



Η ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ ΤΩΝ
ΥΛΙΚΩΝ ΣΕ
ΦΑΙΝΟΜΕΝΑ
ΠΛΕΥΣΗΣ / ΒΥΘΙΣΗΣ:
ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΕΣ
ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΕΣ ΚΑΙ
ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗ

**ΒΙΒΛΙΟ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟΥ**

ΑΡΧΙΚΗ ΕΚΔΟΧΗ

MATERIALS SCIENCE PROJECT

UNIVERSITY-SCHOOL
PARTNERSHIPS FOR THE DESIGN
AND IMPLEMENTATION OF
RESEARCH-BASED ICT-ENHANCED
MODULES ON MATERIAL
PROPERTIES

SPECIFIC SUPPORT ACTIONS

FP6: SCIENCE AND SOCIETY: SCIENCE
AND EDUCATION



PROJECT COORDINATOR
CONSTANTINOS P. CONSTANTINOU,
LEARNING IN SCIENCE GROUP,
UNIVERSITY OF CYPRUS

PROJECT PARTNERS



ACKNOWLEDGMENT



RESEARCH FUNDING FOR THE MATERIALS SCIENCE PROJECT WAS PROVIDED BY THE EUROPEAN COMMUNITY UNDER THE SIXTH FRAMEWORK SCIENCE AND SOCIETY PROGRAMME (CONTRACT SAS6-CT-2006-042942).

THIS PUBLICATION REFLECTS ONLY THE VIEWS OF THE AUTHORS AND THE EUROPEAN COMMUNITY IS NOT LIABLE FOR ANY USE THAT MAY BE MADE OF THE INFORMATION CONTAINED HEREIN.

© DESIGN:
n.eleana@cytanet.com.cy
2010, NICOSIA - CYPRUS

Η ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ ΤΩΝ ΥΛΙΚΩΝ ΣΕ ΦΑΙΝΟΜΕΝΑ ΠΛΕΥΣΗΣ / ΒΥΘΙΣΗΣ: ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΕΣ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΕΣ ΚΑΙ ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗ

Σχεδιασμός και Ανάπτυξη

Ερευνητική Ομάδα

Ζουπίδης Αναστάσιος
Καριώτογλου Πέτρος
Κασκάλης Θεόδωρος
Μαλανδράκης Γεώργιος
Πνευματικός Δημήτριος
Σπύρτου Άννα

Ομάδα εκπαιδευτικών

Κολλίνη Καλλιόπη
Μπλούχου Στεφανία
Πολατίδου Θεοδώρα
Σουλτάνης Κωνσταντίνος
Τριανταφυλλίδου Ρεγγίνα

Ανάπτυξη λογισμικού

Αρβανιτάκης Ιωάννης

*Άλλοι συνεργαζόμενοι φορείς
Μεταφορά, Εφαρμογή και
Ανατροφοδότηση*

Ερευνητική Ομάδα

Jan Jansson
Jari Lavonen
Veijo Meisalo

Ομάδα εκπαιδευτικών

Jyri Jokinen

Επισκόπηση και ανατροφοδότηση

Veijo Meisalo

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

A: ΟΔΗΓΟΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟΥ	09
1. Εισαγωγή	10
1.1. Εισαγωγή στη Διδακτική Μαθησιακή Ακολουθία	10
1.2. Το σκεπτικό του προγράμματος	10
1.3. Συνάφεια με τη Διδακτική Μαθησιακή Ακολουθία	11
2. Σύνδεση Διδακτικής Μαθησιακής Ακολουθίας με άλλες ακολουθίες στο πρόγραμμα Materials Science	12
3. Γνωστικό υπόβαθρο	13
3.1. Πλεύση και Βύθιση	13
3.2. Πυκνότητα	13
3.3. Η ιστορία της Πυκνότητας	13
3.4. Μέτρηση της πυκνότητας	13
3.5. Κοινές μονάδες	14
3.6. Μεταβολές της πυκνότητας	14
3.7. Πυκνότητα σύνθετων υλικών	14
3.8. Μελέτη της π/β με τη χρήση της πυκνότητας	14
3.9. Η αρχή του Αρχιμήδη	15
4. Προαπαιτούμενες γνώσεις των μαθητών	16
5. Στόχοι της Διδακτικής Μαθησιακής Ακολουθίας	16
6. Παιδαγωγική προσέγγιση και πλαίσιο	17
7. Σχετικά εργαλεία ΤΠΕ	25
8. Δυσκολίες των μαθητών	27
8.1. Εισαγωγή	27
8.2. Τα νοητικά μοντέλα των μαθητών για την πλεύση/βύθιση και την πυκνότητα	27
8.3. Οι δυσκολίες των μαθητών σχετικά με την στρατηγική ελέγχου των μεταβλητών, τα μοντέλα και την μοντελοποίηση	28
9. Παρακολούθηση της μάθησης	29
9.1. Διαμορφωτική και αθροιστική αξιολόγηση	29
9.2. Επιδιωκόμενα μαθησιακά αποτελέσματα	29
9.3. Εργαλεία για την αξιολόγηση του μαθησιακού αποτελέσματος	29
9.4. Παρακολουθώντας την εμπλοκή και τα κίνητρα των μαθητών	30

10.	Άλλες χρήσιμες πληροφορίες – λίστα σχετικών άρθρων, δικτυακών τόπων	31
10.1.	Σχετικά ερευνητικά άρθρα για τις απόψεις μαθητών ή/και εκπαιδευτικών	31
10.2.	Δικτυακοί τόποι με διδακτικές προτάσεις και προγράμματα για τη διδασκαλία της Επιστήμης των Υλικών	31
10.3.	Δικτυακοί τόποι με διδακτικές προσεγγίσεις σχετικά με την πλεύση και βύθιση	32
10.4.	Δικτυακοί τόποι σχετικά με τις πυκνότητες των υλικών	32
10.5.	Εφαρμογές & Videos σχετικά με την πλεύση/βύθιση και την πυκνότητα	33
11.	Βιβλιογραφία	33

B: ΣΕΝΑΡΙΑ - ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΔΙΔΑΚΤΙΚΟΥ ΥΛΙΚΟΥ 37

ΕΝΟΤΗΤΑ 1:	Πλεύση/Βύθιση	39
ΕΝΟΤΗΤΑ 2:	Οι παράγοντες που επηρεάζουν την πλεύση/βύθιση	43
ΕΝΟΤΗΤΑ 3:	Εισαγωγή της πυκνότητας ως κριτήριο για την πλεύση/βύθιση στο νερό	47
ΕΝΟΤΗΤΑ 4:	Γενίκευση του κριτηρίου για την πλεύση/βύθιση, Η φύση και ο ρόλος των μοντέλων	51
ΕΝΟΤΗΤΑ 5:	Ας ανεγκύσουμε το Sea Diamond	56

Γ: ΕΡΓΑ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ 61

1.	Τεκμηρίωση της Αξιολόγησης	62
2.	Ανάλυση έργου μετά-ερωτηματολογίου	64
3.	Ανάλυση έργων της ημι-δομημένης κλινικής συνέντευξης	81
4.	Ερωτηματολογία	84
4.1.	Κωδικοποίηση Ερωτηματολογίων	84
4.2.	Έργα γραπτών ερωτηματολογίων	85
4.3.	Ημιδομημένο ερωτηματολόγιο Μετά – Συνέντευξης (ΜετάΣΕΚ)	98

Δ: ΣΥΝΟΨΗ ΤΩΝ ΜΑΘΗΜΑΤΩΝ ΓΙΑ ΤΟΥΣ ΜΑΘΗΤΕΣ	107
Μάθημα 1: Πλεύση & Βύθιση	108
Μάθημα 2: Παράγοντες που επηρεάζουν την πλεύση & βύθιση των σωμάτων	110
Μάθημα 3: Ένα κριτήριο για την πλεύση & βύθιση των σωμάτων στο νερό	112
Μάθημα 4: Ένα κριτήριο για την πλεύση & βύθιση των σωμάτων και σε άλλα υγρά	112



**Α: ΟΔΗΓΟΣ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟΥ**

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗ ΔΙΔΑΚΤΙΚΗ ΜΑΘΗΣΙΑΚΗ ΑΚΟΛΟΥΘΙΑ

Η ερευνητική ομάδα διδακτικής των Φυσικών Επιστημών του Πανεπιστημίου Δυτικής Μακεδονίας είναι μία από τις 6 ομάδες από 5 ευρωπαϊκές χώρες, οι οποίες συγκροτούν την ερευνητική ομάδα του προγράμματος Materials Science με τίτλο “Συνεργασία πανεπιστημίου-σχολείου για το σχεδιασμό και την εφαρμογή μαθημάτων σχετικά με τις ιδιότητες των υλικών, που είναι υποβοηθούμενα από ΤΠΕ και αποτελούν προϊόντα έρευνας”, το οποίο χρηματοδοτείται από την ΕΕ (Αριθμός συμβολαίου: SAS6-CT-2006-042942; 2007 – 09). Το πρόγραμμα αυτό αναπτύχθηκε στο πλαίσιο του προγράμματος Φυσικές Επιστήμες και Κοινωνία, FP6, βασικός στόχος του οποίου είναι η αλλαγή των στάσεων και του ενδιαφέροντος των ευρωπαίων μαθητών απέναντι στις Φυσικές Επιστήμες και την Τεχνολογία και για λόγους καριέρας. Ο βασικός στόχος του προγράμματος Materials Science είναι η δημιουργία ενός μηχανισμού για την ενσωμάτωση των αποτελεσμάτων της έρευνας που πραγματοποιείται στον τομέα της εκπαίδευσης των φυσικών επιστημών, στη σχολική πρακτική για μαθητές 10-15 ετών, στον τομέα των Ιδιοτήτων των Υλικών. Η ομάδα μας δημιούργησε, εφάρμοσε και τροποποίησε τη Διδακτική Μαθησιακή Ακολουθία¹ (ΔΜΑ), “Η πυκνότητα των υλικών σε φαινόμενα πλεύσης/βύθισης: πειραματικές διαδικασίες και μοντελοποίηση”, μέσα από μια κυκλική διαδικασία.

1.2. ΤΟ ΣΚΕΠΤΙΚΟ ΤΟΥ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ

Αποφασίσαμε να μελετήσουμε την πυκνότητα επειδή:

- Είναι μια κυρίαρχη έννοια στις Φυσικές επιστήμες
- Οι μαθητές την κατανοούν δύσκολα
- Η Τοπική Ομάδα Εργασίας (ΤΟΕ) είχε εμπειρία πάνω στο θέμα

και για να εφαρμόσουμε το πρόγραμμα στο Δημοτικό Σχολείο, καθώς στη σχολή μας

προετοιμάζουμε δάσκαλους Α' βάθμιας εκπαίδευσης.

