπαδάκης Σταμάτιος

Ρέθυμνο

Σεπτέμβριος 2023

«Φτάσε όπου δεν μπορείς παιδί μου! Μην ντραπείς αν έπαιξες καλά, κι έχασες... Να ντραπείς αν έπαιξες κακά και κέρδισες».

-Νίκος Καζαντζάκης-

Στα παιδιά μου

Μαρία και Γιώργο

Ευχαριστίες

Ευχαριστώ θερμά τον επιβλέποντα μου κύριο Νικόλαο Ζαράνη καθηγητή του Παιδαγωγικού Τμήματος Προσχολικής Εκπαίδευσης του Πανεπιστημίου Κρήτης για την επίβλεψη, την υποστήριξη και ανατροφοδότηση καθώς και για την υπομονή που έδειξε σε όλη τη διάρκεια της εκπόνησης της διπλωματικής μου εργασίας. Επίσης ευχαριστώ την κυρία Αμπαρτζάκη Μαρία και τον κύριο Παπαδάκη Σταμάτη για την τιμή που μου έκαναν να αποτελούν μέλη της τριμελούς επιτροπής αξιολόγησης της εργασίας μου.

Ακόμα είμαι ευγνώμων στη φίλη μου Μαρία Μαρκοδημητράκη αναπληρώτρια καθηγήτρια του Παιδαγωγικού Τμήματος Προσχολικής Εκπαίδευσης του Πανεπιστημίου Κρήτης για την παρότρυνση, τη στήριξη και τις πολύτιμες συμβουλές που μου έδωσε καθ' όλη τη διάρκεια των μεταπτυχιακών σπουδών μου. Επίσης θερμά ευχαριστώ τους μαθητές μου που πρόθυμα συμμετείχαν στην έρευνα.

Τέλος ένα μεγάλο ευχαριστώ στο σύζυγό μου Κίμωνα Κυπριωτάκη και στα παιδιά μου Μαρία και Γιώργο για την υποστήριξη τους και την υπομονή τους στη διάρκεια των σπουδών μου.

Περίληψη

Περίληψη

Η παρούσα εργασία είναι μια έρευνα σκοπιμότητας (feasibility research) και αποτελεί μια διδακτική παρέμβαση στη διδασκαλία του κεφαλαίου «Διαλύματα» της ενότητας «περιεκτικότητες – συγκέντρωση – αραίωση – ανάμειξη διαλυμάτων» στη Χημεία της Α' Λυκείου μέσα στο πλαίσιο της θεωρίας του εποικοδομητισμού και της ομαδοσυνεργατικής μάθησης.

Στόχος της εργασίας είναι η μελέτη της επίδρασης της χρήσης προσομοιώσεων στην κατανόηση των παραπάνω εννοιών. Η παρέμβαση πραγματοποιήθηκε σε μαθητές της Α' Λυκείου στο Ηράκλειο Κρήτης την περίοδο Απριλίου – Μαΐου 2023. Από τους εκατό (100) μαθητές από κεντρικό Λύκειο της πόλης του Ηρακλείου που συμμετείχαν στην έρευνα, πενήντα (50) μαθητές αποτέλεσαν την πειραματική ομάδα ενώ οι άλλοι πενήντα (50) την ομάδα ελέγχου. Η παρέμβαση περιελάμβανε ένα αρχικό ερωτηματολόγιο για τον έλεγχο του βαθμού κατανόησης εννοιών που είχαν διδαχθεί παλαιότερα και της σύνδεσής τους με τα μελετώμενα φαινόμενα, διαλέξεις από τη διδάσκουσα για εξάλειψη παρανοήσεων, πειραματικές δραστηριότητες με χρήση των προσομοιώσεων του Phetcolorado και Photodentro από την πειραματική ομάδα, πειραματικές δραστηριότητες στο φυσικό εργαστήριο από την ομάδα ελέγχου καθώς και ένα τελικό ερωτηματολόγιο αξιολόγησης για τη διερεύνηση της επίτευξης των στόχων.

Τα αποτελέσματα της έρευνας έδειξαν ότι η χρήση προσομοιώσεων βελτίωσε σημαντικά τις επιδόσεις των μαθητών της πειραματικής ομάδας σε σχέση με αυτές της ομάδας ελέγχου της οποίας η βελτίωση ήταν πολύ μικρότερη.

Λέξεις κλειδιά: εποικοδομητική μάθηση, ομαδοσυνεργατική μάθηση, ΤΠΕ , προσομοίωση, Φυσικές Επιστήμες, Διαλύματα, αραίωση- συμπύκνωση- ανάμειξη διαλυμάτων.

Abstract

This work is a feasibility research and is a didactic intervention in the teaching of the unit of "Solutions" of the chapter "contents - concentration - dilution - mixing of solutions" in the subject of Chemistry for 1st year Senior High School students within the framework of constructivism and cooperative learning .

The aim of the work is to study the effect of the use of simulations on the comprehension of the above mentioned concepts. The subjects of the intervention were 1st year Senior High School students in Heraklion, Crete, in the period of April - May 2023. Out of the one hundred (100) students of a central Senior High School in the city of Heraklion who participated in the research, fifty students comprised the experimental group while the remaining fifty comprised the control group. The intervention included an initial questionnaire aiming to check the degree of understanding of previously taught concepts and their connection to the studied phenomena, lectures by the teacher to eliminate misconceptions, experimental activities using Phet colorado and Photodentro simulations for the experimental group and in the physical laboratory for the control group, as well as a final evaluation questionnaire to investigate the degree of achievement of the originally set objectives.

The results of the research showed that the use of simulations significantly improved the performance of students in the experimental group compared to those in the control group whose improvement was less considerable.

Key words: constructive learning, cooperative learning, ICT, simulation, Natural Sciences, Solutions, dilution-condensation-mixing of solutions.

Περιεχόμενα

Περίληψη……4

Κατάλογος εικόνων……7

Κατάλογος πινάκων……...7

Εισαγωγή……8

Κεφάλαιο 1ο: Θεωρητικό πλαίσιο……10

1.1.Εποικοδομητισμός ή Κονστρουκτιβισμός…….10

1.1.1 Κοινωνικός εποικοδομητισμός ……11

1.2. Ομαδοσυνεργατική μάθηση……11

Κεφάλαιο 2ο: Διδακτική Φυσικών Επιστημών……13

2.1. Ιστορική διαδρομή……..13

2.2. Επιστημονικός γραμματισμός……14

2.3. Το πείραμα στη διδασκαλία της Χημείας……...15

2.4. Η συμβολή των ΤΠΕ στη διδασκαλία της Χημείας……...16

Κεφάλαιο 3ο: Τα «διαλύματα» στη διδασκαλία……....21

3.1. Οι έννοιες της «περιεκτικότητας» και της «συγκέντρωσης» στα αναλυτικά προγράμματα σπουδών Γυμνασίου-Α' Λυκείου…….21

3.2. Παρανοήσεις μαθητών για τα διαλύματα……..24

Κεφάλαιο 4ο: Μεθοδολογία Έρευνας……25

4.1. Αναγκαιότητα της έρευνας…….....25

4.2. Σκοπός της εργασίας……...25

4.3. Υποθέσεις έρευνας……..26

4.4. Δείγμα έρευνας……26

4.5. Διδακτική παρέμβαση……27

Κεφάλαιο 5ο: Αποτελέσματα έρευνας – Συζήτηση……....39

5.1. Ανάλυση δεδομένων – Αποτελέσματα……39

5.2. Συζήτηση – Προτάσεις για μελλοντική έρευνα……..49

5.3. Περιορισμοί της έρευνας……50

Βιβλιογραφία……51

Παράρτημα……56

Κατάλογος εικόνων

Εικόνα 1: Στιγμιότυπο της εφαρμογής phet-colorado

Εικόνα 2. Αρχική εικόνα της εφαρμογής photodentro

Εικόνα 2. Στιγμιότυπο από την εργασία της πειραματικής ομάδας.

Εικόνα 4. Στιγμιότυπο από την εργασία της ομάδας ελέγχου

Εικόνα 3. Γράφημα των δυο συστάδων στις οποίες ανήκουν οι μαθητές του δείγματος

Εικόνα 4. Επιδόσεις του κάθε μαθητή κατά την αρχική και τελική αξιολόγηση. (Πειραματική Ομάδα)

Εικόνα 5. Επιδόσεις του κάθε μαθητή κατά την αρχική και τελική αξιολόγηση. (Ομάδα ελέγχου)

Εικόνα 6. Συγκεντρωτικά στοιχεία αναφορικά με την αξιόπιστη αλλαγή (reliable change) των μαθητών.

Εικόνα 7. Γράφημα αναφορικά με την αξιόπιστη αλλαγή (reliable change) των μαθητών

Κατάλογος Πινάκων

Πίνακας 1. Independent Samples t-test μεταξύ πειραματικής ομάδας και ομάδας ελέγχου πριν από την παρέμβαση.

Πίνακας 2. Μέτρα θέσης και διασποράς της πειραματικής ομάδας και της ομάδας ελέγχου

Πίνακας 3. Independent Samples t-test μεταξύ πειραματικής ομάδας και ομάδας ελέγχου μετά από την παρέμβαση.

Πίνακας 4. Αποτύπωση της αξιόπιστης αλλαγής (Reliable Change Index) κάθε μαθητή ανά ομάδα.

Εισαγωγή

Τα τελευταία χρόνια, οι Τεχνολογίες της Πληροφορίας και των Επικοινωνιών (ΤΠΕ) αποτελούν μέρος της καθημερινότητας του κάθε ανθρώπου. Έτσι δεν θα μπορούσαν να μην εισαχθούν στις διαδικασίες της διδασκαλίας και της μάθησης. Συγκεκριμένα στις Φυσικές Επιστήμες (ΦΕ) η συμβολή τους, αν και είναι αρκετά περίπλοκη, τελικά έχει επιφέρει θετικά αποτελέσματα. (Linn, 2003).

Ο εκπαιδευτικός πρέπει να λαμβάνει υπόψη του ότι η νέα πληροφορία που θα δώσει στο μαθητή θα πρέπει να ενσωματωθεί στην ήδη προϋπάρχουσα γνώση, την οποία θα πρέπει να διερευνήσει και χρησιμοποιώντας κατάλληλες διδακτικές παρεμβάσεις να «θεραπεύσει» τυχόν παρανοήσεις για να τη μετασχηματίσει (Goedhart, Blignaut-van Westrhenen, Moser, & Zweekhorst, 2019).

Στις Φυσικές Επιστήμες και ιδιαίτερα στη Χημεία το εργαστήριο θεωρείται βασικό μέρος της εκπαίδευσης. Η εργαστηριακή εργασία θεωρείται συχνά ως ουσιαστικό μέρος της εκπαίδευσης στη χημεία γιατί παρέχει δεξιότητες στους εκπαιδευόμενους που σχετίζονται με την εκμάθηση της χημείας καθώς και πρακτικές, επιστημονικές και γενικές δεξιότητες (Chan, Van Gerven, Dubois, & Bernaerts, 2021).

Ωστόσο, οι φυσικές εργαστηριακές συνεδρίες απαιτούν εργασία και χρόνο για να πραγματοποιηθούν και η εργαστηριακή υποδομή δεν είναι πάντα διαθέσιμη για διάφορους λόγους (Bretz, 2019). Διαδικτυακά ψηφιακά εργαλεία, όπως εικονικά εργαστήρια, πλατφόρμες ηλεκτρονικής μάθησης και προσομοιώσεις, έχουν χρησιμοποιηθεί εναλλακτικά για τη διδασκαλία της χημικής θεωρίας πίσω από τα εργαστηριακά πειράματα.

Η παρούσα μελέτη στοχεύει στην ανάδειξη του ρόλου των ψηφιακών αυτών εργαλείων στη διδασκαλία των διαλυμάτων μέσα από το πρίσμα της εποικοδομητικής και συνεργατικής μάθησης, εστιάζοντας στις έννοιες: περιεκτικότητες, συγκέντρωση, αραίωση – συμπύκνωση – ανάμειξη διαλυμάτων. Η εργασία αποτελείται από πέντε κεφάλαια. Στο πρώτο κεφάλαιο που αποτελεί το θεωρητικό μέρος περιγράφονται οι θεωρίες της εποικοδομητικής και ομαδοσυνεργατικής μάθησης, στις οποίες βασίστηκε η έρευνα. Στο δεύτερο κεφάλαιο γίνεται μια ιστορική διαδρομή στη διδακτική των ΦΕ και επίσης παρουσιάζεται η συμβολή του πειράματος και των ΤΠΕ στη διδασκαλία της Χημείας. Στο τρίτο κεφάλαιο καταδεικνύεται το πλαίσιο διδασκαλίας των διαλυμάτων στο Γυμνάσιο και στην Α’ Λυκείου καθώς και οι

παρανοήσεις των μαθητών γύρω από αυτά. Στο τέταρτο κεφάλαιο που αποτελεί και τη μεθοδολογία της έρευνας περιγράφεται η αναγκαιότητα, ο σκοπός, τα ερωτήματα της έρευνας και η διδακτική παρέμβαση. Το πέμπτο και τελευταίο κεφάλαιο περιλαμβάνει τα αποτελέσματα, τα συμπεράσματα που προέκυψαν και τους περιορισμούς της έρευνας. Επίσης περιλαμβάνει και τις προτάσεις για μελλοντικές έρευνες. Τέλος παρατίθεται η βιβλιογραφία, τα τεστ αξιολόγησης και τα φύλλα εργασίας.

Κεφάλαιο 1ο: Θεωρητικό πλαίσιο

Στο πέρασμα των χρόνων έχουν αναπτυχθεί πολλές θεωρίες για τη μάθηση. Αυτό το γεγονός δείχνει την πολυπλοκότητα και την πολυσύνθετη διάσταση του φαινομένου. Καμία από τις θεωρίες δεν μπορεί να αποτυπώσει και να ερμηνεύσει όλο το φάσμα και τις διαστάσεις της μάθησης (Αποστολοπούλου, Παναγιωτακόπουλος, & Καρατράντου, 2012).

Η παρούσα εργασία βασίστηκε στη θεωρία του εποικοδομητισμού και συγκεκριμένα του κοινωνικού εποικοδομητισμού καθώς και στην ομαδοσυνεργατική μάθηση.

1.1 Εποικοδομητισμός ή Κονστρουκτιβισμός

Η Εποικοδομητική θεωρία (Constructivist Theory) που εφαρμόστηκε κυρίως στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών εστιάζει στην ανάπτυξη γνώσης και κατανόησης από τον ίδιο τον μαθητή (Σκορδούλης). Ο Guba (1990, σ.27) θεωρεί ότι οι μαθητές αποκτούν γνώση κατασκευάζοντας τη δική τους σημασία μέσω της εμπειρίας και της αλληλεπίδρασης με το περιβάλλον. Επίσης θεωρεί ότι ο εποικοδομητισμός δεν έχει σκοπό να ελέγξει τον πραγματικό κόσμο, ούτε να τον μετασχηματίσει, αλλά να τον αναδομήσει μέσα στο μυαλό του ατόμου. Παρατηρούνται διαφορετικές ερμηνείες ανάλογα με το ποια προσέγγιση ή ποιος ερευνητής μελετάται .Έτσι κάθε άτομο που δέχεται μια νέα πληροφορία, την φιλτράρει και την ερμηνεύει ανάλογα με τις εμπειρίες, τις γνώσεις και τις απόψεις που έχει, χωρίς απαραίτητα να την αποδεχθεί αν είναι σε αντίθεση με τις πεποιθήσεις του (Cook, Elliott, & Kratochwill, 2008).

Σύμφωνα με τον Matthews (2002) ο εποικοδομητισμός είναι «… *θεωρία διδασκαλίας, θεωρία εκπαίδευσης, θεωρία της γέννησης των ιδεών και θεωρία της προσωπικής και επιστημονικής γνώσης*» (σ. 121). Η γνώση που αποκτά ο άνθρωπος είναι αποτέλεσμα των εμπειριών του κατά την επαφή του με τον κόσμο, εξαρτάται όμως και από τις γνωστικές του ικανότητες.

Η εποικοδομητική μάθηση είναι μια προσωπική διαδικασία όπου εσωτερικές και αλληλοσχετιζόμενες γνωστικές λειτουργίες μπορούν να διαμορφώσουν την άποψη για τον κόσμο (Κορομπίλη, & Τόγια, 2015).

1.1.1 Κοινωνικός Εποικοδομητισμός

Κύριος εκφραστής του κοινωνικού εποικοδομητισμού είναι ο Vygotsky σύμφωνα με τον οποίο η κοινωνική και πολιτιστική αλληλεπίδραση πρωταγωνιστούν στην ανάπτυξη του παιδιού δίνοντας έμφαση στο ρόλο του περιβάλλοντος στην εκπαίδευση και την ανάπτυξη των ατόμων. Θεωρεί τις κοινωνικές αλληλεπιδράσεις το βασικό στοιχείο για την εξέλιξη του ατόμου χωρίς να παραβλέπει το ρόλο των εσωτερικών διεργασιών (Κορομπίλη, & Τόγια, 2015). Αυτό έρχεται σε αντιπαράθεση με τον Piaget ο οποίος εκφράζει τον γνωστικό εποικοδομητισμό και θεωρεί ότι η εξέλιξη συντελείται από την αλληλεπίδραση μεταξύ του ατόμου και του περιβάλλοντος του, οδηγώντας το στην ανάπτυξη νέων γνωστικών δομών και στην προσαρμογή των υφιστάμενων δομών σύμφωνα με τα στάδια που ακολουθεί η διανοητική του ανάπτυξη (Φλουρής, 1984). Σύμφωνα με τον Piaget ο κάθε άνθρωπος δημιουργεί σταδιακά τη δική του γνώση μέσα από την εσωτερική ωρίμανση και τις κοινωνικές του αλληλεπιδράσεις και δεν είναι σε θέση να κατανοήσει και να αξιοποιήσει άμεσα την πληροφορία που λαμβάνει. Ο Vygotsky πιστεύει ότι «*η εξέλιξη του παιδιού είναι μια σύνθετη διαλεκτική διαδικασία που χαρακτηρίζεται από περιοδικότητα, έλλειψη ομαλότητας στην εξέλιξη διαφορετικών λειτουργιών, μεταμόρφωση ή ποιοτική αλλαγή από τη μία μορφή στην άλλη, εμπλοκή εξωτερικών και εσωτερικών παραγόντων και προσαρμόσιμες διαδικασίες οι οποίες ξεπερνούν τα εμπόδια που αντιμετωπίζει το παιδί.*» (Vygotsky 1978, σ. 73).

1.2 Ομαδοσυνεργατική μάθηση

Η σύγχρονη συνεργατική μάθηση ξεκίνησε στα μέσα της δεκαετίας του 1960 και παρά το γεγονός ότι πολλοί οπαδοί του κοινωνικού δαρβινισμού αντιστάθηκαν, σήμερα πλέον είναι αποδεκτή σε όλα τα επίπεδα της εκπαίδευσης. (Johnson, Johnson, & Smith, 2007).

Η ομαδοσυνεργατική μάθηση ως μέθοδος διδασκαλίας προωθεί τη συνεργασία και την αλληλεπίδραση μεταξύ των μαθητών. Αντί να δίνεται έμφαση στην ατομική εργασία και αξιολόγηση, οι μαθητές συνεργάζονται μεταξύ τους για να επιλύσουν προβλήματα, να συλλέξουν πληροφορίες και να αναπτύξουν κοινές γνώσεις. Αυτή η μέθοδος προωθεί την ανάπτυξη των κοινωνικών και των γνωστικών δεξιοτήτων των μαθητών, καθώς και την ενίσχυση της κατανόησης και της μάθησης.

Η ομαδοσυνεργατική μάθηση μπορεί να γίνεται μέσω ποικίλων δραστηριοτήτων, όπως ομαδικές ασκήσεις, προβλήματα που απαιτούν συνεργασία για την επίλυσή τους, ομαδικές παρουσιάσεις και σχολικά έργα που απαιτούν συμμετοχή όλων των μαθητών.

