

**ΚΑΡΙΩΤΟΓΛΟΥ ΠΕΤΡΟΣ, ΚΟΥΜΑΡΑΣ ΠΑΝΑΓΙΩΤΗΣ,
ΨΥΛΛΟΣ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ**

Παιδαγωγικό Τμήμα Δ.Ε., Α.Π.Θ.εσσαλονίκης

Η ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΧΑΡΤΗ ΙΔΕΩΝ ΤΩΝ ΜΑΘΗΤΩΝ & Η ΧΡΗΣΗ ΤΟΥ ΣΤΟ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟ ΔΙΔΑΚΤΙΚΩΝ ΠΑΡΕΜΒΑΣΕΩΝ: Η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΤΩΝ ΡΕΥΣΤΩΝ

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στην εργασία αυτή επικεντρωνόμαστε στην καταγραφή και ταξινόμηση των ιδεών των μαθητών (ι.μ) για τις φυσικές έννοιες, τις σχέσεις των εννοιών και τα φαινόμενα που αφορούν τα ρευστά και την πίεση. Τα αποτελέσματα των ερευνών που αφορούν τις ιδέες των μαθητών 10-15 ετών, γι' αυτό το γνωστικό χώρο (Bidulph & Osborne 1984, Engel & Driver 1985, Sere 1985, Stuy & Stachel 1985, Καριώτογλου 1991, Καριώτογλου & Ψύλλος 1991, Kariotoglou & Psillos 1993, Kariotoglou et al 1993) μπορούν να συνοψιστούν στα εξής: Οι περισσότεροι μαθητές/τριες κατατάσσουν σωστά τα σώματα στις τρεις φυσικές καταστάσεις της ύλης, αν και δεν γνωρίζουν τα όρια κάθε κατάστασης, καθώς και τη διάκριση μεταξύ των. Πολλοί μαθητές συγχέουν την πίεση με την πιεστική δύναμη που προκαλεί, αποδίδοντας στην πρώτη χαρακτηριστικά της δεύτερης, ενώ αναγνωρίζουν τη σχέση πίεσης και βάθους σε ευθείες ερωτήσεις και απλό περιβάλλον. Ορισμένοι μαθητές/τριες δεν αντιλαμβάνονται τη μετάδοση πιέσεων μέσω υγρών, ενώ από τους υπόλοιπους, μόνον μερικοί μπορούν να εφαρμόσουν σωστά την αρχή Pascal. Τέλος, πολλοί μαθητές δεν αναγνωρίζουν τους παράγοντες που επηρεάζουν την άνωση, ή ακόμη και αν γνωρίζουν το σχετικό τύπο, δεν μπορούν να τον εφαρμόσουν. Αν και τα παραπάνω ευρήματα συνεισφέρουν σημαντικά στην καταγραφή των ιδεών των μαθητών λείπει μια ολοκληρωμένη διερεύνηση η οποία θα επιτρέψει τη συσχέτιση των επί μέρους ιδεών στη περιοχή των ρευστών.

Η αποτύπωση μιας γνωστικής περιοχής μπορεί να γίνει με τη μορφή ενός χάρτη εννοιών, σχέσεων και φαινομένων της περιοχής αυτής (Novak 1987). Αντί της γνωστικής περιοχής, είναι δυνατόν, ο χάρτης να αποτυπώνει τη γνωστική δομή των μαθητών/τριών, οπότε ονομάζεται χάρτης ιδεών (XI) (Nussbaum 1985). Ο XI αποτυπώνει τις ιδέες των μαθητών/τριών, που αφορούν τις βασικές έννοιες, νόμους, θεωρίες και φαινόμενα μιας γνωστικής περιοχής. Οι ιδέες συνδέονται με δεσμούς-γραμμές, ή/και με δεσμούς φράσεις μεταξύ των, με αποτέλεσμα ένα συνοπτικό και συνεκτικό εννοιολογικό δίκτυο. Ένα σημαντικό ερώτημα είναι ποιο μαθητή/τρια ή ομάδα μαθητών/τριών αντιπροσωπεύει ο XI. Στην περίπτωση

μας θα λέγαμε ότι αφορά ένα υποθετικό μαθητή/τρια, με την έννοια ότι περιλαμβάνει τις συχνότερα συναντώμενες ιδέες των μαθητών/τριών, που μπορεί να είναι δύο ή και τρεις σε ορισμένες περιπτώσεις, ακόμη και αντιφατικές, όπως θα φανεί στο τέλος του άρθρου. Δεν περιλαμβάνει όμως λιγότερο συχνές, σχεδόν μεμονωμένες, απόψεις.

Ο ΧΙ μπορεί να έχει διαγνωστικό ή διδακτικό χαρακτήρα. Στην πρώτη περίπτωση, σε σχέση με την απλή καταγραφή των ιδεών των μαθητών/τριών, έχει το πλεονέκτημα, ότι παρουσιάζει εποπτικά τη γνωστική δομή τους στην υπό μελέτη περιοχή. Δηλ. παρουσιάζει τόσο τα στοιχεία της δομής, που εδώ είναι οι ι.μ. για τις έννοιες και τις σχέσεις των μεγεθών μεταξύ τους, όσο και τον τρόπο σύνδεσης μεταξύ των στοιχείων της δομής, όπως θα φανεί στη συνέχεια. Το γεγονός αυτό είναι ιδιαίτερα σημαντικό σήμερα που φαίνεται να εγκαταλείπονται οι παραδοσιακές μέθοδοι διδασκαλίας, οι οποίες συνήθως κατατείνουν στην εκμάθηση ενός μάλλον δύσχορηστου σώματος γνώσεων, ενώ το ενδιαφέρον σήμερα είναι για μια πιο δημιουργική γνώση, για την κατανόηση της Φύσης και την επίλυση απλών προβλημάτων (Ψύλλος κ.α. 1993). Αυτό, μεταξύ των άλλων, σημαίνει ότι επιπλέον των στοιχείων της γνώσης ενδιαφερόμαστε και για τον τρόπο σύνδεσής της, δηλ. για τη γνωστική δομή των μαθητών/τριών.

Όταν ο ΧΙ έχει διδακτικό προσανατολισμό, μπορεί να έχει μια ιεραρχική δομή, η οποία δεν συναντάται στην περίπτωση της αποτύπωσης μιας γνωστικής περιοχής.

Στην πρώτη περίπτωση ο ΧΙ μπορεί επιπλέον να χρησιμοποιηθεί για την ταυτοποίηση των εννοιών που προαπαιτείται να κατανοηθούν πριν την εισαγωγή νέων, ενώ μπορεί να μας καθοδηγήσει στις ευκολότερες έννοιες από τις οποίες μπορούμε να αρχίσουμε τη διδασκαλία. Οι ΧΙ έχουν χρησιμοποιηθεί ως διδακτικά μαθησιακά εργαλεία που οδηγούν σε μάθηση μέσα από κατανόηση. Αν και υπάρχει σημαντικός αριθμός ερευνών, οι οποίες εμφανίζουν ιδιαίτερα θετικά μαθησιακά αποτελέσματα, τα συμπεράσματά τους δεν είναι γενικεύσιμα, επειδή ο προσανατολισμός των ερευνών αυτών ήταν στη δημιουργία σχετικού παραδείγματος (paradigm) (Roth 1994).

Η έρευνα για τους ΧΙ έχει κύρια αφετηρία τη ψυχολογική προσέγγιση του Ausubel που βρίσκεται πολύ κοντά στην εποικοδομητική υπόθεση στη διδασκαλία και τη μάθηση (Novak 1987). Με την έννοια αυτή η ανάπτυξη ΧΙ των μαθητών/τριών, σε ορισμένη γνωστική περιοχή, μπορεί να αποδειχθεί ιδιαίτερα χρήσιμη στο σχεδιασμό διδακτικών παρεμβάσεων, για την τροποποίηση της γνωστικής δομής σε άλλη που να είναι πιο κοντά στην επιστημονική, στα πλαίσια της εποικοδομητικής προσέγγισης της διδασκαλίας (Ψύλλος κ.α. 1993). Στη συνέχεια της εργασίας αυτής θα επιχειρήσουμε την καταγραφή και ταξινόμηση

των ι.μ. για τα ρευστά και την πίεση σε ένα δίκτυο εννοιών, σχέσεων και σωμάτων, με τη μορφή ενός ΧΙ (concept map), σε μια προσπάθεια να απεικονίσουμε πιο ολοκληρωμένα τη γνωστική δομή των μαθητών σ' αυτή τη περιοχή.