Στη συνέχεια έπρεπε να επιλέξουμε το πεδίο εφαρμογής την ιδιότητα αυτής. Με άλλα λόγια, έπρεπε να επιλέξουμε τα είδη των φαινομένων που είναι κατάλληλα γι' αυτή την ιδιότητα. Η πλεύση-βύθιση θεωρήθηκε προνομιακό πεδίο για την εφαρμογή την πυκνότητας, εξαιτίας της ηλικίας των μαθητών, της φαινομενολογίας σχετικών πειραμάτων και της δυνατότητας να διαπραγματευθούμε το φαινόμενο στις ακραίες του περιπτώσεις (πλεύση / βύθιση). Ωστόσο, αμέσως προέκυψε ένα θέμα που αφορούσε στις δυσκολίες των μαθητών με την πλεύση-βύθιση, π.χ. «τα βαριά αντικείμενα βυθίζονται». Αυτό δυσκόλεψε κάπως την κατάσταση και περιέπλεξε το πρόβλημα της διδασκαλίας της πυκνότητας με αυτό της διδασκαλίας της πλεύσης-βύθισης.

Γνωρίζουμε τις γνωστικές δυσκολίες που αντιμετωπίζουν οι μαθητές σχετικά με την πλεύση / βύθιση (π/β), π.χ. «...τα βαρύτερα αντικείμενα βυθίζονται, ενώ τα ελαφρύτερα επιπλέουν...». Γι' αυτό το λόγο αποφασίσαμε ότι οι μαθητές θα έπρεπε να ανακαλύψουν μόνοι τους, τους παράγοντες που επηρεάζουν την π/β, ώστε να αλλάξουν τις εναλλακτικές τους απόψεις. Αυτό ήταν που μας οδήγησε να ενσωματώσουμε την μελέτη των παραγόντων που επηρεάζουν την π/β και σχετίζονται άμεσα με την διαδικασία της διάκρισης και του ελέγχου των παραμέτρων, σύμφωνα με τις απαιτήσεις του προγράμματος για διερευνητική μάθηση.

Με παρόμοιο τρόπο, πήραμε μια ακόμη σημαντική απόφαση, που αφορούσε στην διδασκαλία μοντέλων και δεξιοτήτων μοντελοποίησης στους μαθητές μας, κυρίως ως συνέπεια της χρήσης μιας αναπαράστασης της πυκνότητας: “έναν κύβο με κουκίδες”, δηλαδή το μοντέλο του συνωστισμένου πλήθους (Smith, Snir and Grosslight, 1992). Η απόφαση αυτή πάρθηκε ως αποτέλεσμα της προσπάθειάς μας να βρούμε έναν διαφορετικό τρόπο για την παρουσίαση της πυκνότητας πέρα από τη μαθηματική προσέγγιση, η οποία είναι εξαιρετικά δύσκολη για μαθητές αυτής της ηλικίας. Η σχετική βιβλιογραφία προτείνει ότι προκειμένου

1. Στην Αγγλική έκδοση αυτού του κειμένου χρησιμοποιείται ο όρος *module* για λόγους ομοιογένειας με τις άλλες ομάδες του προγράμματος. Θεωρήσαμε ότι ο όρος *Διδακτική Μαθησιακή Ακολουθία (ΔΜΑ)* αποδίδει πιστότερα στα Ελληνικά το νόημα της σειράς που αναπτύξαμε.

να ενισχυθεί η παρουσίαση μοντέλων σε μαθητές δημοτικού πρέπει να λάβουμε υπόψη κάποιες γνώσεις δηλωτικού τύπου σχετικά με το θέμα (Schwarz and White, 2005).

Τέλος, αναπτύξαμε ένα πρόγραμμα για την μελέτη της πυκνότητας των υλικών που μπορούμε να βρούμε εύκολα στο περιβάλλον (π.χ. ένα κομμάτι ξύλο, γυαλί, πλαστικό, κ.λπ.), καθώς και υλικών υψηλής τεχνολογίας (π.χ. οπτικές ίνες ή άνθρακας). Οι μαθητές χρησιμοποιούν αυτή την ιδιότητα των υλικών για να προβλέψουν και να ερμηνεύσουν κυρίως φαινόμενα πλεύσης – βύθισης υγρών και στερεών μέσα σε υγρά. Το πρόγραμμα εμπλουτίζεται με Τεχνολογίες της Πληροφορίας και της Επικοινωνίας (ΤΠΕ) με στόχο τη μελέτη των μεταβλητών που επηρεάζουν την πλεύση-βύθιση. Το πρόγραμμα εφαρμόστηκε στην Ε' τάξη του Δημοτικού Σχολείου (10 –11 ετών) σε ένα περιβάλλον διερευνητικής μάθησης με στόχο την μοντελοποίηση της επιστημονικής γνώσης.

1.3. ΣΥΝΑΦΕΙΑ ΜΕ ΤΗ ΔΙΔΑΚΤΙΚΗ ΜΑΘΗΣΙΑΚΗ ΑΚΟΛΟΥΘΙΑ

Η Ελλάδα σχετίζεται με τη θάλασσα και τη ναυσιπλοΐα από τα αρχαία χρόνια. Το πλήθος των νησιών και η σύνδεσή τους για μετακινήσεις καθώς και για τουρισμό είναι σύνηθες φαινόμενο για όλους τους Έλληνες ανεξαρτήτως ηλικίας. Γι' αυτούς τους λόγους τα ναυτιλιακά ατυχήματα και τα ναυάγια δεν είναι σπάνια, π.χ. το ατύχημα του “Σάμινα” (26 Σεπτεμβρίου 2000) με 80 άτομα πλήρωμα, ή η βύθιση του “Sea Diamond” (5 Απριλίου 2007) με 2 αγνοούμενους. Και τα δύο ατυχήματα καλύφθηκαν ευρέως από την τηλεόραση πανελλαδικά, αλλά και διεθνώς. Επομένως, θεωρούμε ότι η μελέτη της πλεύσης ή βύθισης ή της διάσωσης ενός ναυαγίου μπορεί να δώσει απάντηση σε ερωτήματα που προκύπτουν από καθημερινά περιστατικά και σχετίζονται με ανθρώπινες ζωές. Πιστεύουμε ότι τέτοια θέματα μπορούν να δημιουργήσουν θετικές στάσεις και ενδιαφέρον από τους μαθητές ώστε να τα μελετήσουν.

Χρησιμοποιούμε το σενάριο της βύθισης ενός κρουαζιερόπλοιου, του Sea Diamond, που είχε μεγάλη τηλεοπτική κάλυψη τον Απρίλιο του 2007, για να ξεκινήσουμε τη ΔΜΑ σε ένα τεχνολογικό

περιβάλλον. Στη συνέχεια, περνάμε στην επιστημονική έρευνα των παραγόντων που επηρεάζουν την π/β, καθώς και στην εισαγωγή της πυκνότητας. Επιπλέον, προτείνουμε την επίλυση πρακτικών, υπαρχόντων προβλημάτων, που σχετίζονται με τεχνολογικές εφαρμογές, με καθημερινά υλικά, αλλά και με υλικά της νέας τεχνολογίας, όταν αυτό είναι δυνατό (οπτικές ίνες και άνθρακας). Π.χ., “Ποια είναι κατάλληλη λύση (υλικό), για την ανέλκυση ενός αγάλματος από τον βυθό της θάλασσας;” Τελειώνουμε με ένα τεχνολογικό πρόβλημα, την ανέλκυση ενός μοντέλου πλοίου.

2. ΣΥΝΔΕΣΗ ΣΥΝΔΕΣΗ ΤΗΣ ΔΙΔΑΚΤΙΚΗΣ ΜΑΘΗΣΙΑΚΗΣ ΑΚΟΛΟΥΘΙΑΣ ΜΕ ΑΛΛΕΣ ΑΚΟΛΟΥΘΙΕΣ ΣΤΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ MATERIALS SCIENCE

Η δική μας **ΔΜΑ** συνδέεται με τα υπόλοιπα του προγράμματος Materials Science με διάφορους τρόπους και σε διάφορα σημεία αναφοράς. Κάποια κοινά σημεία σε μεγαλύτερο ή μικρότερο βαθμό σε όλες τις ΔΜΑ, είναι τα παρακάτω:

- Η μελέτη μιας βασικής ιδιότητας (πυκνότητα, εξασθένηση ήχου, αγωγιμότητα θερμότητας, μαγνητικές αλληλεπιδράσεις, αλληλεπιδράσεις φωτός,...) με τη χρήση διάφορων καθημερινών υλικών (ξύλο, μέταλλο, πλαστικό,...), καθώς και με τεχνολογικά υλικά (ανθρακόνημα, οπτικές ίνες)
- Η διερευνητική προσέγγιση της μάθησης
- Η χρήση τεχνολογίας της πληροφορίας για την διευκόλυνση της διερευνητικής μάθησης
- Η χρήση μοντέλων και δραστηριοτήτων μοντελοποίησης

Επίσης, υπάρχουν κάποια χαρακτηριστικά που είναι περισσότερο κοινά μεταξύ της δικής μας ΔΜΑ και αυτών των άλλων ομάδων. Συγκεκριμένα, το πιο σημαντικό κοινό χαρακτηριστικό με αυτό του **ΑΠΘ** είναι τα μοντέλα. Και οι δύο ΔΜΑ στοχεύουν στην εκμάθηση και την εφαρμογή υπαρχόντων μοντέλων, π.χ. το μοντέλο για την π/β στη ΔΜΑ της **Φλώρινας**, το μοντέλο της διηλεκτρικής πόλωσης στη ΔΜΑ του **ΑΠΘ**.

Το πιο σημαντικό κοινό χαρακτηριστικό με τη **Κυπριακή** ΔΜΑ είναι η ύπαρξη σεναρίου. Και στις δύο ΔΜΑs χρησιμοποιείται ένα σενάριο προκειμένου να κινητοποιήσει τους μαθητές και να τους βοηθήσει να θέσουν ερωτήματα. Το σενάριο στην περίπτωση της **Κύπρου** προτείνει στους μαθητές να δημιουργήσουν ένα μαγνητικό τρένο, ενώ στην περίπτωση της **Φλώρινας** να ανελκύσουν ένα ναυάγιο.

Το πιο σημαντικό κοινό χαρακτηριστικό με τις ΔΜΑ της **Βαρκελώνης** και της Νάπολης είναι ότι και στις τρεις περιπτώσεις υιοθετείται η διερευνητική μάθηση. Στην περίπτωση της Φλώρινας πιο βαθμιαία και ποιοτικά, ενώ στις άλλες δύο περιπτώσεις πιο ανοιχτά και ποσοτικά, εξαιτίας της διαφοράς στην ηλικία των μαθητών: 10-11 ετών στην **Φλώρινα**, 15-16 ετών στις άλλες δύο.

Επιπλέον, με τη ΔΜΑ της **Βαρκελώνης** υπάρχουν κάποια ακόμη κοινά χαρακτηριστικά, όπως η έμφαση στη διάκριση και τον έλεγχο των μεταβλητών που επηρεάζουν ένα φαινόμενο, καθώς και η κεντρική ιδιότητα της Φλώρινας: η πυκνότητα είναι εξίσου σημαντική με την εξασθένηση του ήχου.

Τέλος, υπάρχουν κάποια κοινά χαρακτηριστικά με τη **Φινλανδική ΔΜΑ**, όπως η μελέτη των υλικών σύμφωνα με τις ιδιότητές τους, ή η χρήση της προσέγγισης ΠΠΕ (πρόβλεψη – παρατήρηση - ερμηνεία) στις περισσότερες δραστηριότητες.

