



ΕΘΝΙΚΟ ΚΑΙ ΚΑΠΟΔΙΣΤΡΙΑΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΧΗΜΕΙΑΣ

**ΔΙΑΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΟ ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ
ΣΠΟΥΔΩΝ**

“ΔΙΔΑΚΤΙΚΗ ΤΗΣ ΧΗΜΕΙΑΣ ΚΑΙ ΝΕΕΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΕΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ”

ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ “ΔΙΔΑΚΤΙΚΗ ΤΗΣ ΧΗΜΕΙΑΣ”

ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ ΔΙΠΛΩΜΑΤΟΣ ΕΙΔΙΚΕΥΣΗΣ

**Οι ιδέες των αποφοίτων μαθητών της πρωτοβάθμιας
εκπαίδευσης σχετικά με την μετάβαση των υλικών στις τρεις
φυσικές καταστάσεις και τη διάλυση ουσιών στο νερό.**

**ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ ΔΡΙΒΕΛΟΣ
ΧΗΜΙΚΟΣ**

**ΑΘΗΝΑ
ΙΟΥΝΙΟΣ 2014**

ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ ΔΙΠΛΩΜΑΤΟΣ ΕΙΔΙΚΕΥΣΗΣ

Οι ιδέες των αποφοίτων μαθητών της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης σχετικά την μετάβαση των υλικών στις τρεις φυσικές καταστάσεις και τη διάλυση ουσιών στο νερό.

ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ ΔΡΙΒΕΛΟΣ

A.M.: 101103

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ:

ΣΠΥΡΙΔΩΝ ΚΟΪΝΗΣ, Επίκουρος Καθηγητής ΕΚΠΑ

ΤΡΙΜΕΛΗΣ ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ

Σ. Κοϊνης, Επίκουρος Καθηγητής ΕΚΠΑ

Κ. Μεθενίτης, Αναπληρωτής Καθηγητής ΕΚΠΑ

Π. Παρασκευοπούλου, Λέκτορας ΕΚΠΑ

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ ΕΞΕΤΑΣΗΣ 24/10/2014

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην παρούσα εργασία παρουσιάζονται τα αποτελέσματα έρευνας η οποία διεξήχθη κατά το σχολικό έτος 2013-2014 σε 132 μαθητές και μαθήτριες της Α' γυμνασίου με την μέθοδο του ερωτηματολογίου. Σκοπός της έρευνας είναι να διερευνηθούν και να αξιολογηθούν οι εναλλακτικές αντιλήψεις των απόφοιτων μαθητών της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης σχετικά με την μετάβαση των υλικών στις τρεις φυσικές καταστάσεις και την διάλυση ουσιών στο νερό.

Στην έρευνα συμμετείχαν τρεις σχολικές μονάδες της Αττικής. Το δείγμα της έρευνάς μας αποτέλεσαν 56 μαθητές του 6ου Γυμνασίου Αθηνών, 50 του 40ου Γυμνασίου Αθηνών και 26 του 1ου Γυμνασίου Παλαιού Φαλήρου.

Η εργασία χωρίζεται πρακτικά σε δύο μέρη. Στο πρώτο παρουσιάζονται οι ιδέες των μαθητών διαφόρων ηλικιών σχετικά με την μετάβαση των υλικών στις τρεις φυσικές καταστάσεις και τη διάλυση, όπως προκύπτουν από την βιβλιογραφία. Στο δεύτερο μέρος παρουσιάζονται, αναλύονται και ερμηνεύονται τα αποτελέσματα της έρευνας, ενώ προτείνεται και μια διδακτική πρόταση.

Από την ανάλυση των αποτελεσμάτων το συμπέρασμα που εξάγεται είναι πως οι μαθητές δυσκολεύονται να κατανοήσουν την μετατροπή του αέριου νερού σε υγρό (συμπύκνωση), αλλά και την προέλευση του υγροποιημένου νερού.

Επίσης φαίνεται πως οι μαθητές δεν μπορούν να συνδέσουν μια μεταβολή φυσικής κατάστασης με την μεταβολή της πίεσης. Το ότι η μεταβολή της πίεσης μετατρέπεται το αέριο σε υγρό, και αντίστροφα, δυσκολεύει τους μαθητές περισσότερο, σε αντίθεση με την μεταβολή της θερμοκρασίας.

Σε ότι αφορά στη διάλυση, από τα αποτελέσματα της έρευνάς μας φάνηκε ότι τα παιδιά δυσκολεύονται πολύ να αντιληφθούν ότι οι ιδιότητες ενός διαλύματος όπως το χρώμα και η γεύση οφείλονται τόσο στη διαλυμένη ουσία, όσο και στον διαλύτη. Επιπλέον τα παιδιά δεν μπορούν να κάνουν σαφές στο μυαλό τους, ότι η προσθήκη μιας ουσίας σε ένα διαλύτη αυξάνει την μάζα του διαλύματος.

ΘΕΜΑΤΙΚΗ ΠΕΡΙΟΧΗ: Εναλλακτικές ιδέες μαθητών πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης

ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ: Εναλλακτικές ιδέες, φυσικές καταστάσεις, τήξη, πήξη, συμπύκνωση, εξάτμιση, εξάχνωση, απόθεση, διάλυση.

ABSTRACT

The present dissertation presents the results of our research that took place during the school year 2013-2014, using the questionnaires' method. The participants were 132 elementary school graduates. This study focuses on students' misconceptions on the transition each of the three states of matter and on the dissolution of a substance in water.

Three different school units of Athens participated in the research. The sample consists of 56 students of 6th high school of Athens, 50 students of 40th high school of Athens and 26 students of the 1st high school of Palaion Faliron.

The essay is divided in two parts. The first part included the ideas of students of various ages about the transition from one phys-state to the other and the dissolution in water, as they derived from the literature. The second part is the research part. This is the part where the results of the research are analyzed and a teaching method is proposed.

The conclusion reached after the analysis of the research results is that the students meet difficulties in understanding the conversion of the water vapor to liquid, and the origin of the liquefied water.

The students also find it hard to realize that a transition of a state of matter may be a result of pressure change. The fact that pressure change turns gas to liquid and vice versa, raises more misunderstandings that the change of temperature does.

As far as dissolution is concerned, the research concluded that the students find it hard to realize that the physical properties of a solution, like color and taste, are not only to the solute, but also to the solvent. In addition they cannot understand that adding a solute to the solvent increases the mass of the solution.

SUBJECT AREA: Student's misconceptions in elementary education.

KEYWORDS: Misconceptions, states of matter, liquid, solid, gas, liquefaction (melting), solidification (freezing), evaporation, condensation, sublimation, deposition, dissolution.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ	17
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΙΔΕΕΣ ΚΑΙ ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΕΣ ΙΔΕΕΣ ΤΩΝ ΜΑΘΗΤΩΝ	20
2.1 Οι ιδέες των μαθητών.....	20
2.2 Προέλευση των ιδεών των μαθητών	22
2.2.1 Οι ιδέες των παιδιών ως προσωπικές κατασκευές.....	23
2.2.2 Τα κοινά χαρακτηριστικά των ιδεών των μαθητών	23
2.3 Η διδασκαλία των φυσικών επιστημών (Φ.Ε.) με βάση τις ιδέες των μαθητών	25
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΟΙ ΙΔΕΕΣ ΤΩΝ ΜΑΘΗΤΩΝ ΓΙΑ ΤΙΣ ΦΥΣΙΚΕΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΤΗΣ	
ΥΛΗΣ.....	26
3.1 Στερεή κατάσταση.....	26
3.2 Υγρή κατάσταση	27
3.3 Αέρια κατάσταση.....	27
3.4 Γενικά για την ύλη	28
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΟΙ ΙΔΕΕΣ ΤΩΝ ΜΑΘΗΤΩΝ ΓΙΑ ΤΙΣ ΑΛΛΑΓΕΣ ΤΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ	
ΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ.....	29
4.1 Τήξη.....	29
4.2 Πήξη.....	29
4.3 Εξάτμιση	30
4.4 Βρασμός	31
4.5 Συμπύκνωση.....	32
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΟΙ ΙΔΕΕΣ ΤΩΝ ΜΑΘΗΤΩΝ ΓΙΑ ΤΑ ΔΙΑΛΥΜΑΤΑ ΚΑΙ ΤΗΝ ΔΙΑΛΥΣΗ	33
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: ΟΙ ΑΝΑΦΟΡΕΣ ΣΤΟ ΑΝΑΛΥΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΣΠΟΥΔΩΝ ΤΟΥ	
ΔΗΜΟΤΙΚΟΥ.....	34
6.1 Αναφορές στα συγγράμματα της Α' Δημοτικού	34
6.2 Αναφορές στα συγγράμματα της Β' Δημοτικού	36

6.3 Αναφορές στα συγγράμματα της Δ' Δημοτικού	37
6.3 Αναφορές στα συγγράμματα της Ε' Δημοτικού	39
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7: ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΕΡΕΥΝΑΣ	42
7.1 Βασικές αρχές της μεθοδολογίας	42
7.2 Ερωτηματολόγιο	43
7.2.1 Δημιουργία ερωτηματολογίου	44
7.2.2 Οι τύποι των ερωτήσεων σε ένα ερωτηματολόγιο	45
7.3 Δειγματοληψία.....	46
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8: Η ΕΡΕΥΝΑ.....	47
8.1 Ερευνητικά ερωτήματα.....	47
8.2 Κατασκευή του ερωτηματολογίου της έρευνας.....	47
8.3 Πιλοτική έρευνα.....	48
8.4 Ανάλυση των ερωτήσεων του ερωτηματολογίου.....	50
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9: ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	52
9.1 Ερώτηση 1	52
9.2 Ερώτηση 2	54
9.3 Ερώτηση 3	55
9.4 Ερώτηση 4	57
9.5 Ερώτηση 5	61
9.6 Ερώτηση 6	62
9.7 Ερώτηση 7	64
9.8 Ερώτηση 8	67
9.9 Ερώτηση 9	68
9.10 Ερώτηση 10	70
9.11 Ερώτηση 11	72
9.12 Ερώτηση 12	74

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 10: ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	77
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 11: ΜΙΑ ΔΙΔΑΚΤΙΚΗ ΠΡΟΤΑΣΗ.....	79
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι.....	83
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙΙ.....	99
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙV	101

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

Σχήμα 1: Οι “γνώσεις” που εμπλέκονται στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών.....21

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 1: "Εμείς και ο κόσμος" Α' Δημοτικού η πρώτη επαφή.....	35
Εικόνα 2:"Εμείς και ο κόσμος" Α' Δημοτικού, ταξινομώντας τα υλικά.....	36
Εικόνα 3: "Εμείς και ο κόσμος" Β' Δημοτικού, οι πρώτοι... ορισμοί.....	37
Εικόνα 4: "Εμείς και ο κόσμος" Δ' Δημοτικού, μετατροπές του νερού.....	38
Εικόνα 5: "Εμείς και ο κόσμος" Δ' Δημοτικού, βρες το... νερό.....	39
Εικόνα 6: "Εμείς και ο κόσμος" Δ' Δημοτικού, υλικά για την παρασκευή μειγμάτων	39
Εικόνα 7:"Φυσικά" Ε' Δημοτικού, η κίνηση των μορίων και η φυσική κατάσταση	40

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

<i>Πίνακας 1: Απαντήσεις 1α</i>	52
<i>Πίνακας 2: Απαντήσεις 1β</i>	53
<i>Πίνακας 3: Συνδυασμός 1α-1β</i>	53
<i>Πίνακας 4: Απαντήσεις 2α</i>	54
<i>Πίνακας 5: Απαντήσεις 2β</i>	54
<i>Πίνακας 6: Συνδυασμός 2α-2β</i>	55
<i>Πίνακας 7: Απαντήσεις 3α</i>	56
<i>Πίνακας 8: Απαντήσεις 3β</i>	56
<i>Πίνακας 9: Συνδυασμός 3α-3β</i>	57
<i>Πίνακας 10: Απαντήσεις 4α</i>	58
<i>Πίνακας 11: Απαντήσεις 4β</i>	58
<i>Πίνακας 12: Απαντήσεις 4γ</i>	58
<i>Πίνακας 13: Συνδυασμός 4α-4β-4γ</i>	59
<i>Πίνακας 14: Απαντήσεις 5α</i>	61
<i>Πίνακας 15: Απαντήσεις 5β</i>	61
<i>Πίνακας 16: Συνδυασμός 5α-5β</i>	62
<i>Πίνακας 17: Απαντήσεις 6α</i>	63
<i>Πίνακας 18: Απαντήσεις 6β</i>	63
<i>Πίνακας 19: Συνδυασμός 6α-6β</i>	63
<i>Πίνακας 20: Απαντήσεις 7α</i>	65
<i>Πίνακας 21: Απαντήσεις 7β</i>	65
<i>Πίνακας 22: Απαντήσεις 7γ</i>	65
<i>Πίνακας 23: Συνδυασμός 7α-7β-7γ</i>	66
<i>Πίνακας 24: Απαντήσεις 8α</i>	68

Πίνακας 25: Απαντήσεις 9α	69
Πίνακας 26: Απαντήσεις 9β	69
Πίνακας 27: Συνδυασμός 9α-9β	69
Πίνακας 28: Απαντήσεις 10α	71
Πίνακας 29: Απαντήσεις 10β	71
Πίνακας 30: Συνδυασμός 10α-10β	71
Πίνακας 31: Απαντήσεις 11α	73
Πίνακας 32: Απαντήσεις 11β	73
Πίνακας 33: Συνδυασμός 11α-11β	73
Πίνακας 34: Απαντήσεις 12	75

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η παρούσα ερευνητική εργασία διπλώματος ειδίκευσης με τίτλο “Οι ιδέες των αποφοίτων μαθητών της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης σχετικά με την μετάβαση των υλικών στις τρεις φυσικές καταστάσεις και τη διάλυση ουσιών στο νερό” εκπονήθηκε κατά το ακαδημαϊκό έτος 2013-2014 στο πλαίσιο του Μεταπτυχιακού Διπλώματος Ειδίκευσης “Διδακτική της Χημείας και νέες εκπαιδευτικές τεχνολογίες (ΔιΧηNET) στην ειδίκευση “Διδακτική της Χημείας” του Εθνικού και Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών.

Ο Επιβλέπων Καθηγητής της έρευνας ήταν ο Επίκουρος Καθηγητής του Χημικού τμήματος του Εθνικού και Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών Σπύρος Κοΐνης, τον οποίο ευχαριστώ για την διαρκή καθοδήγησή του. Ένα μεγάλο επίσης ευχαριστώ στην Δρ Κατερίνα Σάλτα με την οποία συνεργαστήκαμε άψογα, για τα βέλτιστα στατιστικά αποτελέσματα της συγκεκριμένης έρευνας.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το μάθημα της Χημείας αρχίζει να διδάσκεται στους μαθητές του γυμνασίου και συγκεκριμένα της Β' τάξης. Έτσι οι μικροί μαθητές έρχονται για πρώτη φορά σε επαφή με το μάθημα, όχι όμως και με το περιεχόμενό του (στην αρχή τουλάχιστον). Οι πρώτες έννοιες που ακούει, το πρώτο κιάλας μάθημα, είναι “στερεό”, “υγρό” και “αέριο”, έννοιες όμως που δεν του είναι άγνωστες. Άρα ο εκπαιδευτικός έχει ρόλο μάλλον να προκαλέσει “πρόοδο” στις γνώσεις των μαθητών, παρά να δημιουργήσει νέες. Με τον όρο “πρόοδο” αναφερόμαστε στην διαδικασία που συμβαίνει στο μυαλό του μαθητή για να επέλθει η μάθηση, η οποία άλλες φορές επιτυγχάνεται πολύ γρήγορα και άλλες με πολλά και μικρά βήματα απαιτώντας αρκετό χρόνο.

Η προϋπάρχουσα γνώση των μαθητών παίζει σημαντικό ρόλο στην διδασκαλία και γι' αυτό είναι χρήσιμο για τον εκπαιδευτικό όσο το δυνατόν να την γνωρίζει. Ο σχεδιασμός της διδασκαλίας θα πρέπει να γίνεται με τέτοιο τρόπο ώστε οι μικροί μαθητές να κάνουν “μικρά βήματα” μέχρι να φτάσουν στις επιστημονικές απόψεις. Η διαδοχή αυτών των “μικρών βημάτων” θα πρέπει να λαμβάνει υπόψη τον τρόπο που εξελίσσονται οι ιδέες των μαθητών.

Οι εκπαιδευτικοί δεν θα πρέπει να νιώθουν συνεχώς την ανάγκη να δίνουν λεπτομερείς εξηγήσεις στους μικρούς μαθητές. Ένας από του βασικούς σκοπούς της διδασκαλίας είναι κάνουν τον μικρό μαθητή να κάνει τα “μικρά βήματα” που προαναφέραμε, προς μια ευρύτερη κατανόηση.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΙΔΕΕΣ ΚΑΙ ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΕΣ ΙΔΕΕΣ ΤΩΝ ΜΑΘΗΤΩΝ

2.1 Οι ιδέες των μαθητών

Από τα μέσα της δεκαετίας του '70 άρχισε σε όλο τον κόσμο, μια έντονη ερευνητική δραστηριότητα σχετικά με τις ιδέες και τις εναλλακτικές ιδέες (παρανοήσεις) των μαθητών για τον φυσικό κόσμο και τον τρόπο που τον αντιλαμβάνονται οι μαθητές. Η ως τότε διδακτική προσέγγιση που είχε στηριχθεί στις απόψεις κυρίως των Piaget και Bruner, εμφάνισε μια τάση αλλαγής. Έτσι πια έχουμε μια νέα θεώρηση των πραγμάτων για την Διδακτική των Φυσικών Επιστημών (Φ.Ε.), που κυρίαρχο ρόλο στην μάθηση παίζουν οι ιδέες των μαθητών για τα φυσικά φαινόμενα πριν ακόμα τα διδαχτούν στο σχολείο.

Πριν ακόμα λοιπόν φοιτήσουν στο σχολείο τα παιδιά μέσω των κοινωνικών επαφών τόσο με άλλα παιδιά όσο και με ενήλικες και σε συνδυασμό με την εμπειρική εκμάθηση της γλώσσας, αρχίζουν να χτίζουν τις πρώτες ιδέες τους για το πως λειτουργεί ο κόσμος. Οι ιδέες αυτές τους είναι χρήσιμες για να προβλέψουν και να ερμηνεύσουν ό,τι αντιλαμβάνονται. Οι ομαδοποιημένες αυτές ιδέες που λειτουργούν ως ερμηνευτικά πρότυπα για τον μαθητή, στην βιβλιογραφία καταγράφονται ως *εναλλακτικές ιδέες ή παρανοήσεις ή προϋπάρχουσες ιδέες*.

Οι εναλλακτικές ιδέες των μαθητών έχουν γενικότητα και διαχρονική ισχύ, αν και πολλές φορές “μεταλλάσσονται” όσο μεγαλώνει ο μαθητής (και λόγω της βιολογικής ωρίμανσης και λόγω της επίδρασης της διδασκαλίας). Οι ιδέες αυτές είναι επαρκείς για τους μαθητές για την ερμηνεία των φαινομένων και συγκροτούν μια συνεπή, ως ένα βαθμό, γνωστική δομή με περιορισμένη ισχύ. Πολλές φορές επηρεάζονται ελάχιστα από την παραδοσιακή ή την πειραματική διδασκαλία[1].

Οι ιδέες των παιδιών δεν πρέπει να αντιμετωπίζονται ως απλές παρανοήσεις προερχόμενες από κακή πληροφόρηση. Αντίθετα είναι αποτέλεσμα της προσπάθειάς τους να δημιουργήσουν έναν όσο τον δυνατόν πιο απλό μηχανισμό που να εξηγεί ό,τι συμβαίνει γύρω τους. Οι

παρατηρήσεις τους για τον φυσικό κόσμο γίνονται αποδεκτές ή απορρίπτονται, ανάλογα με το αν είναι σε αρμονία ή όχι με τις προσδοκίες τους. Ακόμα και οι ερωτήσεις που κάνουν και κατ' επέκταση ο τρόπος που ερμηνεύουν τα αποτελέσματα στα οποία καταλήγουν φαίνεται να επηρεάζονται από τα νοητικά σχήματα που διαθέτουν[2].

Ένα σπουδαίο συμπέρασμα που πηγάζει από τις πολυετείς αυτές έρευνες είναι ότι και παιδιά διαφορετικής ηλικίας αλλά και κουλτούρας, είναι δυνατό να έχουν παρόμοιες ιδέες. Τις εξηγήσεις που δίνουν τα παιδιά για τα φυσικά φαινόμενα τις θεωρούν προφανείς, παρ' όλο που είναι λανθασμένες και δίνονται με όχι ακριβή χρήση της γλώσσας. Αυτό που τα παιδιά θεωρούν ως εξήγηση, τις περισσότερες φορές διαφέρει πολύ από την επιστημονική άποψη. Αυτό που χρίζει μεγάλης προσοχής είναι το γεγονός ότι μερικές από τις ιδέες που χρησιμοποιούν τα παιδιά για το φυσικό κόσμο είναι τόσο εδραιωμένες που δεν αλλάζουν με τη διδασκαλία. Έτσι, παρόλο που μερικά παιδιά μπορούν να εφαρμόσουν τις επιστημονικές ιδέες σε προβλήματα των εξετάσεων, αποτυγχάνουν να τις εφαρμόσουν εκτός του σχολείου για να ερμηνεύσουν μερικά φαινόμενα. Οι ιδέες των παιδιών είναι δυνατό να παραμένουν όχι μόνο μετά τη διδασκαλία, αλλά και μετά την ενηλικίωση τους [3].

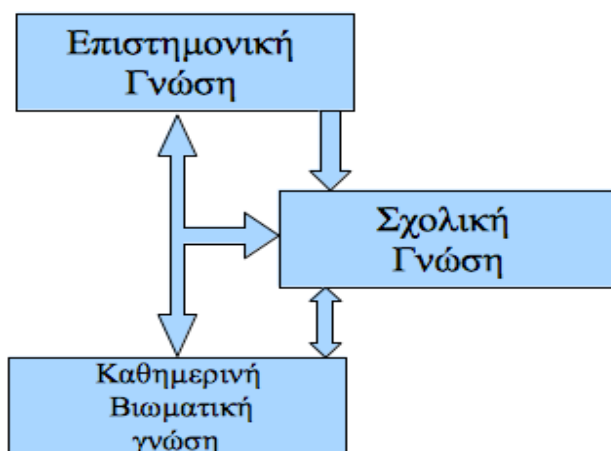
Από τις έρευνες των Gilbert, Osborn και Fensham[4] προέκυψαν ορισμένα χρήσιμα συμπεράσματα. Το βασικότερο είναι ότι τα παιδιά πριν ακόμα φοιτήσουν στο σχολείο έχουν απόψεις για πλήθος θεμάτων που αφορούν στις φυσικές επιστήμες. Επίσης, οι αντιλήψεις τους είναι δυνατό να παραμείνουν ανεπηρέαστες από την διδασκαλία ή να επηρεαστούν με τρόπους που δε γνωρίζουμε, αλλά το βέβαιο είναι ότι κυρίως οι διαισθητικές ιδέες τους ασκούν ισχυρή επιρροή στη μάθηση. Τέλος οι ιδέες των παιδιών είναι συχνά διαφορετικές από το επιστημονικό πρότυπο, όπως αυτό παρουσιάζεται στα σχολικά εγχειρίδια, αν και οι ιδέες αυτές είναι χρήσιμες και λογικές επειδή αποτελούν το σκελετό της ερμηνείας των σχετικών φαινομένων.

2.2 Προέλευση των ιδεών των μαθητών

Κατά τη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών την ουσιαστική αλληλεπίδραση τριών “γνώσεων”. Της επιστημονικής γνώσης, της σχολική γνώσης (η εκδοχή της επιστημονικής στα σχολικά συγγράμματα) και τέλος της γνώσης που πηγάζει από την καθημερινή βιωματική εμπειρία των μαθητών. Τα παραπάνω τρίπτυχο στην βιβλιογραφία αναφέρεται ως φυσικο-επιστημονική, σχολική και πρακτικο-βιωματική γνώση αντίστοιχα[5].

Η φυσικο-επιστημονική γνώση είναι εκείνη με την οποία ασχολούνται οι επιστημονικές κοινότητες των Φυσικών Επιστημών όταν προσπαθούν να προωθήσουν ή να αλλάξουν τη γνώση. Η σχολική γνώση παρέχεται στους μαθητές από τους διδάσκοντες και τα σχολικά βιβλία και ο χειρισμός της γίνεται κυρίως στην τάξη. Τέλος η πρακτικο-βιωματική γνώση των παιδιών που, όπως προαναφέραμε, πηγάζει από την καθημερινή εμπλοκή τους με τη ζωή, είναι αυτή η γνώση που στη σχετική βιβλιογραφία αναφέρεται με όρους όπως *πρώτες ιδέες, εναλλακτικά εννοιολογικά πλαίσια, παρανοήσεις, εναλλακτικές ιδέες, αντιλήψεις* κ.ά.