2. Ο ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΤΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ

Σε συμφωνία με προηγούμενες έρευνες (Stuvy & Stachel 1985, Engel & Driver 1985) παρατηρήσεις μας στην τάξη και ημιδομημένες συνεντεύξεις έδειξαν ότι οι μαθητές/τριες, αν και κατατάσσουν σωστά τα σώματα στις καταστάσεις της ύλης, δεν διαθέτουν κριτήρια διάκρισης των φυσικών καταστάσεων της ύλης ή αυτά που διαθέτουν απέχουν των επιστημονικών, ενώ ταυτόχρονα χρησιμοποιούν την έννοια της πίεσης με τέτοια χαρακτηριστικά, ώστε να μοιάζει περισσότερο ως δύναμη. Οι συνεντεύξεις μας έδωσαν τη δυνατότητα να εμβαθύνουμε στις αντιλήψεις των μαθητών και να σχεδιάσουμε ένα γραπτό ερωτηματολόγιο, το οποίο διακινήσαμε σε εκτεταμένο δείγμα σ' όλη τη χώρα.

Τα έργα που χρησιμοποιήθηκαν για την καταγραφή των ι.μ. φαίνονται στο ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι και είναι συνολικά δεκαπέντε (15), ομαδοποιημένα σε πέντε κατηγορίες. Η πρώτη (Κ: 1, 2, 3, 4) περιλαμβάνει τέσσερα έργα που καταγράφουν τις ι.μ. σε σχέση με τις φυσικές καταστάσεις της ύλης. Με το πρώτο έργο (Κ: 1) επιδιώκουμε την καταγραφή των ι.μ. για την έννοια του ρευστού, ενώ με το δεύτερο (Κ: 2) επιδιώκουμε την καταγραφή των ι.μ. για τις διαφορές μεταξύ στερεών και ρευστών. Αυτό επειδή οι πρώτες διερευνητικές τεχνικές έδειξαν ότι πολλοί μαθητές/τριες δεν αναγνωρίζουν τα ρευστά ως ενοποιητική κατηγορία υγρών και αερίων, αλλά πιθανά ως τέταρτη φυσική κατάσταση. Στα δύο επόμενα έργα (Κ: 3, 4) ζητούμε τις διαφορές μεταξύ υγρών και αερίων και ορισμένες ιδιότητες των τριών καταστάσεων της ύλης και των ρευστών, σε μια προσπάθεια να καταγράψουμε τα κριτήρια ορισμού των φυσικών καταστάσεων, αλλά και τα κριτήρια διάκρισης των φυσικών καταστάσεων μεταξύ τους. Επικεντρώνουμε την προσοχή μας στις ι.μ. για τα ρευστά, επειδή με αυτά είναι συνυφασμένη η έννοια της πίεσης στη Φυσική, ενώ για τα στερεά έχει άλλο νόημα π.χ. ως τάση (Καριώτογλου 1991).

Η δεύτερη κατηγορία (Π: 5, 6, 7, 8) περιλαμβάνει έργα που εξετάζουν τις ι.μ. σε σχέση με την πίεση και την εξάρτησή της από το βάθος, τη φύση του υγρού και την κατεύθυνση. Το πρώτο έργο της κατηγορίας αυτής (Π5) εξετάζει έμμεσα τη σχέση πίεσης και βάθους, ενώ το δεύτερο (Π6) τη ζητάει άμεσα, αλλά προβάλλει ένα παράγοντα (ποσότητα/εμβαδόν) που ενώ δεν επηρεάζει την πίεση, ξέρουμε ότι ωθεί τους μαθητές να δώσουν απάντηση λαμβάνοντας υπόψη τους αυτόν τον παράγοντα (Κουμαράς κ.α. 1994). Το τρίτο έργο (Π7) ζητάει έμμεσα τη σχέση

πίεσης και κατεύθυνσης (αν η πίεση έχει κατεύθυνση), ενώ το τέταρτο (Π8) ευθέως τη σχέση πίεσης και φύσης υγρού ή πυκνότητας.

Η τρίτη κατηγορία (Μ: 9, 10, 11) εξετάζει τη μετάδοση πιέσεων μέσω υγρών και ζητά από τους μαθητές/τριες να εφαρμόσουν την αρχή Pascal, για να απαντήσουν τα συγκεκριμένα ερωτήματα. Αυτό γιατί υπήρχαν ενδείξεις παρανοήσεων στην εφαρμογή της αρχής. Τα έργα Μ: 9 και Μ: 11 είναι ποσοτικά, το πρώτο ζητά την εφαρμογή της Α. Pascal σε τρία σημεία, ενώ το δεύτερο την εφαρμογή της αρχής του υδραυλικού πιεστηρίου, που στηρίζεται στην προηγούμενη. Το έργο Μ: 10 είναι περισσότερο ποιοτικό, αλλά μπορεί να ερμηνευθεί και με την αρχή των συγκοινωνούντων δοχείων, που είναι και ευκολότερη. Επιδιώκαμε να διερευνήσουμε αν οι μαθητές/τριες θα χρησιμοποιήσουν τη μία ή την άλλη διαδικασία στην πρόβλεψη σχετικών έργων.

Η τέταρτη κατηγορία (Φ: 12, 13) ζητά την ερμηνεία φαινομένων με τη χρήση της έννοιας της ατμοσφαιρικής πίεσης, σε δύο πολύ συνηθισμένα φαινόμενα, πόση πορτοκαλάδα με καλαμάκι και λειτουργία της σύριγγας. Θέλαμε να εξετάσουμε αν οι μαθητές θεωρούν ή όχι την πίεση (ή τη διαφορά πίεσης) υπεύθυνη για την κίνηση του υγρού.

Τέλος στην πέμπτη κατηγορία (Α: 14, 15) τα δύο έργα εξετάζουν άμεσα τους παράγοντες που επηρεάζουν την άνωση, δηλ. τον όγκο του εκτοπιζόμενου υγρού και τη φύση του (ή την πυκνότητά του). Αυτό γιατί πολλές έρευνες έδειχναν ότι οι μαθητές/τριες δεν τους λαμβάνουν υπόψη τους στην πρόβλεψη και ερμηνεία φυσικών φαινομένων. Ταυτόχρονα υπήρχαν ενδείξεις ότι οι μαθητές/τριες επηρεάζονται μάλλον από τα αντιληπτά χαρακτηριστικά του έργου, παρά εξετάζουν την επίδραση των παραγόντων που εισηγείται το θεωρητικό μοντέλο της Φυσικής.

Για την υλοποίηση της έρευνας που περιγράφουμε εξετάσαμε γραπτώς 339 μαθητές/τριες της Β' Γυμνασίου, ΜΕΤΑ τη διδασκαλία της Μηχανικής των ρευστών, προερχόμενους από 11 τμήματα σχολείων με διαφορετική κοινωνικοοικονομική κατάσταση γονέων: πέντε (5) από την Αθήνα, τέσσερα (4) από τη Θεσσαλονίκη και δύο (2) από επαρχιακά σχολεία (Θεσ/νίκης και Λάρισας). Τα έργα του ερωτηματολογίου φαίνονται στο ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι.

3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ-ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Στο κεφάλαιο αυτό του άρθρου μας θα παρουσιάσουμε τα αποτελέσματα της επισκόπησης των ι.μ. για τα ρευστά και την πίεση με τον εξής τρόπο: Σε κάθε κατηγορία έργων καταγράφονται με μορφή Πίνακα οι απαντήσεις των ερωτημάτων. Σε κάθε ανοιχτό ερώτημα (1, 2, 3, 9, 12, 13) δίνεται πρώτη (και σημειώνεται με αστερίσκο) η απάντηση που είναι επιστημονικά αποδεκτή ή βρίσκεται πολύ

κοντά στην επιστημονική, καθώς και η εναλλακτική άποψη που εμφανίζει τη μεγαλύτερη συχνότητα. Όλες οι υπόλοιπες εναλλακτικές απαντήσεις μπαίνουν σε μία κατηγορία "διάφορες" απαντήσεις για να φαίνεται η συχνότητα εμφάνισής τους (αφού υπάρχουν και κενά). Στην περίπτωση των κλειστών ερωτήσεων, με δύο ή τρεις επιλογές (4, 5, 6, 8, 10, 11, 14, 15), υπάρχουν όλες οι δυνατές απαντήσεις. Στο ερώτημα 7 αναφέρονται η επιστημονική, η συχνότερη εναλλακτική και όλες οι άλλες μαζί. Στα ερωτήματα 5-11 αναφέρεται και δεύτερο ποσοστό (π.χ. 67/57), το οποίο αντιστοιχεί στις συγκεκριμένες αιτιολογήσεις των μαθητών/τριών, σωστές ή λανθασμένες. Η διαφορά των ποσοστών δείχνει τους μαθητές/τριες που απλώς επιλέγουν μία από τις δυνατές απαντήσεις, χωρίς αιτιολογία. Στο Ερώτημα 4 περιλαμβάνονται μόνον οι σωστές απαντήσεις και τα ποσοστά %. Οι εναλλακτικές είναι οι αντίθετες των προηγούμενων και τα ποσοστά % είναι τα υπόλοιπα των σωστών, ενώ υπάρχουν και ελάχιστα χωρίς απάντηση. Το Ν-Ο στα ρευστά σημαίνει ότι ορισμένα από αυτά (αέρια) συμπεριφέρονται, ενώ τα υπόλοιπα (υγρά) όχι.