Σύμφωνα με τους υποστηρικτές του ομαδοσυνεργατικού συστήματος, η μάθηση είναι τελικά μια συνεχής διαδικασία κατά την οποία εσωτερικές γνωστικές συγκρούσεις δημιουργούνται αλλά και επιλύονται μέσα από την επικοινωνία και την αλληλεπίδραση του ατόμου με το φυσικό και κοινωνικό περιβάλλον. Θεωρούν επίσης ότι με αυτόν τον τρόπο, ο μαθητής εξελίσσεται και γίνεται ικανός να εισέλθει ως ενήλικος στην κοινωνική και οικονομική ζωή επιβεβαιώνοντας και την κοινωνική διάσταση του σχολείου. Θεωρούν ότι μέσω της εκπαίδευσης μπορεί να επιτευχθεί ο εκδημοκρατισμός, η ισότητα, η αλληλεξάρτηση και η κοινωνική δικαιοσύνη με την προϋπόθεση ότι εξασφαλίζονται ίσες ευκαιρίες και δυνατότητες για μάθηση σε όλους τους μαθητές ανεξαρτήτως κοινωνικής προέλευσης και βιολογικής κατάστασης (Ματσαγγούρας, 2000).

Η ομαδοσυνεργατική μάθηση είναι επιτυχημένη όταν ο εκπαιδευτικός δεν παρεμβαίνει για να δώσει τη σωστή απάντηση ή να επιβεβαιώσει κάποιο μέλος της ομάδας αλλά για να επιβλέπει ποια μέλη δεν συμμετέχουν ή να επαναφέρει τις ομάδες στη διαδικασία (Dillenbourg, 1999).

Τέλος το ομαδοσυνεργατικό σύστημα αποτελεί μια διδακτική μέθοδο με επίκεντρο τον μαθητή που δίνει πολλές ευκαιρίες για ουσιαστική μάθηση. Οι μαθητές χωρίζονται σε μικρές ομάδες των 3 έως 5 ατόμων και κάθε μέλος εργάζεται ανεξάρτητα πάνω σε ένα καθορισμένο μαθησιακό σχέδιο. Η επίδοση του κάθε μαθητή είναι προσωπική του ευθύνη και ο ρόλος του εκπαιδευτικού είναι η διευκόλυνση της διαδικασίας. Μέσω της διαδικασίας αυτής δημιουργείται το κατάλληλο περιβάλλον που ενισχύει τον κριτικό διάλογο και διευκολύνει την κατανόηση των εννοιών (Anderson, & Kanuka, 1999).

Κεφάλαιο 2ο : Διδακτική Φυσικών Επιστημών

2.1 Ιστορική διαδρομή

Οι Φυσικές Επιστήμες (ΦΕ) μελετούν όχι μόνο την ύλη αλλά και τις αλλαγές της. Η ύλη απασχόλησε τον άνθρωπο από τα αρχαία χρόνια και με αυτή ασχολήθηκαν πολλοί λαοί της Ανατολής, αλλά και οι αρχαίοι Έλληνες που αντιμετώπιζαν το θέμα «ύλη» με φιλοσοφικό τρόπο, προσπαθώντας να ερμηνεύσουν τις ιδιότητές της και τα φαινόμενα που σχετίζονται με αυτήν με τη δύναμη του νου και της σκέψης.

Τον 16ο αιώνα ξεκίνησαν να μπαίνουν τα θεμέλια των ΦΕ και οι θεωρίες που άρχισαν να αναπτύσσονται βασίζονταν κυρίως στην παρατήρηση. Μέχρι τις αρχές του 20ου αιώνα θεωρούνταν ότι οι γνώσεις είχαν σχεδόν ολοκληρωθεί (Γιούρη-Τσοχατζή, & Μανουσάκης, 2000, σ.10). Έως τότε, το να έχει κάποιος γνώσεις στις ΦΕ σήμαινε να γνωρίζει τους φυσικούς νόμους καθώς και τις ανακαλύψεις που έγιναν στο παρελθόν και να διατυπώνει αυτές τις πληροφορίες ολοκληρωμένα και με όσο το δυνατόν μεγαλύτερη ακρίβεια . Ο εκπαιδευτικός ήταν στο επίκεντρο αυτού του είδους διδασκαλίας και ήταν αυτός που μετέδιδε τη γνώση στους μαθητές. (Donovan, & Bransford, 2005, p. 397). Αυτό το μοντέλο διδασκαλίας αμφισβητήθηκε από πολλούς με πρώτο τον Jean Jaques Rousseau (1712-1778) ο οποίος υποστήριξε ότι βασική προϋπόθεση της μάθησης δεν είναι η αποστήθιση αλλά η ανακάλυψη της γνώσης. Θεώρησε ότι για να «μάθει» κάποιος απαραίτητο είναι το ενδιαφέρον και η αυτενέργεια. (Παμουκτσόγλου, & Παμουκτσόγλου, 2004, σ.47). Στα χρόνια που ακολούθησαν έγινε πλέον κατανοητή η δυναμική της γνώσης των ΦΕ η οποία συνεχώς αλλάζει και χαρακτηρίζεται από το πείραμα και την παρατήρηση (Γιούρη-Τσοχατζή & Μανουσάκης, 2000, σ.10).

Η πορεία προς την «ανακαλυπτική μάθηση» άρχισε με τον John Dewey (1859-1952) ο οποίος στο βιβλίο του *“ How with think”* το 1910 τόνισε ότι για να μπορέσουν οι μαθητές να αποκτήσουν τις απαραίτητες δεξιότητες για να κατανοήσουν τον κόσμο που τους περιβάλλει, θα πρέπει, μέσω της διδασκαλίας, να εστιάζουν στην επιστήμη ως τρόπο σκέψης και όχι στη στείρα απομνημόνευση πληροφοριών (Letseka, & Zireva, 2013). Ο Dewey τονίζει ότι ο ρόλος του δασκάλου πρέπει να είναι καθοδηγητικός και τα θέματα που τίθενται προς μελέτη θα πρέπει να συμβαδίζουν με τις εμπειρίες των μαθητών, ανάλογα με τις πνευματικές τους δυνατότητες και την ηλικία τους. Με αυτό τον τρόπο οι μαθητές συμμετέχουν ενεργά

στην αναζήτηση απαντήσεων και παίρνουν τα εφόδια που χρειάζονται για το σχεδιασμό της δικής τους έρευνας στο μέλλον (Barrow, 2006).

2.2 Ο Επιστημονικός γραμματισμός

Ο όρος «γραμματισμός» ή «εγγραμματισμός» (literacy), δεν περιορίζεται μόνο στην έννοια του «αλφαβητισμού», αλλά είναι πολύ πιο σύνθετος. Γραμματισμός δεν είναι μόνο η ικανότητα γραφής και ανάγνωσης αλλά και η δεξιότητα του ατόμου να ανταποκρίνεται με αποτελεσματικότητα σε διάφορα περιβάλλοντα και καταστάσεις επικοινωνίας, χρησιμοποιώντας κείμενα γραπτού και προφορικού λόγου, κώδικες αλλά και μη γλωσσικά κείμενα (π.χ. εικόνες, σχεδιαγράμματα, σύμβολα , χάρτες κλπ.) (Μητσικοπούλου, 2001).

Έγιναν διάφορες προσπάθειες κατηγοριοποίησης της έννοιας του γραμματισμού ανάλογα με το πλαίσιο και το σκοπό (Χατζησαββίδης, 2007).

Ο επιστημονικός γραμματισμός είναι ένας όρος που χρησιμοποιείται αρκετές δεκαετίες από τους ερευνητές για την περιγραφή της εξοικείωσης των πολιτών με την επιστήμη (DeBoer, 2000). Ένα μεγάλο μέρος των ερευνητών τον θεωρεί απαραίτητη προϋπόθεση για την προσαρμογή του ανθρώπου σε έναν κόσμο που μεταβάλλεται συνεχώς με μεγάλη ταχύτητα (Holbrook, & Rannikmae, 2009).

Ο επιστημονικός γραμματισμός εντάσσεται στα είδη του γραμματισμού ως προς το πλαίσιο και είναι αυτός με τον οποίο ασχολούνται κυρίως οι ΦΕ σε συνδυασμό με άλλα είδη γραμματισμού ως προς το σκοπό όπως ο λειτουργικός και ο σχολικός (Ματσαγγούρας, 2007. σ.23-26).

Στη βιβλιογραφία αναφέρονται πολλοί ορισμοί για τον επιστημονικό γραμματισμό Ενδεικτικά αναφέρεται ο ορισμός του ΟΟΣΑ για το PISA 2015 (OECD, 2013:7): «*Επιστημονικός εγγραμματισμός είναι η ικανότητα να εμπλέκεται κάποιος με θέματα που συνδέονται με τις Φυσικές Επιστήμες καθώς και με τις ιδέες των Φυσικών Επιστημών, ως αναστοχαζόμενος πολίτης*».

Έτσι ο επιστημονικά εγγράμματος πρέπει να μπορεί :

1. Να βασίζεται σε επιστημονικά δεδομένα για να ερμηνεύει διάφορα φαινόμενα.
2. Να αξιολογεί δεδομένα και να σχεδιάζει επιστημονικές έρευνες.
3. Να αναλύει πληροφορίες και αποτελέσματα και να παράγει επιστημονικά συμπεράσματα.

Ένας εγγράμματος πολίτης στη Χημεία πρέπει να μπορεί :

Να γνωρίζει έννοιες Χημείας

- Να περιγράφει διαδικασίες
- Να κατανοεί τη γλώσσα της Χημείας και να μπορεί να την αναπαράγει
- Να σχεδιάζει και να εκτελεί πειράματα
- Να βρίσκει τις κοινωνικές προεκτάσεις των θεμάτων και να παίρνει θέση σε αυτές
- Να έχει την ικανότητα να αντλεί, να αξιολογεί και να διαχειρίζεται την πληροφορία
- Να αντιλογεί επιχειρηματολογώντας
- Να λαμβάνει δράση σε θέματα που αφορούν τη Χημεία ή προεκτάσεις αυτής. (PISA 2015)

2.3 Το Πείραμα στη διδασκαλία της Χημείας

Η Χημεία θεωρείται από τους περισσότερους μαθητές ένα δύσκολο μάθημα λόγω της αφηρημένης φύσης πολλών εννοιών, λόγω του είδους της διδασκαλίας που εφαρμόζεται στην τάξη αλλά και λόγω της ίδιας της γλώσσας της Χημείας. (Taber, 2002 ; Magwilang, 2016). Όλα αυτά προκαλούν παρεξηγήσεις και κακή κατανόηση από την πλευρά των μαθητών Γυμνασίου και Λυκείου ενός μαθήματος που είναι άμεσα συνδεδεμένο με την καθημερινή ζωή.

Η Χημεία είναι ένα αντικείμενο που βασίζεται, κυρίως στο πείραμα. Έννοιες γίνονται περισσότερο καταληπτές από τους μαθητές, μέσω της συμμετοχής τους στην πειραματική διαδικασία. Το πείραμα είναι η επανάληψη ενός φαινομένου που σκοπό έχει την καλύτερη προσέγγιση χημικών εννοιών. Κατά τη διάρκεια της πραγματοποίησης ενός πειράματος, ο εκπαιδευτικός δεν είναι πια η αποκλειστική πηγή πληροφοριών, αλλά οι μαθητές, μέσα από την αυτενέργειά τους αντλούν νέα γνώση ή επιβεβαιώνουν την ήδη υπάρχουσα (Γιούρη-Τσοχατζή, & Μανουσάκης , 2000, σ.78). Παρόλα αυτά, αν και πολλοί ερευνητές παλαιότερα θεώρησαν ότι η χρήση πειραματικών δραστηριοτήτων στη διδασκαλία των ΦΕ έχει πολλά πλεονεκτήματα και οφέλη τόσο για τη μάθηση όσο και την ανάπτυξη της κριτικής επιστημονικής σκέψης και της απόκτησης δεξιοτήτων για την επίλυση προβλημάτων, τελικά δεν μπορούν να επιτύχουν τα επιθυμητά αποτελέσματα (Hofstein, & Lunetta,

1982 ; Redish et. al.,1997 ; Dori et. al., 2004). Σύμφωνα με τον Novak (1988) οι περισσότεροι μαθητές στα εργαστήρια απέκτησαν ελάχιστες γνώσεις είτε για τις βασικές επιστημονικές έννοιες με τις οποίες εμπλέκονταν είτε ως προς τη διαδικασία της κατασκευής γνώσης (Tobin, 1990). Αυτό που οι μαθητές αποκόμισαν περισσότερο από το εργαστήριο ήταν ορισμένες βασικές δεξιότητες στην εκτέλεση πειραμάτων παρά στο γνωστικό περιεχόμενο (Zendler, & Greiner, 2020). Βέβαια το εργαστήριο έχει και ένα σημαντικό πλεονέκτημα γιατί μπορεί να αναπτύξει και να διατηρήσει το ενδιαφέρον των μαθητών καθώς τους εμπλέκει στη σύλληψη επιστημονικών προβλημάτων, στο σχηματισμό υποθέσεων, στη συλλογή και ανάλυση δεδομένων και την εξαγωγή συμπερασμάτων (Nakhleh, Polles, & Malina, 2002).

Σε μια σχολική τάξη οι μαθησιακές διαφορές μπορούν να εξαλειφθούν σε ένα σημαντικό βαθμό μέσω των εργαστηριακών ασκήσεων καθώς κάποιο φυσικό ή χημικό φαινόμενο γίνεται πιο εύκολα αντιληπτό. Όταν ο μαθητής εμπλέκεται ο ίδιος στην πειραματική διαδικασία «μαθαίνει» καλύτερα (Tatli, & Ayas , 2010).

Πολλές όμως πειραματικές ασκήσεις δεν είναι εφικτό να πραγματοποιηθούν στο σχολικό εργαστήριο για διάφορους λόγους όπως είναι, η πολύ μεγάλη ή πολύ μικρή χρονική τους διάρκεια, η επικινδυνότητά τους, η έλλειψη κατάλληλων αντιδραστηρίων, πιθανόν το μεγάλο κόστος κ.ά. (Altun , Demirdag, Feyzioglu , Ates, & Cobanoglu, 2009).

Οι δυσκολίες αυτές μπορούν αν ξεπεραστούν με τη χρήση των ψηφιακών τεχνολογιών όπου τα τελευταία χρόνια έχουν εισαχθεί στα σχολεία παρέχοντας χρήσιμα εργαλεία για μάθηση (Hilton, Nichols, & Gitsaki, 2010).

2.4 Η συμβολή των ΤΠΕ στη διδασκαλία της Χημείας

.

Για να επιτευχθεί η κατανόηση των αφηρημένων και περίπλοκων εννοιών στη Χημεία, οι μαθητές πρέπει να είναι σε θέση να χρησιμοποιήσουν πολλαπλές αναπαραστάσεις με διάφορους τρόπους , κάτι που συχνά προκαλεί δυσκολίες (Γιούρη-Τσοχατζή, & Μανουσάκης, 2000). Οι ψηφιακές τεχνολογίες όταν χρησιμοποιούνται κατάλληλα, μπορούν να αποτελέσουν άριστα εργαλεία εκμάθησης, επιτρέποντας στους μαθητές να δημιουργήσουν ενεργά έννοιες και να αποκτήσουν νέες δεξιότητες. Η χρήση τους γίνεται πιο αποτελεσματική όταν εισάγονται νωρίς στη διαδικασία της διδασκαλίας. Είναι σημαντικό, οι εκπαιδευτικοί να ακολουθούν

πρακτικές που οδηγούν σε αποτελεσματική μάθηση και όχι στρατηγικές που απλά τους διευκολύνουν κατά τη διαδικασία της παράδοσης (Hilton, Nichols, & Gitsaki, 2010).

Η αποτελεσματική χρήση των ψηφιακών τεχνολογιών για τη μάθηση προϋποθέτει ότι οι μαθητές είναι σε θέση να χρησιμοποιήσουν πόρους όπως καταγραφείς δεδομένων, λογισμικά μοντελοποίησης μορίων, προγράμματα σχεδιασμού και δημοσίευσης, προσομοιώσεις, μηχανές αναζήτησης, ιστοσελίδες, ψηφιακές αναπαραστάσεις, ηλεκτρονικό ταχυδρομείο. Όλα αυτά έχουν πολλούς ρόλους στη διαδικασία της μάθησης, της παρουσίασης και της ανάκτησης των πληροφοριών καθώς και της δημοσίευσής τους και της επικοινωνίας. (Hilton, Nichols, & Gitsaki, 2010). Τα νέα εργαλεία ΤΠΕ δίνουν τη δυνατότητα στα παιδιά να βοηθηθούν αποτελεσματικά σε κάποιο γνωστικό αντικείμενο και να επωφεληθούν από τις νέες πλατφόρμες μάθησης (Zaranis, Kalogiannakis, & Papadakis, 2013).

Οι εφαρμογές των πολυμέσων δημιουργούν ένα περιβάλλον που ενισχύει τη διερευνητική μάθηση. Έτσι οι μαθητές μπορούν να διερευνούν τα φαινόμενα, να αναπτύσσουν συνεργατικότητα και να οικοδομούν νέες γνώσεις. Με αυτόν τον τρόπο ενισχύεται η ενεργός συμμετοχή των μαθητών στην εκπαιδευτική διαδικασία (van Joolingen, de Jong, Lazonder, Savelsbergh, & Manlove, 2005).

Στο σχολικό εργαστήριο υπάρχει κίνδυνος για ατυχήματα που μπορούν να προέλθουν από την απρόσεκτη χρήση: του ηλεκτρικού ρεύματος, των θερμαντικών σωμάτων, των χημικών ουσιών, των πολύ θερμών σωμάτων ή των καυτών υγρών, των παραγομένων τοξικών και εκρηκτικών αερίων, των σπασμένων γυάλινων σκευών και οργάνων, αλλά και από την αποθήκευση ασύμβατων μεταξύ τους χημικών ουσιών (ΙΕΠ Οδηγός για τον εκπαιδευτικό, 2015).

Σε αυτή την περίπτωση οι ψηφιακές τεχνολογίες συμβάλλουν αποτελεσματικά στη διαδικασία της μάθησης. Οι μαθητές εργάζονται με ασφάλεια σε γνώριμο γι' αυτούς περιβάλλον (Η/Υ), μπορούν να μεταβάλλουν τις παραμέτρους ενός πειράματος εύκολα (π.χ. θερμοκρασία), αποφεύγουν τον κίνδυνο της αποτυχίας και μειώνεται κατά πολύ ο χρόνος της διαδικασίας.

Με τη βοήθεια των προσομοιώσεων, των εικονικών εργαστηρίων, των λογισμικών μοντελοποίησης, γίνεται ευκολότερη η κατανόηση δυσνόητων εννοιών, όπως επίσης κεντρίζεται το ενδιαφέρον των μαθητών για τη γνώση και τη δημιουργία νέων σχεδίων.

Πολλές έρευνες έχουν δείξει ότι τα μαθησιακά αποτελέσματα των εικονικών πειραμάτων όχι μόνο δεν υστερούν σε σχέση με αυτά των πραγματικών αλλά πολλές φορές είναι και καλύτερα (Ψυκαράκη, & Ζαράνης, 2014).