Σχήμα 1: Οι “γνώσεις” που εμπλέκονται στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών



2.2.1 Οι ιδέες των παιδιών ως προσωπικές κατασκευές

Από πολύ μικρή ηλικία τα παιδιά αναπτύσσουν ιδέες για τον φυσικό κόσμο που τα περιβάλλει. Από προσωπικές τους εμπειρίες “οικοδομούν” ιδέες και προσδοκίες σε σχέση με το πώς “συμπεριφέρονται” και κινούνται τα αντικείμενα. Επίσης η αίσθηση που μπορεί να έχει ένα παιδί για ένα φυσικό φαινόμενο, είναι ικανή να δημιουργήσει μια ιδέα. Για παράδειγμα όταν τα παιδιά παίζουν μπάλα έχουν σχηματίσει για γενική ιδέα για την κίνηση και την τροχιά που τα βοηθάει να παίζουν με επιτυχία. Όταν όμως αργότερα έρθει η σχολική γνώση που σχετίζεται με τις κινήσεις των σωμάτων, ο μαθητής έχει ήδη μια βιωματική ιδέα για αυτά που θα διδαχτεί. Είναι γεγονός ωστόσο ότι οι εναλλακτικές ιδέες των μαθητών παρουσιάζουν πολλά κοινά χαρακτηριστικά και τις περισσότερες φορές επαναλαμβάνονται.

2.2.2 Τα κοινά χαρακτηριστικά των ιδεών των μαθητών

Όπως προαναφέραμε οι εναλλακτικές ιδέες των μαθητών παρουσιάζουν κοινά χαρακτηριστικά. Μάλιστα τα κοινά αυτά χαρακτηριστικά είναι ανεξάρτητα από τον τόπο καταγωγής και την ηλικία των μαθητών[6]. Οι περισσότεροι μαθητές όταν βρεθούν αντιμέτωποι με ένα πρόβλημα, τείνουν να προβούν σε μια «ανάγνωση» της κατάστασης που στηρίζεται αρχικά σε δεδομένα που γίνονται αντιληπτά μέσω των αισθήσεων. Χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι η περίπτωση κατά την οποία ένας μαθητής θεωρεί ότι η ζάχαρη εξαφανίζεται όταν διαλύεται στο νερό[7]. Επίσης οι μαθητές εμφανίζουν την τάση να επικεντρώνονται και να λαμβάνουν υπόψη τους ορισμένες μόνο όψεις των καταστάσεων που μελετούν, αγνοώντας κάποιες άλλες. Για παράδειγμα, αν ερωτηθούν για την θερμοκρασία που έχουν ένα μεγάλο και ένα μικρό παγάκι μέσα στην κατάψυξη, οι μαθητές θεωρούν ότι η θερμοκρασία στα δύο παγάκια εξαρτάται από το μέγεθος τους αγνοώντας το υπόλοιπο περιβάλλον, έχουν δηλαδή περιορισμένη εστίαση στο φαινόμενο[8].

Ένα ακόμα κοινό χαρακτηριστικό των ιδεών των μαθητών, είναι ότι συχνά ενεργοποιούν διαφορετικές αντιλήψεις προκειμένου να ερμηνεύσουν καταστάσεις που θεωρούνται ισοδύναμες σύμφωνα με την επιστημονική

γνώση. Για παράδειγμα μπορούμε να αναφέρουμε την περίπτωση επαφής δύο σωμάτων με διαφορετική θερμοκρασία. Ανάλογα με την θερμική κατάσταση των σωμάτων, οι μαθητές εκδηλώνουν διαφορετικές αντιλήψεις. Αν έχουμε ένα θερμό σώμα σε επαφή με ένα λιγότερο θερμό, για τους μαθητές υπάρχει μεταφορά θερμότητας. Αντίθετα αν έχουμε ένα ψυχρό σώμα και ένα λιγότερο ψυχρό, για τους μαθητές υπάρχει μεταφορά ψύχους. Αν τώρα έχουμε ένα θερμό σώμα και ένα ψυχρό για τους μαθητές συμβαίνουν και τα δύο ταυτόχρονα[9].

Συνήθως βλέπουμε τους μαθητές να χρησιμοποιούν αδιακρίτως έννοιες, οι οποίες έχουν διαφορετική σημασία σύμφωνα με την επιστημονική γνώση. Η μετάβαση μάλιστα από τη μια σημασία στην άλλη γίνεται χωρίς οπωσδήποτε να το συνειδητοποιούν οι μαθητές. Χαρακτηριστικό είναι το παράδειγμα, όπου οι μαθητές συγχέουν σε πολύ μεγάλο βαθμό την έννοια της θερμοκρασίας με την έννοια της θερμότητας[10].

Άλλο ένα κοινό χαρακτηριστικό των ιδεών των μαθητών είναι ότι έχουν την τάση να περιγράφουν και να ερμηνεύουν τις αλλαγές των συστημάτων με τη βοήθεια γραμμικών, χρονικών ή και τοπικών, αιτιακών αλυσίδων κάθε τμήμα των οποίων αναφέρεται σε ένα απλό φαινόμενο. Για παράδειγμα, ο μαθητής θεωρεί ότι επειδή ένα σώμα είναι θερμό αυτό εκπέμπει θερμότητα, ενώ η Φυσική αναφέρει ότι επειδή υπάρχει διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ δύο σωμάτων διαδίδεται θερμότητα από το ένα σώμα στο άλλο[10].

Τέλος το σημαντικό κοινό χαρακτηριστικό των ιδεών των μαθητών είναι η ανθεκτικότητα στην αλλαγή τους. Η εμπειρική έρευνα σχετικά με τις αντιλήψεις των μαθητών όλων των βαθμίδων για μια ποικιλία θεμάτων της φυσικο-επιστημονικής γνώσης έχει αναδείξει τον ιδιαίτερο σταθερό και ανθεκτικό χαρακτήρα τους. Η σταθερότητα και ανθεκτικότητα που χαρακτηρίζει τις αντιλήψεις συνάγεται επίσης και σε σχέση με την εννοιολογική αλλαγή, η οποία, όποτε λαμβάνει χώρα, συνιστά μια μακρόχρονη και βραδεία διαδικασία, που υπερβαίνει τις συνήθεις βραχύχρονες σχολικές διαδικασίες μάθησης.

2.3 Η διδασκαλία των φυσικών επιστημών (Φ.Ε.) με βάση τις ιδέες των μαθητών

Για την διδασκαλία των φυσικών επιστημών είναι πολύ σημαντικό ο εκπαιδευτικός να είναι ενήμερος όχι μόνο για τις προϋπάρχουσες ιδέες των μαθητών και για τους διδακτικούς στόχους, αλλά και για τις διαφορές που υπάρχουν μεταξύ τους. Αυτό είναι πολύ σημαντικό για τον σωστό σχεδιασμό της διδασκαλίας.

Η ανακάλυψη του τρόπου σκέψης των μαθητών για τα διάφορα θέματα που αφορούν στις Φ.Ε. είναι πολύ ενδιαφέρουσα. Αυτό από μόνο του όμως δεν είναι αρκετό. Ο εκπαιδευτικός έχει την ευθύνη να “περάσει” στους μαθητές την αποδεκτή από την επιστήμη άποψη για τον φυσικό κόσμο. Άρα το δύσκολο κομμάτι είναι το πώς ο εκπαιδευτικός θα οδηγήσει τον μαθητή από τις δικές του ιδέες στις επιστημονικά ορθές. Αφού λοιπόν βρεθούν οι διαφορές ανάμεσα στις ορθές ιδέες και τις παρανοήσεις των μαθητών ο εκπαιδευτικός έχει τις εξής δυνατότητες. Πρώτον, μπορεί να *αναπτύξει τις προϋπάρχουσες ιδέες*. Για παράδειγμα από την κίνηση (παλινδρόμηση) των χορδών της κιθάρας για την παραγωγή του ήχου, στην παραγωγή του ήχου μέσω της παλινδρόμησης των μορίων του αέρα κατά την διάρκεια ενός σφυρίγματος. Δεύτερον, μπορεί να *διαφοροποιήσει τις προϋπάρχουσες ιδέες*, όπως ο διαχωρισμός της θερμοκρασίας από την θερμότητα. Τρίτον, να *ενοποιήσει τις προϋπάρχουσες ιδέες*. Για παράδειγμα η ενοποίηση των ιδεών για τα υλικά και τα έμβια όντα, προκειμένου να εξηγηθεί ο κύκλος της ύλης. Τέταρτον, να *αλλάξει τις προϋπάρχουσες ιδέες*. Για παράδειγμα από την άποψη ότι τα καλαμάκια λειτουργούν με αναρρόφηση, στην σκέψη με όρους ατμοσφαιρικής πίεσης. Πέμπτον, να *εισάγει νέες ιδέες*, όπως για παράδειγμα την εκμάθηση πάνω στο σωματιδιακό μοντέλο της ύλης.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΟΙ ΙΔΕΕΣ ΤΩΝ ΜΑΘΗΤΩΝ ΓΙΑ ΤΙΣ ΦΥΣΙΚΕΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΤΗΣ ΥΛΗΣ

Η επαφή των παιδιών με τα υγρά, τα στερεά και τα αέρια αρχίζει με την έναρξη της ζωής τους. Είναι λογικό επομένως να έχουν αρχίσει να σχηματίζουν εναλλακτικές ιδέες για την διάκρισή τους από πολύ νωρίς. Έχουν γίνει πολλές έρευνες προκειμένου να μελετηθούν οι ιδέες των παιδιών για τις καταστάσεις της ύλης. Οι εναλλακτικές ιδέες των μαθητών για τις φυσικές καταστάσεις της ύλης, όπως αυτές αναφέρονται στη βιβλιογραφία παρουσιάζονται παρακάτω.

3.1 Στερεή κατάσταση

Αρκετοί ερευνητές έχουν μελετήσει τις ιδέες των μαθητών για τα στερεά [11],[12],[13]. Οι Stavy και Stachel [11] μελέτησαν τις ιδέες των μαθητών του Ισραήλ ηλικίας 5-13 ετών. Η έρευνα έδειξε ότι τα μικρότερα παιδιά τείνουν να θεωρούν κάθε άκαμπτο υλικό ως στερεό, κάθε σκόνη ως υγρό και κάθε εύκαμπτο υλικό ως ενδιάμεσο μεταξύ στερεού και υγρού. Οι μαθητές αποδίδουν στις πούδρες και τις σκόνες την υγρά κατάσταση, γιατί “μπορούν να χυθούν”. Επίσης δεν θεωρούν τα εύκαμπτα υλικά ούτε υγρά ούτε στερεά γιατί είναι “μαλακά” ή “θρυμματίζονται” ή “μπορούν να σχιστούν”. Τα παιδιά αποφασίζουν την κατάσταση ενός υλικού σύμφωνα με την εμφάνισή του και τη συμπεριφορά του, με αποτέλεσμα να συσχετίζουν τη στερεή κατάσταση με τη σκληρότητα, την αντοχή και τη μη πλαστικότητα. Μέχρι την ηλικία των 11 ετών, οι μαθητές θεωρούν ότι η σκόνη βρίσκεται περισσότερο σε μια ενδιάμεση κατάσταση παρά σε μια υγρή κατάσταση. Αρκετοί μαθητές μάλιστα πιστεύουν πως η μετατροπή ενός μεγάλου στερεού σε σκόνη ή υγρό οδηγεί και σε μείωση της μάζας του.

3.2 Υγρή κατάσταση

Από την έρευνα των Stavy και Stachel φαίνεται ότι τα παιδιά χαρακτηρίζουν ένα υλικό ως υγρό, όταν αυτό “μπορεί να χυθεί” ή όταν γενικά είναι “ρευστό”. Άρα η αντίληψη αυτή για τα υγρά περιλαμβάνει και υλικά όπως οι πούδρες και η σκόνη, που τελικά δεν μπορούν οι μαθητές να τα εντάξουν σε καμία επιστημονικά αποδεκτή κατηγορία. Ακόμα επειδή το νερό για τα παιδιά είναι το υποδειγματικό υγρό, όλα τα υγρά μπορεί να τα θεωρούν ως “νερουλά” ή “φτιαγμένα από νερό” ή “ότι περιέχουν νερό”[11]. Οι Jones και Lynch διαπίστωσαν ότι μερικά παιδιά αντιμετώπιζαν μεγαλύτερη δυσκολία στην ταξινόμηση πιο παχύρρευστων όπως το μέλι, παρά στην αντίστοιχη ταξινόμηση πιο “ρευστών” υγρών [12].

Φαίνεται ότι τα παιδιά θεωρούν ότι τα υλικά σε υγρή μορφή έχουν λιγότερο βάρος απ' ότι η ίδια μάζα των υγρών στην στερεή τους κατάσταση. Παρομοίως, τα παιδιά είναι δυνατό να θεωρούν ότι ένα υλικό που βρίσκεται σε υγρή μορφή είναι βαρύτερο από την ίδια μάζα του υλικού σε αέρια κατάσταση[11].

3.3 Αέρια κατάσταση

Μελέτες σχετικές με τις ιδέες των παιδιών για την αέρια κατάσταση[14],[15],[16], έχουν δείξει ότι αρχικά τα παιδιά δεν αναγνωρίζουν στον αέρα ή άλλα αέρια υλική υπόσταση. Τα μικρά παιδιά για παράδειγμα, ενώ μπορούν να δεχτούν ότι ο αέρας και ο καπνός υπάρχουν, θεωρούν ότι τέτοια υλικά έχουν χαρακτήρα προσωρινό. Στο μυαλό των παιδιών ο αέρας και το αέριο φαίνεται να τους δημιουργεί αντίθετα συναισθήματα. Ο αέρας είναι “καλός” και χρήσιμος για την αναπνοή και τη ζωή, ενώ το αέριο είναι “κακό” γιατί μπορεί να είναι δηλητηριώδες ή επικίνδυνο.

Ενώ λοιπόν τα μικρότερα παιδιά θεωρούν ότι ο αέρας και τα αέρια γενικώς είναι άυλες οντότητες, τα μεγαλύτερα παιδιά τα δέχονται σαν υλικά σώματα. Καταλήγουν να αναγνωρίζουν ότι τα αέρια είναι υλικά σώματα τα οποία διασκορπίζονται, καθώς και ότι μερικά από αυτά είναι ορατά, αν και τα περισσότερα είναι άχρωμα, άοσμα και διαφανή. Ωστόσο δεν αντιλαμβάνονται ότι έχουν μάζα ή βάρος. Η Lebouet-Barrell[17] υποστηρίζει ότι αυτό οφείλεται

στην πιο κοινή εμπειρία των παιδιών σύμφωνα με την οποία τα αέρια τείνουν να υψώνονται ή να επιπλέουν. Αυτή η άποψη υποστηρίζεται και από μελέτες που δείχνουν ότι τα παιδιά ηλικίας 9-13 ετών, τείνουν να προβλέπουν ότι τα αέρια έχουν την ιδιότητα του “αρνητικού βάρους” και για αυτόν τον λόγο όσο περισσότερο αέριο προστίθεται σε ένα δοχείο τόσο πιο ελαφρύ γίνεται[14],[16]. Μέχρι που τα παιδιά οικοδομούν την ιδέα ότι τα αέρια έχουν βάρος, είναι απίθανο να δεχθούν τη διατήρηση της μάζας στις χημικές μεταβολές στις οποίες υπάρχουν αέρια αντιδρώντα ή προϊόντα [15].

3.4 Γενικά για την ύλη

Από τις έρευνες λοιπόν που έχουν γίνει σχετικά με τις καταστάσεις της ύλης, μπορούν να εξαχθούν και ορισμένα γενικότερα συμπεράσματα για τις ιδέες των μαθητών που αφορούν στην ύλη γενικότερα [18]:

- ✦ Τα παιδιά των 9-11 ετών αντιλαμβάνονται την ύλη ως κάτι το συμπαγές (στερεό αντικείμενο).
- ✦ Παιδιά κάτω των δέκα ετών δεν αναγνωρίζουν υγρά και αέρια σαν ύλη.
- ✦ Τα παιδιά των 10-12 ετών θεωρούν ότι η ύλη αποτελείται από έναν υλικό πυρήνα και από μη υλικό μέρος, όπως χρώμα, οσμή κτλ.
- ✦ Πιστεύουν ότι η ύλη υπάρχει, όταν υπάρχουν αποδείξεις για την ύπαρξή της, όταν δηλαδή γίνεται αντιληπτή με τις αισθήσεις και κυρίως με την όραση. Για παράδειγμα, οι χρωματιστοί ατμοί της εξάτμισης του ιωδίου αποτελούν ύλη, ενώ δεν είναι ύλη οι ατμοί του ασετόν που δεν φαίνονται. Άρα τα παιδιά των 9-12 ετών δέχονται την ύπαρξη της ύλης μόνο όταν μπορούν να την ανιχνεύσουν.
- ✦ Το βάρος δεν αντιμετωπίζεται ως αναπόσπαστη ιδιότητα της ύλης. Μπορεί η ύλη να μην έχει βάρος ή με την αλλαγή της κατάστασης να αλλάζει το βάρος της. Τα παιδιά οικοδομούν μια σειρά από διαισθητικούς κανόνες όσον αφορά τη συσχέτιση μεταξύ του βάρους της ύλης και της κατάστασης στην οποία βρίσκεται.
- ✦ Η ύλη αποτελείται από σωματίδια και η κατάστασή της ερμηνεύεται σύμφωνα με τη διάταξη των σωματιδίων.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΟΙ ΙΔΕΕΣ ΤΩΝ ΜΑΘΗΤΩΝ ΓΙΑ ΤΙΣ ΑΛΛΑΓΕΣ ΤΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ ΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ

Οι μαθητές εκτός από τις ιδέες που έχουν για τις τρεις φυσικές καταστάσεις και την ύλη γενικότερα, έχουν ιδέες και για την μετατροπή από την μία κατάσταση στην άλλη, όπως την τήξη, την πήξη, τον βρασμό, την εξάτμιση και την συμπύκνωση.

4.1 Τήξη

Πολλές φορές οι μαθητές βλέποντας ένα στερεό να τήκεται σκέφτονται ότι αυτό χάνει μάζα ή βάρος [11],[19]. Η Stavy [19] έδειξε στους μαθητές δύο δείγματα πάγου που είχαν το ίδιο βάρος. Όταν έλιωσε το ένα από τα δύο κομμάτια και ρώτησε τους μαθητές για την νέα σχέση των βατών των δύο δειγμάτων, πήρε τις εξής απαντήσεις: Την ορθή απάντηση την έδωσε το 5% των μαθητών ηλικίας 5-6 ετών, το 50% στην ηλικία των 7 ετών και το 75% στην ηλικία των 10 ετών.

Τα μικρά παιδιά δεν διαχωρίζουν πάντα την τήξη από την διάλυση. Αν και για την διαδικασία της διάλυσης απαιτούνται δύο υλικά, τα παιδιά έχουν την τάση να εστιάζουν την προσοχή τους μόνο στο στερεό και θεωρούν αυτή τη διαδικασία ως “τήξη” [20],[21]. Με έρευνα που έκαναν οι Cosgrove και Osborne [22] σε μαθητές ηλικιών 8-17 ετών, βρήκαν ότι σε πολλές περιπτώσεις θεωρούν την τήξη παρόμοια με την διάλυση, γιατί είναι και αυτή μια διαδικασία που πραγματοποιείται βαθμιαία, και κατά την άποψή τους είναι σχεδόν ασύνδετη με τη θερμοκρασία.

4.2 Πήξη

Οι Cosgrove και Osborne [22] από μελέτες που έκαναν για τις ιδέες των παιδιών σε σχετικές με τις αλλαγές στις καταστάσεις της ύλης, έδειξαν ότι οι περισσότεροι μαθητές δεν συνδέουν καμία αλλαγή της κατάστασης με κάποια συγκεκριμένη θερμοκρασία. Έτσι, πολλά παιδιά δεν θεωρούν ότι η πήξη λαμβάνει χώρα σε ορισμένη θερμοκρασία.

4.3 Εξάτμιση

Η εξάτμιση είναι ένα θέμα αρκετά μελετημένο από πολλούς ερευνητές [21],[23]. Οι αντιλήψεις των μαθητών ποικίλουν στις διάφορες ηλικίες. Ο Bar [23] από έρευνα του βρήκε ότι παιδιά 5 και 6 ετών εντυπωσιάζονται από την εξαφάνιση του υλικού και δέχονται ότι αυτό συμβαίνει χωρίς να μπορούν να δώσουν καμιά εξήγηση. Μέχρι την ηλικία 8-10 ετών, οι μαθητές είναι αδύνατον να πιστεύουν στην διατήρηση της εξαμιζόμενης ουσίας, αφού προτείνουν ότι το υλικό που εξαφανίστηκε θα πρέπει να πήγε σε κάποιο άλλο μέρος. Το μέρος αυτό για τα παιδιά είναι ένας “υποδοχέας”, που σ' αυτήν την ηλικία ο μόνος “υποδοχέας” που μπορούν να σκεφτούν είναι ένα στερεό κουτί ή μια υποστηρικτική επιφάνεια. Και τα δύο αυτά θεωρούνται πορώδη. Αργότερα, όταν αναπτύσσουν την ιδέα του “ακίνητου” αέρα, οι μαθητές προτείνουν ότι τα “κομμάτια νερού πηγαίνουν μέσα στον αέρα (υποδοχέα)”. Η ιδέα για την εξάτμιση φαίνεται να εξαρτάται από την ανάπτυξη της ιδέας για τη διατήρηση της ύλης και τον (αόρατο) αέρα.

Όταν τα παιδιά παρατηρούν ένα υγρό να μετατρέπεται σε αέριο ή να εξατμίζεται, είναι δυνατόν να οικοδομήσουν την ιδέα ότι το βάρος ή η μάζα του χάνεται επειδή το υλικό φαίνεται να εξατμίζεται. Και τα παιδιά εκείνα ωστόσο που θεωρούν ότι διατηρείται η ουσία, μπορεί να γενικεύουν την ιδέα ότι ένα αέριο είναι ελαφρύτερο από την αντίστοιχη ποσότητα του υλικού σε υγρή κατάσταση. Ο Stavy [19] σε έρευνά του σε Ισραηλινούς μαθητές έδειξε δύο σφραγισμένους σωλήνες με ίδια ποσότητα ασετόν. Στη συνέχεια θέρμανε τον έναν από τους δύο σωλήνες ώσπου να εξατμιστεί όλη η ποσότητα (ενώ συνέχισε να είναι ταπωμένος). Ζήτησε λοιπόν από τους μαθητές να του πουν ποιος σωλήνας είναι βαρύτερος. Τη σωστή απάντηση έδωσε το 5% των παιδιών ηλικίας 9 ετών ενώ αυξήθηκε στο 80% στα παιδιά ηλικίας 14 ετών. Γενικά οι μικροί μαθητές θεώρησαν ότι το ασετόν στην αέρια κατάσταση δεν έχει βάρος, ενώ οι μεγαλύτεροι ότι το αέριο ασετόν είναι ελαφρύτερο από το υγρό.

Τέλος η έρευνα των Bar και Travis [21], έδειξε ότι η κατανόηση του βρασμού προηγείται της κατανόησης της εξάτμισης. Από την έρευνά τους προέκυψε ότι το 70% από τα παιδιά ηλικίας 6-8 ετών κατανόησαν ότι όταν το νερό βράζει (βγαίνει ατμός), η ποσότητα του νερού μειώνεται, ενώ ο ατμός είναι από το νερό. Ωστόσο, τα ίδια παιδιά είπαν ότι όταν ένα στερεό αντικείμενο στεγνώσει, όπως ένα βρεγμένο πιάτο, τότε το νερό απλά εξαφανίζεται ή μπαίνει μέσα στο στερεό αντικείμενο.

4.4 Βρασμός

Ένας από τους ερευνητές που ασχολήθηκαν με τις ιδέες των μαθητών σχετικά με τον βρασμό ήταν ο Andersson[24] στις αρχές τις δεκαετίας του '80. Η έρευνα έγινε σε Σουηδούς μαθητές και μελετήθηκε το κατά πόσο οι μαθητές κατανοούν ότι το σημείο βρασμού είναι ορισμένο και δεν μεταβάλλεται ούτε με τον χρόνο που το υλικό βράζει, ούτε με την ενέργεια που του προσφέρεται. Έδειξε λοιπόν στα παιδιά ένα ποτήρι νερό που βράζει και τους έκαναν δύο ερωτήσεις. Τι θα γίνει αν ο βρασμός συνεχιστεί για πέντε λεπτά ακόμα και τι θα συμβεί αν ανεβάσουμε τη θερμοκρασία;

Στο πρώτο ερώτημα το 40% των μαθητών ηλικίας 12 ετών απάντησε ότι η θερμοκρασία θα ξεπερνούσε τους 100°C , ενώ από τα παιδιά που υποστήριξαν ότι η θερμοκρασία παραμένει στους 100°C, το 25% το στήριξαν λέγοντας ότι “ο αριθμός που δείχνει το μάτι της κουζίνας καθορίζει την θερμοκρασία του νερού”.

Στο δεύτερο ερώτημα το 80% των δέκα χρονών παιδιών σκέφτηκε ότι η θερμοκρασία θα αυξανόταν πάνω από τους 100°C . Η ίδια απάντηση σε επίσης μεγάλα ποσοστά δόθηκε και από μαθητές 13-14 ετών. Ακόμα και στην ηλικία των 15 ετών μόνο το 31% έδωσε σωστές απαντήσεις και κατάλληλες εξηγήσεις στα δυο ερωτήματα. Η λογική των παιδιών τα οδηγούσε να σκέφτονται ότι ο χρόνος βρασμού και η προσφερόμενη ενέργεια θα μπορούσαν να επηρεάσουν το σημείο βρασμού του καθαρού νερού. Μεγάλο μέρος της σύγχυσης προέρχεται από την αντίληψη των παιδιών ότι η θερμοκρασία και η θερμότητα είναι το ίδιο πράγμα και έτσι καταλήγουν να λένε πως αν αυξήσουμε τη θερμότητα αυξάνουμε και τη θερμοκρασία.