Για κάθε κατηγορία έργων δίνεται το ποσοστό % των μαθητών/τριών που υιοθετούν κάθε εναλλακτική απάντηση, γίνεται συζήτηση των αποτελεσμάτων κατά κατηγορία, ενώ αναφέρονται χαρακτηριστικές απαντήσεις, σωστές ή εναλλακτικές ορισμένων ερωτήσεων. Η απάντηση "Κενά" των πινάκων περιέχει το ποσοστό των μαθητών/τριών που δεν απάντησαν στην αντίστοιχη ερώτηση. Τα έργα φαίνονται στο ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι.

3.1. Φυσικές καταστάσεις της ύλης

Από τις απαντήσεις και τα ποσοστά των μαθητών/τριών που τις υιοθετούν (ΠΙΝΑΚΑΣ Ι) μπορούμε να παρατηρήσουμε ότι αν και οι μαθητές θεωρούν σωστά ότι τα ρευστά σώματα: ρέουν/κυλούν/αλλάζουν σχήμα σε σχετικά ψηλά ποσοστά, λιγότεροι από τους μισούς τα διακρίνουν από τα στερεά. Αυτό εκ πρώτης όψεως φαίνεται ως αντίφαση, που μπορεί να εξηγηθεί αν θεωρήσουμε την ετυμολογία της λέξεως "ρευστά", η οποία οδηγεί και σε σωστό ορισμό (ρέουν, κυλούν). Οι μαθητές/τριες δεν φαίνεται να χρησιμοποιούν κριτήρια διάκρισης ή ομοιότητας μεταξύ των καταστάσεων της ύλης παρόμοια με τα επιστημονικά, που στην περίπτωση αυτή είναι μακροσκοπικές ιδιότητες π.χ. μεταξύ υγρών και αερίων, η σταθερότητα ή αλλαγή του όγκου αντίστοιχα. Αντίθετα προτιμούν χαρακτηριστικά που είναι περισσότερο αντιληπτά (βρίσκονται στη γη) ή σχετίζονται με συνήθειες δραστηριότητες (πιάνονται), τα οποία όμως στερούνται γενικότητας. Η δυσκολία στη διάκριση/συσχέτιση των δύο φυσικών καταστάσεων φαίνεται και από το μεγάλο αριθμό αυτών που δεν δίνουν απάντηση (35-46%). Τέλος οι μισοί περίπου μαθητές θεωρούν ότι τα υγρά είναι συμπεστικά, ενώ τα

αέρια δεν έχουν βάρος. Το πρώτο μπορεί να εξηγείται επειδή πολλοί μαθητές/τριες συγχέουν τα υγρά με τα αέρια ή τον όγκο με το σχήμα των σωμάτων (Smith et al 1985), ενώ το δεύτερο ίσως οφείλεται σε υπεργενίκευση της άποψης ότι τα αέρια είναι πολύ ελαφρά, γι αυτό (όπως ο καπνός) ανεβαίνουν "προς τα πάνω".

ΠΙΝΑΚΕΣ ΑΠΑΝΤΗΣΕΩΝ

ΠΙΝΑΚΑΣ Ι: Απαντήσεις μαθητών/τριών στις φυσικές καταστάσεις της ύλης, ποσοστά %

ΕΡΩΤΗΣΗ	α/α	ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ ΜΑΘΗΤΩΝ/ΤΡΙΩΝ	%
K: 1	1η*	Τα σώματα που αλλάζουν σχήμα/ρέουν/ τα υγρά και τα αέρια	69
	2η	Αλλάζουν όγκο / συμπιέζονται / μεταβάλλονται / αλλάζουν κατάσταση	8
	3η	Διάφορες	12
	4η	Κενά	11
K: 2	1η*	Τα ρευστά ρέουν ή και αλλάζουν σχήμα, τα στερεά όχι	40
	2η	Τα ρευστά αλλάζουν όγκο/συμπιέζονται, τα στερεά όχι	11
	3η	Διάφορες	39
	4η	Κενά	20
K: 3α	1η*	Μοιάζουν γιατί αλλάζουν σχήμα / ρέουν / ισχύει Α. Pascal	20
	2η	Μετακινούνται/μεταβάλλονται/αλλάζουν κατάσταση	5
	3η	Διάφορες	31
	4η	Κενά	46
K: 3β	1η*	Αέρια συμπιέζονται/μεταβάλλουν τον όγκο τους, ενώ τα υγρά όχι	35
	2η	Τα υγρά πιάνονται / φαίνονται / ακουμπάνται / αισθητοποιούνται / βρέσκονται στη γη, τα αέρια όχι	13
	3η	Διάφορες	17
	4η	Κενά	35

	ΙΔ.	ΣΤΕΡΕΑ	ΥΓΡΑ	ΑΕΡΙΑ	ΠΕΥΣΤΑ
K: 4	1η*	ΝΑΙ , 98	ΝΑΙ , 92	ΝΑΙ , 54	ΝΑΙ , 78
	2η*	ΟΧΙ , 81	ΝΑΙ , 83	ΝΑΙ , 78	ΝΑΙ , 86
	3η*	ΟΧΙ , 76	ΟΧΙ , 38	ΝΑΙ , 76	N-O , 10
	4η*	-----	ΝΑΙ , 91	ΝΑΙ , 84	ΝΑΙ , 74
	5η*	-----	ΝΑΙ , 78	ΝΑΙ , 83	ΝΑΙ , 87

3.2. Πίεση των υγρών

Στον Πίνακα II φαίνονται τα ποσοστά των απαντήσεων των μαθητών/τριών στα έργα της πίεσης των υγρών, καθώς και οι απαντήσεις. Σε παρένθεση βρίσκονται τα ποσοστά των μαθητών/τριών που έχουν συγκεκριμένη αιτιολόγηση, όχι κατ'ανάγκη αποδεκτή. Π.χ. "... θα μπει ορμητικότερα από την κάτω τρύπα, γιατί είναι πιο βαθιά και έχει πιο μεγάλη πίεση..." (Π: 5 [1η απάντηση]), "... μεγαλύτερη πίεση στο στενό δοχείο, γιατί το νερό είναι πιο συμπυκνωμένο ..." (Π: 6, [3η απάντηση]), "... διαφορετική (πίεση) γιατί αλλάζει το υγρό ..." (Π: 8 [1η απάντηση]). Το υπόλοιπο ποσοστό επιλέγει απλώς μία απάντηση χωρίς όμως και να τη δικαιολογεί.

ΠΙΝΑΚΑΣ II: Απαντήσεις μαθητών/τριών στην πίεση των υγρών, ποσοστά %

ΕΡΩΤΗΣΗ	α/α	ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ ΜΑΘΗΤΩΝ/ΤΡΙΩΝ	%
Π:5	1η*	Το νερό θα μπει ορμητικότερα στην κάτω τρύπα	67/55
	2η	Το νερό θα μπει ορμητικότερα στην πάνω τρύπα	19/19
	3η	Το νερό θα μπει το ίδιο ορμητικά και στις δύο τρύπες	4/2
	4η	Κενά	10
Π: 6	1η*	Η πίεση στους δύο πυθμένες είναι ίδια	35/25
	2η	Η πίεση σ' ένα σημείο του φαρδίου πυθμένα είναι μεγαλύτερη αυτής στο στενό	31/29
	3η	Η πίεση σ' ένα σημείο του στενού πυθμένα είναι μεγαλύτερη αυτής του φαρδίου	22/19
	4η	Κενά	12