3. ΓΝΩΣΤΙΚΟ ΥΠΟΒΑΘΡΟ²

3.1. ΠΛΕΥΣΗ ΚΑΙ ΒΥΘΙΣΗ

Το φαινόμενο της πλεύσης / βύθισης (π/β) μπορεί να μελετηθεί είτε με τη χρήση της έννοιας της πυκνότητας είτε με τη δύναμη της άνωσης.

3.2. ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ

Η πυκνότητα ενός υλικού ορίζεται ως η μάζα του ανά μονάδα όγκου. Το σύμβολο της πυκνότητας είναι το ελληνικό γράμμα ρ . Με μαθηματικούς όρους:

$$\rho = m / V$$

όπου: ρ η πυκνότητα, m η μάζα, V ο όγκος.

Διαφορετικά υλικά συνήθως έχουν διαφορετικές πυκνότητες, επομένως η πυκνότητα είναι μια σημαντική έννοια που αφορά π.χ. στην επίπλευση αντικειμένων σε υγρά καθώς και την καθαρότητα των μετάλλων. Σε ορισμένες περιπτώσεις η πυκνότητα εκφράζεται με τις στερούμενες διαστάσεων ιδιότητες της ειδικής βαρύτητας ή της σχετικής πυκνότητας, και σε αυτή την περίπτωση εκφράζεται με πολλαπλάσια της πυκνότητας ενός άλλου υλικού, συνήθως του νερού ή του αέρα.

3.3. Η ΙΣΤΟΡΙΑ ΤΗΣ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑΣ

Σε μια πολύ γνωστή ιστορία, ο Αρχιμήδης ανέλαβε να εξακριβώσει εάν ο χρυσοχόος του βασιλιά Ιέρωνα είχε καταχραστεί χρυσό κατά την κατασκευή ενός στεφάνου που αφιερώθηκε στους θεούς και το είχε αντικαταστήσει με ένα άλλο, φθηνότερο κράμα. Ο Αρχιμήδης γνώριζε ότι το ακανόνιστου σχήματος στεφάνι θα μπορούσε να συμπιεστεί σε έναν κύβο, του οποίου ο όγκος θα μπορούσε εύκολα να υπολογιστεί και να συγκριθεί με το βάρος, αλλά ο βασιλιάς δεν το επέτρεψε.

Ευρισκόμενος σε αδιέξοδο, ο Αρχιμήδης έκανε ένα χαλαρωτικό μπάνιο και παρατήρησε από την άνοδο του ζεστού νερού καθώς μπήκε στην μπανιέρα ότι θα μπορούσε να υπολογίσει τον όγκο του χρυσού στεφάνου μέσω του εκτοπίσματος του νερού. Λέγεται ότι εξαιτίας αυτής της ανακάλυψης, άρχισε να τρέχει στους δρόμους γυμνός φωνάζοντας «Εύρηκα! Εύρηκα!». Ως αποτέλεσμα, ο όρος «εύρηκα» χρησιμοποιείται στην καθομιλουμένη ως

ένδειξη κάποιας στιγμής έκλαμψης. Η ιστορία αυτή πρωτοεμφανίστηκε γραπτά στα βιβλία της αρχιτεκτονικής του Βιτρούβιου, δύο αιώνες αργότερα από τότε που υποτίθεται ότι συνέβη. Ορισμένοι ακαδημαϊκοί αμφισβητούν την ακρίβεια της ιστορίας, λέγοντας μεταξύ άλλων ότι η μέθοδος απαιτεί ακριβείς μετρήσεις, οι οποίες θα ήταν πολύ δύσκολο να γίνουν εκείνη την εποχή.

3.4. ΜΕΤΡΗΣΗ ΤΗΣ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑΣ

Σε ένα ομογενές αντικείμενο, η μάζα διαιρούμενη με τον όγκο δίνει την πυκνότητα. Η μάζα κανονικά υπολογίζεται με μια κατάλληλη κλίμακα ή ζυγαριά. Ο όγκος μπορεί να μετρηθεί άμεσα (από τη γεωμετρία του αντικειμένου) ή από το εκτόπισμα ενός υγρού. Η υδροστατική μέτρηση είναι η μέθοδος που συνδυάζει αυτές τις δύο.

Εάν το σώμα δεν είναι ομογενές ή ετερογενές, η πυκνότητα είναι μια συνάρτηση των συντεταγμένων

$$\rho(\vec{r}) = dm / dv$$

όπου dv είναι ο στοιχειώδης όγκος με συντεταγμένες \vec{r} . Η μάζα του σώματος τότε μπορεί να εκφραστεί ως

$$m = \int_V \rho(\vec{r}) dv$$

όπου η ολοκλήρωση αφορά στον όγκο του σώματος V .

Ένα πολύ κοινό εργαλείο για την ακριβή μέτρηση της πυκνότητας ενός υγρού είναι το υδρόμετρο, το οποίο υπολογίζει τον όγκο που εκτοπίζεται από ένα αντικείμενο γνωστής μάζας. Μια κοινή εργαστηριακή συσκευή για τον υπολογισμό της πυκνότητας των υγρών είναι το πυκνόμετρο. Μια σχετική συσκευή για τον υπολογισμό της απόλυτης πυκνότητας ενός στερεού είναι το πυκνόμετρο αερίου. Ένα άλλο εργαλείο που χρησιμοποιείται για τον καθορισμό της πυκνότητας ενός υγρού ή αερίου είναι ο ψηφιακός μετρητής πυκνότητας – που βασίζεται στην αρχή του ταλαντούμενου σωλήνα σχήματος – U.

Η πυκνότητα ενός στερεού σώματος μπορεί να είναι ασαφής, εξαρτώμενη από το πώς ακριβώς ορίζεται ο όγκος του, και αυτό μπορεί να προκαλέσει σύγχυση κατά την μέτρηση. Ένα κοινό παράδειγμα είναι η άμμος: εάν γεμίσουμε με αυτήν χαλαρά ένα δοχείο, η πυκνότητα θα είναι χαμηλή. Εάν η ίδια

2. Οι περισσότερες από τις πληροφορίες στην ενότητα 3 προέρχονται από την Wikipedia, την ελεύθερη εγκυκλοπαίδεια.)

άμμος συμπιесτεί μέσα στο ίδιο δοχείο, θα καταλάβει λιγότερο όγκο και έτσι θα έχει μεγαλύτερη πυκνότητα. Αυτό οφείλεται στο ότι η άμμος, όπως όλες οι σκόνες και τα κοκκώδη στερεά περιέχει μεγάλη ποσότητα αέρα μεταξύ των κόκκων. Αυτή η ολική πυκνότητα ονομάζεται «μέση πυκνότητα κοκκώδους υλικού», η οποία διαφέρει σημαντικά από την πυκνότητα ενός μεμονωμένου κόκκου άμμου.

3.5. ΚΟΙΝΕΣ ΜΟΝΑΔΕΣ

Η μονάδα για την πυκνότητα στο SI είναι:

- κιλά ανά κυβικό μέτρο (kg/m^3)

Μονάδες μέτρησης εκτός του SI

- κιλά ανά λίτρο (kg/L). Στους $4\text{ }^\circ\text{C}$, το νερό έχει πυκνότητα $1.000\text{ kg}/\text{L}$, συνιστώντας μια βολική μονάδα για την θερμοκρασία του χώρου,
- Κιλά ανά κυβική παλάμη (kg/dm^3),
- Γραμμάρια ανά χιλιοστόλιτρο (g/mL),
- Γραμμάρια ανά κυβικό εκατοστό (g/cc or g/cm^3).

3.6. ΜΕΤΑΒΟΛΕΣ ΤΗΣ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑΣ

Γενικά η πυκνότητα μπορεί να μεταβληθεί αλλάζοντας είτε την πίεση είτε τη θερμοκρασία. Η αύξηση της πίεσης αυξάνει πάντοτε την πυκνότητα ενός υλικού. Η αύξηση της θερμοκρασίας γενικά μειώνει την πυκνότητα, αλλά υπάρχουν σημαντικές εξαιρέσεις σε αυτή τη γενίκευση. Για παράδειγμα, η πυκνότητα του νερού αυξάνεται μεταξύ του σημείου τήξης στους $0\text{ }^\circ\text{C}$ και $4\text{ }^\circ\text{C}$ και παρόμοια συμπεριφορά παρατηρείται στο πυρίτιο στις χαμηλές θερμοκρασίες.

Η επίδραση της πίεσης και της θερμοκρασίας στις πυκνότητες των υγρών και στερεών είναι τόσο μικρή ώστε αυτά να θεωρούνται ασυμπίεστα. Αντίθετα, η

πυκνότητα των αερίων επηρεάζεται σημαντικά από την πίεση. Ο νόμος του Boyle λέει ότι η πυκνότητα ενός ιδεώδους αερίου δίνεται από τον τύπο

$$\rho = \frac{MP}{RT}$$

όπου R είναι η παγκόσμια σταθερά για τα αέρια, P είναι η πίεση, M η μοριακή μάζα και T η απόλυτη θερμοκρασία.

Αυτό σημαίνει ότι ένα αέριο στα 300 K και 1 bar θα διπλασιάσει την πυκνότητά του αυξάνοντας την πίεση σε 2 bar ή μειώνοντας τη θερμοκρασία στους 150 K.

Το όσμιο είναι το πυκνότερο υλικό σε κανονικές συνθήκες θερμοκρασίας και πίεσης.

3.7. ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ ΣΥΝΘΕΤΩΝ ΥΛΙΚΩΝ

Η πυκνότητα (ή μέση πυκνότητα) των σύνθετων αντικειμένων που αποτελούνται από 2 υλικά, 1 και 2, δίνεται από έναν τύπο όπως ο παρακάτω:

$$\rho = a_1\rho_1 + a_2\rho_2$$

όπου: ρ η πυκνότητα του σύνθετου υλικού, ρ_1 και ρ_2 οι πυκνότητες των υλικών 1 και 2, ενώ a_1 και a_2 η σχετική με το βάρος συμβολή των δύο υλικών στο αντικείμενο.