Για τους μαθητές οι φυσαλίδες που δημιουργούνται κατά τον βρασμό μπορεί να είναι κενές ή να περιέχουν οξυγόνο, υδρογόνο, οξυγόνο και υδρογόνο ή υδρατμούς, που είναι και η επιστημονικά αποδεκτή άποψη.

4.5 Συμπύκνωση

Οι Bar και Travis [21] με τις έρευνές τους σε Ισραηλινούς μαθητές και οι Osborne και Cosgrove [25] σε μαθητές της Ν. Ζηλανδίας, μελέτησαν τις ιδέες τους, σε σχέση με την συμπύκνωση του νερού σε ένα ποτήρι γεμάτο πάγο. Οι δύο ομάδες ερευνητών σχεδίασαν μια διαδικασία πολλαπλής επιλογής στην οποία οι εναλλακτικές επιλογές ήταν βασισμένες σε απαντήσεις που είχαν δοθεί σε προηγούμενες συνεντεύξεις. Τα παιδιά στο Ισραήλ ηλικίας 10-14 ετών, διάλεξαν συχνότερα τις απαντήσεις: “η κρυότητα αλλάζει το νερό” και “το κρύο ήταν η αιτία που για την μετατροπή του οξυγόνου και του υδρογόνου σε νερό”. Μικρότερο ποσοστό επέλεξε την απάντηση : “το νερό προήλθε από συμπύκνωση του νερού στον αέρα”. Το συμπέρασμα που βγήκε από την έρευνα ήταν ότι παρόλο που οι μαθητές γνώριζαν ότι θεωρητικά ο ατμός μπορεί να μετατραπεί σε νερό, με δυσκολία το εφαρμόζουν στην πράξη. Το ποσοστό των μαθητών που εξέφρασε την άποψη ότι η συμπύκνωση προκύπτει από το νερό που βρίσκεται στον αέρα αυξήθηκε με την ηλικία.

Στην Ν. Ζηλανδία οι μαθητές ηλικίας 12-17 ετών επέλεξαν με μεγαλύτερη συχνότητα την απάντηση ότι “η κρυότητα μετατρέπει το οξυγόνο και το υδρογόνο της ατμόσφαιρας σε νερό”, σε ποσοστά 60% σε ηλικίες 12-15 και σε 30% σε ηλικίες 16-17. Η σωστή απάντηση αυξήθηκε ανάλογα με την ηλικία από 10% στα 12 έτη και 55% στα 17 έτη.

Στην έρευνα των Bar και Travis [21] στους Ισραηλινούς μαθητές τέθηκε άλλο ένα ερώτημα. “Πώς το χέρι μας υγροποιείται όταν το βάλουμε πάνω από νερό που βράζει;”. Οι απαντήσεις που πήραν ήταν κυρίως δύο. Η πρώτη ότι “ο ατμός μετατρέπεται σε νερό” και η δεύτερη ότι “το χέρι μας υγροποιείται από τον ατμό”.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΟΙ ΙΔΕΕΣ ΤΩΝ ΜΑΘΗΤΩΝ ΓΙΑ ΤΑ ΔΙΑΛΥΜΑΤΑ ΚΑΙ ΤΗΝ ΔΙΑΛΥΣΗ

Από έρευνες [22],[26] έχει προκύψει ότι τα παιδιά από πολύ μικρή ηλικία ως την ενηλικίωσή του έχουν αρκετές ιδέες για την διάλυση. Μερικές από αυτές φαίνονται από τις λέξεις που χρησιμοποιούν οι μαθητές κατά την διάλυση της ζάχαρης στο νερό. Ως την ηλικία των 8 ετών οι μαθητές εστιάζουν μόνο στην ζάχαρη (διαλυμένη ουσία) λέγοντας ότι αυτή “απλά φεύγει”, “διαλύεται”, “μετατρέπεται σε νερό” ή “εξαφανίζεται” [26]. Οι λίγο μεγαλύτεροι μαθητές πιστεύουν ότι η ζάχαρη διαλύεται και “μετατρέπεται σε μικρά κομματάκια”, ενώ τα ακόμα μεγαλύτερα παιδιά ότι “τα μόρια της ζάχαρης γεμίζουν τα κενά στα μόρια του νερού”.

Ο Holding[26] μελέτησε τις ιδέες των παιδιών για την διατήρηση κατά την διάλυση (της ουσίας, του όγκου, της μάζας και του βάρους). Το 67% των παιδιών ηλικίας 8 ετών σκέφτηκε ότι η ουσία διατηρήθηκε με κάποιον τρόπο, όταν όμως ρώτησε τα παιδιά για το βάρος του διαλύματος, μόνο το 50% είπαν ότι η ζάχαρη είναι μέσα στο ποτήρι και ότι “και αυτή ζυγίζει κάτι”. Ο λόγος αυτής της ασυμφωνίας είναι ότι μερικά παιδιά σκέφτηκαν ότι το βάρος της ζάχαρης ήταν τώρα “κάτω από το νερό” και έτσι δεν “βάρυνε το ποτήρι”.

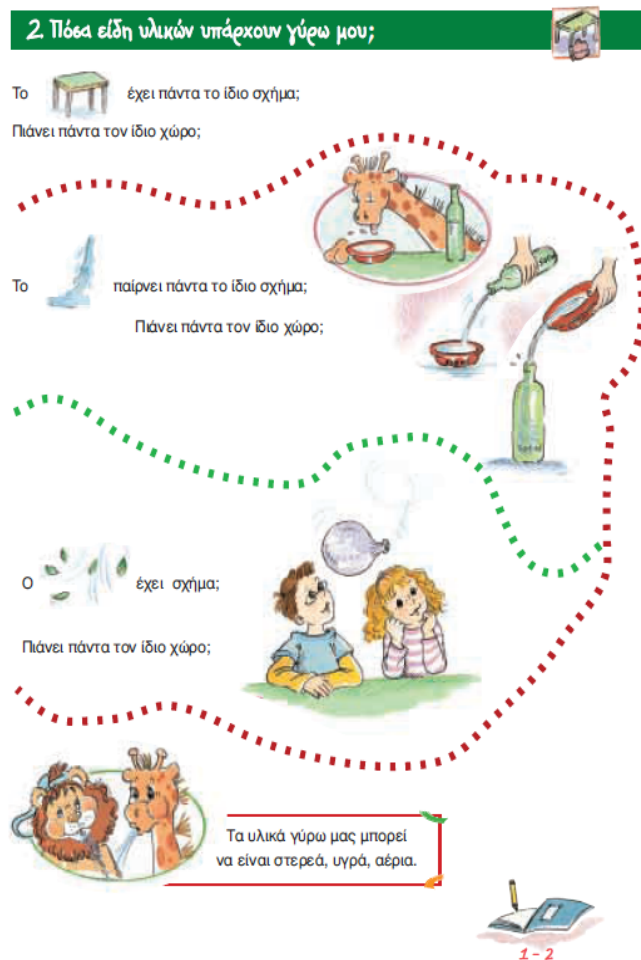
Μετά την ηλικία των 8 χρονών όλο και περισσότερο οι μαθητές δημιουργούν ιδέες για την διάλυση, όπως “κομματάκια διαλυμένης ουσίας”, “υγρή διαλυμένη ουσία” και “μόρια διαλυμένης ουσίας”. Δεν θεωρούν ωστόσο το βάρος ως βαρυτική δύναμη που επιδρά στα “κομματάκια διαλυμένης ουσίας”. Μετά την ηλικία των 12 οι μαθητές αρχίζουν να αναπτύσσουν την “βαρυτική” άποψη του βάρους.

Σε ότι αφορά στις ιδέες των μαθητών για τα διαλύματα, η έρευνα του Holding[28] έδειξε ότι στα πρώτα χρόνια της σχολικής τους ζωής οι μαθητές δεν θεωρούν ένα διάλυμα ζάχαρης ως μία μόνο φάση, αλλά θεωρούν ότι τα “αόρατα” χοντρά σωματίδια ζάχαρης παραμένουν μέσα στο νερό. Επίσης τα περισσότερα παιδιά θεωρούν τα διαλύματα περισσότερο ως μια ουσία παρά ως ομογενές μείγμα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: ΟΙ ΑΝΑΦΟΡΕΣ ΣΤΟ ΑΝΑΛΥΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΣΠΟΥΔΩΝ ΤΟΥ ΔΗΜΟΤΙΚΟΥ

6.1 Αναφορές στα συγγράμματα της Α' Δημοτικού

Η πρώτη αναφορά στα σχολικά βιβλία του Δημοτικού, σχετικά με τις τρεις καταστάσεις της ύλης, γίνεται στην Α' τάξη[28]. Στο βιβλίο “Μελέτη Περιβάλλοντος” στην παράγραφο “Πόσα είδη υλικών υπάρχουν γύρω μου;”[28] γίνεται η πρώτη αναφορά στα στερεά, τα υγρά και τα αέρια, με έμφαση στο σχήμα και τον όγκο των αντικειμένων.



144

Εικόνα 1: "Εμείς και ο κόσμος" Α' Δημοτικού η πρώτη επαφή...

Μέσα από τις εικόνες που παρουσιάζονται στον μαθητή δίνεται σε αυτόν η πληροφορία ότι τα υγρά μπορούν να “χυθούν” και ότι τα αέρια δεν είναι ορατά, αλλά καταλαβαίνουμε την ύπαρξή τους από μεταβολές που προκαλούν σε άλλα σώματα, όπως το κούνημα των φύλλων και η κίνηση του μπαλονιού καθώς αυτό ξεφουσκώνει.

Στην συνέχεια της παραγράφου ζητείται από τους μικρούς μαθητές να προσθέσουν σε τρεις λίστες που αναγράφουν “στερεά”, “υγρά” και “αέρια” διάφορα υλικά που θα χρειαστούν για σχολική γιορτή.



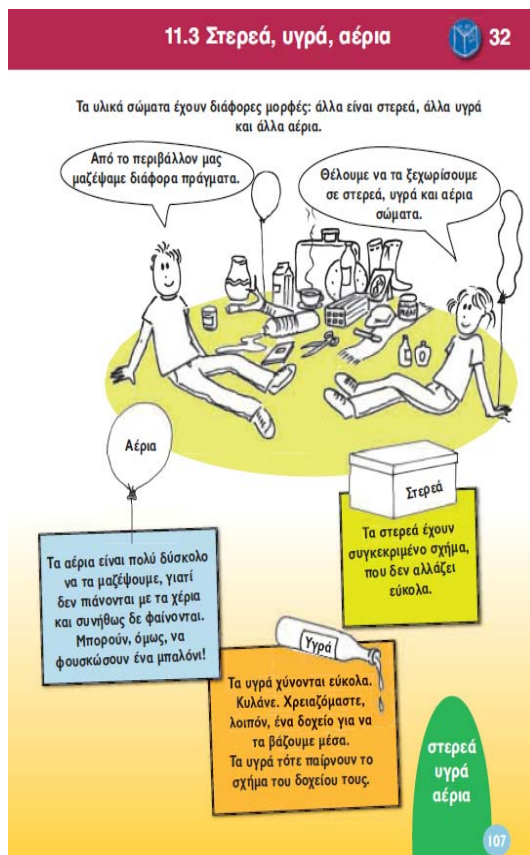
145

Εικόνα 2: "Εμείς και ο κόσμος" Α' Δημοτικού, ταξινομώντας τα υλικά...

6.2 Αναφορές στα συγγράμματα της Β' Δημοτικού

Στο βιβλίο "Μελέτη Περιβάλλοντος" της Β' τάξης[29], έχουμε την δεύτερη επαφή των μαθητών με τις φυσικές καταστάσεις. Στην παράγραφο "Στερεά, υγρά, αέρια" δίνεται η πρώτη σαφής περιγραφή των τριών καταστάσεων. Για τα στερεά αναφέρει ότι "έχουν συγκεκριμένο σχήμα που

δεν αλλάζει εύκολα”. Για τα υγρά ότι “Χύνονται εύκολα. Κυλάνε. Χρειάζονται λοιπόν ένα δοχείο για να τα βάζουμε μέσα. Τα υγρά τότε παίρνουν το σχήμα του δοχείου τους”. Τέλος για τα υγρά αναφέρει ότι “είναι πολύ δύσκολο να τα μαζέψουμε γιατί δεν πιάνονται με τα χέρια και συνήθως δεν φαίνονται. Μπορούν όμως να φουσκώσουν ένα μπαλόνι”.



Εικόνα 3: "Εμείς και ο κόσμος" Β' Δημοτικού, οι πρώτοι... ορισμοί

6.3 Αναφορές στα συγγράμματα της Δ' Δημοτικού

Στην Δ' τάξη γίνεται πια μια εκτεταμένη αναφορά τόσο στις φυσικές καταστάσεις της ύλης και τις μετατροπές της, όσο και στις έννοιες “μείγμα” και “διάλυση”[30]. Η προσέγγιση γίνεται και σε θεωρητικό επίπεδο αλλά και σε

πειραματικό, αφού στο βιβλίο “Μελέτη Περιβάλλοντος” της Δ' τάξης στην ενότητα 6, παρουσιάζονται στον μαθητή και πολλά απλά καθημερινά πειράματα.

Με απλά πειράματα λοιπόν, όπως ο βρασμός νερού και η παρατήρηση της θερμοκρασίας με θερμόμετρο ή η τήξη του πάγου, μελετώντας πάλι την θερμοκρασία, οι μαθητές για πρώτη φορά συνδέουν την φυσική κατάσταση των υλικών (συγκεκριμένα του νερού) με την αύξηση ή την μείωση της θερμοκρασίας.



Εικόνα 4: “Εμείς και ο κόσμος” Δ' Δημοτικού, μετατροπές του νερού...

Επίσης για πρώτη φορά οι μαθητές δεν αναζητούν στο οικιακό τους περιβάλλον αντικείμενα στην υγρή-στερεή-αέρια κατάσταση, αλλά ένα συγκεκριμένο υλικό (το νερό) στις τρεις καταστάσεις. Για πρώτη φορά λοιπόν γίνεται σαφές στον μαθητή ότι κάθε υλικό ανάλογα με τη θερμοκρασία που βρίσκεται, έχει και την ανάλογη φυσική κατάσταση.



Εικόνα 5: “Εμείς και ο κόσμος” Δ' Δημοτικού, βρες το... νερό

Τέλος σε αυτό το σύγγραμμα γίνεται αναφορά και στην παρασκευή μειγμάτων, αλλά και στον διαχωρισμό τους. Από μία λίστα υλικών από την καθημερινότητά τους, οι μαθητές παρασκευάζουν μείγματα μερικά από τα οποία είναι μεταξύ υγρών, ενώ άλλα μεταξύ υγρών με ευδιάλυτα στερεά.

Υλικά της ομάδας	
■ 16 διαφανή ποτήρια πλαστικά	■ 5 κουταλιές ζάχαρη
■ 5 πλαστικά κουταλάκια και 1 σταγονόμετρο	■ 5 κουταλιές αλάτι
■ 12 λευκές ετικέτες	■ 5 κουταλιές αλεύρι
■ 7 λευκές κόλλες χαρτί ή χαρτόνι	■ ρινίσματα σιδήρου
■ 1 μπουκάλι νερό	■ 1 ποτήρι σιμιγδάλι
■ 1 ποτήρι οινόπνευμα μπλε	■ 1 ποτήρι ρύζι
■ 5 κουταλιές λάδι	■ 1 ποτήρι σιτάρι
■ 5 κουταλιές ξίδι	■ 1 ποτήρι φακές
■ 5 κουταλιές μαγειρική σόδα	■ 1 ποτήρι άμμο

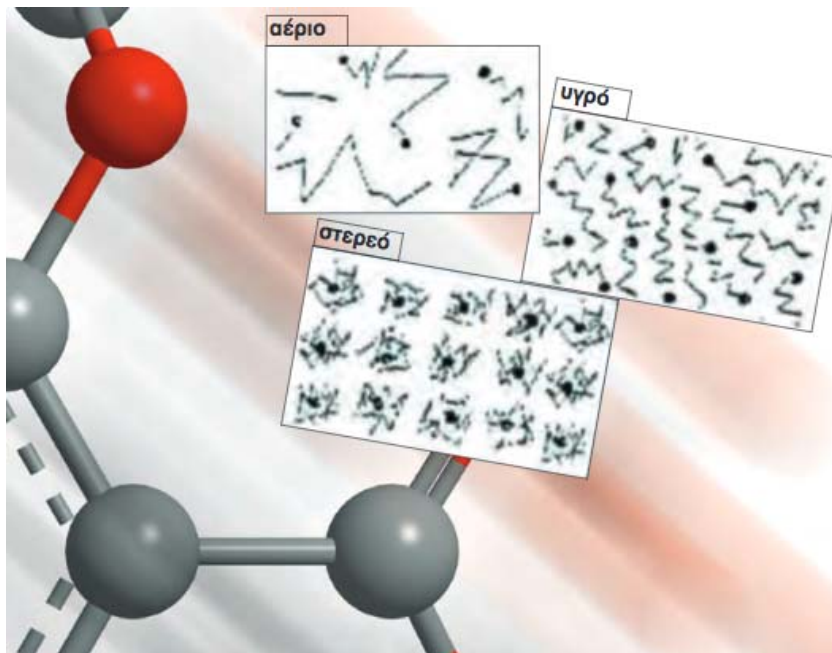
Εικόνα 6: “Εμείς και ο κόσμος” Δ' Δημοτικού, υλικά για την παρασκευή μειγμάτων

Έτσι οι μαθητές έρχονται για πρώτη φορά σε επαφή με τις έννοιες του “μείγματος”, της “ανάμειξης” και της “διάλυσης”.

6.3 Αναφορές στα συγγράμματα της Ε' Δημοτικού

Στο βιβλίο της Ε' Δημοτικού “Φυσικά Ερευνών και ανακαλύπτω”[31] και στο κεφάλαιο “Υλικά σώματα” γίνεται μια πιο σε βάθος προσέγγιση της ύλης.

Γίνεται αναφορά στην έννοια του “μορίου” ως η πιο μικρή ποσότητα της ύλης που μπορεί να τεμαχιστεί ένα αντικείμενο. Στην συνέχεια γίνεται προσέγγιση της φυσικής κατάστασης των υλικών ανάλογα με



Εικόνα 7: “Φυσικά” Ε' Δημοτικού, η κίνηση των μορίων και η φυσική κατάσταση

Στο ίδιο σύγγραμμα στο κεφάλαιο “Μείγματα” έχουμε εκτενή αναφορά στην έννοια “διάλυμα” με παράθεση του ορισμού, αλλά και παραδείγματα όπως το κρασί, το αλατόνερο, τον αέρα που αναπνέουμε και τα μπρούτζινα κέρματα. Γίνεται αναφορά λοιπόν και στα υγρά διαλύματα και στα αέρια και στα κράματα. Στο ίδιο κεφάλαιο αναφέρεται στο πώς η αύξηση του όγκου του διαλύτη και της θερμοκρασίας αυξάνει τη διαλυτότητα των στερεών στα υγρά. Συγκεκριμένα αναφέρει ότι η ποσότητα μιας ουσίας που διαλύεται σε έναν διαλύτη δεν είναι απεριόριστη. Η ποσότητα μιας ουσίας που μπορεί να διαλυθεί σε έναν διαλύτη εξαρτάται από τον όγκο και τη θερμοκρασία του διαλύτη. Όσο περισσότερος είναι ο διαλύτης και αυξάνουμε την θερμοκρασία του, τόσο μεγαλύτερη είναι η ποσότητα της ουσίας που μπορούμε να διαλύσουμε σε αυτόν.

Επίσης γίνεται μια αναφορά στον μικρόκοσμο για να εξηγηθεί στους μαθητές ο τρόπος που επηρεάζει η θερμοκρασία την διάλυση. Συγκεκριμένα αναφέρει ότι *όταν η θερμοκρασία αυξάνεται, αυξάνεται και η ταχύτητα με την οποία κινούνται τα μόρια στα στερεά, στα υγρά και στα αέρια, οπότε διευκολύνεται η ανάμειξή τους με τα μόρια του διαλύτη.*

Στο ίδιο βιβλίο στο Κεφάλαιο “Ενέργεια” έχουμε νέα αναφορά στις φυσικές καταστάσεις της ύλης και τις μεταβολές της. Αφού γίνει μια πρώτη διάκριση μεταξύ θερμότητας και θερμοκρασίας, γίνεται αναφορά στο πως η απορρόφηση και η αποβολή της θερμότητας επιδρούν στη κινητική κατάσταση των μορίων και κατ' επέκταση στην φυσική κατάσταση. Συγκεκριμένα αναφέρει ότι *όταν από ένα σώμα αποβάλλεται θερμότητα, τα μόριά του κινούνται με μικρότερη ταχύτητα και η θερμοκρασία του ελαττώνεται. Αντίθετα όταν σε ένα σώμα προσφέρεται θερμότητα, τα μόρια του κινούνται με μεγαλύτερη ταχύτητα και η θερμοκρασία του αυξάνεται.* Λίγο αργότερα στο ίδιο κεφάλαιο και αφού δοθούν οι ορισμοί της τήξης και της πήξης, γίνεται νέα αναφορά στον μικρόκοσμο για να εξηγηθούν οι μετατροπές με αναφορά πάλι στην αύξηση και την μείωση της ταχύτητας των μορίων και την αύξηση ή μείωση των αποστάσεων των μορίων.

Στο κεφάλαιο “Ενέργεια” γίνεται και μια εκτενής αναφορά στις έννοιες “βρασμός”, “εξάτμιση” και “υγροποίηση ή συμπύκνωση” με ορισμούς, αλλά και πλήθος παραδειγμάτων από την καθημερινή ζωή των μαθητών. Γίνεται αναφορά στον τρόπο που παίρνουμε το αλάτι από τις αλυκές, το πως στεγνώνουν τα απλωμένα ρούχα, το πως ο ιδρώτας παίζει τον ρόλο του ψυχτικού υγρού για το σώμα μας, γιατί θαμπώνουν τα τζάμια όταν βρέχει κ.α.

Σαν κατακλείδα ο συγγραφέας του βιβλίου καταλήγει πάλι σε σύνδεση με τον μικρόκοσμο, αναφέροντας το πως η απορρόφηση ή αποβολή θερμότητας επηρεάζει την κινητική κατάσταση των μορίων και κατά συνέπεια και την φυσική κατάσταση του υλικού.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7: ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΕΡΕΥΝΑΣ

7.1 Βασικές αρχές της μεθοδολογίας

Οι βασικές αρχές που καθορίζουν την πορεία της έρευνας μας και αποτελούν τους ιχνηλάτες της συλλογής υλικού, θα παρουσιαστούν συνοπτικά σε αυτήν την ενότητα. Το βασικότερο είναι να προσαρμόσουμε την μεθοδολογία της έρευνάς μας, σε αυτό που θέλουμε να ερευνήσουμε και όχι το αντίθετο. Οι ερωτήσεις που θέτουμε είναι “ποιο είναι το βασικό ερώτημα της έρευνάς μου;” και “ποιες είναι οι πληροφορίες που θα πρέπει να έχω στο τέλος της έρευνας;”. Συχνά η διατύπωση του προβληματισμού και η ανάλυση των δεδομένων διαμορφώνονται κατά τη διάρκεια της έρευνας, ωστόσο είναι απαραίτητο να διατυπωθούν από την αρχή. Απαραίτητο είναι επίσης να διευκρινίσουμε διεξοδικά τις ερευνητικές υποθέσεις, γιατί είναι αυτές που καθορίζουν, όχι μόνο τα ερευνητικά εργαλεία που θα χρησιμοποιήσουμε, αλλά και την ανάλυση που θα πραγματοποιήσουμε. Όλα τα ερευνητικά εργαλεία έχουν πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα. Η χρήση ενός ερευνητικού εργαλείου δεν αποκλείει τη χρήση ενός δεύτερου ή και ενός τρίτου, ανάλογα με το αν ο ερευνητής θεωρήσει ότι αυτό απαιτείται από τις ανάγκες της εργασίας του.

Η μεθοδολογία της συλλογής δεδομένων συνδέεται τόσο με το θεωρητικό πλαίσιο της έρευνας και τον προβληματισμό, όσο και με τις ερευνητικές υποθέσεις. Οι βασικές πηγές πληροφοριών για τη διεξαγωγή έρευνας είναι ο λόγος (συνέντευξη, ερωτηματολόγιο), τα γεγονότα (παρατήρηση) και τα «ίχνη» (γραπτά, στατιστικές)[32].

Όπως προαναφέραμε, οι τρεις βασικές μέθοδοι συλλογής πληροφοριών κατά την έρευνά μας μπορεί να είναι η παρατήρηση, η συνέντευξη και το ερωτηματολόγιο. Η παρατήρηση είναι η διαδικασία όπου κάποιο φαινόμενο ή συμπεριφορά παρατηρούνται κατά τρόπο προγραμματισμένο, οργανωμένο, συστηματοποιημένο, από άτομα ειδικευμένα ή εκπαιδευμένα για τον ρόλο αυτό. Χρησιμοποιεί την καταγραφή γεγονότων και υφίσταται επαλήθευση[33]. Η παρατήρηση μπορεί να είναι άμεση, συμμετοχική και έμμεση. Η συνέντευξη

είναι μία από τις πιο γνωστές μεθόδους συλλογής υλικού. Σε αυτήν ο ερευνητής υποβάλλει στον ερωτώμενο μια σειρά από ερωτήσεις στις οποίες καλείται να απαντήσει. Αυτό που ενδιαφέρει τον ερευνητή είναι να ανακαλύψει τι σκέφτεται ο ερωτώμενος σε σχέση με κάποιο θέμα και να συγκρίνει τις γνώμες και τις απόψεις των ερωτώμενων. Στην συνέχεια ο ερευνητής ενδιαφέρεται να συγκρίνει και να ομαδοποιήσει τις απόψεις των ερωτώμενων[34]. Η συνέντευξη μπορεί να είναι κατευθυνόμενη ή δομημένη, ημικατευθυνόμενη και ελεύθερη συνέντευξη.