Π: 7	1η*	Η πίεση σ' ένα σημείο του πλαϊνού παραθύρου είναι 12 atm.	67/60
	2η	Η πίεση είναι 0 atm	5/3
	3η	Διάφορες	7/2
	4η	Κενά	21
Π: 8	1η*	Η πίεση που επικρατεί σ' ένα σημείο των πυθμένων των δύο δοχείων είναι διαφορετική	81/73
	2η	Η πίεση που επικρατεί σ' ένα σημείο των δύο πυθμένων είναι ίδια.	7/4
	3η	Κενά	12

Παρατηρούμε ότι σε ποσοστά 67-81% απαντούν με τρόπο που προσεγγίζει τον επιστημονικό, αν και σε μικρότερα ποσοστά, 55-73%, έχουν και ανάλογη αιτιολόγηση. Δηλ. φαίνεται να αναγνωρίζουν την εξάρτηση της πίεσης από το βάθος και τη φύση του υγρού, ή την ανεξαρτησία από τον προσανατολισμό της επιφάνειας, σε σχετικά απλό περιβάλλον. Αντίθετα σε πιο σύνθετο περιβάλλον (έργο Π: 6) οι σωστές απαντήσεις πέφτουν σημαντικά κάτω από το 50%, ενώ εμφανίζονται εναλλακτικές απαντήσεις σε σημαντικά ποσοστά. Τέτοιες είναι η εξάρτηση της πίεσης από την ποσότητα του υγρού ή το εμβαδόν της επιφάνειας [31 (29)%] και η άποψη του συμπιεστού υγρού [22 (19)%]. Η πρώτη, σε συνδυασμό και με εκφράσεις του είδους: "...η πίεση που δέχεται/ασκείται..." ή "...η πίεση σ' αυτή την επιφάνεια...", που έχουμε καταγράψει στην τάξη και σε συνεντεύξεις, αναδεικνύει τη σύγχυση μεταξύ πίεσης και δύναμης, δημιουργώντας ένα μοντέλο σκέψης των μαθητών/τριών που έχουμε ονομάσει "μοντέλο πιεσοδύναμης". Η δεύτερη είναι πιο κοντά στην άποψη που έχουμε ονομάσει "μοντέλο συνωστισμού πλήθους", γιατί πολλοί μαθητές/τριες παρομοιάζουν την κατάσταση του νερού στο στενό δοχείο με αυτή των μαθητών που συνωθούνται στην πόρτα της αίθουσας, όταν χτυπάει το κουδούνι (Kariotoglou & Psillos 1993).

3.3. Μετάδοση πιέσεων

Όπως φαίνεται από τον Πίνακα ΙΙΙ, λιγότεροι από τους μισούς μαθητές απαντούν σωστά και περίπου ο ένας στους τρεις εφαρμόζει σωστά την αρχή Pascal, τουλάχιστον για τα δύο πρώτα ερωτήματα. Στο τρίτο οι απαντήσεις είναι λιγότερο σωστές. Αναπαύσσονται μάλιστα και ορισμένες ενδιαφέρουσες εναλλακτικές απόψεις, όπως η 2η απάντηση στο Μ: 10: "...περισσότερο (ανεβαίνει) στο στενό, γιατί θα πάει η ίδια ποσότητα νερού, άρα στο στενό ανεβαίνει ψηλότερα...".

Οι μαθητές/τριες που ακολουθούν την άποψη αυτή εφαρμόζουν, συνήθως άρρητα, την αρχή διατήρησης του όγκου, που ισχύει για τα υγρά, αλλά για μετάγγιση υγρών. Στην περίπτωση αυτή όμως μεταδίδεται ίδια πίεση άρα φθάνουν στο ίδιο ύψος, αλλιώς δεν θα ισορροπούσε το υγρό, αφού θα επικρατούσε διαφορά πίεσης.

ΠΙΝΑΚΑΣ III: Απαντήσεις των μαθητών/τριών στη μετάδοση πιέσεων, ποσοστά %

ΕΡΩΤΗΣΗ	α/α	ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ ΜΑΘΗΤΩΝ/ΤΡΙΩΝ	%
M: 9	1η*	Το M1 θα δείξει 5 και το M3 θα δείξει 11 μονάδες πίεσης	45/38
	2η	Το M1 θα δείξει 3 και το M3 = 12	9/9
	3η	Διάφορες	13/13
	4η	Κενά	31
M: 10	1η*	Θα ανέβουν και οι δύο στο ίδιο ύψος	48/32
	2η	Στο στενότερο θ' ανέβει ψηλότερα	28/20
	3η	Στο φαρδύτερο θ' ανέβει ψηλότερα	4/4
	4η	Κενά	20
M: 11	1η*	Θα πρέπει να ασκήσει δύναμη 500 Kp	28/12
	2η	Θα πρέπει να ασκήσει δύναμη 1 Kp	26/22
	3η	Θα πρέπει να ασκήσει δύναμη λίγο μεγαλύτερη από 1 Kp	23/11
	4η	Κενά	23

Μια άλλη ενδιαφέρουσα εναλλακτική αντίληψη είναι η 2η και 3η απάντηση του ερωτήματος M: 11, "... 1 Kp (θα βάλει) γιατί τόσο θέλει να σηκώσει ...", ή "... λίγο μεγαλύτερη από 1 Kp, γιατί, αν θέλεις να σηκώσεις 1Kp βάζεις λίγο περισσότερο...". Και οι δύο τύποι απαντήσεων θεωρούν μετάδοση ίσων δυνάμεων και όχι πιέσεων, όπως προβλέπει η A. Pascal, θεωρούν δηλ. το υδραυλικό πιεστήριο ως ζυγό. Η τελευταία περίπτωση, διατήρηση δύναμης αντί πίεσης, πιθανόν να είναι άλλη μία ένδειξη της επικάλυψης της πίεσης από τη δύναμη, όπως έχουμε ήδη αναφέρει. Εντύπωση τέλος προκαλούν τα ιδιαίτερα υψηλά ποσοστά που δεν έχουν καμία απάντηση (20-31%), υψηλότερα του συνήθους, γεγονός το οποίο πιθανόν ερμηνεύεται από τη δυσκολία που συναντούν οι μαθητές/τριες στην εφαρμογή της A. Pascal.

3.4. Ατμοσφαιρική Πίεση

Από τον Πίνακα IV παρατηρούμε ότι δεν υπάρχουν πρακτικά σωστές ερμηνείες των φαινομένων αυτών, αν και ο κανόνας "... διαφορά πίεσης προκαλεί κίνηση ρευστού..." περιέχεται στο σχολικό εγχειρίδιο (Ζενάκος κ.α. 1982) και συνήθως διδάσκεται στα σχολεία. Αντίθετα χρησιμοποιούνται εναλλακτικές απαντήσεις, που τα ερμηνεύουν με τη χρήση μιας πίεσης (συμπεριλαμβανομένης της ατμοσφαιρικής) ή μιας δύναμης ή τέλος με την επίκληση της έννοιας του κενού. Π.χ. "... όταν ρουφάμε βγάζουμε τον αέρα από μέσα, δημιουργείται κενό και η πορτοκαλάδα ανεβαίνει ..." και "... ασκούμε μια πίεση που απορροφάει το νερό μέσα ...".

ΠΙΝΑΚΑΣ IV: Απαντήσεις μαθητών/τριών για την ατμοσφαιρική πίεση, ποσοστά %.

ΕΡΩΤΗΣΗ	α/α	ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ ΜΑΘΗΤΩΝ/ΤΡΙΩΝ	%
Φ: 12	1η*	Ερμηνεία με όρους ΔΙΑΦΟΡΑΣ ΠΙΕΣΗΣ, μέσα και έξω από καλαμάκι	2
	2η	Ερμηνείες με τη χρήση του όρου ΚΕΝΟ	38
	3η	Διάφορες	36
	4η	Κενά	24
Φ: 13	1η*	Ερμηνεία με όρους ΔΙΑΦΟΡΑΣ ΠΙΕΣΗΣ, μέσα και έξω από τη σύριγγα	0
	2η	Ερμηνείες με τη χρήση του όρου ΚΕΝΟ	37
	3η	Διάφορες	41
	4η	Κενά	22

3.5. Άνωση

Από τον Πίνακα V παρατηρούμε ότι μικρός αριθμός μαθητών/τριών απαντάει σωστά, 18-33% και μάλιστα χρησιμοποιεί τους παράγοντες: όγκο, φύση υγρού. Οι περισσότεροι, 44-59%, προβλέπουν λανθασμένα τη σχέση των ανώσεων, χρησιμοποιώντας παράγοντες από το άμεσο και αντιληπτό περιβάλλον τους. Για παράδειγμα, "... μεγαλύτερη του Α, γιατί είναι πιο έξω..." (Α: 14) ή "... μεγαλύτερη του Α, γιατί είναι πιο πάνω ..." (Α: 15).