3.8. ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ Π/Β ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΤΗΣ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑΣ

Εάν ένα αντικείμενο με πυκνότητα ρ_o , πέσει σε ένα δοχείο που περιέχει ένα υγρό πυκνότητας ρ_l , τότε υπάρχουν τρεις θέσεις για το αντικείμενο:

- 1) το αντικείμενο επιπλέει στην επιφάνεια του υγρού: $\rho_o < \rho_l$,



(I)



(II)



(III)

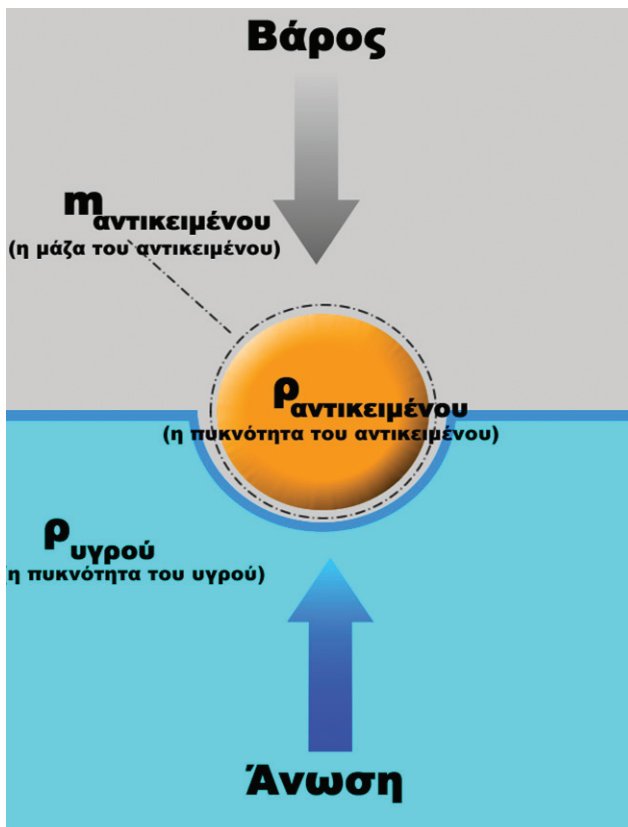
ΣΧΗΜΑ 1. ΟΙ ΤΡΕΙΣ ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΕΣ ΘΕΣΕΙΣ ΒΥΘΙΣΗΣ/ ΠΛΕΥΣΗΣ

- II) το αντικείμενο επιπλέει μέσα στο υγρό:
 $\rho_o = \rho_l$,
- III) το αντικείμενο κείτεται στον πάτο του δοχείου:
 $\rho_o > \rho_l$,

Εάν το αντικείμενο αποτελείται από περισσότερα από ένα υλικά, τότε χρησιμοποιούμε την έννοια της μέσης πυκνότητας με τους παραπάνω τύπους.

3.9. Η ΑΡΧΗ ΤΟΥ ΑΡΧΙΜΗΔΗ

Η άνωση είναι η ανοδική δύναμη που κάνει τα αντικείμενα να επιπλέουν. Η καθαρή ανοδική δύναμη της άνωσης ισούται με το βάρος του υγρού που εκτοπίζεται από το σώμα. Η δύναμη αυτή βοηθά το αντικείμενο να επιπλέει ή τουλάχιστον να φαίνεται ελαφρύτερο.



ΣΧΗΜΑ 2: ΟΙ ΔΥΝΑΜΕΙΣ ΠΟΥ ΕΞΑΣΚΟΥΝΤΑΙ ΣΕ ΕΝΑ ΣΩΜΑ ΒΥΘΙΣΜΕΝΟ ΣΕ ΕΝΑ ΥΓΡΟ.

Ονομάστηκε έτσι από τον Αρχιμήδη τον Συρακούσιο, ο οποίος πρώτος ανακάλυψε τον νόμο αυτό. Σύμφωνα με την αρχή του Αρχιμήδη «Οποιοδήποτε αντικείμενο, το οποίο είναι μερικώς ή ολικώς βυθισμένο σε ένα υγρό, δέχεται άνωση ίση με το βάρος του υγρού που εκτοπίζεται από το αντικείμενο αυτό». Η αρχή του Αρχιμήδη δεν

λαμβάνει υπόψη την επιφανειακή τάση που επιδρά στο σώμα.

Το βάρος του εκτοπισμένου υγρού είναι ανάλογο με τον όγκο του εκτοπισμένου υγρού (εάν το υγρό είναι ομοιόμορφης πυκνότητας). Επομένως, μεταξύ εντελώς βυθισμένων αντικειμένων με ίσες μάζες, τα αντικείμενα με μεγαλύτερο όγκο δέχονται μεγαλύτερη άνωση.

Ας υποθέσουμε ότι το βάρος μιας πέτρας υπολογίζεται στα 10 newtons όταν αιωρείται από ένα κορδόνι στο κενό. Υποθέτουμε ότι όταν η πέτρα βυθιστεί με το κορδόνι σε νερό, εκτοπίζει νερό βάρους 3 newtons. Τότε η δύναμη που ασκεί στο κορδόνι από το οποίο κρέμεται θα είναι 10 newtons μείον τα 3 newtons της άνωσης: $10 - 3 = 7$ newtons. Η άνωση μειώνει το φαινομενικό βάρος των αντικειμένων που έχουν βυθιστεί εντελώς στον πυθμένα της θάλασσας. Γενικά είναι ευκολότερο να σηκώσουμε ένα αντικείμενο μέσα στο νερό παρά να το τραβήξουμε έξω από το νερό.

Ένα αντικείμενο που πέφτει σε ένα υγρό επιπλέει ή βυθίζεται ανάλογα με τις ακόλουθες συνθήκες:

- I) Όταν η άνωση (B) είναι μεγαλύτερη από το βάρος (W) του αντικειμένου, το αντικείμενο επιπλέει στην επιφάνεια του υγρού: $B > W$
- II) Όταν η άνωση (B) είναι ίση με το βάρος (W) του αντικειμένου, το αντικείμενο επιπλέει μέσα στο υγρό: $B = W$
- III) Όταν η άνωση (B) είναι μικρότερη από το βάρος (W) του αντικειμένου, το αντικείμενο κείτεται στον πάτο του υγρού: $B < W$

Είναι φανερό ότι η άνωση στην περίπτωση I αφορά στο μέρος του αντικειμένου που είναι βυθισμένο στο νερό ενώ στις περιπτώσεις II και III αφορά σε όλο το σώμα.

4. ΠΡΟΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΕΣ ΓΝΩΣΕΙΣ ΤΩΝ ΜΑΘΗΤΩΝ

Η ΔΜΑ απευθύνεται σε παιδιά 10-11 ετών, και πιο συγκεκριμένα σε μαθητές της Ε' τάξης του δημοτικού σχολείου. Παρόλο που οι έννοιες που απαιτούνται για την παρακολούθηση της ΔΜΑ είναι στοιχειώδεις (σχήμα, μάζα, όγκος), η ΔΜΑ απαιτεί μερικές πρότερες γνώσεις. Πιο συγκεκριμένα:

- Οι μαθητές πρέπει να κατέχουν μερικές πρώιμες έννοιες της μάζας, του όγκου και του σχήματος.
- Επιπλέον, πρέπει να είναι σε θέση να κατηγοριοποιήσουν αντικείμενα λαμβάνοντας υπόψη ένα από τα παραπάνω χαρακτηριστικά. Για παράδειγμα, πρέπει να μπορούν να κατηγοριοποιήσουν αντικείμενα διαφορετικού βάρους, από το βαρύτερο στο ελαφρύτερο.
- Πρέπει ακόμη να είναι σε θέση να διακρίνουν πιθανούς παράγοντες που επηρεάζουν τα φαινόμενα πλεύσης/βύθισης.
- Επιπλέον, οι μαθητές πρέπει να είναι σε θέση να δίνουν εξηγήσεις (όχι απαραίτητα επιστημονικές) σχετικά με τα φαινόμενα πλεύσης/βύθισης, ανακαλώντας δικές τους εμπειρίες και λαμβάνοντας υπόψη τις δικές τους ιδέες σχετικά με αυτά τα φαινόμενα.
- Πρέπει να είναι σε θέση να χρησιμοποιήσουν διάφορα εργαλεία μέτρησης, όπως η ζυγαριά, προκειμένου να συλλέξουν δεδομένα.
- Οι μαθητές πρέπει να είναι ικανοί να κατανοήσουν την έννοια των υλικών και την έννοια των σύνθετων αντικειμένων.

5. ΣΤΟΧΟΙ ΤΗΣ ΔΙΔΑΚΤΙΚΗΣ ΜΑΘΗΣΙΑΚΗΣ ΑΚΟΛΟΥΘΙΑΣ

Η ΔΜΑ αποτελείται από πέντε ενότητες. Στο Παράρτημα 1, παρουσιάζουμε τα συγκεκριμένα επιδιωκόμενα μαθησιακά αποτελέσματα για κάθε Ενότητα. Οι στόχοι της ΔΜΑ έχουν 4 βασικούς προσανατολισμούς στο πλαίσιο της επιστήμης των υλικών:

Επιστημονικές Ιδέες και Φαινόμενα

- Οι μαθητές θα αναπτύξουν μια ημι-ποσοτική αντίληψη της έννοιας της πυκνότητας (μοντέλο συνωστισμένου πλήθους) ως μια ιδιότητα των υλικών, για να μπορούν να διαπραγματευθούν την ιδιότητα της πυκνότητας ως κριτήριο για την π/β σύνθετων και απλών σωμάτων
- Θα είναι ακόμη ικανοί να αντιληφθούν ότι η πυκνότητα σύνθετου σώματος βρίσκεται μεταξύ των πυκνοτήτων των υλικών που αποτελείται.
- Θα κατανοούν τους παράγοντες που επηρεάζουν (υλικό του αντικειμένου και είδος του υγρού) ή όχι (μέγεθος του αντικειμένου ή του δοχείου) τα φαινόμενα π/β.

Θεμελιώδεις Δεξιότητες Διερεύνησης

- Οι μαθητές θα αναπτύξουν γενικές ικανότητες όπως η συστηματική παρατήρηση, η αναγνώριση και ο έλεγχος των μεταβλητών, ο σχεδιασμός και η εκτέλεση πειραμάτων, η ερμηνεία δεδομένων, η χρήση τεκμηρίων για τις ερμηνείες τους, η συλλογή και η παρουσίαση δεδομένων, η κατασκευή εννοιολογικών μοντέλων βασισμένων σε πειραματικά δεδομένα.
- Θα πρέπει επίσης να είναι ικανοί να διακρίνουν τις περιγραφές από τις ερμηνείες. Επιπλέον, οι μαθητές θα πρέπει να είναι ικανοί να βγάζουν συμπέρασμα παίρνοντας υπόψη τα τεκμήρια, αντί να εκφράζουν τις δικές τους απόψεις.
- Οι μαθητές θα πρέπει να είναι αλλάξουν την αισθητική τους άποψη περί μοντέλων σε μια πιο επιστημονική. Επιπλέον θα προσεγγίσουν όψεις της φύσης και του ρόλου των μοντέλων.

Γνώση όψεων της Επιστήμης και της Τεχνολογίας

- Οι μαθητές θα είναι σε θέση να κατανοήσουν ότι οι άνθρωποι μπορούν να κατασκευάσουν νέα υλικά με προκαθορισμένες ιδιότητες.

- Να προσεγγίσουν την ιδέα ότι πίσω από τα περίπλοκα τεχνολογικά αντικείμενα, «κρύβονται» επιστημονικοί νόμοι και έννοιες.
- Θα είναι σε θέση να αναγνωρίσουν ότι η επίλυση ενός τεχνολογικού προβλήματος απαιτεί έναν αριθμό κοινωνικών, οικονομικών και πολιτισμικών παραγόντων εκτός από τους επιστημονικούς.
- Να είναι σε θέση να αξιολογούν και βελτιώνουν λύσεις σε τεχνολογικά προβλήματα, καθώς και να προτείνουν εναλλακτικές λύσεις σε αυτά.