Τέλος το ερωτηματολόγιο, που χρησιμοποιήθηκε και στην παρούσα εργασία, είναι ένα έντυπο που περιέχει μια σειρά δομημένων ερωτήσεων οι οποίες παρουσιάζονται σε μια συγκεκριμένη σειρά και στις οποίες ο ερωτώμενος καλείται να απαντήσει γραπτά[34]. Τα κυριότερα πλεονεκτήματα των ερωτηματολογίων είναι το πού χαμηλό κόστος τους σε σχέση με τις συνεντεύξεις, ότι μπορούν να συμπληρωθούν από μεγάλο αριθμό ανθρώπων και είναι εύκολη η κατασκευή και η χρήση τους. Ακόμα οι ερωτώμενοι μπορούν να εκφραστούν ελεύθερα μιας και δεν έρχονται σε επαφή με τον ερευνητή ο οποίος δεν μπορεί να επηρεάσει τις απαντήσεις. Τέλος οι τυποποιημένοι τρόποι ανάλυσης του υλικού καθιστούν την μέθοδο αυτή την λιγότερο χρονοβόρα. Όμως η χρήση των ερωτηματολογίων έχει ένα βασικά μειονεκτήματα. Ο ερευνητής δεν είναι σε θέση να αποσαφηνίσει τις ανοιχτές ερωτήσεις και υποχρεώνεται ο ερωτηθείς να απαντήσει με έναν συγκεκριμένο τρόπο.

7.2 Ερωτηματολόγιο

Το ερωτηματολόγιο είναι το μέσο επικοινωνίας μεταξύ του ερευνητή και των ερωτώμενων, με άμεσο ή έμμεσο τρόπο, ανάλογα με τη μέθοδο συλλογής των δεδομένων. Η κατάρτιση του ερωτηματολογίου παίζει καθοριστική σημασία για την επιτυχία μιας στατιστικής έρευνας. Λέγεται χαρακτηριστικά ότι *“καμία στατιστική έρευνα δεν μπορεί να είναι καλύτερη από το ερωτηματολόγιο που χρησιμοποιήθηκε σ’ αυτή”*[35]. Με τη φράση αυτή ο Παρασκευόπουλος τονίζει το γεγονός ότι σε μια έρευνα ακόμη και αν εφαρμοστεί αποτελεσματικό σχέδιο δειγματοληψίας και η πλέον ενδεδειγμένη

ανάλυση των στοιχείων, δεν είναι δυνατόν να εξαγάγουμε σωστά συμπεράσματα αν λάβαμε μη συγκρίσιμες απαντήσεις από ένα ακατάλληλο ερωτηματολόγιο με ασαφείς ερωτήσεις.

7.2.1 Δημιουργία ερωτηματολογίου

Για την σωστή κατάρτιση ενός ερωτηματολογίου, πρέπει να έχει προσδιοριστεί ο ακριβής στόχος της έρευνας, η επιλογή της μεθόδου συλλογής των δεδομένων και η κατανόηση των χαρακτηριστικών των ερωτώμενων. Ο προσδιορισμός του στόχου της έρευνας είναι οι έννοιες που πρέπει να καθοριστούν πρώτες, μιας και πάνω σε αυτές θα στηριχθεί η διαμόρφωση των ερωτήσεων[36]. Η επιλογή της μεθόδου για την συλλογή είναι επίσης καθοριστικής σημασίας για τον σχεδιασμό του κατάλληλου ερωτηματολογίου. Αν το ερωτηματολόγιο πρόκειται να συμπληρωθεί από τον ίδιο τον ερωτώμενο, χωρίς την παρέμβαση ερευνητή, τότε πρέπει να δοθεί έμφαση στην τεχνική αρτιότητά του. Ίσως χρειαστούν διευκρινίσεις μέσω εγγράφων επεξηγήσεων στο ερωτηματολόγιο για τα σημεία που μπορεί να παρερμηνευτούν. Αν όμως το ερωτηματολόγιο συμπληρωθεί από τον ερευνητή, κατά τη διάρκεια συνεντεύξεως, τότε το ερωτηματολόγιο θα είναι πλήρως κατανοητό και εύχρηστο, αφού θα μπορεί να επεξηγηθεί, σε τυχόν απορίες, από τον ίδιο τον ερευνητή.

Για τη δημιουργία ενός ερωτηματολογίου πρέπει να λάβουμε υπ' όψιν μας ορισμένα βασικά χαρακτηριστικά όπως η πληρότητα, η σαφήνεια και η συνοχή. Επίσης, θα πρέπει να είναι όσο το δυνατόν πιο σύντομο, να περιλαμβάνει ερωτήματα ελέγχου, να έχει βασικές οδηγίες συμπλήρωσης και εννοιολογικές επεξηγήσεις και τέλος επιδέχεται κωδικογραφική και μηχανογραφικής επεξεργασίας[37].

Η πληρότητα αναφέρεται ακριβώς στην ανάγκη κάλυψης όλων των πτυχών του ερευνώμενου χαρακτηριστικού. Η σαφήνεια δεν αναφέρεται μόνο στο περιεχόμενο των πληροφοριών αλλά και στο άτομο το οποίο πρέπει να δώσει τις απαντήσεις. Η συνοχή αναφέρεται στην ανάγκη οργανικής

σύνδεσης των επιμέρους ερωτημάτων μεταξύ τους. Συγγενή ερωτήματα πρέπει να εμφανίζονται στο ερωτηματολόγιο ομαδοποιημένα και να ερωτώνται μαζί, προκειμένου η σκέψη και η μνήμη του ερωτώμενου να κατευθύνεται ευκολότερα στις σωστές απαντήσεις. Ένα αποτελεσματικό ερωτηματολόγιο πρέπει επίσης να είναι σύντομο. Ερωτηματολόγια τα οποία επεκτείνονται σε μεγάλο αριθμό ερωτημάτων κουράζουν τον ερωτώμενο ή του δημιουργούν την αίσθηση ότι θα χάσει πολύ χρόνο και είναι δυνατόν να μην απαντηθούν. Αυτό ισχύει σε μεγαλύτερο βαθμό όταν το ερωτηματολόγιο πρόκειται να συμπληρωθεί από το ίδιο το κοινό. Τέλος, σε κάθε ερωτηματολόγιο θα πρέπει να έχουν προβλεφθεί ειδικοί χώροι σε κάθε ανοιχτή ερώτηση για τη κωδικοποίηση της κάθε απάντησης, με τρόπο ώστε να καταστεί δυνατή η εισαγωγή της, υπό μορφή αριθμού, στη στατιστική επεξεργασία για περαιτέρω ανάλυση[36].

7.2.2 Οι τύποι των ερωτήσεων σε ένα ερωτηματολόγιο

Ο ερευνητής μπορεί να επιλέξει μεταξύ διαφορετικών τύπων ερωτήσεων για την κατάρτιση του ερωτηματολογίου. Η επιλογή όμως δεν γίνεται τυχαία, αλλά κάθε τύπος ανταποκρίνεται στις ειδικές ανάγκες της έρευνας[37]. Οι δύο βασικοί τύποι ερωτήσεων είναι οι ανοιχτές και οι κλειστές ερωτήσεις, με περαιτέρω υποκατηγορίες ο κάθε τύπος. Στις ερωτήσεις ανοιχτού τύπου ο ερωτώμενος μπορεί να εκφράσει την γνώμη του ελεύθερα και χωρίς περιορισμούς. Τις χρησιμοποιούμε κυρίως τις περιπτώσεις που ο ερευνητής δεν είναι σίγουρος για το είδος των απαντήσεων που θα λάβει.

Στις ερωτήσεις κλειστού τύπου διακρίνουμε πέντε κύριες υποκατηγορίες. Αρχικά, ας αναφερθούμε στις *ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής* στις οποίες ο ερωτώμενος μπορεί να επιλέξει περισσότερες από μία απαντήσεις. Ένας άλλος τύπος είναι οι *διαδοχικές ερωτήσεις* οι οποίες επιτρέπουν στον ερωτώμενο να επιλέξει μόνο μία από τις δύο απαντήσεις που δίνονται. Είναι πολύ ξεκάθαρες και γι' αυτό ακριβώς η επεξεργασία είναι πολύ πιο εύκολη. Επίσης στη βιβλιογραφία αναφέρονται και οι *ερωτήσεις*

βαθμονόμησης, στις οποίες ο ερωτώμενος μπορεί να απαντήσει σε μόνο μία από τις υπάρχουσες κατηγορίες, αλλά και οι *ερωτήσεις κατάταξης* στις οποίες ο ερωτώμενος καλείται να επιλέξει τις απαντήσεις με σειρά προτεραιότητας ανάλογα με το ποια απάντηση θεωρεί πιο σημαντική. Τέλος θα αναφέρουμε τις *ερωτήσεις διαβαθμισμένης κλίμακας*, κατά τις οποίες ο ερωτώμενος βαθμολογεί με μια συγκεκριμένη κλίμακα μια κατηγορία ερωτήσεων.

7.3 Δειγματοληψία

Η συγκέντρωση στατιστικών δεδομένων είναι πολύ σημαντική προκειμένου να μελετήσουμε στατιστικά ένα φαινόμενο. Πριν να ξεκινήσουμε την έρευνα οφείλουν, θα πρέπει να ορίσουμε με σαφήνεια το σύνολο που θα μελετήσουμε (πληθυσμός), αλλά και τις στατιστικές μονάδες που θα απαρτίζουν αυτό το σύνολο. Στατιστική μονάδα είναι δυνατόν να θεωρηθεί ένα αντικείμενο, ένα άτομο, ένα νοικοκυριό κ.α. [38]. Δύο είναι οι βασικές μέθοδοι συγκέντρωσης στατιστικών στοιχείων: μέσω των εξαντλητικών ερευνών και μέσω των δειγματοληπτικών (*δειγματοληψία*).

Δειγματοληψία είναι η απογραφή ορισμένων συγκεκριμένων χαρακτηριστικών ενός τμήματος του πληθυσμού. Το τμήμα του πληθυσμού που απογράφεται ονομάζεται δείγμα. Σκοπός, τώρα, των δειγματοληπτικών ερευνών είναι να προσδιορίσουμε όσο γίνεται ακριβέστερα ιδιότητες του πληθυσμού, μελετώντας απογραφικά τα στοιχεία του δείγματος. Η συνέπεια της επέκτασης των συμπερασμάτων που προέρχονται από τη μελέτη των χαρακτηριστικών του δείγματος, σε ολόκληρο τον πληθυσμό εξαρτάται από τη μέθοδο δειγματοληψίας που εφαρμόζουμε. Από την ποιότητα του δείγματος εξαρτάται κατά πολύ η σημαντικότητα των εκτιμήσεων. Τέλος, οι εκτιμήσεις των δειγματοληψιών δεν δίνουν ακριβείς τιμές, αλλά *προσεγγίσεις* για το σύνολο του πληθυσμού[39].

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8: Η ΕΡΕΥΝΑ

8.1 Ερευνητικά ερωτήματα

Σκοπός της έρευνάς μας είναι να διευκρινιστούν οι ιδέες των μαθητών σχετικά με τις καταστάσεις της ύλης, τις μετατροπές της, καθώς και τη διάλυση. Η πρώτη επαφή των μαθητών με το μάθημα της Χημείας είναι στη Β' γυμνασίου. Από τις πρώτες ενότητες οι μαθητές έρχονται σε επαφή με τις έννοιες “υγρό”, “στερεό” και “αέριο”, ενώ στη συνέχεια με τις έννοιες “τήξη”, “πήξη”, “συμπύκνωση”, “εξάτμιση”, “εξάχνωση” και “απόθεση”. Στη συνέχεια θα μελετηθούν τα “διαλύματα” και η “διάλυση”. Πόσες όμως από αυτές τις έννοιες ξέρει ήδη ο μαθητής από την σχολική ή την καθημερινή του εμπειρία; Σκοπός της έρευνας λοιπόν είναι να μάθουμε ποιες εναλλακτικές ιδέες σχετικά με τις παραπάνω έννοιες έχουν οι μαθητές που αποφοίτησαν από την πρωτοβάθμια εκπαίδευσης, προκειμένου να οργανώσουμε τη διδασκαλία μας σε σχέση με αυτές.

8.2 Κατασκευή του ερωτηματολογίου της έρευνας

Για την κατασκευή του ερωτηματολογίου μας ακολουθήθηκαν οι αρχές και οι κανόνες, όπως περιγράφονται στην βιβλιογραφία[40],[41],[42]. Οι ερωτήσεις που χρησιμοποιήσαμε είναι κλειστού ή αντικειμενικού τύπου και συγκεκριμένα ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής. Επειδή η ηλικία των ερωτώμενων είναι σχετικά μικρή επιλέχθηκαν αυτές οι ερωτήσεις, γιατί απαντώνται εύκολα, άρα και ταχύτερα. Αυτό βοηθάει στο να μην κουραστούν τα παιδιά, γεγονός που θα επηρέαζε την έρευνα. Στο τελικό ερωτηματολόγιο ωστόσο υπάρχουν και τρεις ερωτήσεις ανοιχτού τύπου. Η ερωτήσεις αυτές προστέθηκαν για να δώσουν οι μαθητές κάποιες διευκρινήσεις σε σχέση με την διάλυση, για να ερευνηθούν κάποιες παρανοήσεις που φάνηκαν από την βιβλιογραφία ότι έχουν οι μαθητές.

Το ερωτηματολόγιο της έρευνάς μας αποτελείται ουσιαστικά από τρία μέρη. Στο πρώτο οι μαθητές καλούνται να αναγνωρίσουν την φυσική κατάσταση 15 υλικών της καθημερινότητάς τους, επιλέγοντας μία από τις επιλογές “Στερεό”, “Υγρό”, “Αέριο” και “τίποτα από τα τρία”. Στο δεύτερο μέρος

του ερωτηματολογίου αποτελείται από οκτώ ερωτήσεις. Στο πρώτο ερώτημα των ερωτήσεων οι μαθητές καλούνται να αναγνωρίσουν τις φυσικές μεταβολές. Στο δεύτερο καλούνται να συνδέσουν τις μεταβολές αυτές με την μεταβολή της πίεσης ή της θερμοκρασίας. Μερικές ερωτήσεις έχουν και ένα τρίτο ερώτημα στο οποίο οι μαθητές δίνουν πληροφορίες για τον τρόπο που γίνονται οι μεταβολές. Στο τρίτο μέρος έχουμε τρεις ερωτήσεις που αφορούν στην διάλυση. Κάθε ερώτηση έχει τρία υποερωτήματα εκ των οποίων στο πρώτο οι μαθητές απαντούν σχετικά με την μεταβολή του βάρους του συστήματος κατά την διάλυση και στο δεύτερο σε ποιο από τα συστατικά του διαλύματος οφείλονται οι φυσικές ιδιότητες (χρώμα, γεύση) του διαλύματος. Στο τρίτο ερώτημα, το οποίο δεν είναι πολλαπλής επιλογής, αλλά απάντηση ανοιχτού τύπου οι μαθητές δίνουν εξήγηση για το πού βρίσκεται η διαλυμένη ουσία μετά την παρασκευή του διαλύματος. (ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι)

Τα τρία μέρη δίνονται στους μαθητές ανακατεμένα, όμως οι ερωτήσεις είναι ομαδοποιημένες, σε σχέση με ότι εξετάζουν. Πριν να καταλήξουμε σε αυτή τη δομή και σε αυτό το περιεχόμενο του ερωτηματολογίου, προηγήθηκε πιλοτική έρευνα για την οποία θα μιλήσουμε παρακάτω.

8.3 Πιλοτική έρευνα

Η πιλοτική έρευνα έγινε με την χρήση ενός δοκιμαστικού ερωτηματολογίου, που κύριο σκοπό είχε να διαπιστώσουμε την αποτελεσματικότητα του «εργαλείου» που σχεδιάσαμε. Στο πιλοτικό ερωτηματολόγιο μετρήθηκε ο βαθμός κατανόησης, «αποδοχής» και ερμηνείας του ερωτηματολογίου. Ο σχεδιασμός του ερωτηματολογίου προσπαθήσαμε να γίνει με βάση τους κανόνες που αναφέρονται στην βιβλιογραφία[37]. Έτσι προσπαθήσαμε οι χρησιμοποιούμενοι όροι γίνονται εύκολα αντιληπτοί, η σειρά των ερωτήσεων να μην προκαλεί τάσεις διαστρέβλωσης, ο τρόπος της διατύπωσης των ερωτήσεων να επιτρέπει την συλλογή των επιθυμητών στοιχείων και τέλος το ερωτηματολόγιο να μην είναι ιδιαίτερα εκτενές για να μην προκαλεί την αδιαφορία ή τον εκνευρισμό των μαθητών.

Η δοκιμή έγινε σε 8 μαθητές της Α' γυμνασίου (5 κορίτσια και 3 αγόρια) και αφού απάντησαν στο ερωτηματολόγιο, στην συνέχεια τα παιδιά απάντησαν και σε πέντε ερωτήσεις:

1. Ήταν γενικά σαφές το ερωτηματολόγιο ως προς τις ερωτήσεις;
2. Ποιες ερωτήσεις πιστεύετε ότι θέλουν περισσότερες διευκρινίσεις;
3. Έχετε αντίρρηση στο να απαντήσετε κάποια ερώτηση;
4. Ήταν ευχάριστη η εμφάνιση του ερωτηματολογίου;
5. Πόση ώρα χρειαστήκατε για να το απαντήσετε;

Από τις απαντήσεις των παιδιών, εκτός από κάποιες μικρές διευκρινήσεις που φάνηκε να χρειάζονται, διαπιστώθηκε ότι το μεγαλύτερο πρόβλημα του “εργαλείου” μας ήταν ο χρόνος. Ενώ λοιπόν η αρχική μας προσδοκία ήταν για 15 λεπτά τα παιδιά φάνηκε να χρειάζονται περισσότερα από 20. Αυτό μας ανάγκασε να μικρύνουμε την έκταση των ερωτήσεων, αφαιρώντας ωστόσο ερωτήσεις που μελετούσαν τις ίδιες ιδέες των παιδιών με διαφορετικό τρόπο. Αναλυτικά σε σχέση με το πιλοτικό ερωτηματολόγιο (ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ II) έγιναν οι ακόλουθες αλλαγές.

Στο πρώτο μέρος του ερωτηματολογίου που ζητάμε από τους μαθητές να αναγνωρίσουν την φυσική κατάσταση των υλικών από τα αρχικά 25 υλικά, αφαιρέθηκαν 10 και καταλήξαμε σε 15.

Στο δεύτερο μέρος αφαιρέθηκαν τελείως οι ερωτήσεις 6 και 8, ενώ αφαιρέθηκε και το υποερώτημα 3γ.

Στις ερωτήσεις που αφορούν στο τρίτο μέρος (διάλυση), ζητήθηκε από τους μαθητές και έγινε διευκρίνιση στον όρο “διαυγές”.

Με τις παραπάνω παρεμβάσεις το ερωτηματολόγιο μίκρυνε σε όγκο και έγινε πιο φιλικό στον μαθητή, έγινε πιο σαφές και ο χρόνος που χρειάστηκε για να συμπληρωθεί κατά την διάρκεια της έρευνας έπεσε κάτω από τα 15 λεπτά.

8.4 Ανάλυση των ερωτήσεων του ερωτηματολογίου

Το ερωτηματολόγιο μας στην ερώτηση 1, όπως φαίνεται στο ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι, οι μαθητές καλούνται να διακρίνουν την μεταβολή του υγρού σε αέριο, συνδυάζοντάς το με την μεταβολή της πίεσης. Είναι μια ερώτηση αρκετά μεγάλης δυσκολίας μιας και η μεταβολές που οφείλονται στην μεταβολή της πίεσης, είναι δύσκολα αντιληπτές από τους μαθητές.

Στην ερώτηση 2, οι μαθητές πρέπει να αναγνωρίσουν την μεταβολή από την υγρή στην αέρια κατάσταση. Το “στέγνωμα της μπουγάδας” είναι ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα εξάτμισης που συνδέεται άμεσα με την αύξηση της θερμοκρασίας και θα μπορούσε να χαρακτηριστεί εύκολη ερώτηση. Εύκολη επίσης θα μπορούσαμε να χαρακτηρίσουμε και την ερώτηση 3 κατά την οποία η μαθητές καλούνται να αναγνωρίσουν την μετατροπή του υγρού νερού σε πάγο, λόγω της μείωσης της θερμοκρασίας.

Στην ερώτηση 4 εξετάζεται η συμπύκνωση με ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα: συμπύκνωση των υδρατμών της ατμόσφαιρας στην επιφάνεια ενός ποτηριού στο εσωτερικό του οποίου έχουμε προσθέσει νερό και παγάκια. Οι μαθητές όχι μόνο καλούνται να αναγνωρίσουν την μεταβολή και τη σύνδεσή της με τη μεταβολή της θερμοκρασίας, αλλά και να αναγνωρίσουν το από πού προέρχεται το υγρό νερό στο εξωτερικό του ποτηριού. Η ερώτηση φαίνεται να είναι μεγάλης δυσκολίας, ωστόσο πρόκειται για ένα παράδειγμα που αναφέρεται σχεδόν αυτούσιο στο βιβλίο “Φυσικά” Ε' Δημοτικού Ερευνώ και Ανακαλύπτω”.

Στην ερώτηση 5 οι μαθητές πρέπει να αναγνωρίσουν την εξάχνωση και να τη συνδυάσουν με τη μεταβολή της θερμοκρασίας. Οι ερωτήσεις 6 και 7 αναφέρονται στο ίδιο παράδειγμα. Πρόκειται για τον βρασμό του νερού (ερώτηση 6) σε συνδυασμό με την συμπύκνωση των υδρατμών στο καπάκι της κατσαρόλας(ερώτηση 7). Οι μαθητές όχι μόνο καλούνται να αναγνωρίσουν τις δύο μεταβολές, και να τις συνδέσουν με την μεταβολή της θερμοκρασίας, αλλά και να αναφέρουν την προέλευση του συμπυκνόμενου νερού στο εσωτερικό της κατσαρόλας. Το τελευταίο κομμάτι κάνει μάλλον δύσκολη την ερώτηση 7.

Τέλος, με την ερώτηση 8 ολοκληρώνεται η μελέτη της αναγνώρισης από τους μαθητές των φυσικών μεταβολών. Πρόκειται για μια διπλή μεταβολή. Ένα παγάκι λιώνει και στην συνέχεια εξατμίζεται λόγω αύξησης της θερμοκρασίας. Μια μάλλον εύκολη ερώτηση για τους μικρούς μαθητές.

Στις ερωτήσεις 9, 10 και 11 οι μαθητές καλούνται να αναγνωρίσουν τον τρόπο που η διάλυση μιας στερεής ουσίας σε έναν υγρό διαλύτη, επηρεάζει την μεταβολή της μάζας του διαλύματος. Εκτός αυτού όμως εξετάζεται και το αν οι μαθητές μπορούν να αναγνωρίσουν το από πού προέρχονται οι ιδιότητες των διαλυμάτων (χρώμα, γεύση). Αν μπορούν δηλαδή να καταλάβουν ότι οι ιδιότητες των διαλυμάτων οφείλονται τόσο στον διαλύτη όσο και στην διαλυμένη ουσία. Τέλος στις ερωτήσεις αυτές ζητείται από τους μαθητές μια σύντομη απάντηση για το πού “πηγαίνει” η διαλυμένη ουσία μετά την διάλυσή της.

Τέλος η ερώτηση 12 ζητάει από τους μαθητές να αναγνωρίσουν τη φυσική κατάσταση διαφόρων υλικών της καθημερινής ζωής. Πολλά από τα υλικά αυτά είναι εύκολα αναγνωρίσιμα από τα παιδιά γιατί η φυσική κατάσταση είναι σαφής. Υπάρχουν ωστόσο και υλικά τα οποία είναι κολλοειδή ή πλάσματα, όπως ο καπνός και ο ατμός. Στους μαθητές ωστόσο δίνεται η επιλογή τόσο του υγρού, του στερεού και του αέριου, όσο και του τίποτα από τα τρία.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9: ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Σε αυτό το κεφαλαίο θα παρουσιαστούν συνολικά οι απαντήσεις των μαθητών και θα εξαχθούν όσα συμπεράσματα, όπως αυτά προκύπτουν από αυτές. Οι μαθητές που επιλέχθηκαν για την έρευνά μας ήταν 56 του 6ου Γυμνασίου Αθηνών, 50 του 40ου Γυμνασίου Αθηνών και 26 του 1ου Γυμνασίου Παλαιού Φαλήρου. Στην παρακάτω παρουσίαση οι απαντήσεις και των 132 μαθητών θα παρουσιαστούν συνολικά.

9.1 Ερώτηση 1

Αν ανακινήσουμε το “γκαζάκι του καφέ”, καταλαβαίνουμε ότι στο εσωτερικό της φιάλης υπάρχει υγρό. Όταν όμως “ανοίγουμε” το γκαζάκι παρατηρούμε ότι βγαίνει αέριο.