ΠΙΝΑΚΑΣ V: Απαντήσεις μαθητών /τριών στην Άνωση, ποσοστά %

ΕΡΩΤΗΣΗ	α/α	ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ ΜΑΘΗΤΩΝ /ΤΡΙΩΝ	%
A: 14	1η*	Άνωση Α μικρότερη αυτής του Β γιατί εκτοπίζει περισσότερο νερό/όγκο	18
	2η	Άνωση Α είναι μεγαλύτερη αυτής του Β, γιατί είναι ψηλότερα	59
	3η	Άνωση είναι ίση και στα δύο (με λανθασμένες αιτιολογήσεις)	18
	4η	Κενά	5
A: 15	1η*	Οι ανώσεις είναι ίσες, γιατί τα σώματα είναι όμοια και έχουν το ίδιο βάρος, άρα και άνωση	33
	2η	Η Άνωση του Α είναι μεγαλύτερη του Β γιατί είναι πιο έξω/πιο πάνω	44
	3η	Η Άνωση Α είναι μικρότερη του Β (διάφορες λανθασμένες ερμηνείες).	19
	4η	Κενά	4

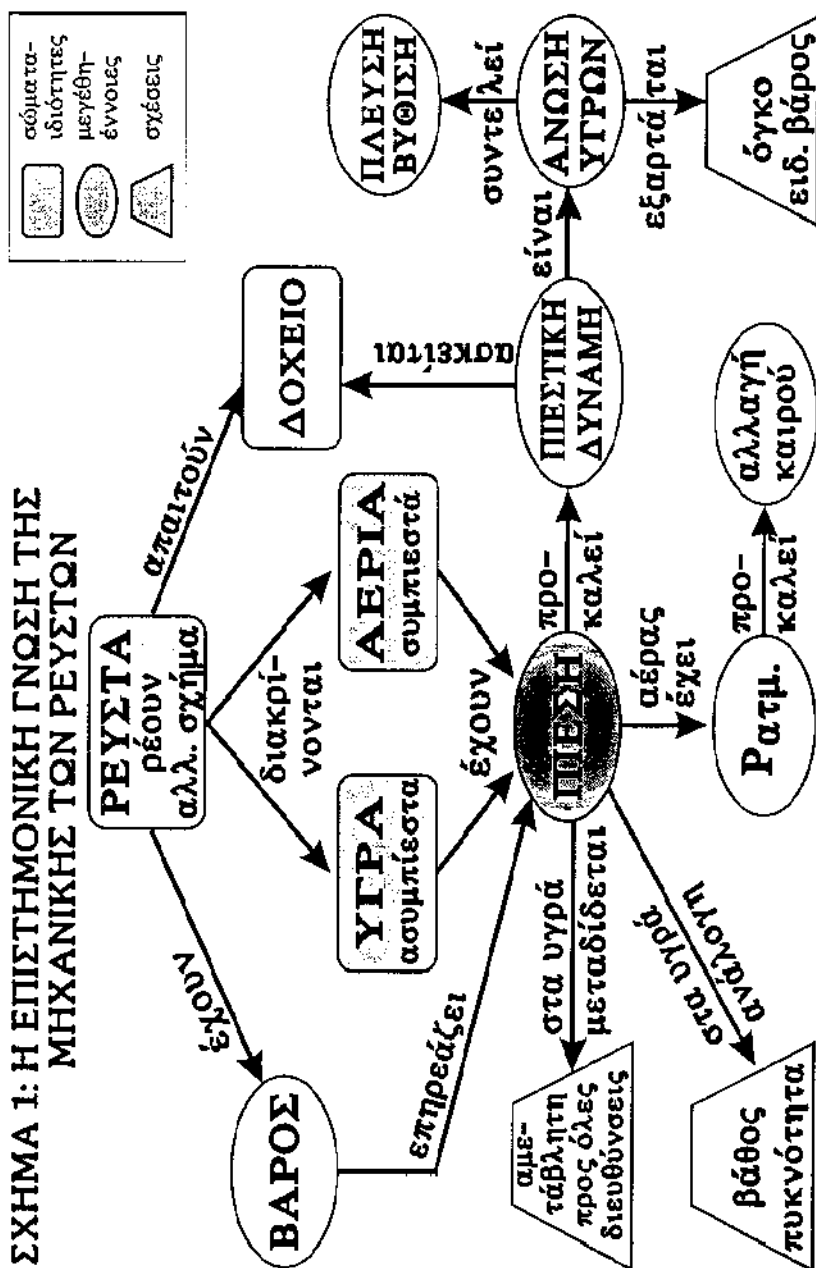
* Με αστεράκι δηλώνεται η επιστημονικά σωστή ή η θεωρούμενη ως σωστή απάντηση

4. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ - ΔΙΔΑΚΤΙΚΕΣ ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

Αναπτύσσουμε τους δύο XI, τον επιστημονικό (Σχήμα 1) και αυτό των μαθητών/τριών (Σχήμα 2) ως εξής: Χρησιμοποιούμε τρία σχήματα: ορθογώνια, κύκλους και τραπέζια για να παραστήσουμε υλικά σώματα (και ορισμένες φορές ιδιότητες), έννοιες ή/και φυσικά μεγέθη των σωμάτων και σχέσεις μεταξύ των μεγεθών αντίστοιχα. Οι συνεχείς γραμμές δηλώνουν αν για τη Φυσική ή/και την πλειοψηφία των μαθητών υφίσταται ή όχι η συγκεκριμένη σχέση ή ιδιότητα, ενώ η διακεκομμένη γραμμή, συνοδευόμενη από την έκφραση Ν(αι)-Ο(χι) δηλώνει ότι για ορισμένους μαθητές/τριες υφίσταται η σχέση για άλλους όχι.

Για να συγκρίνουμε τους δύο XI πρέπει να τους αναπτύξουμε. Στο Σχήμα 1 φαίνεται ο επιστημονικός χάρτης εννοιών, κατάλληλα μετασχηματισμένος για να διδαχθεί σε μαθητές/τριες ηλικίας 13-14 ετών (Kariotoglou et al 1990, Ψύλλος κ.α. 1993). Θα επιχειρήσουμε να τον διαβάσουμε σύντομα από τη σκοπιά του ειδικού: Ρευστά λέγονται τα σώματα που ρέουν ή αλλάζουν σχήμα, γι αυτό απαιτούν δοχείο, ενώ έχουν βάρος. Διακρίνονται σε υγρά, που είναι ασυμπίεστα και αέρια που συμπιέζονται. Τα υγρά σε κάθε σημείο τους έχουν πίεση που είναι ανάλογη του βάθους και της πυκνότητας του υγρού, ενώ μεταδίδεται αμετάβλητη

ΣΧΗΜΑ 1: Η ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΗ ΓΝΩΣΗ ΤΗΣ
ΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΤΩΝ ΡΕΥΣΤΩΝ



ΣΧΗΜΑ 1

προς όλες τις κατευθύνσεις. Τα αέρια έχουν πίεση που για τον ατμοσφαιρικό αέρα λέγεται ατμοσφαιρική πίεση και οι μεταβολές της επηρεάζουν τις αλλαγές καιρού σ' ένα τόπο. Η πίεση προκαλεί πιεστική δύναμη σε κάθε στερεό σε επαφή με το ρευστό, άρα και στα τοιχώματα των δοχείων που περιέχονται. Συνισταμένη πιεστικών δυνάμεων είναι και η Άνωση που για τα υγρά εξαρτάται από τον όγκο του εκτοπιζομένου υγρού και το ειδικό του βάρος, ενώ συντελεί στην πλευσση των σωμάτων.