Στην μελέτη της βιβλιογραφίας από τους Rutten , Wouter , van Joolingen, & van der Veen (2012) για το πως μπορεί να ενισχυθεί η παραδοσιακή διδασκαλία των φυσικών επιστημών με χρήση προσομοιώσεων σε υπολογιστή και πως μπορούν οι προσομοιώσεις αυτές να χρησιμοποιηθούν για να έχουν καλύτερα αποτελέσματα στη διαδικασία της μάθησης προκύπτει ότι:

- η παραδοσιακή διδασκαλία των φυσικών επιστημών μπορεί να ενισχυθεί με επιτυχία όταν χρησιμοποιούνται προσομοιώσεις σε υπολογιστή, αφού πρωτίστως δοθούν οδηγίες από τους εκπαιδευτικούς
- Στον γνωστικό τομέα η χρήση τους φαίνεται να διευκολύνει την κατανόηση εννοιών από τους μαθητές, γιατί απαιτεί λιγότερο χρόνο και βελτιώνει την ικανότητα πρόβλεψης των πειραματικών αποτελεσμάτων.
- Στον συναισθηματικό τομέα φαίνεται ότι οι προσομοιώσεις προσφέρουν ικανοποίηση στους μαθητές και ενισχύουν τη συμμετοχή και την πρωτοβουλία τους. Παρ' όλα αυτά διατηρείται μια επιφύλαξη για το πόσο οδηγούν σε ουσιαστική μάθηση μακροπρόθεσμα.
- οι προσομοιώσεις έχουν αποκτήσει μια θέση στην εκπαιδευτική διαδικασία των Φυσικών Επιστημών ως μια προσθήκη στην παραδοσιακή διδασκαλία ή ως αντικατάσταση ενός μέρους από τα προγράμματα σπουδών, αλλά κυρίως ως προπαρασκευαστική δραστηριότητα για απόκτηση δεξιοτήτων που θα εφαρμοστούν στο πραγματικό εργαστήριο. Αν και σύμφωνα με τη μελέτη αυτή διαφαίνεται μια βελτίωση της αποτελεσματικότητας των προσομοιώσεων, η γενική εντύπωση είναι ότι τα αποτελέσματα είναι μέτρια. Ωστόσο η χρήση προσομοιώσεων βελτίωσε σημαντικά τις επιδόσεις των μαθητών όταν χρησιμοποιήθηκαν για την οπτικοποίηση αόρατων φαινομένων που δεν μπορούσαν να γίνουν εύκολα αντιληπτά και να κατανοηθούν, όπως για παράδειγμα ο μηχανισμός μιας χημικής αντίδρασης.

Η χρήση προσομοιώσεων στο μάθημα της Χημείας δείχνει να έχει καλύτερα και ταχύτερα μαθησιακά αποτελέσματα στο ίδιο χρονικό διάστημα μιας διδασκαλίας (Lamb, & Annetta, 2013).

- Οι προσομοιώσεις είναι σημαντικά εργαλεία στη διδασκαλία των ΦΕ και ιδιαίτερα στη Χημεία γιατί παρέχουν πρόσβαση σε πολλαπλές αναπαραστάσεις, καθιστούν το αόρατο ορατό, επιτρέπουν την ασφαλή και γρήγορη επανάληψη δοκιμασιών, ενώ είναι ελκυστικές και διασκεδαστικές για μαθητές και καθηγητές (Moore, Chamberlain, Parson & Perkins, 2014).

Το έργο Phet του πανεπιστημίου Boulder του Κολοράντο έχει αναπτύξει δεκάδες διαδραστικές προσομοιώσεις για την επιστήμη που χρησιμοποιούνται ευρέως παγκοσμίως και εκτιμώνται ιδιαίτερα για την ποιότητά τους και την αποτελεσματικότητά τους στη διδασκαλία των φυσικών επιστημών. Ο σχεδιασμός τους περιλαμβάνει:

- Διαδραστικότητα
- Δυναμική ανατροφοδότηση
- Πολλαπλές αναπαραστάσεις
- Παιδαγωγικά χρήσιμες ενέργειες
- Διαισθητική επαφή
- Συνδέσεις με τον πραγματικό κόσμο
- Προκλήσεις και διασκέδαση
- Υπονοούμενη καθοδήγηση (Moore, Chamberlain, Parson, & Perkins, 2014).

Οι Tatli και Ayas (2010) μελετώντας την βιβλιογραφία σχετικά με τα διαθέσιμα εικονικά εργαστήρια χημείας που βασίζονται στην κονστρουκτιβιστική θεωρία σε ότι αφορά τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα τους καταλήγουν στα εξής αποτελέσματα:

- Δεν λαμβάνουν όλοι οι μαθητές τις ίδιες επιδράσεις από τα εικονικά εργαστήρια. Όσοι είναι περισσότερο εξοικειωμένοι με την τεχνολογία τα θεώρησαν ότι είναι καλύτερα από τα φυσικά εργαστήρια ενώ οι λιγότερο εξοικειωμένοι θεώρησαν ότι με τα εικονικά εργαστήρια χάνεται το αίσθημα της όσφρησης και της αφής.
- Οι επιδόσεις των μαθητών που συμμετείχαν σε εικονικά εργαστήρια ήταν καλύτερες σε ότι αφορά στην καταγραφή δεδομένων και αποτελεσμάτων από αυτούς που εκτέλεσαν πραγματικές εργαστηριακές ασκήσεις.
- Η εξοικονόμηση χρόνου ήταν μεγάλη για τους μαθητές που συμμετείχαν στα εικονικά εργαστήρια

- Οι μαθητές που χρησιμοποιούσαν εικονικά εργαστήρια έδειχναν μεγαλύτερη προσήλωση στην πειραματική διαδικασία και όχι στον εξοπλισμό και τα σκεύη ενός φυσικού εργαστηρίου.
- Δεν είναι εφικτό να συμμετέχουν όλοι οι μαθητές σε ένα φυσικό εργαστήριο λόγω εξωγενών παραγόντων που αναφέρθηκαν προηγούμενα (ανεπαρκής εξοπλισμός, έλλειψη χρόνου, ασφάλεια, υψηλό κόστος αντιδραστηρίων κ.α.)
- Βέβαια για να συμμετέχουν οι μαθητές ενεργά σε τεχνολογικές εφαρμογές απαιτείται ένα φιλικό λογισμικό και κατάλληλος τεχνολογικός εξοπλισμός (Η/Υ με δυνατότητες υποστήριξης αυτών των προγραμμάτων).
- Τέλος οι μαθητές φαίνεται ότι θεωρούν τα εικονικά εργαστήρια πιο ελκυστικά αφού τους δίνεται η δυνατότητα της επανάληψης ενός πειράματος με ασφάλεια όταν δεν το κατανοούν πλήρως (Tatli, & Ayas, 2010).

Σύμφωνα με μελέτες έχει παρατηρηθεί ότι καλύτερα αποτελέσματα ως προς την κατανόηση των χημικών εννοιών προκύπτουν όταν συνδυάζονται εικονικά εργαστήρια και παραδοσιακές μέθοδοι (π.χ. διαλέξεις, κείμενα, video κλπ.) (Chan, Van Gerven, Dubois, & Bernaerts, 2021).

Κεφάλαιο 3ο : Τα «διαλύματα» στη διδασκαλία

3.1. Οι έννοιες της περιεκτικότητας και της συγκέντρωσης στα αναλυτικά προγράμματα σπουδών Γυμνασίου – Α' Λυκείου

Οι μαθητές διδάσκονται την έννοια του «διαλύματος» και τις περιεκτικότητες των διαλυμάτων στα εκατό βάρος προς βάρος (% w/w), στα εκατό βάρος προς όγκο (% w/v) και στα εκατό όγκο προς όγκο (% v/v), αρχικά στη Β' Γυμνασίου στο 2ο Κεφάλαιο § 2.2 «Το νερό ως διαλύτης – Μείγματα» (2 διδακτικές ώρες) και §2.3 «Περιεκτικότητα διαλύματος – Εκφράσεις περιεκτικότητας» (3 διδακτικές ώρες). Αυτές κατανέμονται από τον αρμόδιο φορέα ως εξής (Αρ. Πρωτ. 109709/Δ2/09-09-2022):

2.2 Το νερό ως διαλύτης – Μείγματα (2 ΩΡΕΣ)

2.2.1 Μείγματα – 2.2.2 Διαλύματα

1 η διδακτική ώρα:

Α΄ Πρόταση: Να γίνει στο εργαστήριο ή στην τάξη από ομάδες 4-5 μαθητών και μαθητριών η 2 η εργαστηριακή άσκηση «Εξέταση της δυνατότητας διάλυσης ορισμένων υλικών στο νερό» του Εργαστηριακού Οδηγού και οι μαθητές κάθε ομάδας να συνεργαστούν για τη συμπλήρωση του φύλλου εργασίας. Εκπρόσωπος κάθε ομάδας να ανακοινώσει τα αποτελέσματα στην τάξη και να ακολουθήσει ανατροφοδότηση από τον/την διδάσκοντα/- ουσα.

Β΄ Πρόταση: Να γίνει επίδειξη των παραπάνω πειραμάτων από τον διδάσκοντα με συμπλήρωση του αντίστοιχου φύλλου εργασίας από τους μαθητές, με συνεργασία σε ομάδες μαθητών και συζήτηση-ανατροφοδότηση, ως ανωτέρω.

2η διδακτική ώρα:

Προτείνεται να αξιοποιηθούν οι πρόσφατες παραστάσεις των μαθητών από το εργαστήριο και να επιδιωχθεί, με τη βοήθεια αναφορών στο πείραμα, η εξοικείωση με τις έννοιες μείγμα – ετερογενές μείγμα- ομογενές μείγμα- διάλυμα- διαλύτης-διαλυμένη ουσία. Για εμπέδωση προτείνεται η προβολή της εφαρμογής του Φωτόδεντρου «Μείγματα και Διαλύματα» (http://photodentro.edu.gr/lor/r/8521/1535,) και η ανάθεση των ασκήσεων της σελ. 34, για λύση στο σπίτι.

2.3. Περιεκτικότητα διαλύματος – Εκφράσεις περιεκτικότητας (3 ΩΡΕΣ)

1 η διδακτική ώρα:

Αρχικώς, επιδεικνύονται συσκευασίες προϊόντων καθημερινής χρήσης και επεξηγούνται οι ενδείξεις περιεκτικότητας. Στη συνέχεια, εκτελείται η δραστηριότητα: «Παράθυρο στο εργαστήριο: Παρασκευή διαλύματος 1% w/w» και διδάσκονται οι Εφαρμογές 1 και 2 (σελ. 36). Δίνεται ο ορισμός της περιεκτικότητας στα εκατό βάρος προς βάρος. Ανατίθενται στους μαθητές ασκήσεις εμπέδωσης (σελ. 36).

2η διδακτική ώρα:

Εκτελούνται, κατ' ανάλογο τρόπο, οι δραστηριότητες «Παρασκευή διαλύματος και υπολογισμός της περιεκτικότητας του % w/v» και «Παρασκευή διαλύματος και υπολογισμός της περιεκτικότητά του % v/v» και ακολουθούν μετά από κάθε πείραμα οι απαιτούμενοι υπολογισμοί και ορισμοί των περιεκτικοτήτων. Ανατίθενται στους μαθητές οι ασκήσεις εμπέδωσης του βιβλίου (σελ. 38 και 40)

3η διδακτική ώρα:

Α΄ Πρόταση: Να γίνει στο εργαστήριο ή στην τάξη από ομάδες 4-5 μαθητών η 3η εργαστηριακή άσκηση του Εργαστηριακού Οδηγού. (Παρασκευή διαλυμάτων ορισμένης περιεκτικότητας: χλωριούχου νατρίου 2% w/w, χλωριούχου νατρίου 2% w/v, και αλκοολικού διαλύματος 5% v/v) να συμπληρωθεί το αντίστοιχο φύλλο εργασίας.

Β΄ Πρόταση: Οι μαθητές να παρασκευάσουν διαλύματα σε περιβάλλον εικονικού εργαστηρίου, στο σχολικό εργαστήριο Η/Υ. Προτείνονται:

- *«Περιεκτικότητα διαλυμάτων στα εκατό βάρος προς όγκο % w/v»* http://photodentro.edu.gr/lor/r/8521/10495
- *«Παρασκευή διαλυμάτων με περιεκτικότητα % w/w»*
- http://photodentro.edu.gr/aggregator/lo/photodentro-lor-8521-7517,
- *«Παρασκευή διαλυμάτων με περιεκτικότητα % v/v»* http://photodentro.edu.gr/aggregator/lo/photodentro-lor-8521-7516

Αν αναλογιστεί κανείς ότι το μάθημα της Χημείας στην Β' Γυμνασίου διδάσκεται μία ώρα την εβδομάδα, φαίνεται ότι οι ενότητες αυτές καταλαμβάνουν ένα μεγάλο μέρος της διδασκαλίας. Μελετώντας όμως συνολικά το εγχειρίδιο παρατηρεί κάποιος ότι οι συγκεκριμένες ενότητες απαιτούν από τον μαθητή να διαθέτει αφαιρετική σκέψη και να έχει κατανοήσει σε βάθος μαθηματικές έννοιες και να μπορεί να τις χρησιμοποιήσει. Αυτό έρχεται σε αντίθεση με τις υπόλοιπες ενότητες οι οποίες είναι σχεδιασμένες να παρέχουν κυρίως εγκυκλοπαιδικές γνώσεις.

Στη συνέχεια οι μαθητές έρχονται ξανά σε επαφή με τα διαλύματα στις αρχές κάθε σχολικού έτους στην Α΄ Λυκείου στο 1ο Κεφάλαιο , §1.5 «Ταξινόμηση της ύλης

– Διαλύματα – Περιεκτικότητες διαλυμάτων – Διαλυτότητα». (Λιοδάκης, Γάκης, Θεοδωρόπουλος, Θεοδωρόπουλος, & Κάλλης, 2022) για 2 διδακτικές ώρες που κατανέμονται ως εξής (Αρ. Πρωτ. 116191/Δ2/ 23-09-2022):

Διαλύματα – Περιεκτικότητες διαλυμάτων

7η και 8η διδακτική ώρα

Εργαστηριακή άσκηση: οι μαθητές/ήτριες σε ομάδες σχεδιάζουν και εκτελούν την πειραματική διαδικασία παρασκευής και αραίωσης διαλυμάτων ορισμένης περιεκτικότητας.

Πρόσθετο εκπαιδευτικό υλικό:

α) Περιεκτικότητα διαλυμάτων στα εκατό βάρος προς όγκο (% w/v)

http://photodentro.edu.gr/lor/r/8521/10495,

β) Περιεκτικότητα διαλυμάτων στα εκατό βάρος προς βάρος (% w/w)

http://photodentro.edu.gr/lor/r/8521/10497,

γ) Παρασκευή διαλυμάτων με περιεκτικότητα % v/v

http://photodentro.edu.gr/aggregator/lo/photodentro-lor-8521-7516,

Όπως φαίνεται από τις παραπάνω οδηγίες οι γνώσεις των μαθητών στον υπολογισμό της περιεκτικότητας ενός διαλύματος θεωρείται δεδομένη και απλά καλούνται να παρασκευάσουν και να αραιώσουν διαλύματα συγκεκριμένης περιεκτικότητας. Αυτό πολλές φορές δημιουργεί προβλήματα στην κατανόηση και στην επίλυση ασκήσεων.

Η συγκέντρωση ή μοριακότητα κατ' όγκο (C) διαλυμάτων διδάσκεται προς το τέλος της σχολικής χρονιάς στο 4ο Κεφάλαιο, §4.3 "Συγκέντρωση διαλύματος-αραίωση, ανάμιξη διαλυμάτων" για 6 διδακτικές ώρες και τότε γίνεται σύνδεση με τις περιεκτικότητες %w/w, %w/v, %v/v που έχουν διδαχθεί προηγούμενα (Αρ. Πρωτ. 116191/Δ2/ 23-09-2022):

5η και 6η διδακτική ώρα:

Από τις συσκευασίες των χυμών στο σουπερμάρκετ στις ετικέτες των διαλυμάτων στο χημικό εργαστήριο - Συγκέντρωση διαλύματος Μπορεί να αξιοποιηθεί το παρακάτω διδακτικό υλικό:

α) Συγκέντρωση ή Μοριακότητα κατ' όγκο διαλύματος *http://photodentro.edu.gr/lor/r/8521/2595*,

β) Συγκέντρωση διαλύματος *http://phet.colorado.edu/el/simulation/molarity*

7 η διδακτική ώρα:

Μετατροπή της συγκέντρωσης σε άλλες εκφράσεις περιεκτικότητας.

8 η και 9η διδακτική ώρα: Υπολογισμός της συγκέντρωσης μετά από αραίωση ή ανάμιξη διαλυμάτων.

10η διδακτική ώρα: Εργαστηριακή άσκηση: Παρασκευή διαλύματος ορισμένης συγκέντρωσης. Οι μαθητές/-ήτριες σε ομάδες σχεδιάζουν και εκτελούν τις πειραματικές διαδικασίες παρασκευής και αραίωσης διαλύματος ορισμένης συγκέντρωσης.

Η συγκέντρωση διαλύματος παρουσιάζεται συνοπτικά στο σχολικό εγχειρίδιο μέσω του ορισμού:

Η μοριακότητα κατ' όγκο ή συγκέντρωση ή Molarity, εκφράζει τα mol διαλυμένης ουσίας που περιέχονται σε 1 L διαλύματος: C=n/V όπου C= η συγκέντρωση του διαλύματος, n=ο αριθμός mol της διαλυμένης ουσίας και V= ο όγκος του διαλύματος σε L. (Λιοδάκης, Γάκης, Θεοδωρόπουλος, Θεοδωρόπουλος, & Κάλλης, 2022). Με τον ίδιο συνοπτικό τρόπο παρατίθενται και οι έννοιες της αραίωσης, συμπύκνωσης και ανάμειξης των διαλυμάτων. Περισσότερη έμφαση δίνεται στην επίλυση προβλημάτων υπολογισμού της συγκέντρωσης καθώς και στη μετατροπή μιας περιεκτικότητας από μια μορφή σε άλλη.

3.2. Παρανοήσεις μαθητών για τα διαλύματα

Παρά το γεγονός ότι το φαινόμενο της διάλυσης είναι αρκετά οικείο στην καθημερινότητα των μαθητών, εντούτοις παρατηρούνται σημαντικές παρανοήσεις πάνω σε αυτό (Πράττα, & Κουκά, 2017)

Σύμφωνα με το βιβλίο εκπαιδευτικού Β' Γυμνασίου οι παρανοήσεις που παρατηρούνται είναι:

1. *Οι μαθητές θεωρούν ότι, όταν κάτι διαλύεται, εξαφανίζεται.*

2. *Όταν η ζάχαρη διαλύεται μέσα στο νερό, «λιώνει» όπως ο πάγος. Η τήξη και η διάλυση συγχέονται.*

3. *Τα συστατικά από τα οποία αποτελούνται τα διαλύματα μπορούν να διαχωριστούν με φιλτράρισμα. Ένα διάλυμα ζάχαρης δε θεωρείται μονοφασικό. Κάποια αόρατα χοντρά σωματίδια που παραμένουν θα μπορούσαν να φιλτραριστούν*

4. Οι μαθητές θεωρούν ότι υλικά καθημερινής χρήσης όπως το νερό, το μέλι, το γιαούρτι και άλλα τρόφιμα, καθώς και ο αέρας, είναι απλές ουσίες και όχι μείγματα ουσιών. Πολλές φορές επίσης θεωρούν ότι και το διάλυμα είναι μία μόνο ουσία και όχι μείγμα

5. Όταν εξατμίζεται νερό από ένα διάλυμα νερού-ζάχαρης ή νερού-αλατιού, εξατμίζεται και η ζάχαρη ή το αλάτι.

6. Όταν διαλύεται ένα σώμα (π.χ. ζάχαρη ή αλάτι στο νερό), χάνεται η μάζα του. Η ζάχαρη αποσυντίθεται και σχηματίζει με το νερό ένα υγρό, που ζυγίζει λιγότερο (δε διατηρείται η μάζα της)

7. Το νερό είναι ένα συνεχές ομογενές μείγμα υδρογόνου και οξυγόνου.

.

Κεφάλαιο 4ο : Μεθοδολογία έρευνας

4.1. Αναγκαιότητα της έρευνας

Η κατανόηση της έννοιας του «διαλύματος» από τους μαθητές στα πλαίσια του μαθήματος της Χημείας αποτελεί αντικείμενο μελέτης αρκετών δεκαετιών. Οι περισσότερες μελέτες όμως που αφορούν την κατανόηση του όρου «διαλύματα» εστιάζουν στην έννοια της διαλυτότητας καθώς και στα είδη των διαλυμάτων π.χ. όξινα, βασικά, ουδέτερα, μοριακά, ιοντικά, ρυθμιστικά κ.α. Έτσι σε αυτή την εργασία μελετάται γενικότερα τα διαλύματα, οι περιεκτικότητες , η αραίωση, η συμπύκνωση και η ανάμειξη τους καθώς και οι μεταβολές που τις συνοδεύουν, έννοιες που είναι άκρως απαραίτητες για τα παιδιά του Λυκείου όχι μόνο στην πορεία τους προς την αποφοίτηση αλλά και στην καθημερινότητά τους.