α. Πώς θα χαρακτηρίζατε αυτή τη μεταβολή;

- i. Βρασμό ii. Συμπύκνωση iii. Εξαέρωση iv. Τήξη

β. Η μεταβολή αυτή μπορεί να οφείλεται:

- i. Στην αύξηση της θερμοκρασίας ii. Στην αύξηση της πίεσης
Στη μείωση της θερμοκρασίας iv. Στη μείωση της πίεσης

Οι απαντήσεις των μαθητών φαίνονται στους παρακάτω πίνακες:

Πίνακας 1: Απαντήσεις 1α

		Συχνότητα	Σχετική Συχνότητα %	Σχ. Αθροιστική Συχνότητα %
Επιλογή	1	17	12.9	12.9
	2	9	6.8	19.7
	3	98	74.2	93.9
	4	8	6.1	100.0
	Σύνολο	132	100.0	

Πίνακας 2: Απαντήσεις 1β

		Συχνότητα	Σχετική Συχνότητα %	Σχ. Αθροιστική Συχνότητα %
Επιλογή	1	41	31.1	31.1
	2	76	57.6	88.6
	3	5	3.8	92.4
	4	10	7.6	100.0
Σύνολο		132	100.0	

Όπως φαίνεται από τους παραπάνω πίνακες, το μεγαλύτερο ποσοστό των μαθητών απάντησε σωστά (74.2%), ωστόσο δεν μπόρεσαν να αναγνωρίσουν την αιτία της εξαέρωσης στο παραπάνω πείραμα. Ωστόσο μόλις το 7,6% έδωσε την σωστή αιτιολόγηση. Αν παρατηρήσουμε προσεχτικά τον πίνακα 3 που ακολουθεί μπορούμε να βγάλουμε μερικά χρήσιμα συμπεράσματα.

Πίνακας 3: Συνδυασμός 1α-1β

		1β Αιτιολόγηση				Σύνολο	
		1	2	3	4		
1α Επιλογή	1	πλήθος	10	6	1	0	17
		% εντός του 3α	58,8%	35,3%	5,9%	0,0%	100,0%
		% εντός του 3β	24,4%	7,9%	20,0%	0,0%	12,9%
		% στο Σύνολο	7,6%	4,5%	0,8%	0,0%	12,9%
	2	πλήθος	3	4	2	0	9
		% εντός του 3α	33,3%	44,4%	22,2%	0,0%	100,0%
		% εντός του 3β	7,3%	5,3%	40,0%	0,0%	6,8%
		% στο Σύνολο	2,3%	3,0%	1,5%	0,0%	6,8%
	3	πλήθος	25	62	2	9	98
		% εντός του 3α	25,5%	63,3%	2,0%	9,2%	100,0%
		% εντός του 3β	61,0%	81,6%	40,0%	90,0%	74,2%
		% στο Σύνολο	18,9%	47,0%	1,5%	6,8%	74,2%
4	πλήθος	3	4	0	1	8	
	% εντός του 3α	37,5%	50,0%	0,0%	12,5%	100,0%	
	% εντός του 3β	7,3%	5,3%	0,0%	10,0%	6,1%	
	% στο Σύνολο	2,3%	3,0%	0,0%	0,8%	6,1%	
Σύνολο	πλήθος	41	76	5	10	132	
	% εντός του 3α	31,1%	57,6%	3,8%	7,6%	100,0%	
	% εντός του 3β	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	
	% στο Σύνολο	31,1%	57,6%	3,8%	7,6%	100,0%	

Από τους 98 μαθητές που αναγνώρισαν την φυσική μεταβολή της εξαέρωσης (74.2%), μόνο 9 μπόρεσαν να την συνδυάσουν με την ελάττωση

της πίεσης (6.8% επί του συνόλου). Οι περισσότεροι, 62 παιδιά, θεώρησαν ότι η μετατροπή του υγρού σε αέριο οφείλεται στην αύξηση της πίεσης (47.0% επί του συνόλου), ενώ 25 μαθητές στην αύξηση της θερμοκρασίας (18.9% επί του συνόλου).

9.2 Ερώτηση 2

Μια ηλιόλουστη καλοκαιρινή μέρα απλώνουμε τα βρεγμένα ρούχα μας και μετά από λίγες ώρες παρατηρούμε ότι έχουν στεγνώσει.

α. Πώς θα χαρακτηρίζατε αυτή τη μεταβολή;

i. Συμπύκνωση ii. Εξάτμιση iii. Βρασμό iv. Πήξη

β. Η μεταβολή αυτή μπορεί να οφείλεται:

i. Στην αύξηση της θερμοκρασίας ii. Στην αύξηση της πίεσης

iii. Στη μείωση της θερμοκρασίας iv. Στη μείωση της πίεσης



Οι απαντήσεις των μαθητών φαίνονται στους παρακάτω πίνακες:

Πίνακας 4: Απαντήσεις 2α

		Συχνότητα	Σχετική Συχνότητα %	Σχ. Αθροιστική Συχνότητα %
Επιλογή	1	13	9.8	9.8
	2	104	78.8	88.6
	3	5	3.8	92.4
	4	10	7.6	100.0
	Σύνολο	132	100.0	

Πίνακας 5: Απαντήσεις 2β

		Συχνότητα	Σχετική Συχνότητα %	Σχ. Αθροιστική Συχνότητα %
Επιλογή	1	103	78.0	78.0
	2	9	6.8	84.8
	3	17	12.9	97.7
	4	3	2.3	100.0
	Σύνολο	132	100.0	

Οι μαθητές σε ποσοστό 88.6% φάνηκε ότι αναγνώρισαν τη εξάτμιση, ενώ υψηλά ποσοστά είχε και η σωστή αιτιολόγηση (78.0%) του φαινομένου.

Πιο συγκεκριμένα από τον συνδυαστικό πίνακα 6 που ακολουθεί, μπορούμε να δούμε ότι το από τους 104 μαθητές που επέλεξαν την σωστή απάντηση, οι 85 (64.4% επί του συνόλου) έδωσαν και την σωστή αιτιολόγηση. Φαίνεται λοιπόν ότι τα παιδιά μπορούν με σχετική ευκολία να αναγνωρίσουν την εξάτμιση και να την συνδέσουν με την αύξηση της θερμοκρασίας.

Πίνακας 6: Συνδυασμός 2α-2β

		2β Αιτιολόγηση				Σύνολο	
		1	2	3	4		
2α Επιλογή	1	πλήθος	8	3	2	0	13
		% εντός του 3α	61,5%	23,1%	15,4%	0,0%	100,0%
		% εντός του 3β	7,8%	33,3%	11,8%	0,0%	9,8%
		% στο Σύνολο	6,1%	2,3%	1,5%	0,0%	9,8%
	2	πλήθος	85	3	14	2	104
		% εντός του 3α	81,7%	2,9%	13,5%	1,9%	100,0%
		% εντός του 3β	82,5%	33,3%	82,4%	66,7%	78,8%
		% στο Σύνολο	64,4%	2,3%	10,6%	1,5%	78,8%
	3	πλήθος	4	1	0	0	5
		% εντός του 3α	80,0%	20,0%	0,0%	0,0%	100,0%
		% εντός του 3β	3,9%	11,1%	0,0%	0,0%	3,8%
		% στο Σύνολο	3,0%	0,8%	0,0%	0,0%	3,8%
	4	πλήθος	6	2	1	1	10
		% εντός του 3α	60,0%	20,0%	10,0%	10,0%	100,0%
		% εντός του 3β	5,8%	22,2%	5,9%	33,3%	7,6%
		% στο Σύνολο	4,5%	1,5%	0,8%	0,8%	7,6%
Σύνολο		πλήθος	103	9	17	3	132
		% εντός του 3α	78,0%	6,8%	12,9%	2,3%	100,0%
		% εντός του 3β	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%
		% στο Σύνολο	78,0%	6,8%	12,9%	2,3%	100,0%

9.3 Ερώτηση 3

Όταν βάζουμε νερό από την βρύση στις παγοθήκες και τις τοποθετούμε στην κατάψυξη του ψυγείου μας, μετά από κάποια ώρα έχουμε πάγο.

α. Πώς θα χαρακτηρίζατε αυτή τη μεταβολή;

i. Πήξη ii. Τήξη iii. Εξάτμιση iv. Συμπύκνωση

β. Η μεταβολή αυτή μπορεί να οφείλεται:

i. Στην αύξηση της θερμοκρασίας ii. Στην αύξηση της πίεσης

iii. Στη μείωση της θερμοκρασίας iv. Στη μείωση της πίεσης

Στους παρακάτω πίνακες βλέπουμε τις απαντήσεις των μαθητών:

Πίνακας 7: Απαντήσεις 3α

		Συχνότητα	Σχετική Συχνότητα %	Σχ. Αθροιστική Συχνότητα %
Επιλογή	1	100	75.8	75.8
	2	17	12.9	88.6
	3	3	2.3	90.9
	4	12	9.1	100.0
	Σύνολο	132	100.0	

Πίνακας 8: Απαντήσεις 3β

		Συχνότητα	Σχετική Συχνότητα %	Σχ. Αθροιστική Συχνότητα %
Επιλογή	1	17	12.9	12.9
	2	10	7.6	20.5
	3	97	73.5	93.9
	4	8	6.1	100.0
	Σύνολο	132	100.0	

Οι μαθητές σε ποσοστό 75,8% αναγνώρισαν το φαινόμενο της πήξης και μάλιστα σε ποσοστό 73,5% συνέδεσαν σωστά την μεταβολή αυτή με την μείωση της θερμοκρασίας. Αν παρατηρήσουμε πιο προσεκτικά τον πίνακα 9, στον οποίο αναγράφεται ο συνδυασμός των απαντήσεων μπορούμε να βγάλουμε ορισμένα επιπλέον χρήσιμα συμπεράσματα. Το 61,4% των παιδιών μπόρεσαν να αναγνωρίσουν και την μεταβολή και την αιτία της.

Πίνακας 9: Συνδυασμός 3α-3β

			3β Αιτιολόγηση				Σύνολο	
			1	2	3	4		
3α Επιλογή	1	πλήθος	13	5	81	1	100	
		% εντός του 3α	13.0%	5.0%	81.0%	1.0%	100.0%	
		% εντός του 3β	76.5%	50.0%	83.5%	12.5%	75.8%	
			% στο Σύνολο	9.8%	3.8%	61.4%	.8%	75.8%
	2	πλήθος	3	2	6	6	17	
		% εντός του 3α	17.6%	11.8%	35.3%	35.3%	100.0%	
		% εντός του 3β	17.6%	20.0%	6.2%	75.0%	12.9%	
			% στο Σύνολο	2.3%	1.5%	4.5%	4.5%	12.9%
	3	πλήθος	0	1	1	1	3	
		% εντός του 3α	0.0%	33.3%	33.3%	33.3%	100.0%	
		% εντός του 3β	0.0%	10.0%	1.0%	12.5%	2.3%	
			% στο Σύνολο	0.0%	.8%	.8%	.8%	2.3%
4	πλήθος	1	2	9	0	12		
	% εντός του 3α	8.3%	16.7%	75.0%	0.0%	100.0%		
	% εντός του 3β	5.9%	20.0%	9.3%	0.0%	9.1%		
		% στο Σύνολο	.8%	1.5%	6.8%	0.0%	9.1%	
Σύνολο	πλήθος	17	10	97	8	132		
	% εντός του 3α	12.9%	7.6%	73.5%	6.1%	100.0%		
	% εντός του 3β	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%		
	% στο Σύνολο	12.9%	7.6%	73.5%	6.1%	100.0%		

9.4 Ερώτηση 4

Πάνω σε ένα τραπέζι τοποθετούμε ένα ποτήρι με νερό στο οποίο έχουμε προσθέσει αρκετή ποσότητα πάγου. Μετά από λίγη ώρα παρατηρούμε στην εξωτερική επιφάνεια του ποτηριού υπάρχει νερό!

α. Πώς βρέθηκε το νερό στην εξωτερική επιφάνεια του ποτηριού;

- i. Από την υγρασία που υπάρχει στον αέρα
- ii. Από το νερό που βρίσκεται μέσα στο ποτήρι
- iii. Από τα παγάκια που βρίσκονται μέσα στο ποτήρι
- iv. Από το γυαλί του ποτηριού

β. Πώς θα χαρακτηρίζατε αυτή τη μεταβολή;

- i. Εξάτμιση
- ii. Συμπύκνωση
- iii. Τήξη
- iv. Πήξη

γ. Η μεταβολή αυτή μπορεί να οφείλεται:

- i. Στην αύξηση της θερμοκρασίας
- ii. Στην αύξηση της πίεσης
- iii. Στη μείωση της θερμοκρασίας
- iv. Στη μείωση της πίεσης



Στους παρακάτω πίνακες παρουσιάζονται οι απαντήσεις των μαθητών:

Πίνακας 10: Απαντήσεις 4α

		Συχνότητα	Σχετική Συχνότητα %	Σχ. Αθροιστική Συχνότητα %
Επιλογή	1	47	35.6	35.6
	2	14	10.6	46.2
	3	65	49.2	95.5
	4	6	4.5	100.0
	Σύνολο	132	100.0	

Πίνακας 11: Απαντήσεις 4β

		Συχνότητα	Σχετική Συχνότητα %	Σχ. Αθροιστική Συχνότητα %
Επιλογή	1	33	25.0	25.0
	2	26	19.7	44.7
	3	68	51.5	96.2
	4	5	3.8	100.0
	Σύνολο	132	100.0	

Πίνακας 12: Απαντήσεις 4γ

		Συχνότητα	Σχετική Συχνότητα %	Σχ. Αθροιστική Συχνότητα %
Επιλογή	1	62	47.0	47.0
	2	11	8.3	55.3
	3	41	31.1	86.4
	4	18	13.6	100.0
	Σύνολο	132	100.0	

Από τους παραπάνω πίνακες φαίνεται ότι μόνο το 19,7% αναγνώρισε την μεταβολή της συμπύκνωσης, ενώ το 51,5% φαίνεται να την συγχέει με την τήξη. Ακόμα μόλις το 35,6% των μαθητών πιστεύουν ότι το νερό στην εξωτερική επιφάνεια του ποτηριού προέρχεται από την υγρασία της ατμόσφαιρας, ενώ οι περισσότεροι μαθητές (49,2%) πιστεύουν ότι προέρχεται από τα παγάκια στο εσωτερικό του ποτηριού. Το μεγαλύτερο ποσοστό (51,5%) των μαθητών ωστόσο, κατανοούν ότι το φαινόμενο γίνεται λόγω της μείωσης της θερμοκρασίας.

Αν μελετήσουμε λίγο καλύτερα τον Πίνακα 13, όπου φαίνονται συνδυαστικά οι απαντήσεις των παιδιών, θα μπορέσουμε να βγάλουμε μερικά χρήσιμα συμπεράσματα. Μόλις 8 παιδιά (6,1% επί του συνόλου) αναγνώρισαν και την μεταβολή της συμπύκνωσης και την αιτία αυτής. Οι μαθητές που επιπλέον αναγνώρισαν και την προέλευση του νερού στο εξωτερικό του ποτηριού είναι μόλις 4.

Πίνακας 13: Συνδυασμός 4α-4β-4γ

Προέλευση του συμπυκνωμένου νερού			Αιτιολόγηση Επιλογής				Σύνολο	
			1	2	3	4		
1	Επιλογ ή	1	Πλήθος	8	0	5	2	15
			% εντός του 4β	53.3%	0.0%	33.3%	13.3%	100.0%
			% εντός του 4γ	34.8%	0.0%	35.7%	28.6%	31.9%
			% στο σύνολο	17.0%	0.0%	10.6%	4.3%	31.9%
		2	Πλήθος	2	2	4	3	11
			% εντός του 4β	18.2%	18.2%	36.4%	27.3%	100.0%
			% εντός του 4γ	8.7%	66.7%	28.6%	42.9%	23.4%
			% στο σύνολο	4.3%	4.3%	8.5%	6.4%	23.4%
		3	Πλήθος	12	1	4	2	19
			% εντός του 4β	63.2%	5.3%	21.1%	10.5%	100.0%
			% εντός του 4γ	52.2%	33.3%	28.6%	28.6%	40.4%
			% στο σύνολο	25.5%	2.1%	8.5%	4.3%	40.4%
	4	Πλήθος	1	0	1	0	2	
		% εντός του 4β	50.0%	0.0%	50.0%	0.0%	100.0%	
		% εντός του 4γ	4.3%	0.0%	7.1%	0.0%	4.3%	
		% στο σύνολο	2.1%	0.0%	2.1%	0.0%	4.3%	
Σύνολο	Πλήθος	23	3	14	7	47		
	% εντός του 4β	48.9%	6.4%	29.8%	14.9%	100.0%		
	% εντός του 4γ	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%		
	% στο σύνολο 4α	48.9%	6.4%	29.8%	14.9%	100.0%		
2	Επιλογ ή	1	Πλήθος	1	1	2	0	4
			% εντός του 4β	25.0%	25.0%	50.0%	0.0%	100.0%
			% εντός του 4γ	20.0%	33.3%	50.0%	0.0%	28.6%
			% στο σύνολο	7.1%	7.1%	14.3%	0.0%	28.6%
		2	Πλήθος	1	1	0	2	4
			% εντός του 4β	25.0%	25.0%	0.0%	50.0%	100.0%
			% εντός του 4γ	20.0%	33.3%	0.0%	100.0%	28.6%
			% στο σύνολο	7.1%	7.1%	0.0%	14.3%	28.6%
		3	Πλήθος	3	1	2	0	6
			% εντός του 4β	50.0%	16.7%	33.3%	0.0%	100.0%
			% εντός του 4γ	60.0%	33.3%	50.0%	0.0%	42.9%
			% στο σύνολο	21.4%	7.1%	14.3%	0.0%	42.9%
	Σύνολο	Πλήθος	5	3	4	2	14	
		% εντός του 4β	35.7%	21.4%	28.6%	14.3%	100.0%	
		% εντός του 4γ	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	
		% στο σύνολο	35.7%	21.4%	28.6%	14.3%	100.0%	
3	Επιλογ ή	1	Πλήθος	3	2	4	2	11
			% εντός του 4β	27.3%	18.2%	36.4%	18.2%	100.0%
			% εντός του 4γ	9.1%	50.0%	19.0%	28.6%	16.9%
			% στο σύνολο 4α	4.6%	3.1%	6.2%	3.1%	16.9%
		2	Πλήθος	4	0	3	2	9
			% εντός του 4β	44.4%	0.0%	33.3%	22.2%	100.0%
			% εντός του 4γ	12.1%	0.0%	14.3%	28.6%	13.8%
			% στο σύνολο	6.2%	0.0%	4.6%	3.1%	13.8%
		3	Πλήθος	26	1	13	2	42
			% εντός του 4β	61.9%	2.4%	31.0%	4.8%	100.0%
			% εντός του 4γ	78.8%	25.0%	61.9%	28.6%	64.6%
			% στο σύνολο	40.0%	1.5%	20.0%	3.1%	64.6%

	4	Σύνολο	Πλήθος	0	1	1	1	3
			% εντός του 4β	0.0%	33.3%	33.3%	33.3%	100.0%
			% εντός του 4γ	0.0%	25.0%	4.8%	14.3%	4.6%
			% στο σύνολο	0.0%	1.5%	1.5%	1.5%	4.6%
	Πλήθος	33	4	21	7	65		
	% εντός του 4β	50.8%	6.2%	32.3%	10.8%	100.0%		
	% στο σύνολο	50.8%	6.2%	32.3%	10.8%	100.0%		
4	Επιλογ ή	1	Πλήθος	0	1	1	1	3
			% εντός του 4β	0.0%	33.3%	33.3%	33.3%	100.0%
			% εντός του 4γ	0.0%	100.0%	50.0%	50.0%	50.0%
			% στο σύνολο 4α	0.0%	16.7%	16.7%	16.7%	50.0%
		2	Πλήθος	0	0	1	1	2
			% εντός του 4β	0.0%	0.0%	50.0%	50.0%	100.0%
			% εντός του 4γ	0.0%	0.0%	50.0%	50.0%	33.3%
			% στο σύνολο	0.0%	0.0%	16.7%	16.7%	33.3%
		3	Πλήθος	1	0	0	0	1
			% εντός του 4β	100.0%	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%
			% εντός του 4γ	100.0%	0.0%	0.0%	0.0%	16.7%
			% στο σύνολο	16.7%	0.0%	0.0%	0.0%	16.7%
	Σύνολο	Πλήθος	1	1	2	2	6	
		% εντός του 4β	16.7%	16.7%	33.3%	33.3%	100.0%	
		% εντός του 4γ	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	
		% στο σύνολο	16.7%	16.7%	33.3%	33.3%	100.0%	
Σύν ολο	Επιλογ ή	1	Πλήθος	12	4	12	5	33
			% εντός του 4β	36.4%	12.1%	36.4%	15.2%	100.0%
			% εντός του 4γ	19.4%	36.4%	29.3%	27.8%	25.0%
			% στο σύνολο	9.1%	3.0%	9.1%	3.8%	25.0%
		2	Πλήθος	7	3	8	8	26
			% εντός του 4β	26.9%	11.5%	30.8%	30.8%	100.0%
			% εντός του 4γ	11.3%	27.3%	19.5%	44.4%	19.7%
			% στο σύνολο 4α	5.3%	2.3%	6.1%	6.1%	19.7%
		3	Πλήθος	42	3	19	4	68
			% εντός του 4β	61.8%	4.4%	27.9%	5.9%	100.0%
			% εντός του 4γ	67.7%	27.3%	46.3%	22.2%	51.5%
			% στο σύνολο	31.8%	2.3%	14.4%	3.0%	51.5%
	4	Πλήθος	1	1	2	1	5	
		% εντός του 4β	20.0%	20.0%	40.0%	20.0%	100.0%	
		% εντός του 4γ	1.6%	9.1%	4.9%	5.6%	3.8%	
		% στο σύνολο	.8%	.8%	1.5%	.8%	3.8%	
	Σύνολο	Πλήθος	62	11	41	18	132	
		% εντός του 4β	47.0%	8.3%	31.1%	13.6%	100.0%	
		% εντός του 4γ	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	
		% στο σύνολο	47.0%	8.3%	31.1%	13.6%	100.0%	

9.5 Ερώτηση 5

Στην διπλανή εικόνα φαίνεται ένα πολύ μεγάλο κομμάτι πάγου το οποίο “αχνίζει”.

α. Πώς θα χαρακτηρίζατε αυτή τη μεταβολή;

i. Εξάχνωση ii. Εξάτμιση iii. Τήξη iv. Πήξη



β. Η μεταβολή αυτή μπορεί να οφείλεται:

i. Στην αύξηση της θερμοκρασίας ii. Στην αύξηση της πίεσης

iii. Στη μείωση της θερμοκρασίας iv. Στη μείωση της πίεσης

Στους παρακάτω πίνακες βλέπουμε τις απαντήσεις των μαθητών:

Πίνακας 14: Απαντήσεις 5α

		Συχνότητα	Σχετική Συχνότητα %	Σχ. Αθροιστική Συχνότητα %
Επιλογή	1	82	62.1	62.1
	2	40	30.3	92.4
	3	9	6.8	99.2
	4	1	.8	100.0
	Σύνολο	132	100.0	

Πίνακας 15: Απαντήσεις 5β

		Συχνότητα	Σχετική Συχνότητα %	Σχ. Αθροιστική Συχνότητα %
Επιλογή	1	60	45.5	45.5
	2	22	16.7	62.1
	3	32	24.2	86.4
	4	18	13.6	100.0
	Σύνολο	132	100.0	

Σε ποσοστό 61,2% οι μαθητές αναγνώρισαν το φαινόμενο της εξάχνωσης. Ωστόσο αρκετά μεγάλο είναι και το ποσοστό (30,3%) που φαίνεται να συγχέει την εξάχνωση με την εξάτμιση. Επίσης το 45,5% των παιδιών συνδύασε την μεταβολή με την αύξηση της θερμοκρασίας, ενώ το 24,2% την συνδύασε με την μείωση της θερμοκρασίας. Παρατηρώντας

ωστόσο πιο προσεκτικά τον πίνακα 16, στον οποίο βλέπουμε τον συνδυασμό των απαντήσεων, μπορούμε να βγάλουμε και επιπλέον συμπεράσματα. Μόλις 35 παιδιά (26,5% επί του συνόλου) μπόρεσαν να συνδυάσουν σωστά και την μεταβολή και την αιτία της. Μεγάλο σχετικά είναι και το ποσοστό (14,4%) των παιδιών που θεωρούν ότι η μεταβολή είναι εξάτμιση και ότι οφείλεται στην μείωση της θερμοκρασίας.

Πίνακας 16: Συνδυασμός 5α-5β

		5β Αιτιολόγηση				Σύνολο	
		1	2	3	4		
5α Επιλογή	1	πλήθος	35	15	22	10	82
		% εντός του 5α	42,7%	18,3%	26,8%	12,2%	100,0%
		% εντός του 5β	58,3%	68,2%	68,8%	55,6%	62,1%
		% στο Σύνολο	26,5%	11,4%	16,7%	7,6%	62,1%
	2	πλήθος	19	5	9	7	40
		% εντός του 5α	47,5%	12,5%	22,5%	17,5%	100,0%
		% εντός του 5β	31,7%	22,7%	28,1%	38,9%	30,3%
		% στο Σύνολο	14,4%	3,8%	6,8%	5,3%	30,3%
	3	πλήθος	5	2	1	1	9
		% εντός του 5α	55,6%	22,2%	11,1%	11,1%	100,0%
		% εντός του 5β	8,3%	9,1%	3,1%	5,6%	6,8%
		% στο Σύνολο	3,8%	1,5%	0,8%	0,8%	6,8%
	4	πλήθος	1	0	0	0	1
		% εντός του 5α	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%
		% εντός του 5β	1,7%	0,0%	0,0%	0,0%	0,8%
		% στο Σύνολο	0,8%	0,0%	0,0%	0,0%	0,8%
Σύνολο		πλήθος	60	22	32	18	132
		% εντός του 5α	45,5%	16,7%	24,2%	13,6%	100,0%
		% εντός του 5β	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%
		% στο Σύνολο	45,5%	16,7%	24,2%	13,6%	100,0%

9.6 Ερώτηση 6

Όταν μαγειρεύουμε μακαρόνια παρατηρούμε ότι από την κατσαρόλα βγαίνει ατμός.