Με παρόμοια σύμβολα και περιλαμβάνοντας όλες τις απαντήσεις των μαθητών/τριών, που δεν είναι μεμονωμένες αναπτύξαμε τον XI των μαθητών/τριών (Σχήμα 2). Στις κλειστές ερωτήσεις λάβαμε υπόψη μας τις αιτιολογήσεις για τη δημιουργία του XI, γιατί αυτές περιγράφουν τον τρόπο σκέψης των μαθητών/τριών, ενώ η απλή προτίμηση μας εκ των δυνατών επιλογών μπορεί να είναι και τυχαία. Θα επιχειρήσουμε να διαβάσουμε τον XI, όπως ένας μαθητής/τρια που αντιπροσωπεύει την πλειοψηφία των συμμαθητών/τριών του/ίης, με αφετηρία τις φυσικές καταστάσεις της ύλης και την έννοια της πίεσης ή πιεσοδύναμης για ορισμένους. Έτσι: Τα υγρά σώματα έχουν βάρος, μεταβάλλουν το σχήμα τους, για ορισμένους τον όγκο τους (για άλλους όχι) και έχουν πίεση (ως ιδιότητα) ή ασκούν πιεσοδύναμη (ως αλληλεπίδραση). Τα αέρια ή ο αέρας που τα αντιπροσωπεύει δεν έχουν σταθερό σχήμα και όγκο, ενώ για ορισμένους δεν έχουν βάρος (για άλλους έχουν). Επίσης έχουν πίεση ως ιδιότητα ή ασκούν πιεσοδύναμη ως αλληλεπίδραση στα περιβάλλοντα σώματα, ενώ κινούνται για να καλύψουν το KENO. Τέλος τα στερεά σώματα έχουν βάρος, σταθερό σχήμα και όγκο. Η πίεση σχετίζεται με το βάθος και τη φύση του υγρού, για ορισμένους μεταδίδεται αμετάβλητη, ενώ για άλλους μεταδίδεται αμετάβλητη η δύναμη ή ο όγκος του υγρού. Η πίεση σχετίζεται με την άνωση, η οποία είναι τόσο μεγαλύτερη όσο πιο πάνω είναι το σώμα στο υγρό, αν και για λιγότερους μαθητές/τριες αυξάνει με το βυθισμένο όγκο στο υγρό.

Συγκρίνοντας τους δύο XI (Σχήματα 1&2) παρατηρούμε ότι υπάρχουν ορισμένες διαφορές μεταξύ τους, που πρέπει να ληφθούν υπόψη στη διδασκαλία για την τροποποίηση της γνωστικής δομής των μαθητών/τριών, ώστε να γίνει συμβατότερη προς την επιστημονική. Οι διαφορές αυτές, όπως θα φανεί στη συνέχεια, δεν είναι όλες της ίδιας φύσης ή τάξεως, γεγονός που πιθανόν να επηρεάσει και την προσπάθεια τροποποίησής τους. Η σημαντικότερη διαφορά αφορά τη σχέση πίεσης και πιεστικής δύναμης. Συγκεκριμένα ενώ για τη Φυσική υπάρχουν δύο έννοιες συνδεδεμένες μεν ανεξάρτητες δε, πίεση και πιεστική δύναμη, για ορισμένους μαθητές/τριες υπάρχει μία αδιαφοροποίητη έννοια, η πιεσοδύναμη, με την οποία περιγράφονται και ερμηνεύονται φαινόμενα ρευστών. Όπως φαίνεται και εποπτικά στους δύο χάρτες, η διαφορά μπορεί να θεωρηθεί σημαντική, αφού

πρόκειται για κεντρικές έννοιες των ρευστών και χρειάζεται ριζική αλλαγή των ιδεών των μαθητών/τριών για την τροποποίησή τους.

Παρόμοιες αλλαγές, όπως φαίνεται από τη σύγκριση των χαρτών, χρειάζονται πιθανόν για την τροποποίηση της ιδέας των μαθητών/τριών για το συμπεριεστό των υγρών, που είναι αντίθετη από της Φυσικής. Επίσης χρειάζεται η ανάπτυξη της έννοιας των ρευστών, που δεν υπάρχει στους μαθητές/τριες ή έχουν διάφορες εναλλακτικές, καθώς και της διαδικασίας μετάδοσης των πιέσεων (αρχή Pascal), για την οποία φαίνεται να συνυπάρχουν δύο εναλλακτικές (σταθερή δύναμη ή όγκος υγρού) μαζί με την επιστημονική.

Υπάρχουν όμως και διαφορές που απαιτούν μάλλον απλούστερες αλλαγές των ιδεών των μαθητών/τριών προς τις επιστημονικές, όπως η εξειδίκευση της σχέσης πίεσης με βάθος ή και πυκνότητα για τα υγρά ή τα αέρια, που από διαισθητική υπάρξη σύνδεσης πρέπει να μετατραπεί σε μαθηματική αναλογία. Ανάλογη είναι και ανάδειξη του ρόλου του δοχείου για τα ρευστά. Τέλος πολλές έννοιες/μεγέθη, σχέσεις ή και φαινόμενα που υπάρχουν στο Σχήμα 1, μάλλον απουσιάζουν εντελώς από τη γνωστική δομή των μαθητών/τριών, όπως φαίνεται στο Σχήμα 2 και χρειάζονται να προστεθεί η νέα αυτή γνώση, όπως η σχέση ατμοσφαιρικής πίεσης και καιρικών αλλαγών (βαρομετρικά χαμηλά, υψηλά) ή ο νόμος για τις πιεστικές δυνάμεις στα τοιχώματα των δοχείων.

Κλείνοντας την παρουσίαση αυτού του άρθρου μπορούμε να πούμε ότι οι περισσότεροι μαθητές/τριες της Β' Γυμνασίου φαίνεται να έχουν μετά τη διδασκαλία των ρευστών και της πίεσης σημαντικές εναλλακτικές ιδέες ως προς τις επιστημονικές, τόσο σε σχέση με τις καταστάσεις της ύλης, όσο και σε σχέση με την πίεση των ρευστών. Οι ιδέες αυτές, συμβατές ή όχι με το επιστημονικό πρότυπο, μπορούν να αναπαρασταθούν σε ένα περιεκτικό περιγραφικό σύστημα, τον χάρτη ιδεών, που περιλαμβάνει και τους δεσμούς σύνδεσης των εννοιών και σχέσεων μεταξύ τους και αντιπροσωπεύει τον υποθετικό μαθητή, όπως αυτός ορίστηκε στην εισαγωγή. Το εργαλείο αυτό δεν έχει μόνο περιγραφικό – ταξινομητικό χαρακτήρα, αλλά θα μπορούσε να έχει και διδακτικό, με την έννοια ότι αποτελεί μια συνοπτική αποτύπωση της γνώσης των μαθητών/τριών που συγκρινόμενο με τον αντίστοιχο επιστημονικό χάρτη θα μπορούσε να μας αποκαλύψει τις απαραίτητες αλλαγές της γνωστικής δομής των μαθητών/τριών για σύγκλιση με την επιστημονική. Επιπλέον η θέση των αλλαγών που πρόκειται να γίνουν, σε σχέση με το υπόλοιπο γνωστικό πεδίο, θα μπορούσε να μας υποδείξει και το βαθμό δυσκολίας των, γεγονός που ίσως μας καθοδηγήσει και στην επιλογή των κατάλληλων στρατηγιών και έργων.

ABSTRACT

In this paper we focus on the elicitation and classification of pupils' conceptions about the concepts, the relations and the phenomena with regard to fluids and pressure. The subjects were 339 Greek pupils aged 13-14 yrs and were all given a written questionnaire of 15 tasks, after teaching. The data analysis concerning pupils' conceptions led us to the formation of a concept map which represents the views of the majority of the pupils and comprises both scientific and alternative ones. The concept map compared to the simple recording of pupils' conceptions, has the advantage of grafically representing the knowledge structure of the domain, highlighting not only its elements, but also the way they are interrelated. Furthermore, being a visual representation of the structure to be communicated, the concept map is suitable as an instructional material.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Bidulph, F. & Osborne, R., 1984, "Pupils' ideas about Floating and Sinking", *Res. Sci. Educ.*, 14, pp. 114-124.
- Engel-Clough, E. & Driver, R. 1985, "What do children Understanding about Pressure in Fluids?", *Res. Sci. Tech. Educ.*, Vol. 3, No. 2, pp. 133-144.
- Kariotoglou, P., Psillos, D., Valassades, O. 1990, "Understanding Pressure: didactical transpositions and pupils' conceptions", *Physics Education*, No.25, pp. 92-96.
- Καριώτογλου, Π., 1991, Προβλήματα διδασκαλίας και μάθησης της μηχανικής των ρευστών στο Γυμνάσιο, αδημοσίευτη διδακτορική διατριβή, Τμήμα Φυσικής Α.Π.Θ.
- Καριώτογλου, Π., & Ψύλλος, Δ., 1991, " Η εισαγωγή και διαπραγμάτευση της έννοιας της πίεσης στα σχολικά εγχειρίδια και οι αντιλήψεις των μαθητών για την έννοια της πίεσης", *Επιθεώρηση Φυσικής*, 22, σσ. 12-20.
- Kariotoglou, P., Psillos, D., 1993, "Pupils' Pressure Models and their implications for Instruction", *Res. Sci. Tech. Educ.*, Vol 11, No. 1, pp. 95-108.
- Kariotoglou, P., Koumaras, P., Psillos, D., 1993, "A constructivist approach for teaching fluid phenomena", *Phys. Educ.*, 28, pp. 164-169.
- Κουμαράς, Π., Καριώτογλου, Π., Ψύλλος, Δ., 1994, "Αιτιακοί συλλογισμοί των μαθητών: Η περίπτωση της Μηχανικής".
- Novak, J., 1987, "The Use of Metacognitive tools to Facilitate Meaningful Learning", In: Adey, P. (Ed): *Adolescent Development and School Science*, The Falmer Press, London.
- Nussbaum, J., 1985, "Η Σωματιδιακή φύση της ύλης στην αέρια κατάσταση", στο: DRIVER, R., GUESNE, E., TIBERGHIE, A., (Eds), *Οι ιδέες των παιδιών στις φυσικές επιστήμες*, Ε.Ε.Φ. - Τροχαλία, Ελληνική μετάφραση.
- Roth, W. M., 1994, "Students' Views of Collaborative Concept Mapping: An Emancipatory Research Project", *Science Education*, 78(1), pp. 1-34.
- Serc, M.G. 1985, "Analyse de conceptions de l'état gazeux qu'ont les enfants de 11 a 13 ans, en liaison avec le notion de pression, et proposition de strategies pedagogiques pour en faciliter l'évolution", *Αδημοσίευτη Διδακτορική Διατριβή*. Παρίσι VI.