Ενδιαφέρον και Κίνητρα

- Να αυξηθούν το ενδιαφέρον και τα κίνητρα των μαθητών για τις Φυσικές Επιστήμες.
- ΝΑ αναπτύξουν θετική στάση για τις Φυσικές Επιστήμες και την Τεχνολογία, καθώς και για τις αντίστοιχες καριέρες.

6. ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ ΚΑΙ ΠΛΑΙΣΙΟ

6.1. ΔΙΕΡΕΥΝΗΤΙΚΗ ΜΑΘΗΣΗ: ΣΤΡΑΤΗΓΙΚΗ ΕΛΕΓΧΟΥ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ

Οι βασικές δεξιότητες που είναι απαραίτητες για επιστημονική διερεύνηση στις τάξεις της Ε' και ΣΤ' Δημοτικού καθώς και της Α' και Β' Γυμνασίου, εκτίθενται λεπτομερώς στο βιβλίο του Εθνικού Συμβουλίου Έρευνας των ΗΠΑ (2000) και παρουσιάζονται στον πίνακα 1. Στη ΔΜΑ αυτή εστιάζουμε στην δεξιότητα σχεδιασμού και ερμηνείας πειραμάτων σε φαινόμενα π/β, ώστε να εξαχθούν συμπεράσματα που αφορούν στο ρόλο μιας μεταβλητής στα σχετικά φαινόμενα.

Η στρατηγική του ελέγχου των μεταβλητών, μια συγκεκριμένη επιστημονική διερευνητική προσέγγιση χρησιμοποιείται για να χαρακτηρίσουμε εάν μια μεταβλητή επηρεάζει τη συμπεριφορά ενός συστήματος ή όχι. Διδάσκουμε στους μαθητές μας την Στρατηγική του ελέγχου των μεταβλητών ως μια διαδικασία που περιλαμβάνει τέσσερα βήματα:

- Προβλέπουμε ποιες μεταβλητές πιθανόν επηρεάζουν την π/β,
 - Αποφασίζουμε πώς θα ελέγξουμε εάν μια μεταβλητή επηρεάζει το φαινόμενο ή όχι,
- (i) Κρατάμε όλες τις υπόλοιπες μεταβλητές σταθερές και

ΘΕΜΕΛΙΩΔΕΙΣ ΙΚΑΝΟΤΗΤΕΣ ΑΠΑΡΑΙΤΗΤΕΣ ΓΙΑ ΤΗ ΔΙΕΞΑΓΩΓΗ ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΗΣ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗΣ Ε', ΣΤ' ΔΗΜΟΤΙΚΟΥ & Α', Β' ΓΥΜΝΑΣΙΟΥ
Θέτω ερωτήσεις που μπορούν να απαντηθούν μέσω επιστημονικών διερευνήσεων
Σχεδιάζω και διεξάγω μια επιστημονική έρευνα
Χρησιμοποιώ κατάλληλα εργαλεία και τεχνικές για τη συλλογή, ανάλυση και ερμηνεία δεδομένων
Αναπτύσσω περιγραφές, ερμηνείες, προβλέψεις και μοντέλα χρησιμοποιώντας τεκμήρια
Σκέφτομαι κριτικά και λογικά κατά τη σύνδεση μεταξύ τεκμηρίων και ερμηνειών
Αποδέχομαι και αναλύω εναλλακτικές ερμηνείες και προβλέψεις
Ανακοινώνω επιστημονικές διαδικασίες και ερμηνείες
Χρησιμοποιώ μαθηματικά σε όλες τις φάσεις της επιστημονικής διερεύνησης

ΠΙΝΑΚΑΣ 1: ΤΑ ΣΤΑΝΤΑΡ ΤΟΥ ΕΘΝΙΚΟΥ ΣΥΜΒΟΥΛΙΟΥ ΕΡΕΥΝΑΣ ΤΩΝ ΗΠΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΗ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ (BOUDREAUX, 2008).

(ii) Διεξάγουμε τουλάχιστον δύο ελέγχους προκειμένου να τους συγκρίνουμε

- Ελέγχουμε εάν αυτή η μεταβλητή επηρεάζει το φαινόμενο ή όχι
- Βγάζουμε ένα συμπέρασμα.

Αντιπροσωπευτικό παράδειγμα της εφαρμογής της Στρατηγικής Ελέγχου Μεταβλητών: (Δες στο Μέρος Β, Ενότητα 2, Επεισόδιο 1, Δραστηριότητα 1)

6.2. Η ΔΙΕΡΕΥΝΗΤΙΚΗ ΜΑΘΗΣΗ ΜΕ ΤΗ ΜΕΘΟΔΟ ΤΗΣ ΣΚΑΛΩΣΙΑΣ (SCAFFOLDING)

Η διερευνητική μάθηση περιλαμβάνει μια ευρεία κλίμακα ειδών που περιλαμβάνει από την μία πλευρά την ανοιχτή διερεύνηση, στην οποία το επίπεδο του ελέγχου των δραστηριοτήτων από τους μαθητές είναι υψηλό, π.χ. οργανώνονται από μόνοι τους, θέτουν ερωτήματα, αναπτύσσουν υποθετικές ερμηνείες, σε πιο δομημένη έρευνα, και από την άλλη την πιο δομημένη διερεύνηση, όπου οι εκπαιδευτικοί αποφασίζουν τα ερωτήματα και τις συγκεκριμένες διαδικασίες της έρευνας (Grawford, 2007; Herr, 2008).

Οκτώ επίπεδα και τύποι επιστημονικής διερεύνησης: Ανακαλυπτική Μάθηση, Διαδραστικές Επιδείξεις, Διερευνητικά Μαθήματα, Καθοδηγούμενα Διερευνητικά Εργαστήρια, Περιορισμένα Διερευνητικά Εργαστήρια, Ελεύθερα Διερευνητικά Εργαστήρια, Καθαρή Υποθετική Διερεύνηση, Εφαρμοσμένη Υποθετική Διερεύνηση.

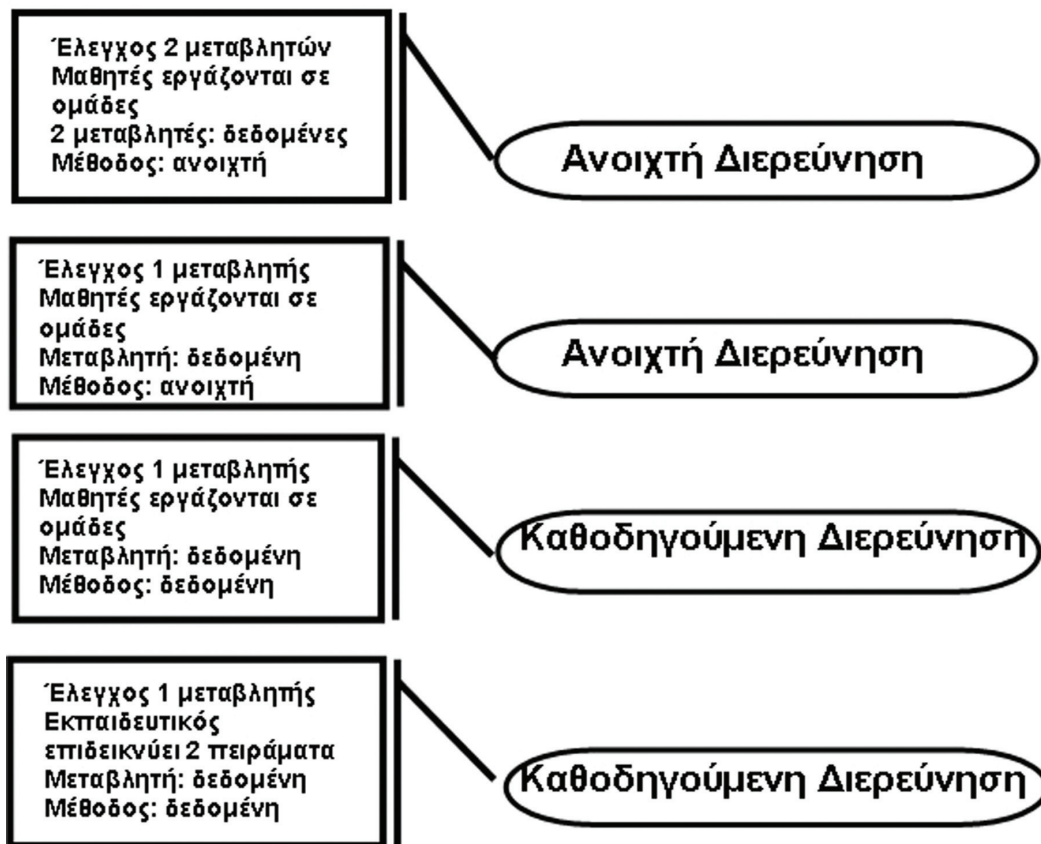
Πηγή: Hanauer, D., Hatfull, G., Jacobs-Sera, D. (2009). Active Assessment. Assessing Scientific Inquiry. Springer, USA

Η ΔΜΑ αυτή αφορά στην περίπτωση όπου οι μαθητές στους οποίους απευθύνεται, έχουν περιορισμένη εμπειρία σε δραστηριότητες διερεύνησης και ως αποτέλεσμα, θεωρούμε ότι χρειάζονται καθοδήγηση στην διερεύνηση που αναλαμβάνουν. Πράγματι, ο Krajcik (2001) παρατήρησε ότι «προσπαθώντας να επισπεύσουμε την διερευνητική διαδικασία είναι σαν να μαθαίνουμε σε κάποιον να κολυμπάει ρίχνοντάς τον στο

βαθύτερο μέρος της πισίνας» (σ. 92). Σε συνάρτηση με αυτή την άποψη, προσεγγίζουμε την έννοια της «σκαλωσίας» (scaffolding) όπου ο/η μαθητής/τρια καθοδηγείται από τον/την εκπαιδευτικό να διεκπεραιώσει ένα πείραμα (ή να λύσει ένα πρόβλημα) με σταδιακά όλο και λιγότερη υποστήριξη, καθώς ο μαθητής/τρια καθίσταται ικανός/ικανή να το ολοκληρώσει (Taber, 2009).

Η διερευνητική μάθηση με τη μέθοδο της σκαλωσίας (scaffolding) πραγματοποιείται σε τέσσερα επίπεδα (σχήμα 1). Το **πρώτο επίπεδο** της «καθοδηγούμενης διερεύνησης» αποτελείται από μια δραστηριότητα καθοδηγούμενη από τον εκπαιδευτικό, μέσα από την οποία οι μαθητές οδηγούνται να ελέγξουν μια μεταβλητή ακολουθώντας μια συγκεκριμένη μέθοδο (τη Στρατηγική του Ελέγχου Μεταβλητών). Το **δεύτερο επίπεδο** της «καθοδηγούμενης διερεύνησης» αποτελείται από μια διερεύνηση των μαθητών καθοδηγούμενη από τον εκπαιδευτικό, στην οποία οι μαθητές φέρνουν εις πέρας ένα πείραμα προκειμένου να ελέγξουν μια μεταβλητή, ακολουθώντας την ίδια μέθοδο. Το **τρίτο επίπεδο** της «ανοιχτής διερεύνησης» αποτελείται από ένα μαθητικό διερευνητικό πείραμα προκειμένου να ελέγξουν μια μεταβλητή που τίθεται από τον εκπαιδευτικό. Οι μαθητές αναμένεται να σχεδιάσουν και να διεξάγουν το πείραμα. Τέλος, το **τέταρτο επίπεδο** της «ανοιχτής διερεύνησης» εμπλέκει τους μαθητές στο σχεδιασμό διερευνητικών πειραμάτων ώστε να ελέγξουν δύο μεταβλητές οι οποίες παρόλα αυτά τίθενται από τον εκπαιδευτικό.