Η παρούσα εργασία είναι μια έρευνα σκοπιμότητας (feasibility research) δηλαδή αναφέρεται σε μια διαδικασία αξιολόγησης που καταλήγει στην κατανόηση της δυνατότητας ή αποτελεσματικότητας μιας προτεινόμενης δράσης για να καθοριστεί εάν είναι κατάλληλη για περαιτέρω δοκιμές (Bowen et. al., 2009).

Η εργασία αποτελεί μια διδακτική παρέμβαση για τη διδασκαλία των διαλυμάτων (περιεκτικότητες – συγκέντρωση – αραίωση – ανάμειξη) στη Χημεία της Α’ Λυκείου.

4.2 Σκοπός της εργασίας

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η ανάδειξη της επίδρασης των Τεχνολογιών Πληροφορίας και Επικοινωνιών (ΤΠΕ) στη διδασκαλία της ενότητας «Διαλύματα» στους μαθητές της Α’ Γενικού Λυκείου και στις αντιλήψεις των μαθητών σχετικά με αυτά.

Στόχοι της παρέμβασης ήταν μετά την ολοκλήρωσή της οι μαθητές να είναι σε θέση :

- Να αναγνωρίζουν τις έννοιες μείγμα, διάλυμα, περιεκτικότητες διαλυμάτων και να τις υπολογίζουν.
- Να υπολογίζουν τη συγκέντρωση διαλύματος από κατάλληλα δεδομένα και αντίστροφα
- Να μετατρέπουν τη συγκέντρωση (C) σε περιεκτικότητα % μάζα προς όγκο και αντίστροφα.
- Να υπολογίζουν τη συγκέντρωση διαλύματος μετά από αραίωση, προσθήκη διαλυμένης ουσίας (συμπύκνωση) ή μετά από ανάμειξη διαλυμάτων της ίδιας ουσίας και αντίστροφα.
- Να παρασκευάζουν με ακρίβεια διάλυμα καθορισμένης συγκέντρωσης.
- Να πραγματοποιούν κατάλληλη αραίωση σε δεδομένο διάλυμα.

4.3 Υποθέσεις έρευνας

Οι υποθέσεις που τέθηκαν είναι οι εξής:

1. Οι μαθητές της Α' Λυκείου αντιμετωπίζουν συστηματικές δυσκολίες αναφορικά με την κατανόηση των επιδιωκόμενων μαθησιακών αποτελεσμάτων.
2. Οι παρανοήσεις των μαθητών σχετικά με την έννοια του μείγματος και του διαλύματος μπορούν να εξαλειφθούν σημαντικά μέσω της πειραματικής διαδικασίας.
3. Η εκτέλεση πειραμάτων από τους μαθητές μέσω προσομοιώσεων Phet και photodentro στον υπολογιστή είναι πιο αποτελεσματική στην κατανόηση των εννοιών και στην αναμόρφωση των αντιλήψεων τους για τα διαλύματα από ότι η πραγματοποίηση των πειραμάτων στο φυσικό εργαστήριο.

4.4 Δείγμα έρευνας

Εκατό (100) μαθητές της Α' Λυκείου του 3^{ου} Γενικού Λυκείου Ηρακλείου Κρήτης αποτέλεσαν το δείγμα της έρευνας. Η πειραματική ομάδα αποτελούνταν από 50 μαθητές (δυο τμήματα της Α' τάξης) και η ομάδα ελέγχου από άλλους 50 μαθητές

(δυο άλλα τμήματα) του ίδιου σχολείου. Όλοι οι μαθητές είχαν διδαχθεί την έννοια του «διαλύματος» και τις περιεκτικότητες των διαλυμάτων αρχικά στη Β' Γυμνασίου και στη συνέχεια στις αρχές του σχολικού έτους 2022-23 στο 1ο Κεφάλαιο , §1.5 «Ταξινόμηση της ύλης – Διαλύματα – Περιεκτικότητες διαλυμάτων – Διαλυτότητα». (Λιοδάκης, Γάκης, Θεοδωρόπουλος, Θεοδωρόπουλος, & Κάλλης, 2022) σύμφωνα με το αναλυτικό πρόγραμμα σπουδών που παρουσιάστηκε παραπάνω.

Αξίζει να σημειωθεί ότι όλοι οι μαθητές φοίτησαν στη Β' Γυμνασίου το σχ. έτος 2020-2021 κατά την περίοδο της πανδημίας Covid-19 οπότε η διδασκαλία της συγκεκριμένης ενότητα έγινε εξ αποστάσεως και δεν είχαν καμία επαφή με το φυσικό εργαστήριο αλλά και σύμφωνα με τις ομολογίες τους ούτε με κάποιο εικονικό. Επίσης διαπιστώθηκε ότι υπήρχαν ελλείψεις στις γνώσεις τους σχετικά με τις εκφράσεις των περιεκτικοτήτων των διαλυμάτων. Έτσι στην αρχή του σχολικού έτους αφιερώθηκαν δυο διδακτικές ώρες επιπλέον για να γίνει επανάληψη των εννοιών αυτών.

4.5.Διδακτική παρέμβαση

Η διδακτική παρέμβαση έγινε στο τέλος Απριλίου και αρχές Μαΐου 2023. Κατά τη διάρκεια του έτους δεν πραγματοποιήθηκαν κάποιες διδακτικές ώρες λόγω της συμμετοχής των μαθητών σε εκπαιδευτικές επισκέψεις και δράσεις του σχολείου και έτσι ο χρόνος διδασκαλίας της ενότητας "Συγκέντρωση διαλύματος-αραίωση, ανάμιξη διαλυμάτων" περιορίστηκε σε 5 αντί για 6 ώρες που προέβλεπε το πρόγραμμα σπουδών. Η παρέμβαση διαμορφώθηκε ως εξής:

1η διδακτική ώρα:.

Δόθηκε στα παιδιά της ομάδας ελέγχου και της πειραματικής ομάδας ένα ερωτηματολόγιο (pre- test) για τον έλεγχο των γνώσεων τους στα διαλύματα και στις περιεκτικότητες που είχαν διδαχθεί προγενέστερα. .

Χρησιμοποιήθηκε αυτοσχέδιο ερωτηματολόγιο χωρισμένο σε 4 ομάδες ερωτήσεων. Η πρώτη ομάδα περιελάμβανε τρεις ερωτήσεις κλειστού τύπου με στόχο τον έλεγχο των προηγούμενων γνώσεων των μαθητών για τα διαλύματα:

ΟΜΑΔΑ Α : ΓΕΝΙΚΑ ΓΙΑ ΤΑ ΔΙΑΛΥΜΑΤΑ

1. Με τον όρο διάλυμα εννοούμε:

α) ένα ετερογενές μίγμα β) ένα ομογενές μίγμα γ) μία χημική ένωση δ) ένα χημικό στοιχείο

Αυτή η ερώτηση έχει σαν στόχο να διαπιστώσει αν οι μαθητές είχαν κατανοήσει την έννοια του διαλύματος που διδάχθηκε παλαιότερα.

2. Ποια από τις παρακάτω ουσίες είναι διάλυμα;

α) το οινόπνευμα β) το θειικό οξύ γ) το γάλα δ) ο σίδηρος

Σκοπός της ερώτησης είναι να ελεγχθεί αν μπορούν οι μαθητές να αναγνωρίσουν σε υλικά της καθημερινότητας ένα διάλυμα.

3. Σε ένα αναψυκτικό ο διαλύτης είναι:

α) το νερό β) η ζάχαρη γ) το CO_2 δ) όλα τα παραπάνω

Σκοπός της ερώτησης αυτής είναι να διαπιστωθεί αν οι μαθητές σε ένα γνωστό τους διάλυμα μπορούν να ξεχωρίσουν ποιο συστατικό αποτελεί τον διαλύτη και ποιο τη διαλυμένη ουσία.

Η δεύτερη ομάδα ερωτήσεων αποτελούνταν από τέσσερεις ερωτήσεις κλειστού τύπου που είχαν σαν στόχο τον έλεγχο της κατανόησης των διαφόρων εκφράσεων των περιεκτικοτήτων:

ΟΜΑΔΑ Β. ΠΕΡΙΕΚΤΙΚΟΤΗΤΕΣ - ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ ΔΙΑΛΥΜΑΤΩΝ

4. Υδατικό διάλυμα NaCl 5 % w/w σημαίνει ότι:

α) σε 100 ml νερού είναι διαλυμένα 5g NaCl

β) σε 100 g νερού περιέχονται 5g NaCl

γ) σε 100 g διαλύματος περιέχονται 5g NaCl

δ) σε 95 g διαλύματος περιέχονται 5g NaCl

Αυτή η ερώτηση έχει σκοπό να διαπιστώσει αν οι μαθητές έχουν κατανοήσει τι πραγματικά εκφράζει η περιεκτικότητα στα εκατό βάρος κατά βάρος (% w/w) σε ένα διάλυμα.

5. Κρασί 11° (βαθμών) σημαίνει:

α) σε 100g κρασιού περιέχονται 11ml οινόπνευμα

β) σε 100 ml κρασιού περιέχονται 11g οινόπνευμα

γ) σε 100g κρασιού περιέχονται 11g οινόπνευμα

δ) σε 100 ml κρασιού περιέχονται 11ml οινόπνευμα

Όμοια αυτή η ερώτηση στοχεύει στον έλεγχο της κατανόησης της περιεκτικότητας στα εκατό όγκο προς όγκο (% v/v), όπως αυτή εκφράζεται σε αλκοολικούς βαθμούς στην ετικέτα ενός αλκοολούχου ποτού.

6. **Πόσα g ζάχαρης πρέπει να διαλύσουμε σε νερό ώστε να προκύψει διάλυμα 250mL περιεκτικότητας 10% w/v;**

α) 10g ζάχαρης β) 25g ζάχαρης γ) 20 g ζάχαρης δ) 50 g ζάχαρης

Ο σκοπός αυτής της ερώτησης είναι να διαπιστωθεί αν μπορούν οι μαθητές με απλούς μαθηματικούς υπολογισμούς να υπολογίσουν την ποσότητα της διαλυμένης ουσίας που υπάρχει σε ορισμένο όγκο διαλύματος όταν είναι γνωστή η περιεκτικότητά του.

7. **Η περιεκτικότητα σε mol/L (συγκέντρωση) ενός διαλύματος NaOH περιεκτικότητας 2% w/v είναι:**

α) 2 mol/L β) 0,2 mol/L γ) 0,5 mol/L δ) 5 mol/L

Δίνονται οι σχετικές ατομικές μάζες $A_r(Na) = 23$, $A_r(O) = 16$, $A_r(H) = 1$

Η έννοια του mol σαν μονάδα ποσότητας της ύλης είχε διδαχθεί στους μαθητές ακριβώς πριν από την παρέμβαση, επομένως γνώριζαν πως γίνεται η μετατροπή της μάζας σε mol και αντίστροφα. Κατά τη διάρκεια της συμπλήρωσης του αρχικού ερωτηματολογίου (pre-test) τα παιδιά δεν είχαν διδαχθεί ακόμα την έννοια της συγκέντρωσης σαν έκφραση περιεκτικότητας. Σκοπός της ερώτησης είναι αν μπορούν να αντιληφθούν από την πληροφορία που τους δίνεται: «*περιεκτικότητα σε mol/L (συγκέντρωση)*», ότι υπάρχει και άλλο είδος περιεκτικότητας και να την υπολογίσουν με κατάλληλα μαθηματικά.

Στην τρίτη ομάδα μέσω τεσσάρων ερωτήσεων κλειστού τύπου διερευνώνται οι αντιλήψεις των μαθητών για το τι θα συμβεί σε ένα διάλυμα κατά την αραίωσή του, τη συμπύκνωσή του ή την ανάμειξή του με κάποιο άλλο.

ΟΜΑΔΑ Γ. ΑΡΑΙΩΣΗ – ΑΝΑΜΕΙΞΗ – ΣΥΜΠΥΚΝΩΣΗ ΔΙΑΛΥΜΑΤΩΝ

8. **Όταν αραιώνουμε ένα διάλυμα αυξάνεται:**

α) η περιεκτικότητα του β) η πυκνότητά του γ) ο όγκος του δ) η ποσότητα της διαλυμένης ουσίας

Σκοπός της ερώτησης είναι η διερεύνηση του βαθμού κατανόησης των παιδιών στο γεγονός ότι κατά την αραίωση ενός διαλύματος προστίθεται διαλύτης σε αυτό και έτσι το μέγεθος που αυξάνεται είναι ο όγκος.

9. **Αν σε ένα διάλυμα αλατόνερου προσθέσουμε λίγο αλάτι, τότε:**

α) Ο όγκος του αυξάνεται β) η περιεκτικότητα του αυξάνεται

γ) η μάζα του μειώνεται δ) η πυκνότητα του μειώνεται

Με αυτή την ερώτηση μπορεί να διαπιστωθεί εάν έχει γίνει κατανοητό το φαινόμενο της συμπύκνωσης διαλύματος με προσθήκη διαλυμένης ουσίας.

10. Αν αναμείξουμε ένα διάλυμα ζάχαρης 8%w/v με ένα άλλο διάλυμα ζάχαρης 10%w/v, η περιεκτικότητα του νέου διαλύματος μπορεί να είναι:

α) 8%w/v β) 9%w/v γ) 10%w/v δ) 18%w/v

Ο σκοπός της ερώτησης αυτής δεν είναι ο μαθηματικός υπολογισμός της νέας περιεκτικότητας διαλύματος που προκύπτει μετά από ανάμειξη διαλυμάτων ίδιας ουσίας με διαφορετική περιεκτικότητα αλλά η διερεύνηση της κατανόησης ότι κατά την ανάμειξη των διαλυμάτων αυτών προκύπτει νέο με ενδιάμεση τιμή περιεκτικότητας.

11. Αν αναμείξουμε ένα διάλυμα ζάχαρης περιεκτικότητας 0,2 mol/L με ένα άλλο διάλυμα ζάχαρης περιεκτικότητας 0,4 mol/L, η περιεκτικότητα του νέου διαλύματος μπορεί να είναι:

α) 0,2 mol/L β) 0,3 mol/L γ) 0,4 mol/L δ) 0,6 mol/L

Στο ίδιο πλαίσιο με την παραπάνω βρίσκεται και αυτή η ερώτηση χρησιμοποιώντας διαλύματα με διαφορετική έκφραση περιεκτικότητας. Η επανάληψη αυτή αποσκοπούσε στην εμπέδωση του φαινομένου, καθώς είχε διαπιστωθεί στην αρχή ότι οι μαθητές συγχέουν την έννοια της «περιεκτικότητας» με την «ποσότητα» της διαλυμένης ουσίας.

Η τέταρτη και τελευταία ομάδα ερωτήσεων περιείχε μια άσκηση με τρία ερωτήματα στις έννοιες που μελετώνται:

ΟΜΑΔΑ Δ. ΑΣΚΗΣΗ

12. Το θειικό μαγνήσιο χρησιμοποιείται για τον έλεγχο καρδιακών αρρυθμιών, για την ανακούφιση οξείας κρίσης άσθματος, καθώς και στην κηπουρική και σε άλλες γεωργικές εφαρμογές. Μια ομάδα μαθητών στο σχολικό εργαστήριο Φυσικών Επιστημών πραγματοποίησε τις παρακάτω ενέργειες:

α) Διέλυσε 24 g $MgSO_4$ σε νερό οπότε παρασκεύασε 200 mL διαλύματος Δ1. Να υπολογίσετε την % w/v περιεκτικότητα και τη συγκέντρωση (σε M) του διαλύματος Δ1 σε $MgSO_4$.

β) Πρόσθεσε 300 mL νερό σε 200 mL του διαλύματος Δ1 οπότε προέκυψε διάλυμα Δ2. Να υπολογίσετε τη συγκέντρωση (σε mol/L) του διαλύματος Δ2 σε $MgSO_4$.

γ) Ανάμειξε 250 mL του διαλύματος Δ2 με 250 mL άλλου διαλύματος $MgSO_4$ συγκέντρωσης 0,8 mol/L Δ3 οπότε σχημάτισε το διάλυμα Δ4. Να υπολογίσετε τη συγκέντρωση (σε mol/L) του διαλύματος Δ4 σε $MgSO_4$.

Δίνονται οι σχετικές ατομικές μάζες: A_r(Mg) = 24, A_r(S) = 32, A_r(O) = 16

(11873-Θέματα-Χημεία-Α-ΓΕΛ-Τράπεζα-Θεμάτων- ΙΕΠ)

Η άσκηση αυτή επιλέχθηκε από την Τράπεζα Θεμάτων Διαβαθμισμένης Δυσκολίας του ΙΕΠ από την οποία κληρώνονται δύο θέματα για τη γραπτή εξέταση του μαθήματος της Χημείας κατά τις ενδοσχολικές εξετάσεις κάθε έτους.

Επιλέχθηκε η συγκεκριμένη άσκηση η οποία συνάδει απολύτως με τις έννοιες που μελετώνται και στόχευε στη διερεύνηση της ικανότητας των μαθητών να ανταποκριθούν στην επίλυση απλών χημικών προβλημάτων με μαθηματικούς υπολογισμούς.

2η και 3η διδακτική ώρα:

Και στις δυο ομάδες ελέγχου και πειραματική διδάχθηκε με διάλεξη η ενότητα «Συγκέντρωση διαλύματος – Αραίωση – συμπύκνωση – ανάμειξη διαλυμάτων», έγινε σύνδεση με τις περιεκτικότητες διαλυμάτων που είχαν διδαχθεί στο 1ο κεφάλαιο και επιλύθηκαν συνδυαστικές ασκήσεις έκφρασης περιεκτικοτήτων και συγκέντρωσης.

4η διδακτική ώρα

Πειραματική ομάδα: Αφιερώθηκε μια διδακτική ώρα σε κάθε ένα από τα δύο τμήματα της πειραματικής ομάδας, τα οποία στο εργαστήριο πληροφορικής του σχολείου χρησιμοποίησαν τις προτεινόμενες από το υπουργείο προσομοιώσεις:

1. https://photodentro.edu.gr/v/item/ds/8521/10496 και
2. https://phet.colorado.edu/sims/html/molarity/latest/molarity_all.html?locale=el

Μετά από προσεκτική μελέτη του αρχικού ερωτηματολογίου, σχεδιάστηκε και δόθηκε φύλλο εργασίας όπου ζητήθηκε αρχικά η παρασκευή δυο διαλυμάτων ίδιας

ουσίας αλλά διαφορετικής συγκέντρωσης. Έπειτα ζητήθηκε να γίνει αραίωση και συμπύκνωση καθώς και ανάμειξη μεταξύ τους με συγκεκριμένο τρόπο κάθε φορά.

Ομάδα ελέγχου: Σε κάθε ένα από τα δυο τμήματα της ομάδας ελέγχου και για μια διδακτική ώρα ζητήθηκε να γίνει η ίδια διαδικασία με την πειραματική ομάδα στο εργαστήριο ΦΕ του σχολείου. Δόθηκε παρόμοιο φύλλο εργασίας με τις ίδιες διαδικασίες όπως της πειραματικής ομάδας. Υπήρξε διαφοροποίηση μόνο ως προς το είδος της διαλυμένης ουσίας και στους όγκους των διαλυμάτων που ζητήθηκαν. Η πειραματική ομάδα χρησιμοποίησε διχρωμικό κάλιο ($K_2Cr_2O_7$) ως διαλυμένη ουσία που ήταν διαθέσιμη στην προσομοίωση 2 η οποία λόγω τοξικότητας δεν χρησιμοποιήθηκε από την ομάδα ελέγχου αλλά αντικαταστάθηκε από θειικό χαλκό ($CuSO_4$). Επίσης από την ομάδα ελέγχου ζητήθηκε η δημιουργία διαλυμάτων όγκου 100 ml διότι στο σχολικό εργαστήριο υπήρχαν διαθέσιμες ογκομετρικές φιάλες μόνο αυτού του μεγέθους, ενώ στην πειραματική ομάδα ζητήθηκε η παρασκευή διαλυμάτων όγκου 200ml που ήταν η ελάχιστος διαθέσιμος όγκος από την εφαρμογή.