- Smith, C., Carey, S., Wiser, M., 1985, "On differentiation: A case study of the development of the concepts of size, weight, and density", *Cognition*, 21, pp. 177-237.
- Stavy, R., & Stachel, D., 1985, "Children's ideas about "solid" and "liquid", *Eur. J. Sci. Educ.*, Vol. 7, No 4, pp. 407-421.
- Ψύλλος, Δ., Κουμαράς, Π., Καριώτογλου, Π., 1993, 'Η εποικοδόμηση στην τάξη με συνέρευνα δάσκαλου και μαθητή', *Σύγχρονη Εκπαίδευση*, τεύχος 70, σσ. 34-42.
- Ζενάκος, Α., Λεκάτης, Ν., Σχοινάς, Α., 1982, Φυσική Β' Γυμνασίου, Ο.Ε.Δ.Β., Αθήνα.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι - ΤΑ ΕΡΓΑ

Φυσικές Καταστάσεις της ύλης

K1 Ποια σώματα λέγονται ρευστά;

K2 Σε τι διαφέρουν τα στερεά από τα ρευστά;

K3α Σε τι μοιάζουν τα υγρά με τα αέρια σώματα ;

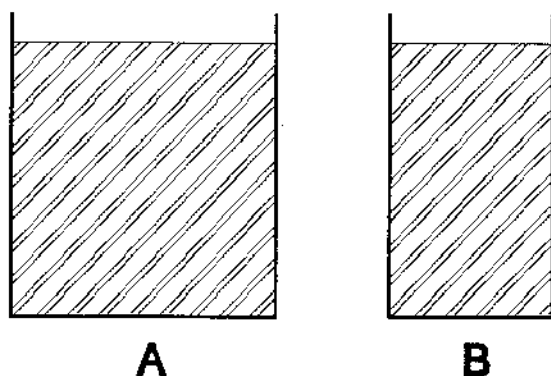
K3β Σε τι διαφέρουν τα υγρά από τα αέρια σώματα;

K4 Παρακάτω υπάρχει ένας πίνακας με κατηγορίες σωμάτων Στερεά, Υγρά, κλπ. και με ορισμένες ιδιότητες, που μπορεί να έχουν ή να μην έχουν οι κατηγορίες αυτές των σωμάτων. Βάλτε σε κύκλο το **ΝΑΙ** αν έχουν την αντίστοιχη ιδιότητα, ή το **ΟΧΙ** αν δεν την έχουν, στο αντίστοιχο κουτάκι.

ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ	ΣΤΕΡΕΑ	ΥΓΡΑ	ΑΕΡΙΑ	ΡΕΥΣΤΑ
1. Έχουν βάρος	ΝΑΙ/ΟΧΙ	ΝΑΙ/ΟΧΙ	ΝΑΙ/ΟΧΙ	ΝΑΙ/ΟΧΙ
2. Μεταβάλλεται το σχήμα	ΝΑΙ/ΟΧΙ	ΝΑΙ/ΟΧΙ	ΝΑΙ/ΟΧΙ	ΝΑΙ/ΟΧΙ
3. Μεταβάλλεται ο όγκος	ΝΑΙ/ΟΧΙ	ΝΑΙ/ΟΧΙ	ΝΑΙ/ΟΧΙ	ΝΑΙ/ΟΧΙ
4. Έχουν πίεση	-----	ΝΑΙ/ΟΧΙ	ΝΑΙ/ΟΧΙ	ΝΑΙ/ΟΧΙ
5. Ασκούν πιεστική δύναμη	-----	ΝΑΙ/ΟΧΙ	ΝΑΙ/ΟΧΙ	ΝΑΙ/ΟΧΙ

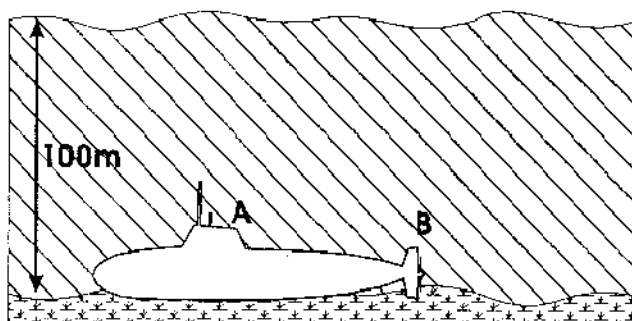
Πίεση Υγρών

Π5 Ένα πλοίο κτυπάει πάνω σ'ένα ύφαλο. Το αποτέλεσμα είναι ν'ανοίξουν δύο τρύπες του ίδιου μεγέθους, στη μία πλευρά του πλοίου, που και οι δύο είναι κάτω από το νερό. Αλλά η μία είναι πιο ψηλά από την άλλη. Σε ποια από τις δύο το νερό θα μπει ορμητικότερα στο εσωτερικό του πλοίου; Δικαιολογείστε την απάντησή σας.



Π6 Δύο κύλινδροι περιέχουν νερό που φθάνει στο ίδιο ύψος και στους δύο. Ο ένας είναι φαρδύς και ο άλλος στενός, όπως φαίνεται στο σχήμα. Η πίεση που επικρατεί σ'ένα σημείο του πυθμένα του (Α) δοχείου (φαρδύ) είναι:

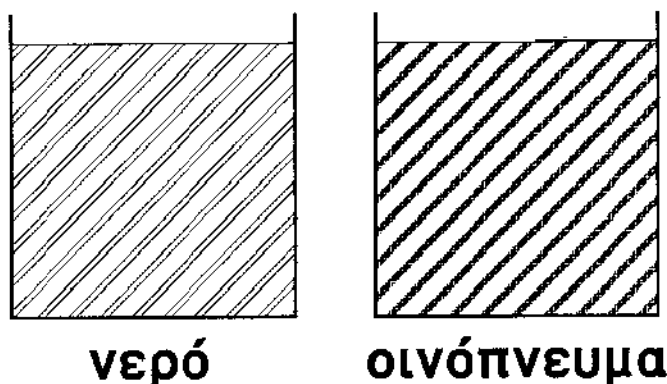
α) μεγαλύτερη β) μικρότερη γ) ίση
με αυτή που επικρατεί σ'ένα σημείο του πυθμένα του (Β) δοχείου;
Γιατί;



Π7 Το υποβρύχιο του σχήματος βρίσκεται στον πάτο της θάλασσας, σε βάθος 100 μέτρων. Στο σημείο Α της καταπακτής η πίεση είναι 12 ατμόσφαιρες. Πόση θα είναι η πίεση σ'ένα σημείο Β της πρύμνης, αν θεωρήσουμε ότι Α και Β είναι στο ίδιο βάθος;

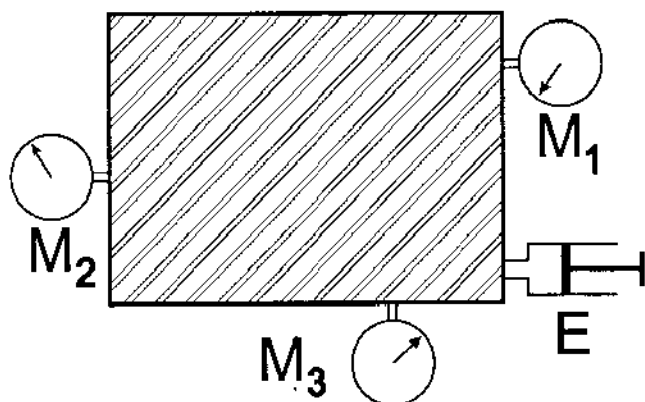
α) 12 β) 11 γ) 6 δ) 1 ε) 0 ατμόσφαιρες

Δικαιολογείστε την απάντησή σας.