Αντιπροσωπευτικό παράδειγμα της εφαρμογής της διερευνητικής μάθησης με τη μέθοδο της σκαλωσίας (scaffolding): (Δες Μέρος Β, Ενότητα 1, Επεισόδιο 2, Δραστηριότητα 3 και Ενότητα 2)



ΣΧΗΜΑ 3: ΤΟ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΤΗΣ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗΣ ΜΕΣΩ ΤΗΣ ΜΕΘΟΔΟΥ ΤΗΣ ΣΚΑΛΩΣΙΑΣ (SCAFFOLDING) ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ ΤΟΥ ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟΥ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟΥ

6.3. ΜΟΝΤΕΛΑ ΚΑΙ ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗ

Ένα μοντέλο είναι η αναπαράσταση ενός στόχου ο οποίος, γενικά, μπορεί να είναι ένα αντικείμενο, μια έννοια, μια διαδικασία ή ένα φαινόμενο (Van Driel and Verloop, 1999). Ο στόχος του μοντέλου μπορεί να είναι η περιγραφή, η εξήγηση ή η πρόβλεψη ενός στόχου. Οι Gilbert et al. (2000) προτείνουν μια ταξινόμηση του οντολογικού (εγγενούς) επιπέδου των μοντέλων: Νοητικά, εκφρασμένα, συναίεσης (που προέκυψαν μέσα από συναίεση), επιστημονικά, ιστορικά, αναλυτικών προγραμμάτων, μοντέλα που χρησιμοποιούνται στη διδασκαλία.

Τα νοητικά μοντέλα είναι μεμονωμένες ανθρώπινες κατασκευές, οι οποίες υπάρχουν αρχικά στο μυαλό κάποιου, ασχέτως αν το άτομο αυτό σκέφτεται μόνο του ή σε μια ομάδα. Τα εκφρασμένα μοντέλα είναι τα νοητικά μοντέλα που εισέρχονται στη δημόσια σφαίρα μέσω ενός ατόμου μέσω οποιασδήποτε μορφής έκφρασης (π.χ. ομιλία, γραφή).

Τα μοντέλα συναίεσης είναι τα εκφρασμένα μοντέλα που έχουν συζητηθεί και έχουν γίνει αποδεκτά από μια συγκεκριμένη κοινότητα.

Τα επιστημονικά μοντέλα είναι τα εκφρασμένα μοντέλα που έχουν γίνει αποδεκτά από μια επιστημονική κοινότητα μετά από επίσημο πειραματικό έλεγχο, όπως αποδεικνύεται από την έκδοσή τους σε περιοδικό ύστερα από κρίση.


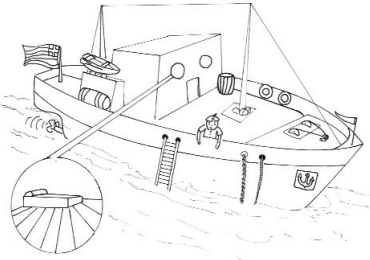

Τα ιστορικά μοντέλα είναι τα μοντέλα συναίεσης που έχουν αναπτυχθεί σε ένα συγκεκριμένο πλαίσιο, και συγκεκριμένα ένα σύστημα συγκεκριμένων φιλοσοφικών, επιστημονικών, τεχνολογικών και κοινωνικών πεποιθήσεων.

Τα μοντέλα των αναλυτικών προγραμμάτων είναι συνήθως οι απλοποιημένες εκδοχές των επιστημονικών ή ιστορικών μοντέλων, τα οποία περιλαμβάνονται σε ένα επίσημο αναλυτικό πρόγραμμα σπουδών.

Τα μοντέλα που χρησιμοποιούνται στην διδασκαλία μπορούν να οριστούν ως αυτά τα μοντέλα που έχουν αναπτυχθεί ειδικά για να διευκολύνουν τους μαθητές να κατανοήσουν τα μοντέλα συναίνεσης και να υποστηρίξουν την εξέλιξη των νοητικών μοντέλων σε συγκεκριμένες επιστημονικές περιοχές.

Ο τρόπος της αναπαράστασης ενός μοντέλου ποικίλει και μπορεί να είναι: υλικής υπόστασης, λεκτικός, οπτικός, μαθηματικός κλπ. Στον πίνακα 2 παρουσιάζουμε ορισμένα από τα μοντέλα που αφορούν στα φαινόμενα πλεύσης και βύθισης, τα οποία ο εκπαιδευτικός και οι μαθητές θα επεξεργαστούν κατά τη διάρκεια της εφαρμογής. Τα πρώτα τέσσερα μοντέλα του πίνακα 2 είναι μοντέλα που χρησιμοποιούνται στην διδασκαλία,

που σημαίνει ότι στοχεύουν να βοηθήσουν τους μαθητές να κατανοήσουν επιστημονικά μοντέλα και διευκολύνουν τις απόψεις τους σχετικά με τα φαινόμενα πλεύσης βύθισης. Τα μοντέλα αυτά είναι εκφρασμένα μοντέλα, με την έννοια ότι δεν είναι νοητικά μοντέλα στα μυαλά των μαθητών. Το πέμπτο μοντέλο του πίνακα 2 είναι ένα αιτιακό μοντέλο, το οποίο είναι ένα νοητικό μοντέλο αναλυτικών προγραμμάτων που αφορά στην ερμηνεία και πρόβλεψη των φαινομένων πλεύσης βύθισης. Επιπλέον, όλα τα μοντέλα είναι ποιοτικά (Boulter and Buckley, 2000) εκτός από το μοντέλο του «συνωστισμένου πλήθους», και επομένως και το αιτιακό μοντέλο για την πρόβλεψη φαινομένων π/β, τα οποία είναι ημι-ποσοτικά.

ΕΝΟ-ΤΗΤΑ	ΜΟΝΤΕΛΟ	ΣΤΟΧΟΣ ΜΟΝΤΕΛΟΥ	ΤΡΟΠΟΣ ΑΝΑΠΑΡΑΣ-ΤΑΣΗΣ ΤΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ	ΟΝΤΟΛΟΓΙΚΟ ΕΠΙΠΕΔΟ (Η ΕΓΓΕΝΗΣ ΦΥΣΗ ΤΩΝ ΜΟΝΤΕΛΩΝ)	ΣΤΟΧΟΣ ΤΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ (ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ, ΕΝΝΟΙΑ, ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ, ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ)
1, 4,5	 <p>ΣΙΔΕΡΕΝΙΟ ΜΟΝΤΕΛΟ ΠΛΟΙΟΥ</p>	Περιγραφή	Υλικός ή απτός	Ποιοτικό, μοντέλο που χρησιμοποιείται στην διδασκαλία	Ένα πλοίο (αντικείμενο)
1	 <p>ΣΚΙΤΣΟ ΠΛΟΙΟΥ</p>	Περιγραφή	Οπτικός - στατικός	Ποιοτικό, μοντέλο που χρησιμοποιείται στην διδασκαλία	Ένα πλοίο (αντικείμενο)
4	 <p>ΜΟΝΤΕΛΟ ΤΟΥ ΣΥΝΩΣΤΙΣΜΕΝΟΥ ΠΛΗΘΟΥΣ</p>	Περιγραφή	Οπτικός - στατικός	Ημι-ποσοτικό, μοντέλο που χρησιμοποιείται στην διδασκαλία	Η έννοια της πυκνότητας (έννοια)

ΕΝΟΤΗΤΑ	ΜΟΝΤΕΛΟ	ΣΤΟΧΟΣ ΜΟΝΤΕΛΟΥ	ΤΡΟΠΟΣ ΑΝΑΠΑΡΑΣΤΑΣΗΣ ΤΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ	ΟΝΤΟΛΟΓΙΚΟ ΕΠΙΠΕΔΟ (Η ΕΓΓΕΝΗΣ ΦΥΣΗ ΤΩΝ ΜΟΝΤΕΛΩΝ)	ΣΤΟΧΟΣ ΤΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ (ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ, ΕΝΝΟΙΑ, ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ, ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ)
5	 <p>ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΤΟΥ SEA DIAMOND</p>	Περιγραφή	Οπτικός - δυναμικός	Ποιοτικό, μοντέλο που χρησιμοποιείται στην διδασκαλία	Η πλεύση και βύθιση του κρουαζιερόπλοιου Sea Diamond (φαινόμενο)
4	Όταν η πυκνότητα ενός αντικειμένου (ομογενούς ή σύνθετου) είναι περισσότερη από την πυκνότητα ενός υγρού το αντικείμενο βουλιάζει. Όταν η πυκνότητα ενός αντικειμένου (ομογενούς ή σύνθετου) είναι λιγότερη από την πυκνότητα ενός υγρού το αντικείμενο επιπλέει.	Αιτιακό μοντέλο, ερμηνεία και πρόβλεψη	Λεκτικός - Κανόνας	Ημι-ποσοτικό, μοντέλο αναλυτικού προγράμματος	Το φαινόμενο της πλεύσης και βύθισης (φαινόμενο)

ΠΙΝΑΚΑΣ 2: ΟΡΙΣΜΕΝΑ ΑΠΟ ΤΑ ΜΟΝΤΕΛΑ ΠΟΥ ΑΦΟΡΟΥΝ ΣΤΗΝ ΠΛΕΥΣΗ/ΒΥΘΙΣΗ, ΤΑ ΟΠΟΙΑ Ο ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟΣ ΚΑΙ ΟΙ ΜΑΘΗΤΕΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΖΟΝΤΑΙ ΚΑΤΑ ΤΗ ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΤΗΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ

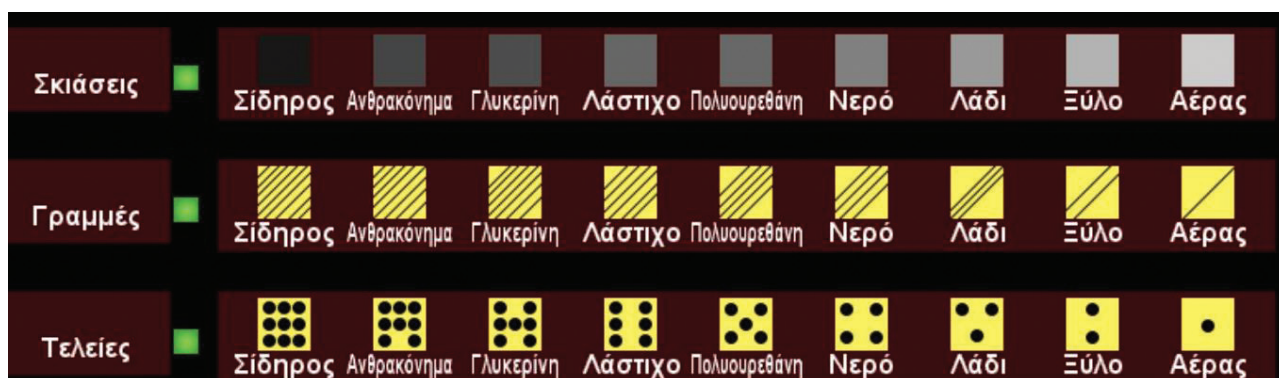
Πραξεις μοντελοποίησης είναι οι ακόλουθες: (i) **μάθηση μοντέλων**, δηλαδή οι μαθητές μαθαίνουν υπαρκτά μοντέλα, (ii) **χρήση μοντέλων** για πειραματισμό και πρόβλεψη, δηλαδή οι μαθητές χρησιμοποιούν υπαρκτά μοντέλα που έχουν ήδη διδαχθεί, (iii) **αναθεώρηση των μοντέλων**, όπου οι μαθητές τροποποιούν τα υπάρχοντα μοντέλα ώστε να τα προσαρμόσουν σε νέους στόχους, και (iv) **παραγωγή μοντέλων**, όταν οι μαθητές κατασκευάζουν νέα μοντέλα (Justi & Gilbert, 2002). Στη ΔΜΑ μας εστιάζουμε σε περιπτώσεις μοντελοποίησης, που αντιστοιχούν στις δύο πρώτες ενέργειες: την **μάθηση μοντέλων** και τη χρήση μοντέλων. Συγκεκριμένα, υιοθετήσαμε το οπτικό μοντέλο του «συνωστισμένου πλήθους» (βλ. **Πίνακα 2**) προκειμένου να προσεγγίσουμε την έννοια της πυκνότητας (μάθηση μοντέλων, 3η και 4η ενότητα). Επιπλέον, ζητήσαμε από τους μαθητές να χρησιμοποιήσουν αυτό το μοντέλο για να

προβλέψουν και να ερμηνεύσουν φαινόμενα π/β. Για παράδειγμα, βασισμένοι σε αυτό το μοντέλο, προβλέπουν ότι ένα κομμάτι λάστιχου επιπλέει μέσα σε ένα δοχείο γεμάτο νερό (το λάστιχο έχει 6 κουκίδες ανά κυβάκι ενώ το νερό έχει 4 κουκίδες ανά κυβάκι).

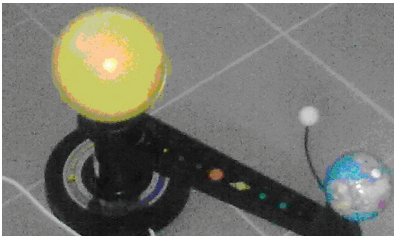
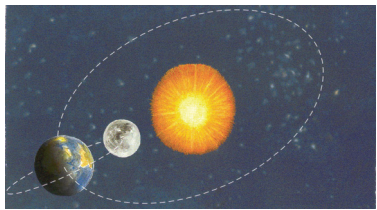
Παρόλο που η ΔΜΑ μας εστιάζει στη χρήση μοντέλων, ο βασικός στόχος των παραπάνω πράξεων μοντελοποίησης είναι η μετατόπιση του αιτιακού τρόπου συλλογισμού των μαθητών από αιτιακό γραμμικό συλλογισμό (π.χ. το αντικείμενο επιπλέει εξαιτίας του βάρους του) σε αιτιακό συσχετιστικό συλλογισμό (π.χ. ένα αντικείμενο επιπλέει όταν η πυκνότητά του είναι λιγότερη από την πυκνότητα του υγρού). Αυτός ο αιτιακός συσχετιστικός συλλογισμός εκφράζεται με το τελευταίο μοντέλο στον πίνακα 2, το οποίο είναι ένα αιτιακό μοντέλο και στοχεύει στην ερμηνεία και

πρόβλεψη του φαινομένου της πλεύσης και βύθισης. Αυτή η μετατόπιση στο συλλογισμό των μαθητών είναι το αποτέλεσμα της εξέλιξης των νοητικών μοντέλων των μαθητών, και έχει ως συνέπεια την παραγωγή βελτιωμένων νοητικών μοντέλων, τα οποία πρέπει να έχουν τις προδιαγραφές επιστημονικών μοντέλων: (α) να αναπαριστούν καθορισμένες πλευρές του φαινομένου, και να είναι δυνατό να τελειοποιηθούν ή να διαψευστούν, (β) να παρέχουν μια μηχανιστική ερμηνεία του φαινομένου, (γ) να χρησιμεύουν στη διαμόρφωση προβλέψεων, που μπορούν να υποβληθούν στον πειραματικό έλεγχο (Constantinou, 2007). Με αυτή την έννοια, η επανάληψη και κατασκευή των νοητικών μοντέλων, δηλαδή η τρίτη και τέταρτη πράξη της μοντελοποίησης, είναι το δεύτερο σημαντικό σημείο της ΔΜΑ σχετικά με τα μοντέλα και τη μοντελοποίηση, το οποίο ωστόσο οι μαθητές δεν το διαπραγματεύονται άμεσα, με την έννοια ότι δεν ενεργοποιείται καμία συζήτηση σχετικά με αυτές τις πλευρές της μοντελοποίησης. Υποθέτουμε ότι αυτό θα μπορούσε να είναι δυνατό και ταυτόχρονα πιο κατάλληλο για μια τάξη που έχει μεγαλύτερη εμπειρία σε εργασίες μοντελοποίησης, ειδικά σε περιπτώσεις όπου οι μαθητές κατασκευάζουν τα δικά τους εκφρασμένα μοντέλα φαινομένων που δεν είναι εννοιολογικά τόσο απαιτητικά, όπως είναι τα φαινόμενα πλεύσης βύθισης και η έννοια της πυκνότητας.

Η φυση και ο ρολος των μοντελων θεωρούνται εξαιρετικά σημαντικές επιστημολογικές όψεις της φύσης της επιστήμης, οι οποίες μπορούν να βελτιώσουν την εννοιολογική εξέλιξη των μαθητών (Schwarz and White, 2005). Επιπλέον, ο συλλογισμός που βασίζεται σε μοντέλα μπορεί να εννοηθεί ως ένα συνεχές στο οποίο οι εκπαιδευτικοί ξεκινούν με τις βασικές αναπαραστατικές δυνατότητες των μαθητών και προσπαθούν να καταλήξουν κοντά στις πρακτικές των επιστημόνων. Στη μέση βρίσκεται μια ενδιάμεση μορφή αναπαράστασης και μοντελοποίησης (Petrosino, 2003). Σύμφωνα με την παραπάνω θέση, στην 1η ενότητα της ΔΜΑ λαμβάνει χώρα μια συζήτηση σχετικά με τη φύση των μοντέλων, με τη βοήθεια δύο διαφορετικών (υλικό, σκίτσο) μοντέλων ενός πλοίου. Στην 2η ενότητα οι μαθητές εκτελούν αληθινά και προσομοιωμένα πειράματα προκειμένου να διακρίνουν και να ελέγξουν παράγοντες που πιθανώς να επηρεάζουν την π/β. Στην 3η ενότητα οι μαθητές γνωρίζουν μια οπτική αναπαράσταση της πυκνότητας. Με τη χρήση αυτής της αναπαράστασης σε σχετικά προσομοιωμένα πειράματα οι μαθητές αναμένεται να διατυπώσουν πιο αφηρημένες αιτιακές σχέσεις, όπως ο κανόνας πρόβλεψης σχετικά με την π/β. Ακολουθούμε μια **σταδιακή προσέγγιση** της φύσης και του ρόλου των μοντέλων κινούμενοι από τα φυσικά μοντέλα, όπως μια σιδερένια αναπαράσταση του πλοίου (1η ενότητα), σε οπτικά μοντέλα, όπως το οπτικό μοντέλο της πυκνότητας και τελικά σε αιτιακά συσχετιστικά μοντέλα που αφορούν σε κανόνες της π/β (3η ενότητα).



ΣΧΗΜΑ 4: ΕΙΚΟΝΑ ΑΠΟ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ ΠΟΥ ΑΠΕΙΚΟΝΙΖΕΙ ΤΟ ΟΠΤΙΚΟ ΜΟΝΤΕΛΟ ΑΝΑΠΑΡΑΣΤΑΣΗΣ ΤΗΣ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑΣ

ΕΝΟ-ΤΗΤΑ	ΜΟΝΤΕΛΟ	ΣΤΟΧΟΣ ΜΟΝΤΕΛΟΥ	ΤΡΟΠΟΣ ΑΝΑΠΑΡΑΣΤΑΣΗΣ ΤΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ	ΟΝΤΟΛΟΓΙΚΟ ΕΠΙΠΕΔΟ (Η ΕΓΓΕΝΗΣ ΦΥΣΗ ΤΩΝ ΜΟΝΤΕΛΩΝ)	ΣΤΟΧΟΣ ΤΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ (ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ, ΕΝΝΟΙΑ, ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ, ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ)
4	 <p>ΗΛΙΟΚΕΝΤΡΙΚΟ ΜΟΝΤΕΛΟ</p>	Αιτιακό μοντέλο, ερμηνεία και πρόβλεψη	Υλικό ή απτό	εκφρασμένο, ποιοτικό, αναλυτικού προγράμματος, μοντέλο που χρησιμοποιείται στη διδασκαλία	Φαινόμενο μέρας και νύχτας
4	 <p>ΣΚΙΤΣΟ ΗΛΙΟΚΕΝΤΡΙΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ</p>	Περιγραφή	Οπτικό - στατικό	εκφρασμένο, ποιοτικό, αναλυτικού προγράμματος, μοντέλο που χρησιμοποιείται στη διδασκαλία	Φαινόμενο μέρας και νύχτας

ΠΙΝΑΚΑΣ 3. ΟΡΙΣΜΕΝΑ ΑΠΟ ΤΑ ΜΟΝΤΕΛΑ ΠΟΥ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟΣ ΚΑΙ ΜΑΘΗΤΕΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΖΟΝΤΑΙ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΠΡΟΚΕΙΜΕΝΟΥ ΝΑ ΒΕΛΤΙΩΣΟΥΝ ΤΗΝ ΚΑΤΑΝΟΗΣΗ ΤΗΣ ΦΥΣΗΣ ΚΑΙ ΤΟΥ ΡΟΛΟΥ ΤΩΝ ΜΟΝΤΕΛΩΝ