Οι μαθητές κάθε τμήματος της πειραματικής ομάδας χωρίστηκαν σε 12 μικρότερες των 2-3 ατόμων και η κάθε μια χρησιμοποίησε έναν από τους 12 υπολογιστές του σχολικού εργαστηρίου πληροφορικής. Για εξοικονόμηση χρόνου οι ομάδες χωρίστηκαν με τον ίδιο τρόπο που χωρίζονται στο μάθημα της πληροφορικής και ήταν ανομοιογενείς και ως προς το φύλο και ως προς την επίδοση. Το στοιχείο της αλληλεπίδρασης εξασφαλίστηκε αφού οι ομάδες μπορούσαν να επικοινωνήσουν μεταξύ τους. Οι μαθητές όντας εξοικειωμένοι με τους υπολογιστές δεν δυσκολεύτηκαν να ανταποκριθούν στις απαιτήσεις των προσομοιώσεων. Οι υπολογιστές σε γενικές γραμμές λειτούργησαν κανονικά. Όλες οι ομάδες ολοκλήρωσαν τη διαδικασία ενώ τρεις από αυτές παρουσίασαν δυσκολία επιλογής με το ποντίκι της απαιτούμενης ποσότητας σε mol της διαλυμένης ουσίας με μικρό σφάλμα στο τρίτο δεκαδικό ψηφίο. Οι μαθητές συνεργάστηκαν μεταξύ τους και στο τέλος συμπλήρωσαν και παρέδωσαν το φύλλο εργασίας ατομικά. Η συμμετοχή της εκπαιδευτικού στη διαδικασία ήταν ελάχιστη και περιορίστηκε σε κάποιες βοηθητικές συμβουλές για τη χρήση των υπολογιστών και για το συντονισμό των ομάδων.

Το φύλλο εργασίας της πειραματικής ομάδας περιελάμβανε τις εξής δραστηριότητες:

1η Δραστηριότητα

Να παρασκευάσετε 200ml διαλύματος (Δ1) διχρωμικού καλίου ($K_2Cr_2O_7$) συγκέντρωσης C=0,1M (Ar: K=39, Cr= 52, O=16)

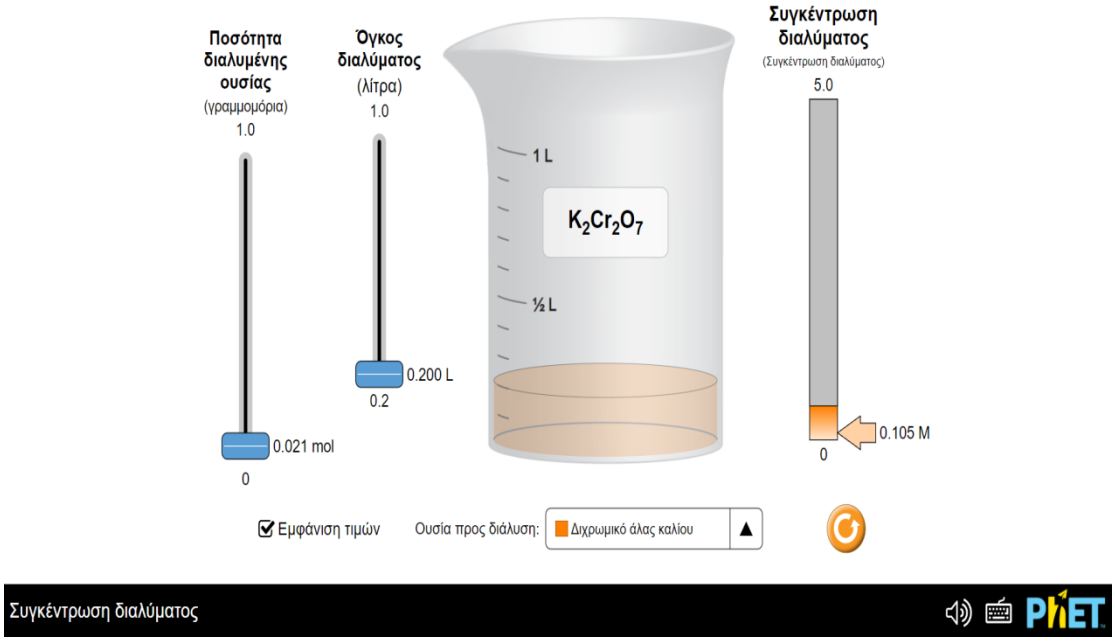
Να υπολογίσετε τα παρακάτω:

α) Μάζα $K_2Cr_2O_7$ β) mol $K_2Cr_2O_7$ γ) Περιεκτικότητα %w/v

Χρησιμοποιήθηκε η εφαρμογή

https://phet.colorado.edu/sims/html/molarity/latest/molarity_all.html?locale=el

για την παρασκευή συγκεκριμένου διαλύματος με ορισμένα χαρακτηριστικά και ζητήθηκε ο μαθηματικός υπολογισμός των παραπάνω μεγεθών.



Εικόνα 8. Στιγμιότυπο της εφαρμογής phet-colorado

Η εφαρμογή αυτή δίνει τη δυνατότητα παρασκευής διαλύματος με ορισμένη συγκέντρωση. Οι μαθητές μπορούν να επιλέξουν από ένα κατάλογο χημικών ουσιών την κατάλληλη για να τη χρησιμοποιήσουν στην παρασκευή διαλύματος ορισμένης συγκέντρωσης με τα κατάλληλα όργανα και σκεύη που υπάρχουν στα εικονικά αλλά και στα φυσικά εργαστήρια. Έτσι τους δίνεται η ευκαιρία να κατανοήσουν την τεχνική για το σκοπό αυτό.

2η Δραστηριότητα

Με αραίωση του διαλύματος Δ1 να παρασκευάσετε 1000ml διαλύματος Δ2.

Να υπολογίσετε τα παρακάτω:

α) Συγκέντρωση Δ2 β) Περιεκτικότητα %w/v του Δ2 γ) Τι παρατηρείτε σχετικά με το χρώμα του Δ2;

Μέσω της ίδιας εφαρμογής ζητήθηκε να γίνει αραίωση του διαλύματος, να υπολογιστούν οι νέες περιεκτικότητες και να καταγραφούν οι παρατηρήσεις των μαθητών για το τι συμβαίνει κατά την αραίωση ενός έγχρωμου διαλύματος.

3η Δραστηριότητα

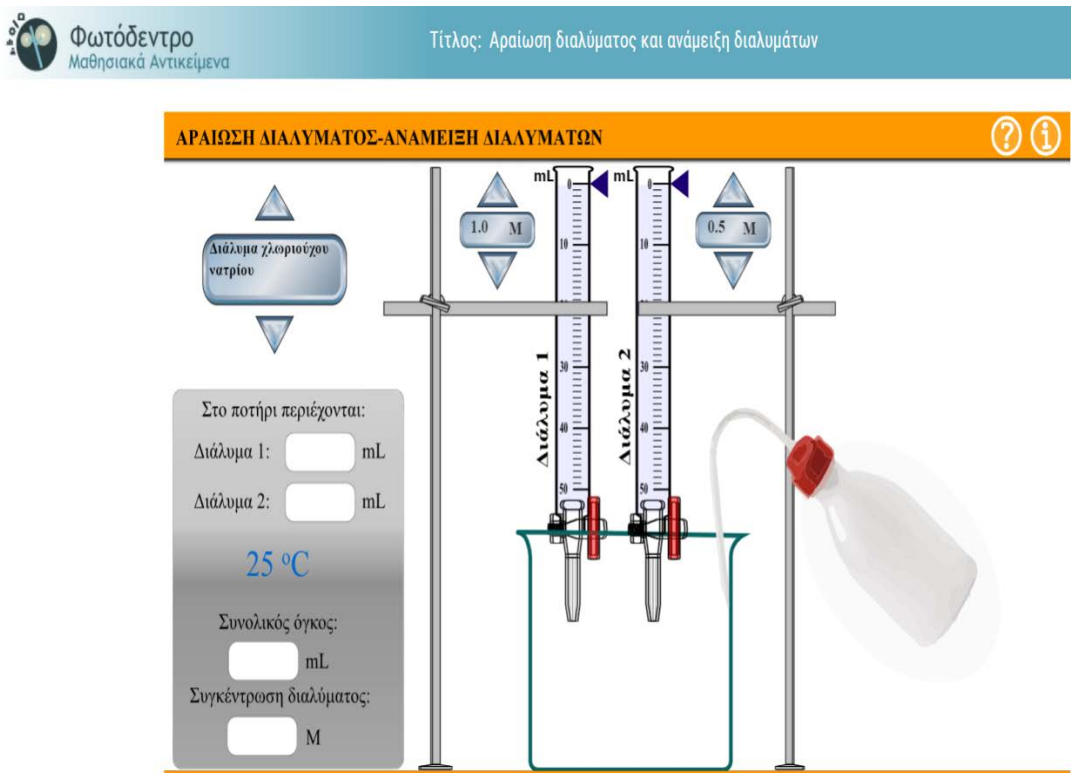
Να παρασκευάσετε δυο διαλύματα NaCl με συγκεντρώσεις C_1= 1M και C_2= 0,5M. Να αναμείξετε 10ml από το 1ο διάλυμα και 30ml από το 2ο διάλυμα.

Να υπολογίσετε:

α) Τη συγκέντρωση του νέου διαλύματος

β) Την περιεκτικότητα %w/v του νέου διαλύματος

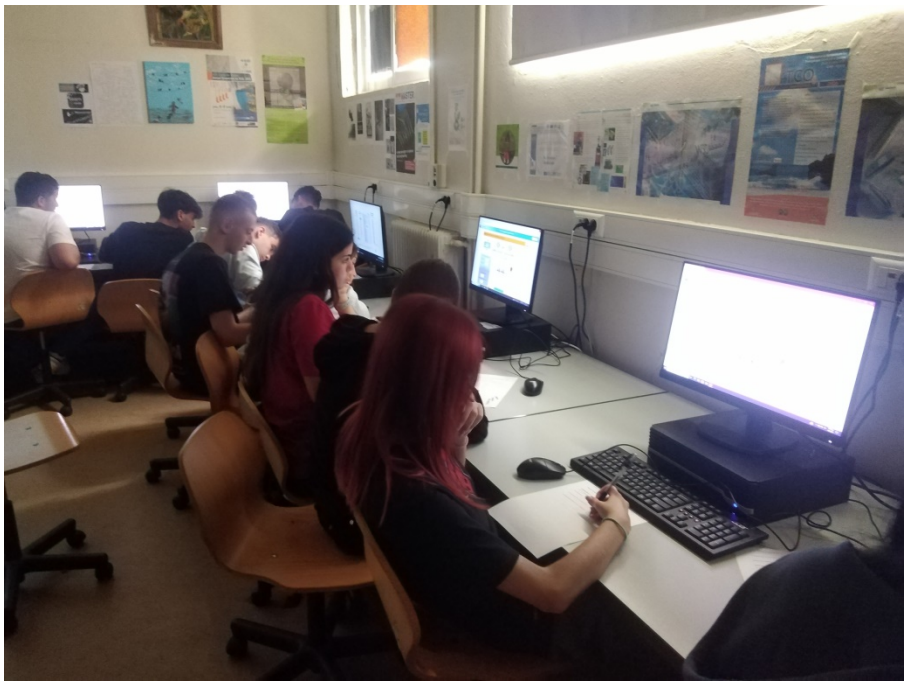
Για την δραστηριότητα αυτή χρησιμοποιήθηκε η εφαρμογή https://photodentro.edu.gr/v/item/ds/8521/10496 για παρασκευή και ανάμειξη διαλυμάτων και ζητήθηκε ο μαθηματικός υπολογισμός δυο περιεκτικοτήτων του νέου διαλύματος.



Εικόνα 9. Αρχική εικόνα της εφαρμογής photodentro

Κατά τη διάρκεια της δράσης παρατηρήθηκε ότι όλοι οι μαθητές, ακόμη και αυτοί με τις χαμηλότερες επιδόσεις στην τάξη έδειξαν ιδιαίτερο ενδιαφέρον και προσήλωση στη διαδικασία. Τα μέλη των ομάδων συζητούσαν μεταξύ τους αλλά και οι ομάδες με

τις γειτονικές τους. Στο τέλος της διδακτικής ώρας και αφού παρέδωσαν το φύλλο εργασίας έδειξαν την ευαρέσκειά τους τονίζοντας μου πόσο «ωραίο» και «χρήσιμο» ήταν το γεγονός ότι συνέδεσαν χημικές έννοιες με τη χρήση υπολογιστή.



Εικόνα 10. Στιγμιότυπο από την εργασία της πειραματικής ομάδας.

Κάθε τμήμα της ομάδας ελέγχου χωρίστηκε και αυτό σε 12 μικρότερες ομάδες των 2-3 ατόμων και ανά 2 χρησιμοποίησαν κάθε ένα από τους 6 πάγκους εργασίας του σχολικού εργαστηρίου των ΦΕ. Η επιλογή των ατόμων σε κάθε ομάδα έγινε από την εκπαιδευτικό ανεξαρτήτως φύλου αλλά ελήφθησαν υπόψη οι επιδόσεις των μαθητών ώστε να μην υπάρξει ομοιογένεια. Οι μαθητές της ομάδας ελέγχου όπως και γενικότερα όλοι οι μαθητές δεν είχαν μεγάλη εξοικείωση με το εργαστήριο ΦΕ στο βαθμό τουλάχιστον που έχουν με τους υπολογιστές οι οποίοι αποτελούν μέρος της καθημερινότητάς τους. Αυτό είχε ως αποτέλεσμα να υπάρχουν καθυστερήσεις στους χρόνους και μόνο 3 από τις 24 ομάδες κατάφεραν να ολοκληρώσουν όλη τη διαδικασία. Οι υπόλοιπες ολοκλήρωσαν τις δυο από τις τρεις δραστηριότητες. Οι μαθητές παρέδωσαν ατομικό φύλλο εργασίας. Ο ρόλος της εκπαιδευτικού και εδώ ήταν υποστηρικτικός και βοηθητικός στο συντονισμό της διαδικασίας και παρενέβαινε μόνο για την επίλυση κάποιου τεχνικού θέματος ασφάλειας όταν προέκυπτε. Η τεχνική της παρασκευής διαλύματος είχε παρουσιαστεί σε προηγούμενη δραστηριότητα στο εργαστήριο.

Το φύλλο εργασίας της ομάδας ελέγχου, όπως προαναφέρθηκε, ήταν αντίστοιχο με αυτό της πειραματικής ομάδας με μικρές παραλλαγές για εκπαιδευτικούς και τεχνικούς λόγους. Αποτελούνταν από τις εξής δραστηριότητες:

1η Δραστηριότητα

Να παρασκευάσετε 100ml διαλύματος (Δ1) θειικού χαλκου ($CuSO_4$) συγκέντρωσης C=0,1M (Ar: Cu=63,5, S= 32, O=16)

Να υπολογίσετε τα παρακάτω:

α) Τη μάζα του $CuSO_4$ β) Τα mol του $CuSO_4$ γ)Την περιεκτικότητα %w/v του διαλύματος

2η Δραστηριότητα

Με αραίωση κατάλληλης ποσότητας του διαλύματος Δ1 να παρασκευάσετε 100ml διαλύματος Δ2 που να έχει συγκέντρωση C_2=0.01M

Να υπολογίσετε τα παρακάτω:

α) Τον όγκο του διαλύματος Δ1 β) Την περιεκτικότητα %w/v του διαλύματος Δ2 γ) Τι παρατηρείτε σχετικά με το χρώμα του Δ2;

3η Δραστηριότητα

Να παρασκευάσετε διάλυμα Δ3 με ανάμειξη 20ml του διαλύματος Δ1 και 80ml του διαλύματος Δ2 .

α) Να υπολογίσετε τη συγκέντρωση C_3 του διαλύματος Δ3

β) Την περιεκτικότητα %w/v του διαλύματος Δ3

Οι επιμέρους στόχοι για κάθε δραστηριότητα στα φύλλα εργασίας των δύο ομάδων ήταν:

1η Δραστηριότητα

Μετά το τέλος αυτής της δραστηριότητας οι μαθητές θα πρέπει να είναι σε θέση:

- Να παρασκευάζουν ένα διάλυμα ορισμένης συγκέντρωσης υπολογίζοντας την ποσότητα της διαλυμένης ουσίας (σε γραμμάρια και σε mol) που θα χρησιμοποιηθεί.
- Να μπορούν να μετατρέψουν για το ίδιο διάλυμα τη συγκέντρωση σε περιεκτικότητα στα εκατό βάρος κατά όγκο (% w/v).

2η Δραστηριότητα

Μετά το τέλος αυτής της δραστηριότητας οι μαθητές θα πρέπει να είναι ικανοί:

- Να παρασκευάζουν ένα νέο διάλυμα με αραίωση του αρχικού
- Να υπολογίζουν τον όγκο του αρχικού διαλύματος που θα πρέπει να χρησιμοποιήσουν για την παρασκευή του τελικού διαλύματος
- Να υπολογίζουν την νέα περιεκτικότητα στα εκατό βάρος κατά όγκο (% w/v) του τελικού διαλύματος
- Να αντιλαμβάνονται ότι όταν αραιώνεται ένα διάλυμα μεταβάλλεται μόνο η περιεκτικότητά του και όχι η ποσότητα της διαλυμένης ουσίας
- Να αντιλαμβάνονται την αραίωση ενός έγχρωμου διαλύματος με την αλλαγή του χρώματός του

3η Δραστηριότητα

Μετά το τέλος αυτής της δραστηριότητας οι μαθητές θα πρέπει να είναι σε θέση:

- Να παρασκευάζουν διάλυμα με ανάμειξη δυο διαλυμάτων ίδιας ουσίας αλλά διαφορετικής συγκέντρωσης
- Να υπολογίζουν τη συγκέντρωση του τελικού διαλύματος
- να αντιλαμβάνονται ότι η νέα συγκέντρωση έχει ενδιάμεση τιμή σε σχέση με τα αρχικά διαλύματα
- να αντιλαμβάνονται ότι η ποσότητα της διαλυμένης ουσίας στο τελικό διάλυμα είναι το άθροισμα των δυο ποσοτήτων στα αρχικά διαλύματα
- Να υπολογίζουν την νέα περιεκτικότητα στα εκατό βάρος κατά όγκο (% w/v) του τελικού διαλύματος

Οι μαθητές της ομάδας ελέγχου έδειξαν και αυτοί ανάλογο ενθουσιασμό με αυτούς της πειραματικής ομάδας, όμως λόγω της περιορισμένης εξοικείωσής τους με τα όργανα και τα σκεύη παρατηρήθηκε κάποιος δισταγμός στη χρήση των γυάλινων αντικειμένων του εργαστηρίου που επέφερε καθυστερήσεις στον προβλεπόμενο χρόνο της διαδικασίας. Επίσης κάποια μικροατυχήματα που συνέβησαν (σπάσιμο κωνικής φιάλης και ογκομετρικού κυλίνδρου) δημιούργησαν επιπλέον καθυστερήσεις σε κάποιες ομάδες.