- Π8** Οι δύο κύλινδροι του σχήματος είναι ίδιοι και περιέχουν ο ένας νερό και ο άλλος οινόπνευμα. Το ύψος του νερού και του οινόπνευματος είναι και στα δύο δοχεία ίδιο. Σ'ένα σημείο του πυθμένα του πρώτου δοχείου επικρατεί ίδια πίεση όση και σ'ένα σημείο του δεύτερου; Γιατί;

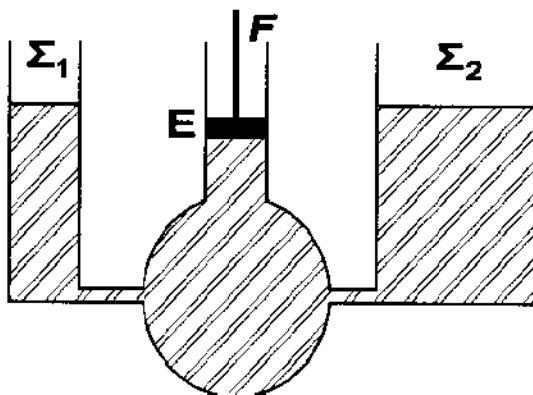
Μετάδοση πιέσεων



- M9** Το δοχείο του σχήματος είναι γεμάτο με νερό και τα μανόμετρα δείχνουν τις εξής τιμές:

$$M1 = 2 \quad M2 = 6 \quad M3 = 8 \quad \text{μονάδες πίεσης.}$$

Αν με το έμβολο E προκαλέσω μια πρόσθετη πίεση στο νερό, το μανόμετρο M2 θα δείξει 9 μονάδες πίεσης. Πόσες μονάδες πίεσης θα δείξουν τα μανόμετρα M1 και M3; Γιατί;

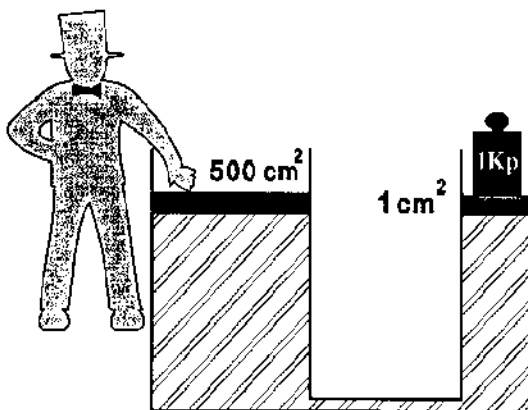


M10 Η συσκευή του διπλανού σχήματος περιέχει νερό. Οι πλευρικοί σωλήνες Σ_1 και Σ_2 δεν είναι του ίδιου πάχους. Το έμβολο Ε ασκεί μια δύναμη στο νερό που προκαλεί πίεση P στο νερό. Μετά την ισορροπία του νερού στη νέα του θέση, τι από τα τρία συμβαίνει; Η ελεύθερη επιφάνεια του νερού στο Σ_1 θα ανέβει :

α) ψηλότερα β) το ίδιο γ) χαμηλότερα

απ' ότι η ελεύθερη επιφάνεια στο Σ_2 ;

Δικαιολογήστε την απάντησή σας με λεπτομέρεια.

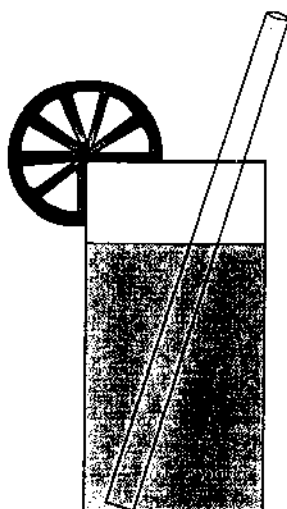


M11 Το αριστερό έμβολο, που φαίνεται στο διπλανό σχήμα, έχει εμβαδόν 500 τετραγωνικά εκατοστά και το δεξιό 1 τετ. εκατ.

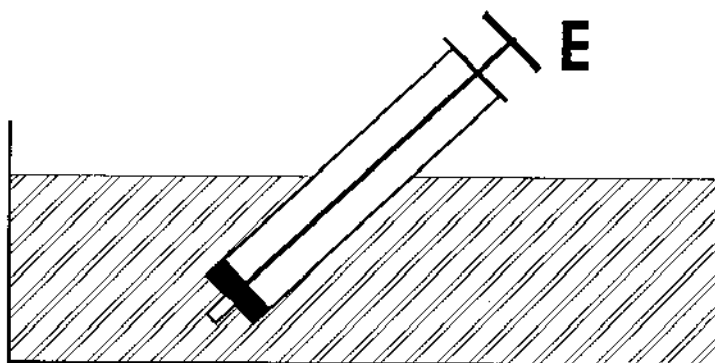
Πόση δύναμη πρέπει να ασκήσει ο δυνατός άνδρας του σχήματος στο αριστερό έμβολο για να ανεβάσει το βάρος του 1 κιλοπόντ (Kp);

α) 1 Kp β) Λίγο μεγαλύτερη από 1 Kp γ) 500 Kp

Γιατί;

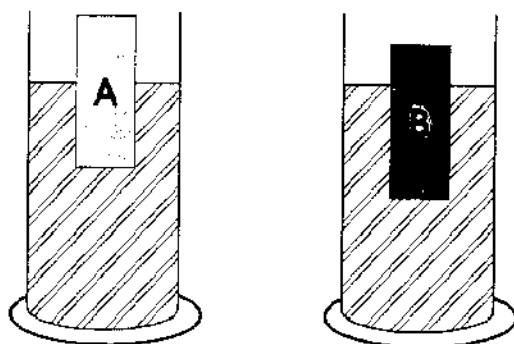


- Φ12** Εξηγείστε γιατί ανεβαίνει η πορτοκαλάδα στο καλαμάκι όταν τη ρουφάτε.



- Φ13** Το έμβολο είναι σπρωγμένο μέχρι το τέλος της σύριγγας. Τι θα συμβεί αν τραβήξω το έμβολο προς τα πίσω; Γιατί θα συμβεί αυτό;

Άνωση

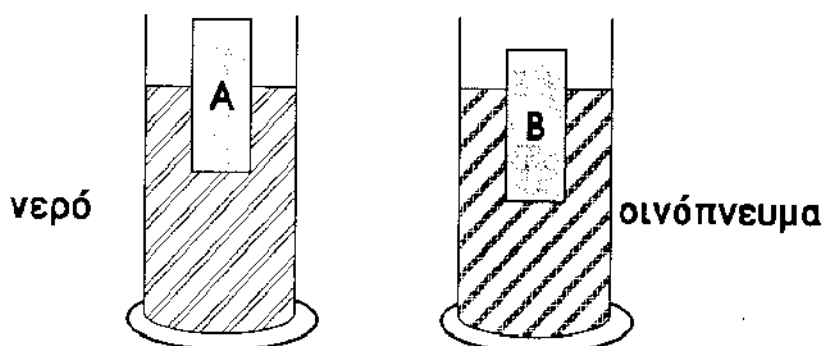


- A14** Τα δύο δοχεία του σχήματος περιέχουν νερό. Μέσα σ' αυτά επιπλέουν τα σώματα Α και Β που έχουν **το ίδιο σχήμα και όγκο**, αλλά είναι φτιαγμένα από διαφορετικό υλικό. Το σώμα Α είναι **λιγότερο** βυθισμένο από το σώμα Β.

Η άνωση που δέχεται από το νερό το σώμα Α είναι

α) ίση β) μικρότερη γ) μεγαλύτερη

από αυτή που δέχεται το σώμα Β; Δικαιολογείστε την απάντησή σας.



- A15** Τα σώματα Α και Β είναι απολύτως όμοια και πλέουν το Α σε **νερό** και το Β σε **οινόπνευμα**, όπως φαίνεται στο διπλανό σχήμα. Η άνωση που δέχεται το σώμα Α είναι :

α) μεγαλύτερη β) ίση γ) μικρότερη

από αυτήν που δέχεται το Β; Γιατί;