α. Πώς θα χαρακτηρίζατε αυτή τη μεταβολή;

- i. Βρασμό ii. Τήξη iii. Συμπύκνωση iv. Πήξη



β. Η μεταβολή αυτή μπορεί να οφείλεται:

- i. Στην αύξηση της θερμοκρασίας ii. Στην αύξηση της πίεσης
iii. Στη μείωση της θερμοκρασίας iv. Στη μείωση της πίεσης

Οι απαντήσεις των μαθητών φαίνονται στους παρακάτω πίνακες:

Πίνακας 17: Απαντήσεις 6α

		Συχνότητα	Σχετική Συχνότητα %	Σχ. Αθροιστική Συχνότητα %
Επιλογή	1	125	94.7	94.7
	2	4	3.0	97.7
	3	1	.8	98.5
	4	2	1.5	100.0
	Σύνολο	132	100.0	

Πίνακας 18: Απαντήσεις 6β

		Συχνότητα	Σχετική Συχνότητα %	Σχ. Αθροιστική Συχνότητα %
Επιλογή	1	105	79.5	79.5
	2	19	14.4	93.9
	3	4	3.0	97.0
	4	4	3.0	100.0
	Σύνολο	132	100.0	

Πίνακας 19: Συνδυασμός 6α-6β

			6β Αιτιολόγηση				Σύνολο
			1	2	3	4	
6α Επιλογή	1	πλήθος	103	17	2	3	125
		% εντός του 6α	82,4%	13,6%	1,6%	2,4%	100,0%
		% εντός του 6β	98,1%	89,5%	50,0%	75,0%	94,7%
		% στο Σύνολο	78,0%	12,9%	1,5%	2,3%	94,7%
	2	πλήθος	2	1	1	0	4
		% εντός του 6α	50,0%	25,0%	25,0%	0,0%	100,0%
		% εντός του 6β	1,9%	5,3%	25,0%	0,0%	3,0%
		% στο Σύνολο	1,5%	0,8%	0,8%	0,0%	3,0%
	3	πλήθος	0	0	0	1	1
		% εντός του 6α	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%	100,0%
		% εντός του 6β	0,0%	0,0%	0,0%	25,0%	0,8%
		% στο Σύνολο	0,0%	0,0%	0,0%	0,8%	0,8%
	4	πλήθος	0	1	1	0	2
		% εντός του 6α	0,0%	50,0%	50,0%	0,0%	100,0%
		% εντός του 6β	0,0%	5,3%	25,0%	0,0%	1,5%
		% στο Σύνολο	0,0%	0,8%	0,8%	0,0%	1,5%
Σύνολο	πλήθος	105	19	4	4	132	
	% εντός του 6α	79,5%	14,4%	3,0%	3,0%	100,0%	
	% εντός του 6β	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	
	% στο Σύνολο	79,5%	14,4%	3,0%	3,0%	100,0%	

Στην ερώτηση αυτή η μαθητές σε μεγάλα ποσοστά αναγνώρισαν και την μεταβολή και την αιτία της. Συγκεκριμένα το 94,7% αναγνώρισαν τον βρασμό και το 79,5 αναγνώρισε ότι οφείλεται στην αύξηση της θερμοκρασίας. Στον συνδυαστικό Πίνακα 19 βλέπουμε ότι το 78,0% των παιδιών αναγνώρισε ταυτόχρονα και το φαινόμενο και την αιτία του.

9.7 Ερώτηση 7

Αν καπακώσουμε την παραπάνω κατσαρόλα με ένα διάφανο καπάκι, μετά από λίγο θα παρατηρήσουμε ότι στο καπάκι (στο εσωτερικό) υπάρχουν σταγόνες νερού.

α. Από πού πιστεύεται ότι προήλθε το νερό που βρέθηκε στο εσωτερικό του καπακιού;

- i. Από το διάφανο καπάκι*
- ii. Από το υγρό νερό που βράζει μέσα στην κατσαρόλα*
- iii. Από τους ατμούς του νερού που υπάρχουν μέσα στην κατσαρόλα*
- iv. Από την υγρασία που υπάρχει στον αέρα έξω από την κατσαρόλα*

β. Πώς θα χαρακτηρίζατε αυτή τη μεταβολή;

- i. Εξάτμιση*
- ii. Συμπύκνωση*
- iii. Τήξη*
- iv. Πήξη*

γ. Η μεταβολή αυτή μπορεί να οφείλεται:

- i. Στην αύξηση της θερμοκρασίας*
- ii. Στην αύξηση της πίεσης*
- iii. Στη μείωση της θερμοκρασίας*
- iv. Στη μείωση της πίεσης*

Σε συνέχεια της προηγούμενης ερώτησης, οι μαθητές καλούνται να αναγνωρίσουν τόσο το φαινόμενο της συμπύκνωσης και την αιτία του, όσο και την προέλευση του συμπυκνωμένου νερού. Οι απαντήσεις των παιδιών φαίνονται στους παρακάτω πίνακες.

Πίνακας 20: Απαντήσεις 7α

		Συχνότητα	Σχετική Συχνότητα %	Σχ. Αθροιστική Συχνότητα %
Επιλογή	1	5	3.8	3.8
	2	23	17.4	21.2
	3	97	73.5	94.7
	4	7	5.3	100.0
Σύνολο		132	100.0	

Πίνακας 21: Απαντήσεις 7β

		Συχνότητα	Σχετική Συχνότητα %	Σχ. Αθροιστική Συχνότητα %
Επιλογή	1	97	73.5	73.5
	2	20	15.2	88.6
	3	10	7.6	96.2
	4	5	3.8	100.0
Σύνολο		132	100.0	

Πίνακας 22: Απαντήσεις 7γ

		Συχνότητα	Σχετική Συχνότητα %	Σχ. Αθροιστική Συχνότητα %
Επιλογή	1	89	67.4	67.4
	2	31	23.5	90.9
	3	7	5.3	96.2
	4	5	3.8	100.0
Σύνολο		132	100.0	

Βλέπουμε ότι σε αρκετά μεγάλο ποσοστό 73,5% οι μαθητές αναγνωρίζουν την προέλευση του συμπυκνωμένου νερού. Το παράδοξο ωστόσο είναι ενώ ότι οι μαθητές έκαναν σωστά την παραπάνω διαπίστωση, μόλις το 17,4% αναγνώρισαν το φαινόμενο της συμπύκνωσης, ενώ το αρκετά μεγάλο ποσοστό του 73,5% φαίνεται να μπερδεύουν την συμπύκνωση με την εξάτμιση. Επίσης μόλις 7 μαθητές (5,3%) πιστεύουν ότι το φαινόμενο οφείλεται την μείωση της θερμοκρασίας των υδρατμών κατά την επαφή τους με το ψυχρότερο καπάκι, ενώ το πολύ μεγάλο ποσοστό του 67,4% πιστεύουν ότι το φαινόμενο συμβαίνει λόγω αύξησης της θερμοκρασίας.

Στον συνδυαστικό πίνακα 23 φαίνεται ότι μόνο ένας από τους 132 μαθητές αναγνώρισε και το φαινόμενο και την αιτία του, αλλά και την προέλευση των υδρατμών.

Πίνακας 23: Συνδυασμός 7α-7β-7γ

Προέλευση Συμπυκνωμένου νερού 7α				Αιτιολογία 7γ				Σύνολο
				1	2	3	4	
1	Επιλογή 7α	1	Πλήθος	1	0			1
			% εντός του 7β	100,0%	0,0%			100,0%
			% εντός του 7γ	50,0%	0,0%			20,0%
			% στο σύνολο	20,0%	0,0%			20,0%
		2	Πλήθος	1	3			4
			% εντός του 7β	25,0%	75,0%			100,0%
			% εντός του 7γ	50,0%	100,0%			80,0%
			% στο σύνολο	20,0%	60,0%			80,0%
	Σύνολο		Πλήθος	2	3			5
			% εντός του 7β	40,0%	60,0%			100,0%
			% εντός του 7γ	100,0%	100,0%			100,0%
			% στο σύνολο	40,0%	60,0%			100,0%
2	Επιλογή 7α	1	Πλήθος	12	0	0	2	14
			% εντός του 7β	85,7%	0,0%	0,0%	14,3%	100,0%
			% εντός του 7γ	66,7%	0,0%	0,0%	100,0%	60,9%
			% στο σύνολο	52,2%	0,0%	0,0%	8,7%	60,9%
		2	Πλήθος	4	0	0	0	4
			% εντός του 7β	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%
			% εντός του 7γ	22,2%	0,0%	0,0%	0,0%	17,4%
			% στο σύνολο	17,4%	0,0%	0,0%	0,0%	17,4%
		3	Πλήθος	1	2	0	0	3
			% εντός του 7β	33,3%	66,7%	0,0%	0,0%	100,0%
			% εντός του 7γ	5,6%	100,0%	0,0%	0,0%	13,0%
			% στο σύνολο	4,3%	8,7%	0,0%	0,0%	13,0%
		4	Πλήθος	1	0	1	0	2
			% εντός του 7β	50,0%	0,0%	50,0%	0,0%	100,0%
			% εντός του 7γ	5,6%	0,0%	100,0%	0,0%	8,7%
			% στο σύνολο	4,3%	0,0%	4,3%	0,0%	8,7%
	Σύνολο		Πλήθος	18	2	1	2	23
			% εντός του 7β	78,3%	8,7%	4,3%	8,7%	100,0%
			% εντός του 7γ	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%
			% στο σύνολο	78,3%	8,7%	4,3%	8,7%	100,0%
3	Επιλογή 7α	1	Πλήθος	53	18	3	2	76
			% εντός του 7β	69,7%	23,7%	3,9%	2,6%	100,0%
			% εντός του 7γ	81,5%	72,0%	60,0%	100,0%	78,4%
			% στο σύνολο	54,6%	18,6%	3,1%	2,1%	78,4%
		2	Πλήθος	7	4	1	0	12
			% εντός του 7β	58,3%	33,3%	8,3%	0,0%	100,0%
			% εντός του 7γ	10,8%	16,0%	20,0%	0,0%	12,4%
			% στο σύνολο	7,2%	4,1%	1,0%	0,0%	12,4%
		3	Πλήθος	4	2	0	0	6
			% εντός του 7β	66,7%	33,3%	0,0%	0,0%	100,0%
			% εντός του 7γ	6,2%	8,0%	0,0%	0,0%	6,2%
			% στο σύνολο	4,1%	2,1%	0,0%	0,0%	6,2%
		4	Πλήθος	1	1	1	0	3
			% εντός του 7β	33,3%	33,3%	33,3%	0,0%	100,0%
			% εντός του 7γ	1,5%	4,0%	20,0%	0,0%	3,1%
			% στο σύνολο	1,0%	1,0%	1,0%	0,0%	3,1%
	Σύνολο		Πλήθος	65	25	5	2	97
			% εντός του 7β	67,0%	25,8%	5,2%	2,1%	100,0%
			% εντός του 7γ	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%
			% στο σύνολο	67,0%	25,8%	5,2%	2,1%	100,0%
4	Επιλογή 7α	1	Πλήθος	4	0	1	1	6
			% εντός του 7β	66,7%	0,0%	16,7%	16,7%	100,0%
			% εντός του 7γ	100,0%	0,0%	100,0%	100,0%	85,7%
			% στο σύνολο	57,1%	0,0%	14,3%	14,3%	85,7%

		3	Πλήθος	0	1	0	0	1
			% εντός του 7β	0,0%	100,0%	0,0%	0,0%	100,0%
			% εντός του 7γ	0,0%	100,0%	0,0%	0,0%	14,3%
			% στο σύνολο	0,0%	14,3%	0,0%	0,0%	14,3%
	Σύνολο		Πλήθος	4	1	1	1	7
			% εντός του 7β	57,1%	14,3%	14,3%	14,3%	100,0%
			% εντός του 7γ	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%
			% στο σύνολο	57,1%	14,3%	14,3%	14,3%	100,0%
Σύνολο	Επιλογή	1	Πλήθος	70	18	4	5	97
			% εντός του 7β	72,2%	18,6%	4,1%	5,2%	100,0%
			% εντός του 7γ	78,7%	58,1%	57,1%	100,0%	73,5%
			% στο σύνολο	53,0%	13,6%	3,0%	3,8%	73,5%
		2	Πλήθος	12	7	1	0	20
			% εντός του 7β	60,0%	35,0%	5,0%	0,0%	100,0%
			% εντός του 7γ	13,5%	22,6%	14,3%	0,0%	15,2%
			% στο σύνολο	9,1%	5,3%	0,8%	0,0%	15,2%
		3	Πλήθος	5	5	0	0	10
			% εντός του 7β	50,0%	50,0%	0,0%	0,0%	100,0%
			% εντός του 7γ	5,6%	16,1%	0,0%	0,0%	7,6%
			% στο σύνολο	3,8%	3,8%	0,0%	0,0%	7,6%
		4	Πλήθος	2	1	2	0	5
			% εντός του 7β	40,0%	20,0%	40,0%	0,0%	100,0%
			% εντός του 7γ	2,2%	3,2%	28,6%	0,0%	3,8%
			% στο σύνολο	1,5%	0,8%	1,5%	0,0%	3,8%
	Σύνολο		Πλήθος	89	31	7	5	132
			% εντός του 7β	67,4%	23,5%	5,3%	3,8%	100,0%
			% εντός του 7γ	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%
			% στο σύνολο	67,4%	23,5%	5,3%	3,8%	100,0%

9.8 Ερώτηση 8

Μια καλοκαιρινή μέρα αφήνουμε στο τραπέζι ένα κομμάτι πάγου (νερό σε στερεή μορφή). Μετά από μερικές ώρες το τραπέζι είναι εντελώς στεγνό.

α. Ποιες μεταβολές πιστεύετε ότι έγιναν;

i. Συμπύκνωση-Πήξη ii. Τήξη-Βρασμός

iii. Τήξη-Εξάτμιση iv. Πήξη-Τήξη

β. Πού νομίζετε ότι πήγε το νερό του πάγου;

.....

Στον παρακάτω πίνακα βλέπουμε τις απαντήσεις των μαθητών:

Πίνακας 24: Απαντήσεις 8α

		Συχνότητα	Σχετική Συχνότητα %	Σχ. Αθροιστική Συχνότητα %
Επιλογή	1	14	10.6	10.6
	2	10	7.6	18.2
	3	85	64.4	82.6
	4	23	17.4	100.0
	Σύνολο	132	100.0	

Οι μαθητές σε ποσοστό 64,4% αναγνώρισαν τις δύο μεταβολές του φαινομένου. Από τις σύντομες απαντήσεις των παιδιών στο δεύτερο ερώτημα, φαίνεται ότι έχουν κατανοήσει τις μετατροπές. Στις περισσότερες απαντήσεις οι μαθητές αναφέρουν: «ο πάγος λιώνει και γίνεται νερό και το νερό εξατμίζεται και πάει στον αέρα». Υπήρχαν όμως και απαντήσεις που συμφωνούσαν με την βιβλιογραφία. Σε αυτές οι μαθητές ανέφεραν ότι «το νερό του πάγου εξαφανίστηκε».

9.9 Ερώτηση 9

Μέσα σε ένα ποτήρι νερό προσθέτουμε μια κουταλιά αλάτι και ανακατεύουμε μέχρι το διάλυμα να γίνει διαυγές (διάφανο).

α. Αφού προσθέσαμε στο ποτήρι με το νερό το αλάτι έγινε

i. πιο ελαφρύ ii. πιο βαρύ iii. δεν άλλαξε βάρος

β. Σε ποιο ή ποια από τα αλάτι-νερό οφείλεται η γεύση του αλατόνερου; (Του ποτηριού όταν διαλύσαμε το αλάτι στο νερό)

i. σε κανένα ii. στο αλάτι iii. στο νερό iv. και στο αλάτι και στο νερό

γ. Πού νομίζετε ότι πήγε το αλάτι μετά την διάλυση του στο νερό;

.....

Στους παρακάτω πίνακες φαίνονται οι απαντήσεις των μαθητών.

Πίνακας 25: Απαντήσεις 9α

		Συχνότητα	Σχετική Συχνότητα %	Σχ. Αθροιστική Συχνότητα %
Επιλογή	1	19	14.4	14.4
	2	32	24.2	38.6
	3	81	61.4	100.0
	Σύνολο	132	100.0	

Πίνακας 26: Απαντήσεις 9β

		Συχνότητα	Σχετική Συχνότητα %	Σχ. Αθροιστική Συχνότητα %
Επιλογή	1	3	2.3	2.3
	2	68	51.5	54.2
	3	13	9.8	64.1
	4	47	35.6	100.0
	Σύνολο	131	99.2	
Αναπάντητα		1	.8	
Σύνολο		132	100.0	

Πίνακας 27: Συνδυασμός 9α-9β

			Επιλογή β				Σύνολο
			1	2	3	4	
Επιλογή α	1	Πλήθος	1	8	2	8	19
		% εντός του α	5.3%	42.1%	10.5%	42.1%	100.0%
		% εντός του β	33.3%	11.8%	15.4%	17.0%	14.5%
		% στο σύνολο	.8%	6.1%	1.5%	6.1%	14.5%
	2	Πλήθος	1	15	4	12	32
		% εντός του α	3.1%	46.9%	12.5%	37.5%	100.0%
		% εντός του β	33.3%	22.1%	30.8%	25.5%	24.4%
		% στο σύνολο	.8%	11.5%	3.1%	9.2%	24.4%
	3	Count	1	45	7	27	80
		% εντός του α	1.3%	56.3%	8.8%	33.8%	100.0%
		% εντός του β	33.3%	66.2%	53.8%	57.4%	61.1%
		% of Total	.8%	34.4%	5.3%	20.6%	61.1%
Σύνολη	Επιλογή	3	68	13	47	131	
	% εντός του α	2.3%	51.9%	9.9%	35.9%	100.0%	
	% εντός του β	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	
	% στο σύνολο	2.3%	51.9%	9.9%	35.9%	100.0%	

Βλέπουμε ότι οι μαθητές σε ποσοστό μόλις 24,2% απάντησαν ότι η προσθήκη αλατιού στο νερό προκαλεί αύξηση του βάρους του διαλύματος. Αντίθετα στο πολύ μεγάλο ποσοστό του 61,4% τα παιδιά θεωρούν ότι η προσθήκη του αλατιού στο νερό δεν προκαλεί καμία μεταβολή στο βάρος του διαλύματος.

Μόλις το 35,6% των μαθητών πιστεύει ότι η ιδιότητα της γεύσης του αλατόνερου οφείλεται και στα δύο συστατικά του διαλύματος. Αντίθετα 51,5% πιστεύουν ότι οφείλεται στο αλάτι. Από τον συνδυαστικό πίνακα βλέπουμε ότι μόλις 12 μαθητές (9,2% επί του συνόλου) θεώρησαν ότι το βάρος του διαλύματος αυξήθηκε και ότι την γεύση του διαλύματος την δίνουν και τα δύο συστατικά. Από την άλλη αρκετοί ήταν οι μαθητές (45 μαθητές, 34,4% επί του συνόλου), που θεώρησαν ότι το βάρος δεν άλλαξε και ότι την γεύση την δίνει μόνο το αλάτι.

Στο τρίτο ερώτημα οι μαθητές σε συντομία παρέθεσαν την γνώμη τους για το που πήγε το αλάτι μετά την διάλυση. Οι περισσότεροι μαθητές έδωσαν απαντήσεις της μορφής *«τα μόρια του αλατιού ενώθηκαν ή μπλέχτηκαν με τα μόρια του νερού»*, *«το αλάτι έγινε πολύ μικρά κομματάκια και χάθηκε μέσα στο νερό»*, ενώ λίγες ήταν οι απαντήσεις ότι *«το αλάτι πήγε στον πάτο του ποτηριού»*.

9.10 Ερώτηση 10

Μέσα σε ένα ποτήρι νερό προσθέτουμε μικρή ποσότητα κόκκινης νερομπογιάς και ανακατεύουμε μέχρι το διάλυμα να γίνει όλο κόκκινο, αλλά να είναι διαυγές (διάφανο).

α. Αφού προσθέσαμε στο ποτήρι με το νερό την νερομπογιά έγινε

i. πιο ελαφρύ ii. πιο βαρύ iii. δεν άλλαξε βάρος

β. Σε ποιο ή ποια από τα νερομπογιά-νερό οφείλεται το χρώμα στο τελικό ποτήρι; (όταν προσθέσαμε την νερομπογιά στο νερό)

i. σε κανένα ii. στην νερομπογιά

iii. στο νερό iv. και στην νερομπογιά και στο νερό

γ. Πού νομίζετε ότι πήγε η νερομπογιά μετά την διάλυση της στο νερό;

Οι απαντήσεις των μαθητών φαίνονται στους παρακάτω πίνακες:

Πίνακας 28: Απαντήσεις 10α

		Συχνότητα	Σχετική Συχνότητα %	Σχ. Αθροιστική Συχνότητα %
Επιλογή	1	18	13.6	13.6
	2	45	34.1	47.7
	3	69	52.3	100.0
	Σύνολο	132	100.0	

Πίνακας 29: Απαντήσεις 10β

		Συχνότητα	Σχετική Συχνότητα %	Σχ. Αθροιστική Συχνότητα %
Επιλογή	1	4	3.0	3.0
	2	80	60.6	63.6
	3	17	12.9	76.5
	4	31	23.5	100.0
	Σύνολο	132	100.0	

Πίνακας 30: Συνδυασμός 10α-10β

			Επιλογή β				Σύνολο
			1	2	3	4	
Επιλογή α	1	Πλήθος	1	8	4	5	18
		% εντός του α	5.6%	44.4%	22.2%	27.8%	100.0%
		% εντός του β	25.0%	10.0%	23.5%	16.1%	13.6%
		% στο σύνολο	.8%	6.1%	3.0%	3.8%	13.6%
	2	Πλήθος	3	28	2	12	45
		% εντός του α	6.7%	62.2%	4.4%	26.7%	100.0%
		% εντός του β	75.0%	35.0%	11.8%	38.7%	34.1%
		% στο σύνολο	2.3%	21.2%	1.5%	9.1%	34.1%
	3	Count	0	44	11	14	69
		% εντός του α	0.0%	63.8%	15.9%	20.3%	100.0%
		% εντός του β	0.0%	55.0%	64.7%	45.2%	52.3%
		% of Total	0.0%	33.3%	8.3%	10.6%	52.3%
Σύνολο	Επιλογή	4	80	17	31	132	
	% εντός του α	3.0%	60.6%	12.9%	23.5%	100.0%	
	% εντός του β	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	
	% στο σύνολο	3.0%	60.6%	12.9%	23.5%	100.0%	

Σε αυτήν την ερώτηση οι απαντήσεις που δείχνουν ότι οι μαθητές έχουν καταλάβει ότι η διάλυση της νερομπογιάς στο νερό αυξάνει το βάρος του διαλύματος είναι περισσότερες σε σχέση με τις αντίστοιχες απαντήσεις στην προηγούμενη ερώτηση. Το ποσοστό αυτό είναι το 34,1%. Παρόλα αυτά το ποσοστό των μαθητών που πιστεύουν ότι το βάρος του διαλύματος δεν μεταβλήθηκε συνεχίζει να είναι υψηλό (52,3%). Το πολύ υψηλό ποσοστό του 60,6% των μαθητών πιστεύουν ότι η ιδιότητα του χρώματος του διαλύματος οφείλεται μόνο από την νερομπογιά. Μόνο το 23,5% των μαθητών κατανοεί ότι το χρώμα οφείλεται και στον διαλύτη και στην διαλυμένη ουσία.

Από τον συνδυαστικό πίνακα 30 βλέπουμε ότι μόλις 12 μαθητές (9,1% επί του συνόλου) γνωρίζουν ότι το βάρος του διαλύματος αυξήθηκε και ότι οι ιδιότητές του οφείλονται και στον διαλύτη και στη διαλυμένη ουσία.

9.11 Ερώτηση 11

Μέσα σε ένα ποτήρι με μπλε οινόπνευμα προσθέτουμε μικρή ποσότητα κίτρινης μπογιάς και ανακατεύουμε μέχρι το διάλυμα να γίνει όλο πράσινο, αλλά να είναι διαυγές (διάφανο).

α. Αφού προσθέσαμε στο ποτήρι με το μπλε οινόπνευμα την κίτρινη μπογιά έγινε

i. πιο ελαφρύ ii. πιο βαρύ iii. δεν άλλαξε βάρος

β. Σε ποιο ή ποια από τα μπογιά-οινόπνευμα οφείλεται το χρώμα στο τελικό ποτήρι; (όταν προσθέσαμε την μπογιά στο οινόπνευμα)

i. σε κανένα ii. στην μπογιά

iii. στο οινόπνευμα iv. και στην μπογιά και στο οινόπνευμα

γ. Πού νομίζετε ότι πήγε η μπογιά μετά την διάλυση της στο οινόπνευμα;

.....