Εικόνα 11. Στιγμιότυπο από την εργασία της ομάδας ελέγχου

5η διδακτική ώρα

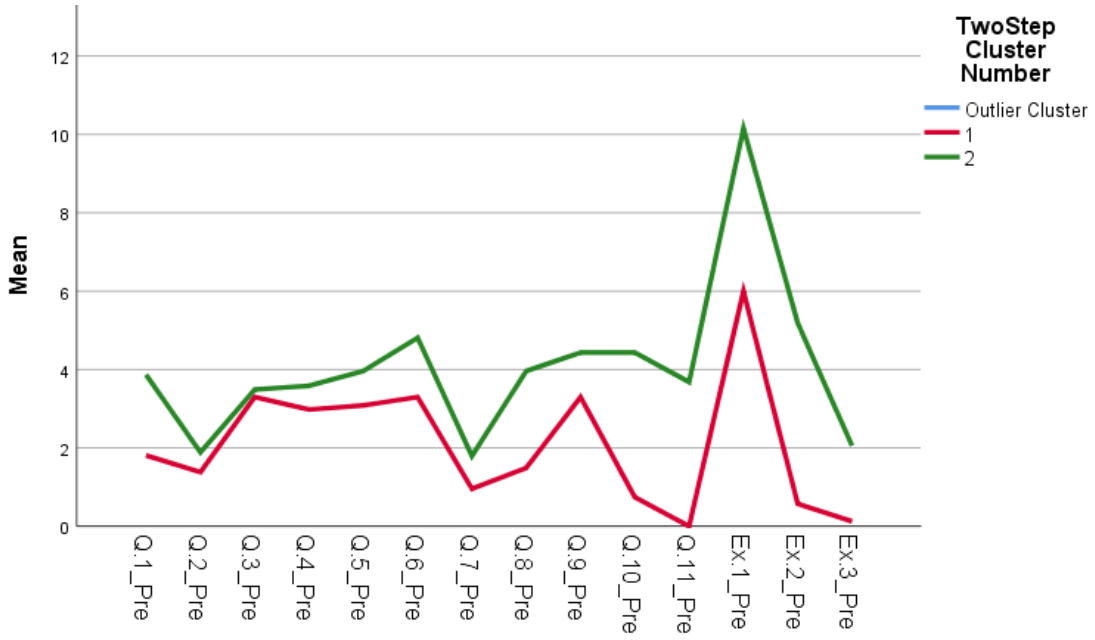
Σε κάθε τμήμα της κάθε ομάδας δόθηκε ερωτηματολόγιο (post-test) όμοιο με το αρχικό (pre-test) για την αξιολόγηση της παρέμβασης και για να ελεγχθεί αν επετεύχθησαν οι στόχοι.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5ο: Αποτελέσματα της έρευνας - Συζήτηση

5.1 Ανάλυση δεδομένων – αποτελέσματα

Για την ανάλυση των δεδομένων χρησιμοποιήθηκε independent t-test μια στατιστική μέθοδος ανάλυσης που χρησιμοποιείται για να συγκρίνει τα μέσα δύο ανεξάρτητων δειγμάτων. Αναζητεί την ύπαρξη σημαντικών διαφορών μεταξύ τους στη μέση τιμή της μετρηθείσας μεταβλητής.

Αρχικά διενεργήθηκε μια ανάλυση συστάδων δύο βημάτων. Η ανάλυση κατέδειξε ότι οι μαθητές συσταδοποιούνται σε δύο ισοπληθείς ομάδες με βάση τις επιδόσεις τους στις δραστηριότητες που τους χορηγήθηκαν (Εικόνα 5). Έτσι δημιουργήθηκαν δύο ομάδες μικτού τύπου που περιείχαν 25 μαθητές από κάθε συστάδα. Οι μαθητές της ομάδας ελέγχου και της πειραματικής ομάδας επιλέχθηκαν με τέτοιο τρόπο που να μην υπάρχει αρχική διαφοροποίηση μεταξύ των ομάδων ($m_{\text{πειραματικής ομάδας}} = 44{,}26$ και $m_{\text{ομάδας ελέγχου}} = 43{,}78$). Επίσης, υπήρχε παρόμοια κατανομή ως προς το φύλο και δεν υπήρχε στατιστικώς σημαντική διαφορά και ως προς τις υπόλοιπες δημογραφικές παραμέτρους των μαθητών.



Εικόνα 12. Γράφημα των δυο συστάδων στις οποίες ανήκουν οι μαθητές του δείγματος

Παρουσιάζονται οι 50 μαθητές με τις καλύτερες επιδόσεις και οι 50 μαθητές με τις χειρότερες επιδόσεις.

Πίνακας 1. Independent Samples t-test μεταξύ πειραματικής ομάδας και ομάδας ελέγχου πριν από την παρέμβαση.

Independent Samples Test									
	Levene's Test for Equality of Variances		*t-test for Equality of Means*						
								95% Confidence Interval of the Difference	
	F	*Sig.*	*t*	*df*	*Sig. (2-tailed)*	*Mean Difference*	*Std. Error Difference*	*Lower*	*Upper*
Ερώτημα 1	3,913	,051	1,212	98	,228	,600	,495	-,382	1,582
Ερώτημα 2	13,214	,000	1,930	98	,056	,900	,466	-,025	1,825
Ερώτημα 3	,000	1,000	,000	98	1,000	,000	,471	-,935	,935
Ερώτημα 4	,694	,407	,418	98	,677	,200	,478	-,749	1,149
Ερώτημα 5	15,740	,000	2,003	98	,058	,900	,449	-,008	1,792
Ερώτημα 6	1,073	,303	-,516	98	,607	-,200	,388	-,969	,569
Ερώτημα 7	,779	,380	,441	98	,660	,200	,453	-,699	1,099
Ερώτημα 8	,000	1,000	,000	98	1,000	,000	,501	-,995	,995
Ερώτημα 9	,000	1,000	,000	98	1,000	,000	,418	-,830	,830
Ερώτημα 10	1,287	,259	,797	98	,427	,400	,502	-,596	1,396
Ερώτημα 11	1,405	,239	-,610	98	,543	-,300	,492	-1,276	,676
Άσκηση 1	,189	,665	-,232	98	,817	-,240	1,036	-2,296	1,816
Άσκηση 2	1,278	,261	-,911	98	,364	-,960	1,053	-3,051	1,131
Άσκηση 3	6,672	,011	-1,497	98	,137	-1,020	,681	-2,372	,332
Συνολικό Σκορ	4,071	,046	,115	98	,909	,480	4,172	-7,799	8,759

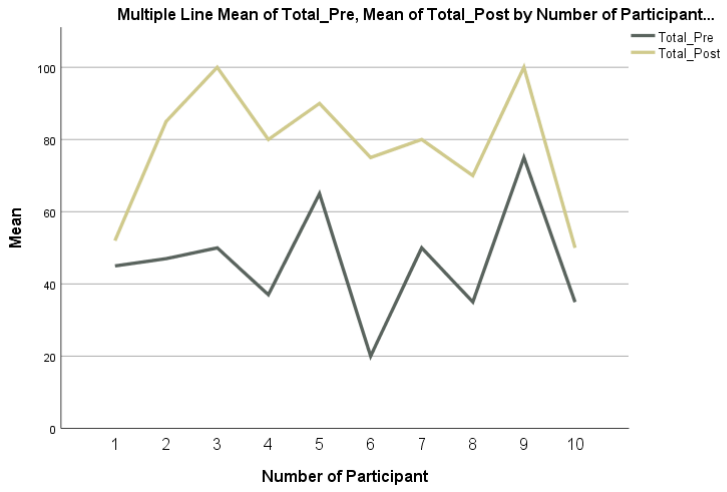
Από τον Πίνακα 1, (sig. 2-tailed >0.05) φαίνεται ότι δεν υπήρχε στατιστικώς σημαντική διαφορά μεταξύ των συμμετεχόντων της πειραματικής ομάδας και της ομάδας ελέγχου πριν από την παρέμβαση. Σε καμία ερώτηση , άσκηση ή σκορ δεν παρατηρήθηκε καμία στατιστικώς σημαντική διαφορά μεταξύ των μαθητών των δυο ομάδων.

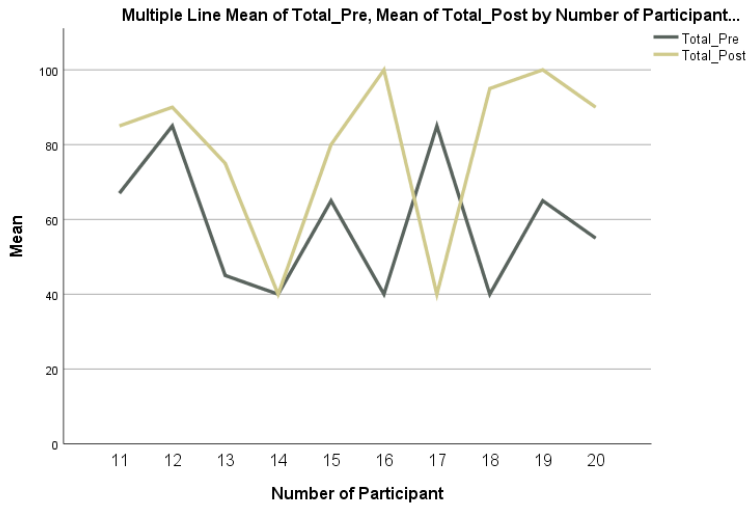
Στον Πίνακα 2, γίνεται αναλυτική παρουσίαση των επιδόσεων των μαθητών στα επιμέρους ερωτήματα (1-11), στις ασκήσεις (1-3), καθώς και στην συνολική αποτίμηση των δραστηριοτήτων. Πιο συγκεκριμένα, παρουσιάζεται η μέση τιμή και η τυπική απόκλιση πριν και μετά την παρέμβαση για κάθε ομάδα

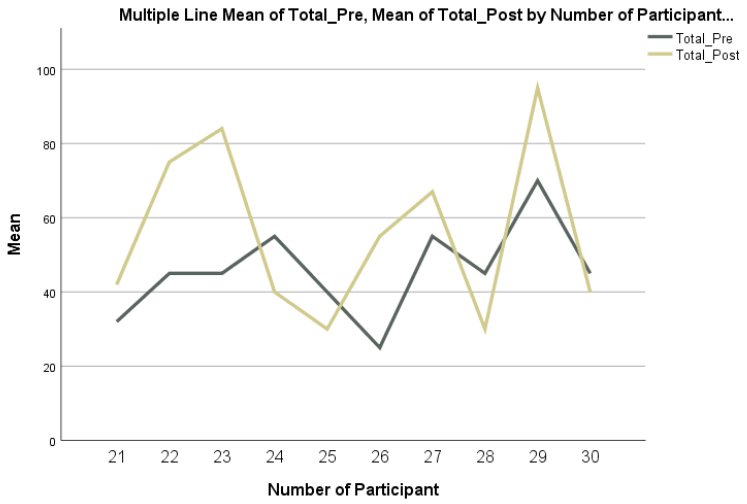
Πίνακας 2. Μέτρα θέσης και διασποράς της πειραματικής ομάδας και της ομάδας ελέγχου

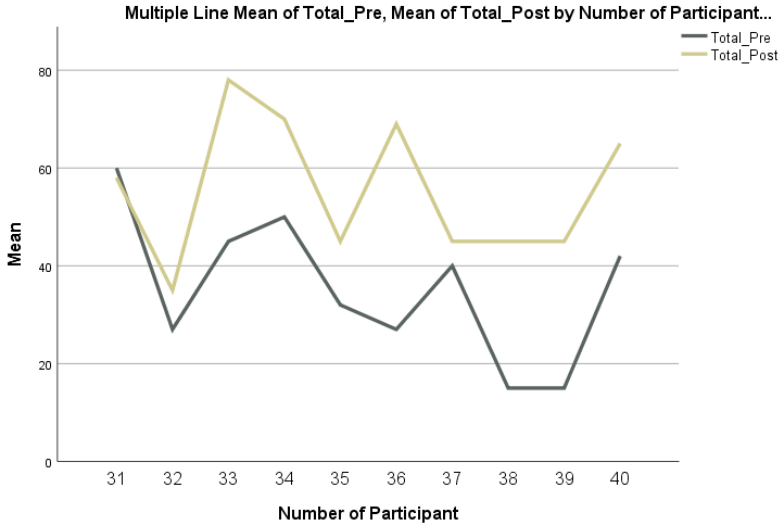
Επιμέρους Μετρήσεις		Πειραματική Ομάδα				Ομάδα Ελέγχου			
		Pre-training		Post-training		Pre-training		Post-training	
	N	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD
Ερώτημα 1	50	3.20	2,424	3,60	2,268	2,60	2,523	4,20	1,852
Ερώτημα 2	50	2,10	2,493	2,60	2,523	1,20	2,157	2,50	2,525
Ερώτημα 3	50	3,40	2,356	4,60	1,370	3,40	2,356	4,10	1,940
Ερώτημα 4	50	3,40	2,356	3,90	2,092	3,20	2,424	3,00	2,474
Ερώτημα 5	50	4,00	2,020	4,30	1,753	3,10	2,452	4,10	1,940
Ερώτημα 6	50	4,00	2,020	4,70	1,199	4,20	1,852	4,30	1,753
Ερώτημα 7	50	1,50	2,315	2,70	2,517	1,30	2,215	2,30	2,517
Ερώτημα 8	50	2,80	2,507	4,10	1,940	2,80	2,507	3,70	2,215
Ερώτημα 9	50	3,90	2,092	4,60	1,370	3,90	2,092	4,10	1,940
Ερώτημα 10	50	2,90	2,493	3,70	2,215	2,50	2,525	3,60	2,268
Ερώτημα 11	50	1,80	2,424	3,60	2,268	2,10	2,493	2,90	2,493
Άσκηση 1	50	8,08	4,997	10,56	5,980	8,32	5,355	9,78	5,415
Άσκηση 2	50	2,54	4,858	8,14	6,854	3,50	5,647	5,90	6,923
Άσκηση 3	50	,64	2,609	3,74	5,624	1,66	4,049	2,58	4,660
Συνολικό Σκορ	50	44,26	17,346	64,74	21,596	43,78	23,861	57,12	26,490

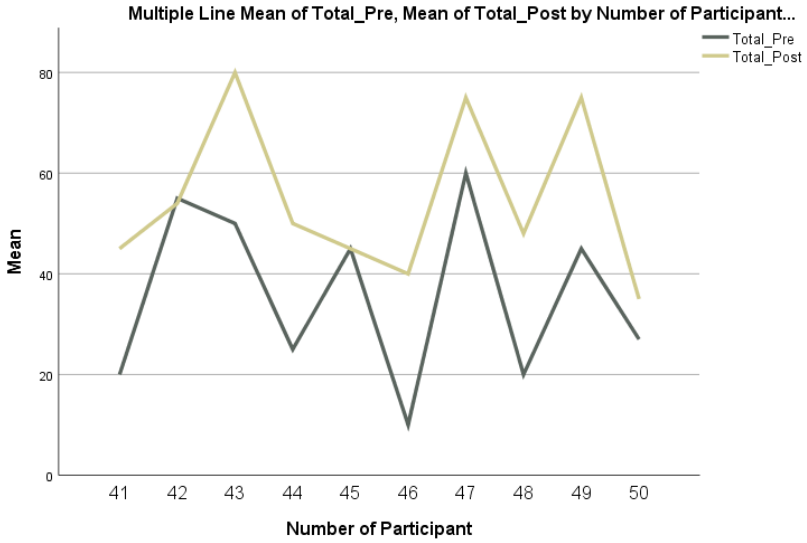
Στις παρακάτω εικόνες φαίνονται αναλυτικά οι επιδόσεις του κάθε μαθητή κατά την αρχική και τελική αξιολόγηση (Εικόνα 6 & 7). Ο στατιστικός έλεγχος t-test κατέδειξε στατιστικώς σημαντικές διαφορές στις επιδόσεις των μαθητών μετά την παρέμβαση, συγκριτικά με τις επιδόσεις τους πριν από την παρέμβαση (Πίνακας 3).


Multiple Line Mean of Total_Pre, Mean of Total_Post by Number of Participant...
Total_Pre
Total_Post
Mean
100
80
60
40
20
0
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
Number of Participant

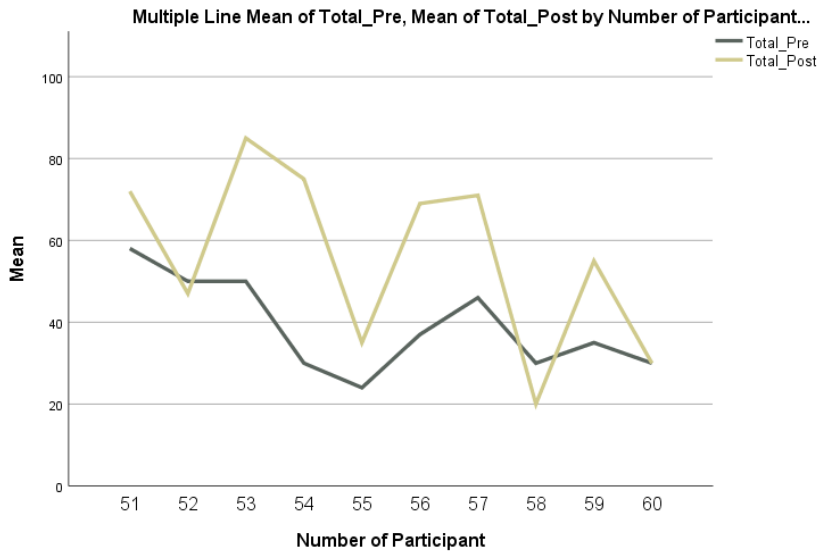

Multiple Line Mean of Total_Pre, Mean of Total_Post by Number of Participant...
Total_Pre
Total_Post
Mean
100
80
60
40
20
0
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
Number of Participant

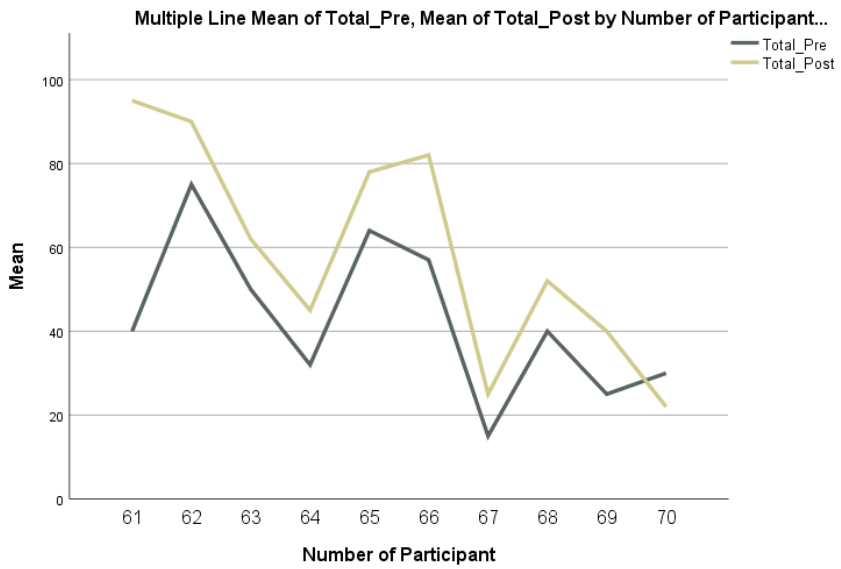






Εικόνα 13. Επιδόσεις του κάθε μαθητή κατά την αρχική και τελική αξιολόγηση. (Πειραματική Ομάδα)


Multiple Line Mean of Total_Pre, Mean of Total_Post by Number of Participant...
Total_Pre
Total_Post
Mean
100
80
60
40
20
0
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
Number of Participant


Multiple Line Mean of Total_Pre, Mean of Total_Post by Number of Participant...
Total_Pre
Total_Post
Mean
100
80
60
40
20
0
61
62
63
64
65
66
67
68
69
70
Number of Participant

Εικόνα 14. Επιδόσεις του κάθε μαθητή κατά την αρχική και τελική αξιολόγηση. (Ομάδα ελέγχου)

Στην ομάδα ελέγχου δεν παρατηρήθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές στις επιδόσεις τους πριν και μετά την παρέμβαση σε αντίθεση με την πειραματική ομάδα όπου υπήρξε στατιστικώς σημαντική βελτίωση (Sig. 2-tailed <0.05)

Πίνακας 3. Independent Samples t-test μεταξύ πειραματικής ομάδας και ομάδας ελέγχου μετά από την παρέμβαση.