Οι απαντήσεις των μαθητών φαίνονται στους παρακάτω πίνακες:

Πίνακας 31: Απαντήσεις 11α

		Συχνότητα	Σχετική Συχνότητα %	Σχ. Αθροιστική Συχνότητα %
Επιλογή	1	20	15.2	15.2
	2	48	36.4	51.5
	3	64	48.5	100.0
	Σύνολο	132	100.0	

Πίνακας 32: Απαντήσεις 11β

		Συχνότητα	Σχετική Συχνότητα %	Σχ. Αθροιστική Συχνότητα %
Επιλογή	1	4	3.0	3.0
	2	26	19.7	22.7
	3	24	18.2	40.9
	4	78	59.1	100.0
	Σύνολο	132	100.0	

Πίνακας 33: Συνδυασμός 11α-11β

			Επιλογή β				Σύνολο
			1	2	3	4	
Επιλογή α	1	Πλήθος	0	4	7	9	20
		% εντός του α	0.0%	20.0%	35.0%	45.0%	100.0%
		% εντός του β	0.0%	15.4%	29.2%	11.5%	15.2%
	2	% στο σύνολο	0.0%	3.0%	5.3%	6.8%	15.2%
		Πλήθος	3	11	9	25	48
		% εντός του α	6.3%	22.9%	18.8%	52.1%	100.0%
	3	% εντός του β	75.0%	42.3%	37.5%	32.1%	36.4%
		% στο σύνολο	2.3%	8.3%	6.8%	18.9%	36.4%
		Count	1	11	8	44	64
Σύνολο		% εντός του α	1.6%	17.2%	12.5%	68.8%	100.0%
		% εντός του β	25.0%	42.3%	33.3%	56.4%	48.5%
		% of Total	.8%	8.3%	6.1%	33.3%	48.5%
		Επιλογή	4	26	24	78	132
		% εντός του α	3.0%	19.7%	18.2%	59.1%	100.0%
		% εντός του β	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%
		% στο σύνολο	3.0%	19.7%	18.2%	59.1%	100.0%

Το ποσοστό των απαντήσεων των παιδιών που δείχνουν ότι οι μαθητές αναγνωρίζουν ότι η διάλυση της νερομπογιάς στο οινόπνευμα προκαλεί αύξηση του βάρους του διαλύματος (36,4%) είναι μεγαλύτερο σε σχέση με τις αντίστοιχες απαντήσεις των δύο προηγούμενων απαντήσεων. Παρόλα αυτά το ποσοστό που απαντάει ότι το βάρος δεν μεταβάλλεται συνεχίζει να είναι μεγάλο (48,5%). Εδώ ωστόσο φαίνεται ότι οι μαθητές σε ποσοστό 59,1% αναγνωρίζουν ότι η ιδιότητα του χρώματος οφείλεται και στο διαλύτη και στη διαλυμένη ουσία.

9.12 Ερώτηση 12

Χαρακτηρίστε τα παρακάτω υλικά με **Σ** αν πιστεύετε ότι είναι στερεά, **Υ** αν πιστεύετε ότι είναι υγρά και **Α** αν πιστεύετε ότι είναι αέρια. Αν νομίζεται ότι δεν είναι τίποτα από τα παραπάνω βάλτε το γράμμα **Χ**. (τοποθετήστε το γράμμα μπροστά από τα υλικά)

Το περιεχόμενο ενός φουσκωμένου μπαλονιού	Γάλα	Γιαούρτι
Άμμος θάλασσας	Πούδρα	Καπνός
Μέλι	Μελάνι	Παγάκια
Ατμός	Χιόνι	Γόμα
Το περιεχόμενο στο "γκαζάκι του καφέ"	Πούπουλο	Χυμός

Οι απαντήσεις των μαθητών παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα.

Πίνακας 34: Απαντήσεις 12

		Στερεό	Υγρό	Αέριο	Τίποτα από όλα
Το περιεχόμενο ενός φουσκωμένου μπαλονιού	Συχνότητα	4	4	114	10
	Σχετική Συχνότητα	3%	3%	86,4%	7,6%
Άμμος θάλασσας	Συχνότητα	73	8	7	44
	Σχετική Συχνότητα	55.3%	6%	5,3%	33,4%
Μέλι	Συχνότητα	32	68	5	27
	Σχετική Συχνότητα	24,2%	51,5%	3,8%	20,5%
Ατμός	Συχνότητα	1	8	119	4
	Σχετική Συχνότητα	0,8%	6%	90,2%	3%
Το περιεχόμενο του "γκαζάκι του καφέ"	Συχνότητα	9	37	74	12
	Σχετική Συχνότητα	6,8%	28,8%	55,3%	9,1%
Γάλα	Συχνότητα	6	121	0	5
	Σχετική Συχνότητα	4,5%	91,7%	0%	3,8%
Πούδρα	Συχνότητα	35	6	34	57
	Σχετική Συχνότητα	26,5%	4,5%	25,8%	43,2%
Μελάνι	Συχνότητα	5	112	3	12
	Σχετική Συχνότητα	3,8%	84,8%	2,3%	9,1%
Χιόνι	Συχνότητα	67	33	9	23
	Σχετική Συχνότητα	50,8%	25%	6,8%	17,4%
Πούπουλο	Συχνότητα	85	2	11	34
	Σχετική Συχνότητα	64,4%	1,5%	8,3%	25,8%
Γιαούρτι	Συχνότητα	71	29	2	30
	Σχετική Συχνότητα	53,8%	22%	1,5%	22,7%
Καπνός	Συχνότητα	2	5	120	5
	Σχετική Συχνότητα	1,5%	3,8%	90,9%	3,8%
Παγάκι	Συχνότητα	102	23	1	6
	Σχετική Συχνότητα	77,3%	17,4%	0,8%	4,5%
Γόμα	Συχνότητα	114	5	1	12
	Σχετική Συχνότητα	86,4%	3,8%	0,8%	9%
Χυμός	Συχνότητα	3	123	3	3
	Σχετική Συχνότητα	2,3%	93,1%	2,3%	2,3%

Από τις παραπάνω απαντήσεις μπορούμε να αναφερθούμε σε κάποιες που παρουσιάζουν ένα μεγαλύτερο ενδιαφέρον. Το 44,7% των μαθητών δεν αναγνωρίζει την άμμο της θάλασσας ως στερεό, ενώ το 33,4% θεωρεί ότι δεν είναι ούτε υγρό, ούτε στερεό, ούτε αέριο. Ομοίως και στην πούδρα, οι μαθητές δυσκολεύονται να την κατατάξουν σε μια από τις καταστάσεις της ύλης και μόλις το 26,5% την αναγνωρίζουν ως στερεό. Ένα άλλο σημείο στο οποίο

πρέπει να αναφερθούμε είναι στο ότι οι μαθητές με μεγάλη ευκολία κατατάσσουν τα κολλοειδή αιωρήματα (που δεν τα έχουν διδαχθεί), όπως ο καπνός στα αέρια. Ακόμα και οι υδρατμοί που προφανώς, αφού φαίνονται, δεν είναι στο νερό στην αέρια κατάσταση, αλλά μια ενδιάμεση κατάσταση οι μαθητές με ευκολία και σε μεγάλα ποσοστά τον κατατάσσουν στα αέρια.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 10: ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Από τις απαντήσεις των μαθητών στις ερωτήσεις του ερωτηματολογίου μας, μπορούμε να βγάλουμε μερικά χρήσιμα συμπεράσματα τόσο για τις ιδέες των μαθητών αυτών για τις φυσικές καταστάσεις της ύλης και τις μετατροπές της, όσο και για την διάλυση ουσιών σε διαλύτες όπως το νερό.

Οι μαθητές φαίνεται να αναγνωρίζουν σχετικά εύκολα τα υλικά της καθημερινότητάς του και να κατατάσσουν με ευκολία σε υγρά, στερεά και αέρια. Ωστόσο φάνηκε ότι αντιμετωπίζουν πρόβλημα με υλικά όπως η πούδρα και η άμμος, κάτι που περιμέναμε όμως από την βιβλιογραφία. Σε μικρότερη ηλικία από αυτήν στην οποία έγινε η έρευνά μας, οι μαθητές θεωρούν ότι υλικά τα οποία μπορούν να «χύνονται» είναι υγρά. Στο μεγαλύτερο όμως ηλικιακά δείγμα μας, φαίνεται ότι οι μαθητές δεν θεωρούν τα υλικά αυτά ως υγρά, αλλά ούτε ως στερεά, μιας και μεγάλο ποσοστό δεν τα κατατάσσει πουθενά.

Στις μετατροπές της ύλης το μεγαλύτερο πρόβλημα φάνηκε να υπάρχει τις ερωτήσεις που αφορούσαν στην συμπύκνωση. Οι μαθητές δεν μπορούσαν να αναγνωρίσουν την μετατροπή του αέριου νερού σε υγρό, αλλά ούτε την προέλευση αυτού του νερού, παρ' όλο που το ποσοστό των μαθητών το οποίο καταλάβαινε ότι η μετατροπή γίνεται λόγω μείωσης της θερμοκρασία, ήταν υψηλό.

Ένα άλλο πρόβλημα που φαίνεται να αντιμετωπίζουν οι μαθητές είναι ότι δεν μπορούν να συνδέσουν μια μεταβολή μιας φυσικής κατάστασης με τη μεταβολή της πίεσης. Το ότι η αύξηση της πίεσης μετατρέπει το αέριο σε υγρό και το ανάποδο, δυσκολεύει τους μαθητές πολύ περισσότερο από ότι η μεταβολή της θερμοκρασίας.

Ιδιαίτερη αναφορά πρέπει να γίνει τις ιδέες των μαθητών για την διάλυση. Από τα αποτελέσματα της έρευνάς μας φάνηκε ότι τα παιδιά δυσκολεύονται πολύ να αντιληφθούν ότι η ιδιότητες ενός διαλύματος όπως το χρώμα και η γεύση οφείλονται τόσο στη διαλυμένη ουσία όσο και στον διαλύτη. Επιπλέον τα παιδιά δεν μπορούν να κάνουν σαφές στο μυαλό τους,

ότι η προσθήκη μιας ουσίας σε ένα διαλύτη αυξάνει την μάζα του διαλύματος. Ιδιαίτερα όταν η ουσία που προσθέτουμε στο νερό είναι πλήρως διαλυτή και άχρωμη, τα παιδιά θεωρούν ότι το βάρος του διαλύματος δεν άλλαξε. Αυτό διορθώνεται ως έναν βαθμό όταν η προστιθέμενη ουσία προκαλεί μεταβολή στο χρώμα του διαλύτη.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 11: ΜΙΑ ΔΙΔΑΚΤΙΚΗ ΠΡΟΤΑΣΗ

Σε αυτό το κεφάλαιο θα παρουσιάσουμε μια διδακτική πρόταση η οποία θα μπορεί να ενταχθεί τόσο στην Χημεία της Β' Γυμνασίου στην ενότητα των φυσικών καταστάσεων και των διαλυμάτων, όσο και στο νέο μάθημα της Α' Γυμνασίου «Η φυσική με πειράματα» στην ενότητα «οι αλλαγές κατάστασης του νερού».

Η διδακτική παρέμβαση που θα αφορά κυρίως στα σημεία που φάνηκε από την έρευνά μας ότι οι μαθητές έχουν τις σοβαρότερες παρανοήσεις, δηλαδή στην εξάτμιση-συμπύκνωση και στην διάλυση-διαλύματα. Προκειμένου να πραγματοποιηθεί μια έντονη γνωσιακή σύγκρουση με τις προϋπάρχουσες ιδέες ο μαθητής θα πειραματιστεί. Τα πειράματα θα είναι χαμηλών απαιτήσεων σε δεξιότητες για να είναι εύκολα εκτελέσιμα από όλους τους μαθητές.

Σχέδιο μαθήματος 1

Εξάτμιση – Συμπύκνωση

Διάρκεια: Δύο διδακτικές ώρες

Ορολογία: Φυσική κατάσταση, υγρό, αέριο, εξάτμιση, συμπύκνωση, υγροποίηση, θερμότητα, θερμοκρασία.

Διδακτικοί στόχοι

- Να αναφέρουν οι μαθητές ότι η εξάτμιση γίνεται από την επιφάνεια του υγρού και ότι είναι η αλλαγή της φυσικής κατάστασης του υγρού από την υγρή στην αέρια.
- Να διαπιστώσουν οι μαθητές ότι η εξάτμιση εξαρτάται από την επιφάνεια του υγρού, το είδος του υγρού και την θερμοκρασία του υγρού.
- Να αναφέρουν οι μαθητές τη συμπύκνωση (ή υγροποίηση) ως αλλαγή της φυσικής κατάστασης του αερίου σε υγρό.

- Να αναφέρουν οι μαθητές ότι κατά την συμπύκνωση (ή υγροποίηση) το αέριο αποβάλλει θερμότητα.

Υλικά και όργανα

- Νερό
- Παγάκια
- Σταγονόμετρο
- Οινόπνευμα
- Ποτήρι
- Χαρτόνι
- Ένα φωτιστικό γραφείου

Σενάριο

Χωρίζουμε τους μαθητές σε ομάδες των τριών ή τεσσάρων ατόμων και δίνεται σε κάθε μέλος της ομάδας ένα φύλλο εργασίας (ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙΙ). Σε κάθε ομάδα δίνουμε ένα σταγονόμετρο και δύο ποτήρια, ένα με νερό και ένα άλλο με οινόπνευμα. Οι μαθητές στάζουν πάνω στον πάγκο μια σταγόνα νερού και μια σταγόνα οιοπνεύματος ίσου περίπου όγκου και καταγράφουν στο φύλλο εργασίας τους το χρόνο που χρειάστηκε η σταγόνα να γίνει περίπου η μισή. Στην συνέχεια στάζουν δύο σταγόνες οιοπνεύματος διαφορετικού όγκου και καταγράφουν εκ νέου τον αντίστοιχο χρόνο. Στο τρίτο μέρος του πειράματος οι μαθητές στάζουν πάλι δύο ίδιου όγκου σταγόνες οιοπνεύματος μόνο που αυτή την φορά την μία την φωτίζουν με το φωτιστικό γραφείου και καταγράφουν το συμπέρασμα που εξάγουν. Ακολουθεί ένα τέταρτο πείραμα κατά το οποίο οι μαθητές στάζουν εκ νέου δύο ίσου όγκου σταγόνες οιοπνεύματος, η μια από οινόπνευμα σε θερμοκρασία δωματίου και η άλλη από οινόπνευμα που το έχουμε τοποθετήσει αρχικά σε παγόλουτρο. Οι μαθητές μετρούν τον χρόνο εξάτμισης και καταγράφουν τις παρατηρήσεις τους. Στο τελευταίο μέρος του πειράματος η κάθε ομάδα

τοποθετεί σε ένα ποτήρι πάγο και προσθέτει νερό. Κλείνει το ποτήρι με ένα χαρτόνι και παρατηρεί τι συμβαίνει στο εξωτερικό του ποτηριού και καταγράφει στο φύλλο εργασίας τις παρατηρήσεις. Οι μαθητές βλέπουν σταγόνες νερού στο εξωτερικό του ποτηριού χωρίς όμως να δουν το χαρτόνι βρεγμένο, γεγονός που τους οδηγεί στο συμπέρασμα ότι το νερό δεν προέρχεται από το εσωτερικό του ποτηριού αλλά από τον αέρα, εκκινώντας μία συζήτηση στην τάξη.

Σχέδιο μαθήματος 2

Διάλυση

Διάρκεια: Μία διδακτική ώρα

Ορολογία: Διάλυμα, διαλύτης, διαλυμένη ουσία, φυσικές ιδιότητες.

Διδακτικοί στόχοι

- Να αναφέρουν οι μαθητές τους ορισμούς του διαλύματος, του διαλύτη και της διαλυμένης ουσίας.
- Να διαπιστώσουν οι μαθητές ότι η μάζα του διαλύματος είναι το άθροισμα της μάζας του διαλύτη και της διαλυμένης ουσίας.
- Να διαπιστώσουν οι μαθητές ότι οι ιδιότητες ενός διαλύματος, όπως η γεύση και το χρώμα οφείλονται και στον διαλύτη και στην διαλυμένη ουσία.

Υλικά και όργανα

- Νερό
- Διαυγής χυμός φρούτων
- Αλάτι
- Ζάχαρη
- Ηλεκτρονικός ζυγός
- Ποτήρι

- Κουταλάκι

Σενάριο

Χωρίζουμε τους μαθητές σε ομάδες των τριών ή τεσσάρων ατόμων και δίνεται σε κάθε μέλος της ομάδας ένα φύλλο εργασίας (ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ IV). Κάθε ομάδα γεμίζει ένα ποτήρι με νερό, το ζυγίζει και καταγράφει την ένδειξη. Στη συνέχεια προσθέτουν μια κουταλιά αλάτι και αφού ανακατέψουν καλά για να διαλυθεί όλη η ποσότητα του αλατιού, κάνουν μια νέα ζύγιση και καταγράφουν το αποτέλεσμα. Στην συνέχεια ζητάμε από τους μαθητές να εξάγουν ένα συμπέρασμα. Στο δεύτερο κομμάτι του πειράματος οι μαθητές ρίχνουν σε ένα ποτήρι χυμό και τον δοκιμάζουν. Στη συνέχεια προσθέτουν μια κουταλιά ζάχαρης και ανακατεύουν ώσπου ο χυμός να ξαναγίνει διαυγής. Οι μαθητές δοκιμάζουν ξανά και καταγράφουν αν αναγνωρίζουν την γεύση του χυμού και την γεύση της ζάχαρης, ξεκινώντας με αυτόν τον τρόπο μια συζήτηση στην τάξη.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι

Ερωτηματολόγιο

1. Αν ανακινήσουμε το “γκαζάκι του καφέ”, καταλαβαίνουμε ότι στο εσωτερικό της φιάλης υπάρχει υγρό. Όταν όμως “ανοίγουμε” το γκαζάκι παρατηρούμε ότι βγαίνει αέριο.



α. Πώς θα χαρακτηρίζατε αυτή τη μεταβολή;

i. Βρασμό ii. Συμπύκνωση iii. Εξαέρωση iv. Τήξη

β. Η μεταβολή αυτή μπορεί να οφείλεται:

i. Στην αύξηση της θερμοκρασίας ii. Στην αύξηση της πίεσης
Στη μείωση της θερμοκρασίας iv. Στη μείωση της πίεσης

2. Μια ηλιόλουστη καλοκαιρινή μέρα απλώνουμε τα βρεγμένα ρούχα μας και μετά από λίγες ώρες παρατηρούμε ότι έχουν στεγνώσει.



α. Πώς θα χαρακτηρίζατε αυτή τη μεταβολή;

i. Συμπύκνωση ii. Εξάτμιση iii. Βρασμό iv. Πήξη

β. Η μεταβολή αυτή μπορεί να οφείλεται:

i. Στην αύξηση της θερμοκρασίας ii. Στην αύξηση της πίεσης
iii. Στη μείωση της θερμοκρασίας iv. Στη μείωση της πίεσης

3. Όταν βάζουμε νερό από την βρύση στις παγοθήκες και τις τοποθετούμε στην κατάψυξη του ψυγείου μας, μετά από κάποια ώρα έχουμε πάγο.

α. Πώς θα χαρακτηρίζατε αυτή τη μεταβολή;

- i. Πήξη ii. Τήξη iii. Εξάτμιση iv. Συμπύκνωση



β. Η μεταβολή αυτή μπορεί να οφείλεται:

- i. Στην αύξηση της θερμοκρασίας ii. Στην αύξηση της πίεσης
iii. Στη μείωση της θερμοκρασίας iv. Στη μείωση της πίεσης

4. Πάνω σε ένα τραπέζι τοποθετούμε ένα ποτήρι με νερό στο οποίο έχουμε προσθέσει αρκετή ποσότητα πάγου. Μετά από λίγη ώρα παρατηρούμε στην εξωτερική επιφάνεια του ποτηριού υπάρχει νερό!



α. Πώς βρέθηκε το νερό στην εξωτερική επιφάνεια του ποτηριού;

- i. Από την υγρασία που υπάρχει στον αέρα
ii. Από το νερό που βρίσκεται μέσα στο ποτήρι
iii. Από τα παγάκια που βρίσκονται μέσα στο ποτήρι
iv. Από το γυαλί του ποτηριού

β. Πώς θα χαρακτηρίζατε αυτή τη μεταβολή;

- i. Εξάτμιση ii. Συμπύκνωση iii. Τήξη iv. Πήξη

γ. Η μεταβολή αυτή μπορεί να οφείλεται:

- i. Στην αύξηση της θερμοκρασίας ii. Στην αύξηση της πίεσης
iii. Στη μείωση της θερμοκρασίας iv. Στη μείωση της πίεσης

5. Στην διπλανή εικόνα φαίνεται ένα πολύ μεγάλο κομμάτι πάγου το οποίο “αχνίζει”.



α. Πώς θα χαρακτηρίζατε αυτή τη μεταβολή;

i. Εξάχνωση ii. Εξάτμιση iii. Τήξη iv. Πήξη

β. Η μεταβολή αυτή μπορεί να οφείλεται:

i. Στην αύξηση της θερμοκρασίας ii. Στην αύξηση της πίεσης

iii. Στη μείωση της θερμοκρασίας iv. Στη μείωση της πίεσης

6. Όταν μαγειρεύουμε μακαρόνια παρατηρούμε ότι από την κατσαρόλα βγαίνει ατμός.



α. Πώς θα χαρακτηρίζατε αυτή τη μεταβολή;

i. Βρασμό ii. Τήξη iii. Συμπύκνωση iv. Πήξη

β. Η μεταβολή αυτή μπορεί να οφείλεται:

i. Στην αύξηση της θερμοκρασίας ii. Στην αύξηση της πίεσης

iii. Στη μείωση της θερμοκρασίας iv. Στη μείωση της πίεσης

7. Αν καπακώσουμε την παραπάνω κατσαρόλα με ένα διάφανο καπάκι, μετά από λίγο θα παρατηρήσουμε ότι στο καπάκι (στο εσωτερικό) υπάρχουν σταγόνες νερού.



α. Από πού πιστεύεται ότι προήλθε το νερό που βρέθηκε στο εσωτερικό του καπακιού;

- i. Από το διάφανο καπάκι
- ii. Από το υγρό νερό που βράζει μέσα στην κατσαρόλα
- iii. Από τους ατμούς του νερού που υπάρχουν μέσα στην κατσαρόλα
- iv. Από την υγρασία που υπάρχει στον αέρα έξω από την κατσαρόλα

β. Πώς θα χαρακτηρίζατε αυτή τη μεταβολή;

- i. Εξάτμιση
- ii. Συμπύκνωση
- iii. Τήξη
- iv. Πήξη

γ. Η μεταβολή αυτή μπορεί να οφείλεται:

- i. Στην αύξηση της θερμοκρασίας
- ii. Στην αύξηση της πίεσης
- iii. Στη μείωση της θερμοκρασίας
- iv. Στη μείωση της πίεσης

8. Μια καλοκαιρινή μέρα αφήνουμε στο τραπέζι ένα κομμάτι πάγου (νερό σε στερεή μορφή). Μετά από μερικές ώρες το τραπέζι είναι εντελώς στεγνό.

α. Ποιες μεταβολές πιστεύετε ότι έγιναν;

- i. Συμπύκνωση-Πήξη
- ii. Τήξη-Βρασμός
- iii. Τήξη-Εξάτμιση
- iv. Πήξη-Τήξη

β. Πού νομίζετε ότι πήγε το νερό του πάγου;

.....
.....

9. Μέσα σε ένα ποτήρι νερό προσθέτουμε μια κουταλιά αλάτι και ανακατεύουμε μέχρι το διάλυμα να γίνει διαυγές (διάφανο).

α. Αφού προσθέσαμε στο ποτήρι με το νερό το αλάτι έγινε

i. πιο ελαφρύ ii. πιο βαρύ iii. δεν άλλαξε βάρος

β. Σε ποιο ή ποια από τα αλάτι-νερό οφείλεται η γεύση του αλατόνευρου; (Του ποτηριού όταν διαλύσαμε το αλάτι στο νερό)

i. σε κανένα ii. στο αλάτι iii. στο νερό iv. και στο αλάτι και στο νερό

γ. Πού νομίζετε ότι πήγε το αλάτι μετά την διάλυση του στο νερό;

.....
.....

10. Μέσα σε ένα ποτήρι νερό προσθέτουμε μικρή ποσότητα κόκκινης νερομπογιάς και ανακατεύουμε μέχρι το διάλυμα να γίνει όλο κόκκινο, αλλά να είναι διαυγές (διάφανο).

α. Αφού προσθέσαμε στο ποτήρι με το νερό την νερομπογιά έγινε

i. πιο ελαφρύ ii. πιο βαρύ iii. δεν άλλαξε βάρος

β. Σε ποιο ή ποια από τα νερομπογιά-νερό οφείλεται το χρώμα στο τελικό ποτήρι; (όταν προσθέσαμε την νερομπογιά στο νερό)

- i. σε κανένα
- ii. στην νερομπογιά
- iii. στο νερό
- iv. και στην νερομπογιά και στο νερό

γ. Πού νομίζετε ότι πήγε η νερομπογιά μετά την διάλυση της στο νερό;

.....
.....

11. Μέσα σε ένα ποτήρι με μπλε οινόπνευμα προσθέτουμε μικρή ποσότητα κίτρινης μπογιάς και ανακατεύουμε μέχρι το διάλυμα να γίνει όλο πράσινο, αλλά να είναι διαυγές (διάφανο).

α. Αφού προσθέσαμε στο ποτήρι με το μπλε οινόπνευμα την κίτρινη μπογιά έγινε

- i. πιο ελαφρύ
- ii. πιο βαρύ
- iii. δεν άλλαξε βάρος

β. Σε ποιο ή ποια από τα μπογιά-οινόπνευμα οφείλεται το χρώμα στο τελικό ποτήρι; (όταν προσθέσαμε την μπογιά στο οινόπνευμα)

- i. σε κανένα
- ii. στην μπογιά
- iii. στο οινόπνευμα
- iv. και στην μπογιά και στο οινόπνευμα

γ. Πού νομίζετε ότι πήγε η μπογιά μετά την διάλυση της στο οινόπνευμα;

.....
.....

12. Χαρακτηρίστε τα παρακάτω υλικά με **Σ** αν πιστεύετε ότι είναι στερεά, **Υ** αν πιστεύετε ότι είναι υγρά και **Α** αν πιστεύετε ότι είναι αέρια. Αν νομίζεται ότι δεν είναι τίποτα από τα παραπάνω βάλτε το γράμμα **Χ**. (τοποθετήστε το γράμμα μπροστά από τα υλικά)

Το περιεχόμενο ενός φουσκωμένου μπαλονιού	Γάλα	Γιαούρτι
Άμμος θάλασσας	Πούδρα	Καπνός
Μέλι	Μελάνι	Παγάκια
Ατμός	Χιόνι	Γόμα
Το περιεχόμενο στο “γκαζάκι του καφέ”	Πούπουλο	Χυμός

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙ

Πιλοτικό Ερωτηματολόγιο

1. Χαρακτηρίστε τα παρακάτω υλικά με **Σ** αν πιστεύετε ότι είναι στερεά, **Υ** αν πιστεύετε ότι είναι υγρά και **Α** αν πιστεύετε ότι είναι αέρια. Αν νομίζεται ότι δεν είναι τίποτα από τα παραπάνω βάλτε το γράμμα **Χ**. (τοποθετήστε το γράμμα μπροστά από τα υλικά)

Το περιεχόμενο ενός φουσκωμένου μπαλονιού		Πέτρα		Γιαούρτι		Γάλα		Το περιεχόμενο ενός άδειου κουτιού
Άμμος θάλασσας		Πούδρα		Ξίδι		Καπνός		Αναψυκτικό
Μέλι		Μελάνι		Σκόνη πλυσίματος		Οινόπνευμα		Αίμα
Ατμός		Χιόνι		Γόμα		Χυμός		Παγάκια
Το περιεχόμενο στο “γκαζάκι του καφέ”		Πούπουλο		Ζεστό νερό		Τρίχα		Σάλιο

2. Αν ανακινήσουμε το “γκαζάκι του καφέ”, καταλαβαίνουμε ότι στο εσωτερικό της φιάλης υπάρχει υγρό. Όταν όμως “ανοίγουμε” το γκαζάκι παρατηρούμε ότι βγαίνει αέριο.



α. Πώς θα χαρακτηρίζατε αυτή τη μεταβολή;

i. Βρασμό ii. Συμπύκνωση iii. Εξαέρωση iv. Τήξη

β. Η μεταβολή αυτή μπορεί να οφείλεται:

- i. Στην αύξηση της θερμοκρασίας
- ii. Στην αύξηση της πίεσης
- iii. Στη μείωση της θερμοκρασίας
- iv. Στη μείωση της πίεσης

3. Μια ηλιόλουστη καλοκαιρινή μέρα απλώνουμε τα βρεγμένα ρούχα μας και μετά από λίγες ώρες παρατηρούμε ότι έχουν στεγνώσει.



α. Πώς θα χαρακτηρίζατε αυτή τη μεταβολή;

- i. Συμπύκνωση
- ii. Εξάτμιση
- iii. Βρασμό
- iv. Πήξη

β. Η μεταβολή αυτή μπορεί να οφείλεται:

- i. Στην αύξηση της θερμοκρασίας
- ii. Στην αύξηση της πίεσης
- iii. Στη μείωση της θερμοκρασίας
- iv. Στη μείωση της πίεσης

γ. Πού νομίζετε ότι πήγε το νερό από τα ρούχα;

.....
.....

4. Όταν βάζουμε νερό από την βρύση στις παγοθήκες και τις τοποθετούμε στην κατάψυξη του ψυγείου μας, μετά από κάποια ώρα έχουμε πάγο.



α. Πώς θα χαρακτηρίζατε αυτή τη μεταβολή;

- i. Πήξη ii. Τήξη iii. Εξάτμιση iv. Συμπύκνωση

β. Η μεταβολή αυτή μπορεί να οφείλεται:

- i. Στην αύξηση της θερμοκρασίας ii. Στην αύξηση της πίεσης
iii. Στη μείωση της θερμοκρασίας iv. Στη μείωση της πίεσης

5. Πάνω σε ένα τραπέζι τοποθετούμε ένα ποτήρι με νερό στο οποίο έχουμε προσθέσει αρκετή ποσότητα πάγου. Μετά από λίγη ώρα παρατηρούμε στην εξωτερική επιφάνεια του ποτηριού υπάρχει νερό!



α. Πώς βρέθηκε το νερό στην εξωτερική επιφάνεια του ποτηριού;

- i. Από την υγρασία που υπάρχει στον αέρα
ii. Από το νερό που βρίσκεται μέσα στο ποτήρι
iii. Από τα παγάκια που βρίσκονται μέσα στο ποτήρι
iv. Από το γυαλί του ποτηριού

β. Πώς θα χαρακτηρίζατε αυτή τη μεταβολή;

- i. Εξάτμιση ii. Συμπύκνωση iii. Τήξη iv. Πήξη

γ. Η μεταβολή αυτή μπορεί να οφείλεται:

- i. Στην αύξηση της θερμοκρασίας ii. Στην αύξηση της πίεσης
iii. Στη μείωση της θερμοκρασίας iv. Στη μείωση της πίεσης

6. Μία χειμωνιάτικη βροχερή μέρα, κοιτώντας από το παράθυρο του δωματίου μας παρατηρούμε ότι το τζάμι είναι θολωμένο και υγρό.



α. Πώς βρέθηκε η υγρασία (θόλωμα) στο τζάμι;

i. Από την υγρασία που υπάρχει στον αέρα του δωματίου

ii. Από το νερό της βροχής

iii. Από την υγρασία που υπάρχει έξω από το παράθυρο

iv. Από το γυαλί του παραθύρου

β. Πώς θα χαρακτηρίζατε αυτή τη μεταβολή;

i. Εξάτμιση ii. Συμπύκνωση iii. Τήξη iv. Πήξη

γ. Η μεταβολή αυτή μπορεί να οφείλεται:

i. Στην αύξηση της θερμοκρασίας

ii. Στην αύξηση της πίεσης

iii. Στη μείωση της θερμοκρασίας

iv. Στη μείωση της πίεσης

7. Στην διπλανή εικόνα φαίνεται ένα πολύ μεγάλο κομμάτι πάγου το οποίο “αχνίζει”.



α. Πώς θα χαρακτηρίζατε αυτή τη μεταβολή;

i. Εξάχνωση ii. Εξάτμιση iii. Τήξη iv. Πήξη

β. Η μεταβολή αυτή μπορεί να οφείλεται:

i. Στην αύξηση της θερμοκρασίας

ii. Στην αύξηση της πίεσης

iii. Στη μείωση της θερμοκρασίας

iv. Στη μείωση της πίεσης

8. Μια χιονισμένη μέρα φτιάχνουμε έναν χιονάνθρωπο. Μετά από λίγες ώρες όμως βγαίνει ήλιος και ο χιονάνθρωπος μας αρχίζει να λιώνει.



α. Πώς θα χαρακτηρίζατε αυτή τη μεταβολή;

i. Τήξη ii. Εξάτμιση iii. Εξάχνωση iv. Πήξη

β. Η μεταβολή αυτή μπορεί να οφείλεται:

i. Στην αύξηση της θερμοκρασίας

ii. Στην αύξηση της πίεσης

iii. Στη μείωση της θερμοκρασίας

iv. Στη μείωση της πίεσης

9. Όταν μαγειρεύουμε μακαρόνια παρατηρούμε ότι από την κατσαρόλα βγαίνει ατμός.



α. Πώς θα χαρακτηρίζατε αυτή τη μεταβολή;

i. Βρασμό ii. Τήξη iii. Συμπύκνωση iv. Πήξη

β. Η μεταβολή αυτή μπορεί να οφείλεται:

i. Στην αύξηση της θερμοκρασίας

ii. Στην αύξηση της πίεσης

iii. Στη μείωση της θερμοκρασίας

iv. Στη μείωση της πίεσης



10. Αν κατακώσουμε την παραπάνω καταρόλα με ένα διάφανο καπάκι, μετά από λίγο θα παρατηρήσουμε ότι στο καπάκι (στο εσωτερικό) υπάρχουν σταγόνες νερού.

α. Από πού πιστεύεται ότι προήλθε το νερό που βρέθηκε στο εσωτερικό του καπακιού;

i. Από το διάφανο καπάκι

ii. Από το υγρό νερό που βράζει μέσα στην καταρόλα

iii. Από τους ατμούς του νερού που υπάρχουν μέσα στην καταρόλα

iv. Από την υγρασία που υπάρχει στον αέρα έξω από την καταρόλα

β. Πώς θα χαρακτηρίζατε αυτή τη μεταβολή;

i. Εξάτμιση ii. Συμπύκνωση iii. Τήξη iv. Πήξη

γ. Η μεταβολή αυτή μπορεί να οφείλεται:

i. Στην αύξηση της θερμοκρασίας

ii. Στην αύξηση της πίεσης

iii. Στη μείωση της θερμοκρασίας

iv. Στη μείωση της πίεσης

11. Μια καλοκαιρινή μέρα αφήνουμε στο τραπέζι ένα κομμάτι πάγου (νερό σε στερεή μορφή). Μετά από μερικές ώρες το τραπέζι είναι εντελώς στεγνό.

α. Ποιες μεταβολές πιστεύετε ότι έγιναν;

i. Συμπύκνωση-Πήξη

ii. Τήξη-Βρασμός

iii. Τήξη-Εξάτμιση

iv. Πήξη-Τήξη

β. Πού νομίζετε ότι πήγε το νερό του πάγου;

.....
.....
12. Μέσα σε ένα ποτήρι νερό προσθέτουμε μια κουταλιά αλάτι και ανακατεύουμε μέχρι το διάλυμα να γίνει διαυγές.

α. Αφού προσθέσαμε στο ποτήρι με το νερό το αλάτι έγινε

i. πιο ελαφρύ ii. πιο βαρύ iii. δεν άλλαξε βάρος

β. Σε ποιο ή ποια από τα αλάτι-νερό οφείλεται η γεύση του αλατόνευρου; (Του ποτηριού όταν διαλύσαμε το αλάτι στο νερό)

i. σε κανένα ii. στο αλάτι iii. στο νερό iv. και στο αλάτι και στο νερό

γ. Πού νομίζετε ότι πήγε το αλάτι μετά την διάλυση του στο νερό;

.....
.....

13. Μέσα σε ένα ποτήρι νερό προσθέτουμε μικρή ποσότητα κόκκινης νερομπογιάς και ανακατεύουμε μέχρι το διάλυμα να γίνει όλο κόκκινο, αλλά να είναι διαυγές.

α. Αφού προσθέσαμε στο ποτήρι με το νερό την νερομπογιά έγινε

i. πιο ελαφρύ ii. πιο βαρύ iii. δεν άλλαξε βάρος

β. Σε ποιο ή ποια από τα νερομπογιά-νερό οφείλεται το χρώμα στο τελικό ποτήρι; (όταν προσθέσαμε την νερομπογιά στο νερό)

i. σε κανένα ii. στην νερομπογιά

iii. στο νερό

iv. και στην νερομπογιά και στο νερό

γ. Πού νομίζετε ότι πήγε η νερομπογιά μετά την διάλυση της στο νερό;

.....
.....

14. Μέσα σε ένα ποτήρι με μπλε οινόπνευμα προσθέτουμε μικρή ποσότητα κίτρινης μπογιάς και ανακατεύουμε μέχρι το διάλυμα να γίνει όλο πράσινο, αλλά να είναι διαυγές.

α. Αφού προσθέσαμε στο ποτήρι με το μπλε οινόπνευμα την κίτρινη μπογιά έγινε

i. πιο ελαφρύ

ii. πιο βαρύ

iii. δεν άλλαξε βάρος

β. Σε ποιο ή ποια από τα μπογιά-οινόπνευμα οφείλεται το χρώμα στο τελικό ποτήρι; (όταν προσθέσαμε την μπογιά στο οινόπνευμα)

i. σε κανένα

ii. στην μπογιά

iii. στο οινόπνευμα

iv. και στην μπογιά και στο οινόπνευμα

γ. Πού νομίζετε ότι πήγε η μπογιά μετά την διάλυση της στο οινόπνευμα;

.....
.....

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙΙ

Πείραμα 1^ο

Με το σταγονόμετρο σας στάξτε πάνω στον πάγκο δύο ίσες σταγόνες οινόπνεύματος και νερού. Μετρήστε τον χρόνο που χρειάζεται ώστε οι σταγόνες να μείνουν οι μισές.

Χρόνος οινόπνεύματος:

Χρόνος νερού:

Συμπέρασμα:

.....
.....

Πείραμα 2^ο

Με το σταγονόμετρο σας στάξτε πάνω στον πάγκο δύο διαφορετικού όγκου σταγόνες οινόπνεύματος σε θερμοκρασία δωματίου. Μετρήστε τον χρόνο που χρειάζεται ώστε οι σταγόνες να μείνουν οι μισές.

Χρόνος οινόπνεύματος (μικρή σταγόνα):

Χρόνος οινόπνεύματος (μεγάλη σταγόνα):

Συμπέρασμα:

.....
.....

Πείραμα 3^ο

Με το σταγονόμετρο σας στάξτε πάνω στον πάγκο δύο ίσες σταγόνες οινόπνεύματος. Με το φωτιστικό φωτίστε από κοντινή απόσταση την μία από τις δύο σταγόνες. Μετρήστε τον χρόνο που χρειάζεται ώστε οι σταγόνες να μείνουν οι μισές.

Χρόνος οινόπνεύματος που φωτίσαμε:

Χρόνος οινόπνεύματος:

Συμπέρασμα:

.....
.....

Πείραμα 4^ο

Με το σταγονόμετρο σας στάξτε πάνω στον πάγκο δύο ίσου όγκου σταγόνες, η μία από το κρύο οινόπνευμα και η άλλη από οινόπνευμα σε θερμοκρασία δωματίου. Μετρήστε τον χρόνο που χρειάζεται ώστε οι σταγόνες να μείνουν οι μισές.

Χρόνος οινόπνεύματος σε θερμοκρασία δωματίου:

Χρόνος κρύου οινόπνεύματος:

Συμπέρασμα:

.....
.....

Πείραμα 5^ο

Γεμίστε ένα ποτήρι με παγάκια και προσθέστε νερό. Σκεπάστε το ποτήρι με ένα κομμάτι χαρτόνι και παρατηρήστε το τι συμβαίνει στο εξωτερικό του ποτηριού.

Τι παρατηρείτε στο εξωτερικό του ποτηριού;

.....
.....

Το χαρτόνι με το οποίο σκεπάσατε το ποτήρι είναι βρεγμένο;

.....
.....

Συμπέρασμα:

.....
.....

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ IV

Πείραμα 1^ο

Προσθέστε σε ένα ποτήρι νερό και αφού ζυγίσετε το ποτήρι καταγράψτε την ζύγιση. Προσθέστε στο ποτήρι μια κουταλιά αλάτι και ανακατέψτε καλά. Ξαναζυγίστε το ποτήρι και καταγράψτε την

ζύγιση.

Ζύγιση ποτήρι – νερό:

Ζύγιση ποτήρι – νερό – αλάτι:

Συμπέρασμα:

.....
.....

Πείραμα 2^ο

Προσθέστε σε ένα ποτήρι χυμό και δοκιμάζουμε την γεύση του χυμού.
Προσθέτουμε μια κουταλιά ζάχαρη στο ποτήρι και ανακατεύουμε καλά.
Ξαναδοκιμάστε τον χυμό.

Αναγνωρίσατε την γεύση μόνο του χυμού, μόνο της ζάχαρης ή και των δύο;

.....

Συμπέρασμα:

.....
.....

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] Δ. Ψύλλος, Π. Κουμάρας, Π. Καριώτογλου, Επικοινωνιακή της γνώσης στην τάξη με συνέντευξη δάσκαλου και μαθητή, *Σύγχρονη Εκπαίδευση*, 1993, τεύχος 70, σελ. 34 - 42.
- [2] R. Driver, G. Erickson, Theories -in- action: some theoretical and empirical issues in the study of students' conceptual frameworks in Science, *Studies in Science Education*, 1983, 5, pp. 61-84.
- [3] L. Viennot, Spontaneous Reasoning in Elementary Dynamics, *Eur. J. Sci. Ed.*, 1979, 1(2), pp. 205-221.
- [4] J. K. Gilbert, R. J. Osborne, P.J. Fensham (1982). Children's Science and its consequence for teaching, *Science Education*, 1982, 66(4) 623-633.
- [5] Β. Κουλαϊδής, Β. (επιμέλεια), Αναπαραστάσεις του Φυσικού Κόσμου: Γνωστική, Επιστημολογική και Διδακτική Προσέγγιση. Σειρά: Ψυχολογία, Guttenberg, Αθήνα, 1994.
- [6] Β. Χατζηνικήτα, Β. Χρηστίδου, Πρακτικο-βιωματική γνώση μαθητών: γενικά χαρακτηριστικά, Στο Β. Κουλαϊδής (επιστ. υπευθ.), Διδακτική των Φυσικών Επιστημών, τόμος Α, Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο, Πάτρα, 2001, σελ. 153-188. ,
- [7] Δ. Κολιόπουλος, Β. Κουλαϊδής, Α. Τσατσαρώνη, Β. Χατζηνικήτα, Β. Χρηστίδου, Διδακτική των Φυσικών Επιστημών, τόμος Β, Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο, Πάτρα, 2001.
- [8] M. Skoumios, V. Hatzinikita, The role of cognitive conflict in science concept learning, *International Journal of Learning*, 2005, 12 (7), pp. 185-194.
- [9] Μ. Σκουμιός, Β. Χατζηνικήτα, Από το «σώμα» στο σύστημα «σώμα-περιβάλλον». Μια πρόταση για τη διδακτική επεξεργασία του εμποδίου που αφορά στη θερμοκρασία σωμάτων σε θερμική ισορροπία με το περιβάλλον. Στο: Δ. Κολιόπουλος & Α. Βαβουράκη (επιμ.), «Διδακτική Φυσικών επιστημών και Τεχνολογίας. Οι προκλήσεις του 21ου αιώνα», Ένωση για τη Διδακτική των Φυσικών Επιστημών (Ε.Δι.Φ.Ε.), 2004, Αθήνα, σελ. 15-25.

- [10] Μ. Σκουμιός, Β. Χατζηνικήτα, Μοντέλα μαθητών για θερμότητα, θερμοκρασία και θερμικά φαινόμενα, *Επιθεώρηση Φυσικής*, 2000, 31, σελ. 58-71.
- [11] R. Stavy, D. Stachel, Children's ideal about "solid" and "liquid", Israeli Science Teaching Centre, School of Education, Tel Aviv University, 1984.
- [12] B. L. Jones, P. P. Lynch, Children's understanding of the notions of solid and liquid in relation to some common substances, *International Journal of Science Education*, 1989, 11(4): pp. 417-27.
- [13] B. Jones. "How solid is a solid: does it matter?", *Research in Science Education*, 1984, 14: pp. 104-13.
- [14] A. Brook, R. Driver, in collaboration with D. Hind. Progression in science: the development of pupils' understanding of physical characteristics of air across the age 5-16 years, Center for Studies in Science and Mathematics Education, University of Leeds, 1989.
- [15] C. J. F. Mas, J. H. Perez, H. Harris, *Parallels between adolescents' conceptions of gases and the history of chemistry*, *Journal of Chemistry Education*, 1987, 64(7), pp. 616-618.
- [16] R. Stavy, "Children's conception of gas", *International Journal of Science Education*, 1988, 10(5), pp. 552-60
- [17] L. Leboutet-Barrell, Concepts of mechanics among young people, *Physics Education*, 1976, 20, pp. 462-465
- [18] Π. Κόκκοτας, Σύγχρονες προσεγγίσεις στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών. Η εποικοδομητική προσέγγιση της διδασκαλίας και της μάθησης, Αθήνα, 1988.
- [19] R. Stavy., Acquisition of conservation of matter, Paper presented at the Second Conference on Misconceptions, Cornell University Ithaca, N.Y., July 1987.
- [20] J. Nussbaum, The particulate nature of matter in the gaseous phase, in R. Driver, E. Guesne, And A. Tiberghien, (eds), *Children's Ideas in Science*, Open University Press, Milton Keynes, 1985, pp. 124-44.

- [21] V. Bar, A. S. Travis, Children's views concerning phase changes, *Journal of Research in Science Teaching*, 1991, 28(4), pp. 363-82.
- [22] M. Cosgrove, R. Osborne, Physical change, LISP Working Paper 26, Science Education Research Unit, University of Waikato, Hamilton, New Zealand, 1980.
- [23] V. Bar, The development of the conception of evaporation, The Amos de Shalit Science Teaching Centre, The Hebrew University of Jerusalem, Israel, 1986.
- [24] B. Andersson, Some aspects of children's understanding of boiling point, in Archenhold, W.F. Driver, R., Orton, A. and Wood-Robinson, C. (eds), *Cognitive Development Research in Science and Mathematics*, 1980, Proceedings of an International Seminar, University of Leeds, 17-21 September 1979.
- [25] R. J. Osborne, M. M. Cosgrove, Children's conceptions of the changers of states of water, *Journal of Research in Science Teaching*, 1983, 20(9), pp. 825-838.
- [26] B. Holding, Investigation of schoolchildren's understanding of the process of dissolving with special reference to the conservation of matter and the development of atomistic ideas, Ph.D. Thesis, University of Leeds, 1987.
- [27] M. Methuet, E. Saltiel, A. Tiberghien, Pupils' (11-12-year-old) conceptions of combustion, *European Journal of Science Education*, 1985, 7(1), pp. 83-93.
- [28] Α. Πλακίτση, Α. Κοντογιάννη, Ε. Σπυράτου, Β. Μανώλη, Μελέτη Περιβάλλοντος Α' Δημοτικού, Οργανισμός Εκδόσεων Διδακτικών Βιβλίων, Αθήνα, 2000, σελ. 144-145
- [29] Α. Δημοπούλου, Τ. Ζόμπλος, Ε. Μπαμπίλα, Κ. Σκαναβή, Α. Φραντζή, Μ. Χατζημιχαήλ, Μελέτη Περιβάλλοντος Β' Δημοτικού, Οργανισμός Εκδόσεων Διδακτικών Βιβλίων, Αθήνα, 2000, σελ. 106-107.
- [30] Π. Κόκκοτας, Δ. Αλεξόπουλος, Α. Μαλαμίτσα, Γ. Μαντάς, Μ. Παλαμαρά, Π. Παναγιωτάκη, Π. Πήλιουρας, Μελέτη Περιβάλλοντος Δ' Δημοτικού, Οργανισμός Εκδόσεων Διδακτικών Βιβλίων, Αθήνα, 2001, σελ. 113-132.

- [31] Ε. Αποστολάκης, Ε. Παναγοπούλου, Σ. Σάββας, Ν. Τσαγλιώτης, Β. Μακρή, Γ. Πανταζής, Κ. Πετρέα, Σ. Σωτηρίου, Β. Τόλιας, Α. Τσαγκογέωργα, “Φυσικά” Ε' Δημοτικού Ερευνώ και Ανακαλύπτω, Οργανισμός Εκδόσεων Διδακτικών Βιβλίων, Αθήνα, 2000, σελ. 12-13.
- [32] Γ. Ανδρουλάκης, Ντ. Κακάρη, Β. Μουσούρη, Μέθοδοι συλλογής δεδομένων ερωτηματολόγιο, συνέντευξη, παρατήρηση [online] Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο, 1998, Ανάκτηση από: <http://www.eap.gr> [Accessed 22 Φεβρουαρίου 2012]
- [33] Ε. Γ. Δημητρόπουλος, Εισαγωγή στη μεθοδολογία της επιστημονικής έρευνας, 1994, εκδόσεις Έλλην, Αθήνα.
- [34] Γ. Ζαφειρίου, Μέθοδοι έρευνας στη Βιβλιοθηκονομία, Διδακτικές σημειώσεις, Σίνδος, Α.Τ.Ε.Ι. Θεσσαλονίκης, 2002, σελ. 32.
- [35] Ι. Ν. Παρασκευόπουλος, Μεθοδολογία Επιστημονικής Έρευνας, Αθήνα, 1993.
- [36] Κ. Ρόντος, Ε. Παπάνης, Οι τεχνικές του καλού ερωτηματολόγιου, Αθήνα: Εκδόσεις Σιδέρη, 2007.
- [37] C. Javeau, Η έρευνα με ερωτηματολόγιο: το εγχειρίδιο του καλού ερευνητή, εκδόσεις Τυπωθήτω, Αθήνα, 1996, σελ. 138.
- [38] Χ. Κ. Δαμιανού, Μεθοδολογία Δειγματοληψίας, εκδόσεις Αίθρα, Αθήνα, 2000, .
- [39] Γ. Παπαδημητρίου, Περιγραφική Στατιστική, εκδόσεις Παρατηρητής, Θεσσαλονίκη, 2001, σελ. 47-65.
- [40] T. M., Haladyna, S. M., Downing, M. C., Rodriguez. A Review of Multiple-Choice Item-Writing Guidelines for Classroom Assessment. *Applied Measurement in Education*. 2002, Vol. 15, pp. 309 — 334.
- [41] B. Frey *et al.*, Item-writing rules: Collective wisdom. *Teaching and Teacher Education*. 2005, Vol. 21, pp. 357–364.
- [42] M., Rodriguez. Three Options Are Optimal for Multiple-Choice Items: A Meta-Analysis of 80 Years of Research. *Educational Measurement: Issues and Practice*. 2005, Vol. Summer, pp. 3-13.