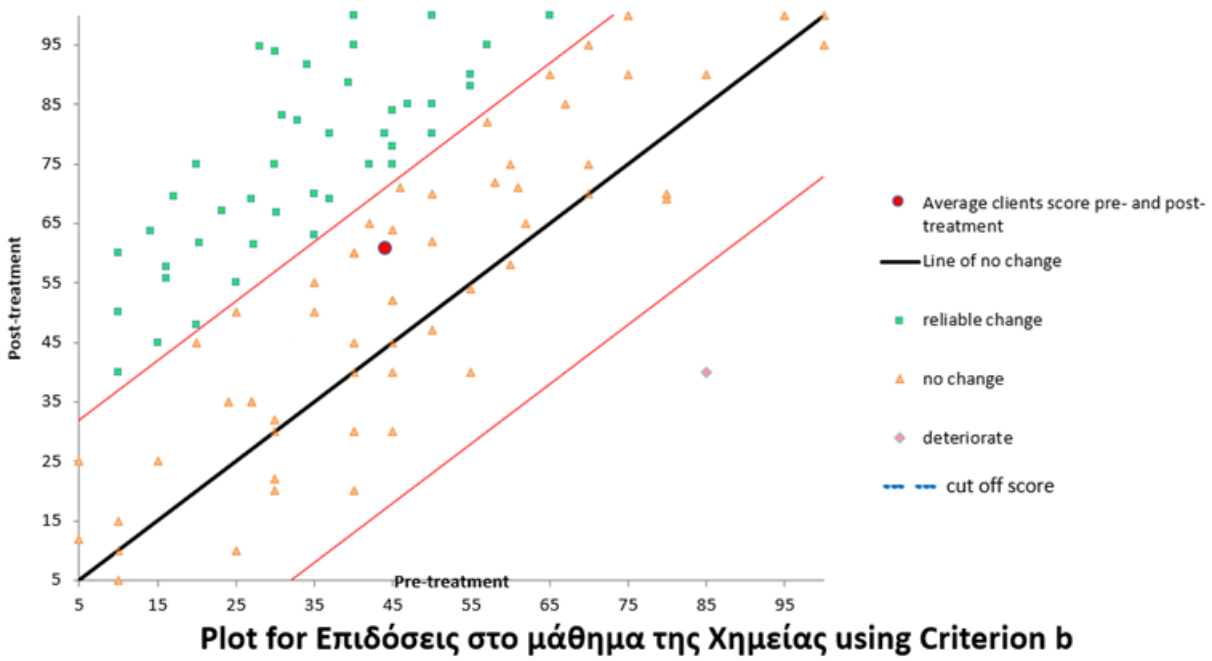
Independent Samples Test									
	Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
								95% Confidence Interval of the Difference	
	F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	Lower	Upper
Ερώτημα 1	8,748	,004	4,449	98	,049	-,600	,414	1,422	,222
Ερώτημα 2	,079	,780	5,198	98	,043	,100	,505	,902	1,102
Ερώτημα 3	9,550	,003	6,488	98	,040	,500	,336	,167	1,167
Ερώτημα 4	14,461	,000	4,964	98	,042	,900	,458	,009	1,809
Ερώτημα 5	1,180	,280	5,541	98	,040	,200	,370	,534	,934
Ερώτημα 6	7,567	,007	3,332	98	,046	,400	,300	,196	,996
Ερώτημα 7	,000	1,000	2,795	98	,029	,400	,503	,599	1,399
Ερώτημα 8	3,754	,056	3,960	98	,039	,400	,416	,427	1,227
Ερώτημα 9	9,550	,003	4,488	98	,040	,500	,336	,167	1,167
Ερώτημα 10	,199	,657	5,223	98	,024	,100	,448	,790	,990
Ερώτημα 11	7,638	,007	6,469	98	,045	,700	,477	-246	1,646
Άσκηση 1	2,052	,155	4,684	98	,014	,780	1,141	1,484	3,044
Άσκηση 2	,002	,963	3,626	98	,037	2,240	1,378	,494	4,974
Άσκηση 3	5,195	,025	3,123	98	,024	1,160	1,033	,890	3,210
Συνολικό Σκορ	1,205	,275	3,577	98	,018	7,620	4,833	1,972	17,212

Επιπροσθέτως, διερευνήθηκε η ατομική βελτίωση της επίδοσης του κάθε μαθητή ξεχωριστά. Ένας αριθμός συνολικά 42 μαθητών είχε στατιστικώς σημαντική βελτίωση. Από αυτούς 31 μαθητές ανήκαν στην πειραματική ομάδα και 11 στην ομάδα ελέγχου. Συγκεντρωτικά στοιχεία αναφορικά με την αξιόπιστη αλλαγή (reliable change) των μαθητών παρουσιάζονται στην Εικόνα 8. Η γραφική απεικόνιση της αλλαγής/μη-αλλαγής των επιδόσεων των μαθητών παρουσιάζεται στην Εικόνα 9.

Αναλυτική καταγραφή της αλλαγής των επιδόσεων των μαθητών παρουσιάζεται στον Πίνακα 4.

Results for measure and CSC criterion	Επιδόσεις στο μάθημα της Χημείας Criterion b
Summary and Effect Size	
Sample size	100
Pretreatment mean	44,02
Pretreatment SD	20,76
Posttreatment mean	60,93
Posttreatment SD	24,35
Pre-post Effect Size	0,81
Reliable Change Index	
Standard Error of Measurement	9,74
RCI value	27,00
Number "No change"	57
Number "Deteriorate"	1
Number "Improved"	42
Clinically Significant Change	
Number meeting CSC criterion	0

Εικόνα 15. Συγκεντρωτικά στοιχεία αναφορικά με την αξιόπιστη αλλαγή (reliable change) των μαθητών.



Εικόνα 16. Γράφημα αναφορικά με την αξιόπιστη αλλαγή (reliable change) των μαθητών

Πίνακας 4. Αποτύπωση της αξιόπιστης αλλαγής (Reliable Change Index) κάθε μαθητή ανά ομάδα.

Πειραματική Ομάδα Α/Α Μαθητή	***Reliable Change Index***	***Ομάδα Ελέγχου Α/Α Μαθητή***	***Reliable Change Index***
1	Nochange	51	Nochange
2	Improve	52	Nochange
3	Improve	53	Improve
4	Improve	54	Improve
5	Nochange	55	Nochange
6	Improve	56	Improve
7	Improve	57	Nochange
8	Improve	58	Nochange
9	Nochange	59	Nochange
10	Improve	60	Nochange
11	Improve	61	Improve
12	Nochange	62	Nochange
13	Improve	63	Nochange
14	Nochange	64	Nochange
15	Nochange	65	Nochange
16	Improve	66	Nochange
17	Deteriorate	67	Nochange
18	Improve	68	Nochange
19	Improve	69	Nochange
20	Improve	70	Nochange
21	Nochange	71	Improve
22	Improve	72	Nochange
23	Improve	73	Nochange
24	Nochange	74	Nochange
25	Nochange	75	Nochange
26	Improve	76	Nochange
27	Nochange	77	Nochange
28	Improve	78	Nochange
29	Improve	79	Nochange
30	Nochange	80	Nochange
31	Improve	81	Nochange
32	Nochange	82	Nochange
33	Improve	83	Improve
34	Improve	84	Nochange
35	Nochange	85	Nochange
36	Improve	86	Nochange
37	Nochange	87	Nochange
38	Improve	88	Nochange
39	Improve	89	Improve
40	Nochange	90	Nochange
41	Improve	91	Improve
42	Nochange	92	Improve
43	Improve	93	Improve

44	Improve	94	Nochange
45	Nochange	95	Nochange
46	Improve	96	Nochange
47	Improve	97	Nochange
48	Improve	98	Nochange
49	Improve	99	Improve
50	Nochange	100	Nochange

5.2 Συζήτηση- Προτάσεις για μελλοντική έρευνα

Στην παρούσα εργασία μελετήθηκε η επίδραση των Τεχνολογιών Πληροφορίας και Επικοινωνιών (ΤΠΕ) στη μαθησιακή διαδικασία για το κεφάλαιο «Διαλύματα» στους μαθητές της Α' Λυκείου με βάση τις αρχές του εποικοδομητισμού και της ομαδοσυνεργατικής μάθησης. Για το σκοπό αυτό χρησιμοποιήθηκαν οι προσομοιώσεις https://phet.colorado.edu/sims/html/molarity/latest/molarity_all.html?locale=el και https://photodentro.edu.gr/v/item/ds/8521/10496, που προτείνονται από τον αρμόδιο φορέα του Υπουργείου Παιδείας , Θρησκευμάτων και Αθλητισμού σε αντιπαράθεση με πειραματικές διεργασίες στο φυσικό εργαστήριο.

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα που προέκυψαν φάνηκε ότι αρχικά (υπόθεση 1) υπήρχε μια ετερογένεια τον πληθυσμό του δείγματος ως προς τις αντιλήψεις τους για την έννοια του «διαλύματος» και του «μείγματος». Οι επιδόσεις των μαθητών περιγράφονται από κανονική κατανομή, διατρέχουν δηλαδή όλο το φάσμα της εκατόβαθμης κλίμακας, πράγμα που σημαίνει ότι αρκετοί από αυτούς είχαν κατανοήσει πλήρως έννοιες που είχαν διδαχθεί προγενέστερα και μπόρεσαν να τις συνδέσουν με τις ενότητες που μελετήθηκαν, ενώ άλλοι δυσκολεύτηκαν σε μικρότερο ή μεγαλύτερο βαθμό. Φαίνεται λοιπόν ότι η κατάκτηση της γνώσης δεν συντελείται στον ίδιο βαθμό σε όλους τους μαθητές. Αυτό ίσως οφείλεται είτε στο προφίλ νοημοσύνης τους και στον τρόπο που σκέφτονται είτε στην έλλειψη κινήτρων για μάθηση (Γκορτσά, 2020).

Για τη 2η υπόθεση της έρευνας προέκυψε ότι πράγματι η πειραματική διαδικασία είναι χρήσιμο εργαλείο στη διδασκαλία της Χημείας στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση. Οι μαθητές ενεπλάκησαν στην πειραματική διαδικασία και έτσι βελτίωσαν τις επιδόσεις τους (Tatli, & Ayas, 2010). Παρόλα αυτά η βελτίωση που παρατηρήθηκε στις επιδόσεις της πειραματικής ομάδας ήταν καλύτερη από αυτή που παρατηρήθηκε στην ομάδα ελέγχου. Από την ομάδα ελέγχου 11 μαθητές παρουσίασαν βελτίωση

(22%) ενώ 39 (78%) παρουσίασαν σταθερότητα. Αντίστοιχα 31 μαθητές (62%) από την πειραματική ομάδα έδειξαν σημαντική βελτίωση στην επίδοσή τους. Από αυτό το γεγονός επιβεβαιώνεται και η 3η υπόθεση. Οι μαθητές που εκτέλεσαν τα πειράματα χρησιμοποιώντας προσομοιώσεις είχαν καλύτερες επιδόσεις από τους συμμαθητές τους που χρησιμοποίησαν το φυσικό εργαστήριο (Lamb, & Annetta, 2013). Ένας μαθητής μόνο από την πειραματική ομάδα εμφάνισε σημαντική μείωση στην επίδοσή του επειδή αισθάνθηκε αδιαθεσία κατά τη διάρκεια της τελικής αξιολόγησης και δεν ολοκλήρωσε το ερωτηματολόγιο.

Στα θετικά αποτελέσματα της έρευνας συνέβαλλε και η ομαδοσυνεργατική μάθηση που ακολουθήθηκε κατά τη διάρκεια της παρέμβασης. Οι μαθητές και των δυο ομάδων είχαν την ευκαιρία να επικοινωνούν μεταξύ τους κατά την πειραματική διαδικασία και στον υπολογιστή και στο εργαστήριο ΦΕ. Έτσι δεν παρατηρήθηκε κανένα ζήτημα στο να κατανοήσουν πλήρως τις οδηγίες από τα φύλλα εργασίας. Στις απαντήσεις που έδωσαν οι μαθητές στα φύλλα εργασίας παρατηρήθηκε σχεδόν η ίδια ακολουθία διεργασιών για την απάντηση των ερωτημάτων ανάμεσα στα μέλη της ομάδας.

Τέλος προτείνεται για μελλοντική έρευνα η μελέτη της επίδραση των ΤΠΕ και σε άλλες μαθησιακές ενότητες όχι μόνο στη Χημεία αλλά και στις υπόλοιπες Φυσικές Επιστήμες καθώς και η στάση των μαθητών απέναντι σε αυτές.

5.3. Περιορισμοί της έρευνας

Τα αποτελέσματα της έρευνας αυτής δεν θα ήταν σωστό να γενικευτούν διότι υπήρχαν οι παρακάτω περιορισμοί:

- Το δείγμα της έρευνας ήταν περιορισμένο και προερχόταν μόνο από ένα σχολείο
- Η έρευνα πραγματοποιήθηκε σε σύντομο χρονικό διάστημα διάρκειας 3 εβδομάδων στο τέλος της σχολικής χρονιάς
- Ο χρόνος των διαλέξεων και των δράσεων ήταν περιορισμένος (2 διδακτικές ώρες ανά εβδομάδα)

Βιβλιογραφία

Αβραμιώτης Σ., Αγγελόπουλος Β., Καπελώνης Γ., Σινιγάλιας Π., Σπαντίδης Δ., Τρικαλίτη Α., Φίλος Γ. (2022). Χημεία Β΄ Γυμνασίου-Βιβλίο εκπαιδευτικού. *Πάτρα: Ινστιτούτο Τεχνολογιών και Εκδόσεων Διόφαντος*

Altun, E., Demirdağ, B., Feyzioğlu, B., Ateş, A., & Çobanoğlu, İ. (2009). Developing an interactive virtual chemistry laboratory enriched with constructivist learning activities for secondary schools. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, *1*(1), 1895-1898.

Anderson, T., & Kanuka, H. (1999). Using constructivism in technology-mediated learning: Constructing order out of the chaos in the literature.

Αποστολοπούλου, Δ., Παναγιωτακόπουλος, Χ., & Καρατράντου, Α. (2012). Οι Θεωρίες Μάθησης και η Ενσωμάτωσή τους στο Εκπαιδευτικό Λογισμικό: Μία εμπειρική έρευνα. *Συνέδρια της Ελληνικής Επιστημονικής Ένωσης Τεχνολογιών Πληροφορίας & Επικοινωνιών στην Εκπαίδευση*, 053-060.

Barrow, L. H. (2006). A brief history of inquiry: From Dewey to standards. *Journal of Science Teacher Education*, *17*(3), 265-278.

Bowen, D. J., Kreuter, M., Spring, B., Cofta-Woerpel, L., Linnan, L., Weiner, D., ... & Fernandez, M. (2009). How we design feasibility studies. *American journal of preventive medicine*, *36*(5), 452-457.

Bretz, S. L. (2019). Evidence for the importance of laboratory courses. *Journal of Chemical Education*, *96*(2), 193-195.

Γιούρη-Τσοχατζή, Κ., & Μανουσάκης, Γ. (2000). Διδακτική της Χημείας. *Θεσσαλονίκη: Ζήτη*.

Γκορτσά, Χ. (2020). Πολλαπλοί Τύποι Νοημοσύνης και Αρχαία Ελληνικά: Σχεδιασμός και Οργάνωση Διαφοροποιημένης Διδασκαλίας. *Education Sciences*, *2020*(2), 53-79.

Chan, P., Van Gerven, T., Dubois, J. L., & Bernaerts, K. (2021). Virtual chemical laboratories: A systematic literature review of research, technologies and instructional design. *Computers and Education Open*, *2*, 100053.

Cook, J., Elliot, S., Kratochwill, T., & Travers, J. (2008). Εκπαιδευτική Ψυχολογία Αποτελεσματική Διδασκαλία Αποτελεσματική Μάθηση. *Επιστ. Επιμ. Α. Λεονταρή, Ε. Συγκολλίτου,(Μτφρ. Φ. Καλύβα, Μ. Σόλμαν). Αθήνα: Gutenberg*.

DeBoer, G. E. (2000). Scientific literacy: Another look at its historical and contemporary meanings and its relationship to science education

reform. *Journal of Research in Science Teaching: The Official Journal of the National Association for Research in Science Teaching*, *37*(6), 582-601.

Dillenbourg, P. (1999). What do you mean by collaborative learning? In P. Dillenbourg (Ed) *Collaborative-learning: Cognitive and Computational Approaches.* (pp.1-19).Oxford: Elsevier.

Donovan S. M. & Bransford J. D. (2005). How students learn: History, Mathematics and Science in the classroom. The National Academies Press.

Dori, Y. J., Sasson, I., Kaberman, Z., & Herscovitz, O. (2004). Integrating case-based computerized laboratories into high school chemistry. *The Chemical Educator*, *9*(1), 4-8.

Driver R (1994) Planning and Teaching a Chemistry Topic from Constructivist Perspective. In: Fensham P, Gunstone R, White R (eds) Proceedings of "the content of science: a constructivist approach to its teaching and learning

Goedhart, N. S., Blignaut-van Westrhenen, N., Moser, C., & Zweekhorst, M. B. (2019). The flipped classroom: supporting a diverse group of students in their learning. *Learning Environments Research*, *22*, 297-310.

Guba, E. G. (1990). The alternative paradigm dialog. The paradigm dialog. EG Guba. *Newbury Park, CA, SAGE Publications, Inc*, *17*, 31.

Hilton, A., Nichols, K., & Gitsaki, C. (2010). Multiliteracies in secondary chemistry: A model for using digital technologies to scaffold the development of students' chemical literacy. In *Multiliteracies and technology enhanced education: Social practice and the global classroom* (pp. 186-208). IGI Global.

Hofstein, A., & Lunetta, V. N. (1982). The role of the laboratory in science teaching: Neglected aspects of research. *Review of educational research*, *52*(2), 201-217.

Holbrook, J., & Rannikmae, M. (2009). The meaning of scientific literacy. *International journal of environmental and science education*, *4*(3), 275-288.

Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής (ΙΕΠ). (2015). Οδηγός για τον εκπαιδευτικό.

ΙΕΠ Οδηγός για τον εκπαιδευτικό Τάξεις Α', Β', Γ' Γενικό Λύκειο(ΧΗΜΕΙΑ 2015) Ανακτήθηκε 12 Αυγούστου από http://hdl.handle.net/10795/1763 http://repository.edulll.gr/1763

Johnson, D. W., Johnson, R. T., & Smith, K. (2007). The state of cooperative learning in postsecondary and professional settings. *Educational psychology review*, *19*, 15-29.

Κορομπίλη, Σ., & Τόγια, Α. (2015). *Θεωρίες Μάθησης* [Κεφάλαιο]. Στο Κορομπίλη, Σ., & Τόγια, Α. 2015. *Πληροφοριακός γραμματισμός* [Προπτυχιακό εγχειρίδιο]. Κάλλιπος, Ανοικτές Ακαδημαϊκές Εκδόσεις. https://hdl.handle.net/11419/2704

Lamb, R. L., & Annetta, L. (2013). The use of online modules and the effect on student outcomes in a high school chemistry class. *Journal of Science Education and Technology*, *22*(5), 603-613

Letseka, M., & Zireva, D. (2013). Thinking: Lessons from John Dewey's how we think. *Academic Journal of Interdisciplinary Studies*, *2*(2), 51.

Linn, M. (2003). Technology and science education: starting points, research programs, and trends. *International journal of science education*, *25*(6), 727-758.

Λιοδάκης, Σ., Γάκης, Δ., Θεοδωρόπουλος, Δ., Θεοδωρόπουλος, Π., & Κάλλης, Α., (2022). Χημεία Α' Λυκείου, Ινστιτούτο Τεχνολογιών και Εκδόσεων Διόφαντος, Πάτρα

Magwilang, E. B. (2016). Teaching Chemistry in Context: Its Effects on Studentsâ€™ Motivation, Attitudes and Achievement in Chemistry. *International Journal of Learning, Teaching and Educational Research*, *15*(4).

Ματσαγγούρας, Η. (2000). Η ομαδοσυνεργατική διδασκαλία:«Γιατί»,«Πώς»,«Πότε» και «για Ποιους». *Εισήγηση στο Διήμερο Επιστημονικό Συμπόσιο:«Η εφαρμογή της ομαδοκεντρικής διδασκαλίας-Τάσεις και εφαρμογές*, 8-9.

Ματσαγγούρας, Η. (2007). Σχολικός εγγραμματισμός. *Λειτουργικός, Κριτικός, Επιστημονικός. Αθήνα: Γρηγόρης*.

Matthews, M. R. (2002). Constructivism and science education: A further appraisal. *Journal of Science Education and Technology*, *11*, 121-134.

Μητσικοπούλου Β. (2001) . Ανακτήθηκε 13 Αυγούστου από http://www.greek-language.gr/greekLang/studies/guide/thema_e1/index.html

Moore, E. B., Chamberlain, J. M., Parson, R., & Perkins, K. K. (2014). PhET interactive simulations: Transformative tools for teaching chemistry. *Journal of chemical education*, *91*(8), 1191-1197.

Mulford, D. R., & Robinson, W. R. (2002). An inventory for alternate conceptions among first-semester general chemistry students. *Journal of chemical education*, *79*(6), 739.

Nakhleh, M. B., Polles, J., & Malina, E. (2002). Learning chemistry in a laboratory environment. In *Chemical education: Towards research-based practice* (pp. 69-94). Dordrecht: Springer Netherlands.

OECD (2013). PISA 2015 Draft Science Framework. Διαθέσιμο στο http://www.oecd.org/pisa/pisaproducts/pisa2015draftframeworks.htm

Παμουκτσόγλου Ι., Παμουκτσόγλου Τ. (2004). Τα παιδαγωγικά του ΑΣΕΠ. *Ελληνικά Γράμματα.*

Παναγιωτακόπουλος, Χ. Πιερρακέας, Χ. & Πιντέλας. Π, (2003). Το εκπαιδευτικό λογισμικό και η αξιολόγηση του. *Αθήνα: Εκδόσεις Μεταίχμιο*

Πράττα, Ε., & Κουκά, Ά. (2017, March). Η ΚΑΤΑΝΟΗΣΗ ΤΗΣ ΔΙΑΛΥΣΗΣ ΤΗΣ ΖΑΧΑΡΗΣ ΣΤΟ ΝΕΡΟ ΑΠΟ ΤΟΥΣ ΜΑΘΗΤΕΣ ΤΟΥ ΓΥΜΝΑΣΙΟΥ ΚΑΙ ΤΟΥ ΛΥΚΕΙΟΥ. In *10ο Πανελλήνιο Συνέδριο ΔΙΔΑΚΤΙΚΗΣ ΤΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΚΑΙ ΝΕΩΝ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ ΣΤΗΝ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ*.

Redish, E. F., Saul, J. M., & Steinberg, R. N. (1997). On the effectiveness of active-engagement microcomputer-based laboratories. *American journal of physics*, *65*(1), 45-54.

Rutten, N., Van Joolingen, W. R., & Van Der Veen, J. T. (2012). The learning effects of computer simulations in science education. *Computers & education*, *58*(1), 136-153.

Skordoulis, C. D. Το Πρόβλημα της Φυσικής Πραγματικότητας στη Γνωσιοθεωρία του Κονστρουκτιβισμού.

Taber, K. S. (2000). Chemistry lessons for universities?: A review of constructivist ideas. *University chemistry education*, *4*(2), 63-72.

Tatli, Z., & Ayas, A. (2010). Virtual laboratory applications in chemistry education. *Procedia-Social and behavioral sciences*, *9*, 938-942.

Tobin, K. (1990). Research on science laboratory activities: In pursuit of better questions and answers to improve learning. *School science and Mathematics*, *90*(5), 403-418.

ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ, ΕΡΕΥΝΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΗΣ ΠΟΛΙΤΙΚΗΣ Χημεία Β' Γυμνασίου Βιβλίο Εκπαιδευτικού, Κωδικός βιβλίου: 0-21-0108/ ISBN 978-960-06-2735-0

Φλουρής, Γ. (1984). Η αρχιτεκτονική της διδασκαλίας και η διαδικασία της μάθησης. *Γρηγόρης, Αθήνα.*

van Joolingen, W. R., de Jong, T., Lazonder, A. W., Savelsbergh, E. R., & Manlove, S. (2005). Co-Lab: Research and development of an online learning environment for collaborative scientific discovery learning. *Computers in human behavior*, *21*(4), 671-688.

Vygotsky, L. S., & Cole, M. (1978). *Mind in society: Development of higher psychological processes*. Harvard university press.

Χατζησαββίδης, Σ. (2007). *Ο γλωσσικός γραμματισμός και η παιδαγωγική του γραμματισμού: Θεωρητικές συνιστώσες και δεδομένα από τη διδακτική πράξη* (No. IKEECONF-2014-1284). Aristotle University of Thessaloniki.

Zaranis, N., Kalogiannakis, M., & Papadakis, S. (2013). Using mobile devices for teaching realistic mathematics in kindergarten education. *Creative Education*, *4*(07), 1.

Zendler, A., & Greiner, H. (2020). The effect of two instructional methods on learning outcome in chemistry education: The experiment method and computer simulation. *Education for Chemical Engineers*, *30*, 9-19.

Ψυκαράκη, Χ., & Ζαράνης, Ν. (2014). Φως και χρώματα: μία διδακτική πρόταση με τη βοήθεια ΤΠΕ. *Συνέδρια της Ελληνικής Επιστημονικής Ένωσης Τεχνολογιών Πληροφορίας & Επικοινωνιών στην Εκπαίδευση*, 749-756.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Αρχικό Ερωτηματολόγιο (pre-test)

ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ Ι

Ονομ/μο…….

Τμήμα…….. Κωδικός……

ΟΜΑΔΑ Α. ΓΕΝΙΚΑ ΓΙΑ ΤΑ ΔΙΑΛΥΜΑΤΑ

1. Με τον όρο **διάλυμα** εννοούμε:
α) ένα ετερογενές μίγμα
β) ένα ομογενές μίγμα
γ) μία χημική ένωση
δ) ένα χημικό στοιχείο

2. Ποια από τις παρακάτω ουσίες είναι διάλυμα;
α) το οινόπνευμα
β) το θειικό οξύ
γ) το γάλα
δ) ο σίδηρος

3. Σε ένα αναψυκτικό ο διαλύτης είναι:
α) το νερό
β) η ζάχαρη
γ) το CO_2
δ) όλα τα παραπάνω

ΟΜΑΔΑ Β. ΠΕΡΙΕΚΤΙΚΟΤΗΤΕΣ - ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ ΔΙΑΛΥΜΑΤΩΝ

4. Υδατικό διάλυμα NaCl 5 % w/w σημαίνει ότι:
α) σε 100 ml νερού είναι διαλυμένα 5g NaCl
β) σε 100 g νερού περιέχονται 5g NaCl
γ) σε 100 g διαλύματος περιέχονται 5g NaCl
δ) σε 95 g διαλύματος περιέχονται 5g NaCl

5. Κρασί 11° (βαθμών) σημαίνει:
α) σε 100g κρασιού περιέχονται 11ml οινόπνευμα
β) σε 100 ml κρασιού περιέχονται 11g οινόπνευμα
γ) σε 100g κρασιού περιέχονται 11g οινόπνευμα
δ) σε 100 ml κρασιού περιέχονται 11ml οινόπνευμα

6. Πόσα g ζάχαρης πρέπει να διαλύσουμε σε H_2O ώστε να προκύψει διάλυμα 250mL περιεκτικότητας 10% w/v

α) 10g ζάχαρης
β) 25g ζάχαρης
γ) 20 g ζάχαρης
δ) 50 g ζάχαρης

7. Η περιεκτικότητα σε mol/L (συγκέντρωση) ενός διαλύματος NaOH περιεκτικότητας 2%
w/v είναι:

α) 2 mol/L β) 0,2 mol/L γ) 0,5 mol/L δ) 5 mol/L

Δίνονται οι σχετικές ατομικές μάζες $A_r(Na) = 23$, $A_r(O) = 16$, $A_r(H) = 1$

ΟΜΑΔΑ Γ. ΑΡΑΙΩΣΗ – ΑΝΑΜΕΙΞΗ – ΣΥΜΠΥΚΝΩΣΗ ΔΙΑΛΥΜΑΤΩΝ

8. Όταν αραιώνουμε ένα διάλυμα αυξάνεται:

α) η περιεκτικότητα του
β) η πυκνότητά του
γ) ο όγκος του
δ) η ποσότητα της διαλυμένης ουσίας

9. Αν σε ένα διάλυμα αλατόνερου προσθέσουμε λίγο αλάτι, τότε:

α) Ο όγκος του αυξάνεται
β) η περιεκτικότητα του αυξάνεται
γ) η μάζα του μειώνεται
δ) η πυκνότητα του μειώνεται

10. Αν αναμείξουμε ένα διάλυμα ζάχαρης 8%w/v με ένα άλλο διάλυμα ζάχαρης 10%w/v, η περιεκτικότητα του νέου διαλύματος μπορεί να είναι:

α) 8%w/v β) 9%w/v γ) 10%w/v δ) 18%w/v

11. Αν αναμείξουμε ένα διάλυμα ζάχαρης περιεκτικότητας 0,2 mol/L με ένα άλλο διάλυμα ζάχαρης περιεκτικότητας 0,4 mol/L, η περιεκτικότητα του νέου διαλύματος μπορεί να είναι:

α) 0,2 mol/L β) 0,3 mol/L γ) 0,4 mol/L δ) 0,6 mol/L

ΟΜΑΔΑ Δ. ΑΣΚΗΣΗ

12. Το θειικό μαγνήσιο χρησιμοποιείται για τον έλεγχο καρδιακών αρρυθμιών, για την ανακούφιση οξείας κρίσης άσθματος, καθώς και στην κηπουρική και σε άλλες γεωργικές εφαρμογές. Μια ομάδα μαθητών στο σχολικό εργαστήριο Φυσικών Επιστημών πραγματοποίησε τις παρακάτω ενέργειες:

α) Διέλυσε 24 g $MgSO_4$ σε νερό οπότε παρασκεύασε 200 mL διαλύματος Δ1. Να υπολογίσετε την % w/v περιεκτικότητα και τη συγκέντρωση (σε M) του διαλύματος Δ1 σε $MgSO_4$.

β) Πρόσθεσε 300 mL νερό σε 200 mL του διαλύματος Δ1 οπότε προέκυψε διάλυμα Δ2. Να υπολογίσετε τη συγκέντρωση (σε mol/L) του διαλύματος Δ2 σε $MgSO_4$.

γ) Ανάμειξε 250 mL του διαλύματος Δ2 με 250 mL άλλου διαλύματος $MgSO_4$ συγκέντρωσης 0,8 mol/L Δ3 οπότε σχημάτισε το διάλυμα Δ4. Να υπολογίσετε τη συγκέντρωση (σε mol/L) του διαλύματος Δ4 σε $MgSO_4$.

Δίνονται οι σχετικές ατομικές μάζες: A_r(Mg) = 24, A_r(S) = 32, A_r(O) = 16.

Τελικό Ερωτηματολόγιο (post-test)

ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ ΙΙ

Ονομ/μο…….

Τμήμα…….. Κωδικός……

ΟΜΑΔΑ Α. ΓΕΝΙΚΑ ΓΙΑ ΤΑ ΔΙΑΛΥΜΑΤΑ

1. Με τον όρο **διάλυμα** εννοούμε:

α) ένα ετερογενές μίγμα

β) ένα ομογενές μίγμα

γ) μία χημική ένωση

δ) ένα χημικό στοιχείο

2. Ποια από τις παρακάτω ουσίες είναι διάλυμα;

α) το οινόπνευμα

β) το θειικό οξύ

γ) το γάλα

δ) ο σίδηρος

3. Σε ένα αναψυκτικό ο διαλύτης είναι:

α) το νερό

β) η ζάχαρη

γ) το CO_2

δ) όλα τα παραπάνω

ΟΜΑΔΑ Β. ΠΕΡΙΕΚΤΙΚΟΤΗΤΕΣ - ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ ΔΙΑΛΥΜΑΤΩΝ

4. Υδατικό διάλυμα NaCl 5 % w/w σημαίνει ότι:

α) σε 100 ml νερού είναι διαλυμένα 5g NaCl

β) σε 100 g νερού περιέχονται 5g NaCl

γ) σε 100 g διαλύματος περιέχονται 5g NaCl

δ) σε 95 g διαλύματος περιέχονται 5g NaCl

5. Κρασί 11° (βαθμών) σημαίνει:

α) σε 100g κρασιού περιέχονται 11ml οινόπνευμα

β) σε 100 ml κρασιού περιέχονται 11g οινόπνευμα

γ) σε 100g κρασιού περιέχονται 11g οινόπνευμα

δ) σε 100 ml κρασιού περιέχονται 11ml οινόπνευμα

6. Πόσα g ζάχαρης πρέπει να διαλύσουμε σε H_2O ώστε να προκύψει διάλυμα 250mL

περιεκτικότητας 10% w/v

α) 10g ζάχαρης

β) 25g ζάχαρης

γ) 20 g ζάχαρης

δ) 50 g ζάχαρης

7. Η περιεκτικότητα σε mol/L (συγκέντρωση) ενός διαλύματος NaOH περιεκτικότητας 2%

w/v είναι:

α) 2 mol/L β) 0,2 mol/L γ) 0,5 mol/L δ) 5 mol/L

Δίνονται οι σχετικές ατομικές μάζες $A_r(Na) = 23$, $A_r(O) = 16$, $A_r(H) = 1$

ΟΜΑΔΑ Γ. ΑΡΑΙΩΣΗ – ΑΝΑΜΕΙΞΗ – ΣΥΜΠΥΚΝΩΣΗ ΔΙΑΛΥΜΑΤΩΝ

8. Όταν αραιώνουμε ένα διάλυμα αυξάνεται:

α) η περιεκτικότητα του

β) η πυκνότητά του

γ) ο όγκος του

δ) η ποσότητα της διαλυμένης ουσίας

9. Αν σε ένα διάλυμα αλατόνερου προσθέσουμε λίγο αλάτι, τότε:

α) Ο όγκος του αυξάνεται

β) η περιεκτικότητα του αυξάνεται

γ) η μάζα του μειώνεται

δ) η πυκνότητα του μειώνεται

10. Αν αναμείξουμε ένα διάλυμα ζάχαρης 8%w/v με ένα άλλο διάλυμα ζάχαρης 10%w/v, η περιεκτικότητα του νέου διαλύματος μπορεί να είναι:

α) 8%w/v β) 9%w/v γ) 10%w/v δ) 18%w/v

11. Αν αναμείξουμε ένα διάλυμα ζάχαρης περιεκτικότητας 0,2 mol/L με ένα άλλο διάλυμα ζάχαρης περιεκτικότητας 0,4 mol/L, η περιεκτικότητα του νέου διαλύματος μπορεί να είναι:

α) 0,2 mol/L β) 0,3 mol/L γ) 0,4 mol/L δ) 0,6 mol/L

ΟΜΑΔΑ Δ. ΑΣΚΗΣΗ

12. Το θειικό μαγνήσιο χρησιμοποιείται για τον έλεγχο καρδιακών αρρυθμιών, για την ανακούφιση οξείας κρίσης άσθματος, καθώς και στην κηπουρική και σε άλλες γεωργικές εφαρμογές. Μια ομάδα μαθητών στο σχολικό εργαστήριο Φυσικών Επιστημών πραγματοποίησε τις παρακάτω ενέργειες:

α) Διέλυσε 24 g $MgSO_4$ σε νερό οπότε παρασκεύασε 200 mL διαλύματος Δ1. Να υπολογίσετε την % w/v περιεκτικότητα και τη συγκέντρωση (σε M) του διαλύματος Δ1 σε $MgSO_4$.

β) Πρόσθεσε 300 mL νερό σε 200 mL του διαλύματος Δ1 οπότε προέκυψε διάλυμα Δ2. Να υπολογίσετε τη συγκέντρωση (σε mol/L) του διαλύματος Δ2 σε $MgSO_4$.

γ) Ανάμειξε 250 mL του διαλύματος Δ2 με 250 mL άλλου διαλύματος $MgSO_4$ συγκέντρωσης 0,8 mol/L Δ3 οπότε σχημάτισε το διάλυμα Δ4. Να υπολογίσετε τη συγκέντρωση (σε mol/L) του διαλύματος Δ4 σε $MgSO_4$.

Δίνονται οι σχετικές ατομικές μάζες: A_r(Mg) = 24, A_r(S) = 32, A_r(O) = 16.

Φύλλο εργασίας Πειραματικής Ομάδας

ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ (Π)

ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ: ……

Τμήμα: ……

Κωδικός……..

1η Δραστηριότητα : Παρασκευή διαλύματος

Να παρασκευάσετε 200ml διαλύματος (Δ1) διχρωμικού καλίου ($K_2Cr_2O_7$) συγκέντρωσης C=0,1M (Ar: K=39, Cr= 52, O=16)

Να υπολογίσετε τα παρακάτω:

α) Τη μάζα του $K_2Cr_2O_7$……..

β) Τα mol του $K_2Cr_2O_7$……..

γ) Την %w/v περιεκτικότητα του διαλύματος ……

……

……

2η Δραστηριότητα: Παρασκευή διαλύματος με αραίωση

Με αραίωση του διαλύματος Δ1 να παρασκευάσετε 1000ml διαλύματος Δ2

Να υπολογίσετε τα παρακάτω:

α)Τη Συγκέντρωση του διαλύματος Δ2 …….

……

……

β) Την %w/v περιεκτικότητα του διαλύματος Δ2

……

……

……

……

γ) Τι παρατηρείτε σχετικά με το χρώμα του Δ2; .....

……..

3η Δραστηριότητα: Παρασκευή διαλύματος με ανάμειξη διαλυμάτων

Να παρασκευάσετε δυο διαλύματα NaCl με συγκεντρώσεις C_1= 1M και C_2= 0,5M. Να αναμείξετε 10ml από το 1ο διάλυμα και 30ml από το 2ο διάλυμα.

Να υπολογίσετε:

α) Τη συγκέντρωση του νέου διαλύματος ……...

……..

β) Την περιεκτικότητα %w/v του νέου διαλύματος .....

.....

.....

.....

Φύλλο εργασίας Ομάδας Ελέγχου

ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ (Ε)

ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ: ……

Τμήμα: ……

Κωδικός……..

Απαιτούμενα όργανα και αντιδραστήρια	
• Δύο ποτήρια ζέσεως 150mL • Ζυγός και χαρτί ζυγίσεως • Σπάτουλα • Ογκομετρικός κύλινδρος των 100mL • Ογκομετρική φιάλη των 100mL • Γυάλινο χωνί	• Σιφώνιο πληρώσεως των 10 mL • Ελαστική σφαίρα αναρρόφησης (πουάρ) • Γυάλινη ράβδος • Σταγονόμετρο • Υδροβολέας με απιοντισμένο νερό

Ογκομετρικός κύλινδρος ποτήρι ζέσεως Υδροβολέας Ογκομετρική φιάλη Σιφώνιο πληρώσεως

1η Δραστηριότητα: Παρασκευή διαλύματος

Να παρασκευάσετε 100ml διαλύματος (Δ1) θειικού χαλκου ($CuSO_4$) συγκέντρωσης C=0,1M (Ar: Cu=63,5, S= 32, O=16)

Να υπολογίσετε τα παρακάτω:

α) Τη μάζα του $CuSO_4$…….

……..

β) Τα mol του $CuSO_4$……

γ) Την %w/v περιεκτικότητα του διαλύματος ……

……

……

2η Δραστηριότητα: Παρασκευή διαλύματος με αραίωση

Με αραίωση κατάλληλης ποσότητας του διαλύματος Δ1 να παρασκευάσετε 100ml διαλύματος Δ2 που να έχει συγκέντρωση C_2=0.01M.

Να υπολογίσετε τα παρακάτω:

α) Τον όγκο διαλύματος Δ1 που απαιτείται

……

……

……

β) Την περιεκτικότητα %w/v του διαλύματος Δ2 ……..

……..

……..

γ) Τι παρατηρείτε σχετικά με το χρώμα του Δ2;

……

……

3η Δραστηριότητα: Παρασκευή διαλύματος με ανάμειξη διαλυμάτων

Να παρασκευάσετε διάλυμα Δ3 με ανάμειξη 20ml του διαλύματος Δ1 και 80ml του διαλύματος Δ2

Να υπολογίσετε:

α) Τη συγκέντρωση C_3 του διαλύματος Δ3**.** …….

……

……

β) Την περιεκτικότητα %w/v του διαλύματος Δ3

……

……

……..