Αυτή η μετάβαση διευκολύνεται από την διαπραγμάτευση των αιτιακών (γραμμικών) μοντέλων των μαθητών σχετικά με τους παράγοντες (π.χ. το βάρος του αντικειμένου) που επηρεάζουν την π/β (2η ενότητα), προκειμένου να προωθήσουν το πέρασμα από μια απλή γραμμική αιτιότητα σε μια διαδραστική συσχετιστική αιτιότητα (Perkins & Grotzer, 2005). Τέλος στην 4η ενότητα, μέσω συζήτησης, και με τη βοήθεια δύο διαφορετικών ειδών του ηλιοκεντρικού μοντέλου (βλ. Πίνακα 3) καθώς και με την ποικιλία των οπτικών αναπαραστάσεων της πυκνότητας των μαθητών, περιμένουμε από τη μία ότι οι μαθητές θα γενικεύσουν την έννοια του μοντέλου σε ένα άλλο πλαίσιο, και από την άλλη ότι θα αποκτήσουν μια πιο ολοκληρωμένη άποψη σχετικά με τη φύση και το ρόλο των μοντέλων. Πιο συγκεκριμένα, περιμένουμε ότι θα μεταβάλλουν την ιδέα ότι «τα μοντέλα χρησιμεύουν ως παραδείγματα» και θα διαμορφώσουν την αντίληψη ότι «τα μοντέλα

χρησιμεύουν ως εργαλεία» (Penner et al., 1997), για την ερμηνεία και πρόβλεψη ενός φαινομένου, για παράδειγμα το φαινόμενο της μέρας και της νύχτας. Οι μαθητές συζητούν με τον εκπαιδευτικό για τα μέρη που απαρτίζουν τα μοντέλα καθώς και τη χρήση τους, και περιμένουμε επίσης να μάθουν ότι μπορούμε να έχουμε περισσότερα από ένα μοντέλα για τα ουράνια σώματα. Επιπλέον, μέσω της συζήτησης, μαθαίνουν δύο σημαντικά πράγματα που σχετίζονται με τη φύση των μοντέλων: το πρώτο είναι ότι ένα μοντέλο είναι μια αναπαράσταση ενός στόχου και όχι το αντίγραφο του, ενώ το δεύτερο είναι να υιοθετήσουν την ιδέα των μοντέλων ως πολλαπλών αναπαραστάσεων (Treagust, Chittleborough & Mamiala, 2002). Για παράδειγμα, να κατανοήσουν ότι μπορούμε να έχουμε μια ποικιλία μοντέλων για την ίδια ιδιότητα, όπως η πυκνότητα (βλ. Πίνακα 2).

ΙΔΕΕΣ ΤΩΝ ΜΑΘΗΤΩΝ ΓΙΑ ΤΑ ΜΟΝΤΕΛΑ	ΦΥΣΗ ΚΑΙ ΡΟΛΟΣ ΤΩΝ ΜΟΝΤΕΛΩΝ ΣΤΗΝ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΤΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
Τα μοντέλα μπορούν να υπάρξουν μόνο σε υλική ή απτή μορφή	Τα μοντέλα μπορεί να εμφανίζονται με ποικιλία τρόπων και μορφών. Ειδικά τα επιστημονικά μοντέλα εμφανίζονται πιο συχνά με αφηρημένο τρόπο παρά με υλικό.
Τα μοντέλα είναι αντίγραφα ενός στόχου	Τα μοντέλα είναι αναπαραστάσεις ενός στόχου και όχι το αντίγραφο του
Τα μοντέλα χρησιμεύουν ως υποδείγματα	Τα μοντέλα χρησιμεύουν ως εργαλεία για ερμηνεία και πρόβλεψη ενός φαινομένου
Ένας στόχος μπορεί να αναπαρίσταται από ένα μόνο μοντέλο	Ένας στόχος μπορεί να αναπαρίσταται από περισσότερα από ένα μοντέλα
Ο σκοπός των μοντέλων είναι μόνο η ψυχαγωγία και η διδασκαλία	Ο σκοπός των επιστημονικών μοντέλων μπορεί να είναι η περιγραφή, αλλά πιο συχνά είναι η ερμηνεία και πρόβλεψη ενός φαινομένου

ΠΙΝΑΚΑΣ 4. ΔΙΑΦΟΡΕΣ ΜΕΤΑΞΥ ΤΩΝ ΙΔΕΩΝ ΤΩΝ ΜΑΘΗΤΩΝ ΓΙΑ ΤΑ ΜΟΝΤΕΛΑ ΚΑΙ ΤΩΝ ΒΑΣΙΚΩΝ ΟΦΕΩΝ ΤΗΣ ΦΥΣΗΣ ΚΑΙ ΤΟΥ ΡΟΛΟΥ ΤΩΝ ΜΟΝΤΕΛΩΝ ΣΤΗΝ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΤΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ

Σύμφωνα με τον Gilbert (1991, p. 77) οι μαθητές έχουν σχετικά περιορισμένη και στερεοτυπική άποψη για τα μοντέλα ως τρισδιάστατα φυσικά αντικείμενα κατασκευασμένα είτε για ψυχαγωγία είτε για διδασκαλία. Είναι φανερό ότι εάν η επιστήμη οριστεί ως μια διαδικασία κατασκευής μοντέλων, τότε προτεραιότητα πρέπει να δοθεί στην επέκταση της έννοιας του μοντέλου, που φαίνεται ότι έχουν οι περισσότεροι μαθητές. Ακολουθώντας την παραπάνω διδακτική προσέγγιση που αφορά στα μοντέλα και την μοντελοποίηση, υποθέτουμε ότι οι μαθητές θα βελτιώσουν την κατανόηση σχετικά με βασικές πτυχές της φύσης/του ρόλου των μοντέλων (πίνακας 4).

6.4. ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΗ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΗ ΓΝΩΣΗ ΣΤΗΝ ΚΑΘΗΜΕΡΙΝΗ

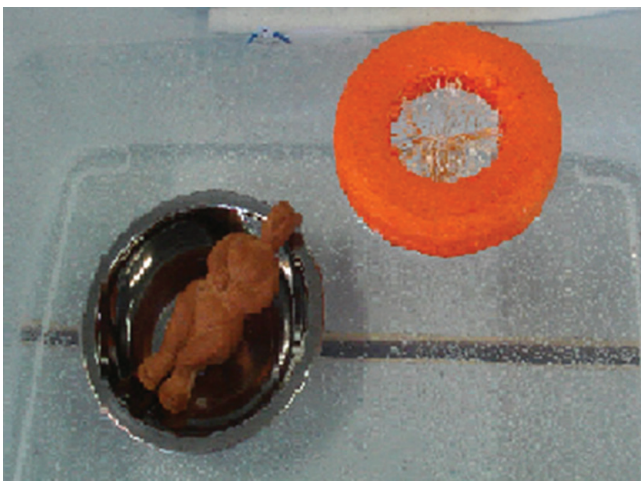
Η μαθηση επηρεάζεται από το πλαίσιο στο οποίο γίνεται, οπότε σαν συνέπεια, οι μαθητές πρέπει να προσεγγίσουν μια ποικιλία διαφορετικών καταστάσεων προκειμένου να κατανοήσουν την γενικότητα επιστημονικών εννοιών όπως η πυκνότητα (Tao & Gunstone, 1999; Yeo et al., 1999; Krajic, 2001). Σε αυτή τη ΔΜΑ μελετώνται ταυτόχρονα η επιστημονική καθώς και η τεχνολογική πλευρά των ιδιοτήτων των υλικών.

“Ο Richard White (1998) θεωρεί ότι όταν η μάθηση πραγματοποιείται σε ένα συγκεκριμένο πλαίσιο διαμορφώνει εμπειρίες που δίνουν πρόσβαση σε ιδέες. Όταν η μάθηση γίνεται σε ένα συγκεκριμένο πλαίσιο λειτουργεί ταυτόχρονα ως άγκυρα που βοηθά τους μαθητές να αναπτύξουν τις γνώσεις τους καθώς και ως μια ευκαιρία γι’ αυτούς να εφαρμόσουν όσα ξέρουν και να κάνουν συνδέσεις με νέες καταστάσεις.”
(Krajic, 2001; p. 13).

Απο τη μια μεριά η πυκνότητα παρουσιάζεται ως μια ιδιότητα των υλικών -μια ‘ταυτότητα’ των υλικών- με τη χρήση του μοντέλου του συνωστισμένου πλήθους. Οι μαθητές, βασισμένοι σε αυτή την παρουσίαση, αναμένεται να κατανοήσουν ότι η

πυκνότητα εξαρτάται από το είδος του υλικού, καθώς και να είναι ικανοί να προβλέψουν/ερμηνεύσουν φαινόμενα π/β συγκρίνοντας τις πυκνότητες μεταξύ των υλικών. Επιπλέον εξασκούνται στην εφαρμογή μεθόδων επιστημονικής διερεύνησης, όπως είναι η στρατηγική ελέγχου μεταβλητών, και η μάθηση επιστημονικών μοντέλων.

Απο την αλλη μερια, ζητείται από τους μαθητές να “ανακαλύψουν” και να χρησιμοποιήσουν την ιδιότητα της πυκνότητας στον περίπλοκο τεχνολογικό κόσμο π.χ. για την ανέλκυση ενός βυθισμένου πλοίου ή ενός βυθισμένου αγάλματος (βλ. Σχήμα 3). Τους βοηθούμε ακόμη να γίνουν «δημιουργικοί λύτες προβλημάτων», να εκτιμούν την υπάρχουσα τεχνολογία και να είναι ικανοί να την αλλάξουν, να γίνουν καλά ενημερωμένοι χρήστες προϊόντων (βλ. γλυκερίνη) και να βρίσκουν εναλλακτικές τεχνολογικές λύσεις, λαμβάνοντας υπόψη παράγοντες όπως η αισθητική, τα περιβαλλοντικά ζητήματα και η εργονομία (βλ. Σχήμα 3).



ΣΧΗΜΑ 5: Η ΑΝΕΛΚΥΣΗ ΕΝΟΣ ΒΥΘΙΣΜΕΝΟΥ ΑΓΑΛΜΑΤΟΣ: ΖΗΤΗΣΑΜΕ ΑΠΟ ΜΑΘΗΤΕΣ ΝΑ ΛΑΒΟΥΝ ΥΠΟΨΗ ΤΟ ΚΟΣΤΟΣ ΤΗΣ ΑΝΕΛΚΥΣΗΣ, ΚΑΘΩΣ ΚΑΙ ΤΗΝ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΤΟΥ ΑΓΑΛΜΑΤΟΣ.

Αντιπροσωπευτικά παραδείγματα της εφαρμογής της διδασκαλίας της τεχνολογίας: (Δες Μέρος Β, Ενότητα 5, Επεισόδιο 3 και 4)

7. ΣΧΕΤΙΚΑ ΕΡΓΑΛΕΙΑ ΤΠΕ

Μελετώντας τις υπάρχουσες προτάσεις εκπαιδευτικών λογισμικών που ενσωματώνουν σε μεγαλύτερο ή μικρότερο βαθμό τις έννοιες που μας ενδιαφέρουν, διαπιστώσαμε την έλλειψη ικανοποιητικών προτάσεων κυρίως λόγω του προσανατολισμού τους σε μαθηματική αντιμετώπιση του υπό μελέτη ζητήματος. Γι' αυτό, ήταν συνειδητή η επιλογή μας να αναπτύξουμε ειδικά κατασκευασμένα λογισμικά από την αρχή, τα οποία να ακολουθούν πιστά τις έννοιες που θέλουμε να διδάξουμε. Τα κριτήρια που τέθηκαν από την αρχή, σχετικά με τα χαρακτηριστικά του λογισμικού μας ήταν να έχει:

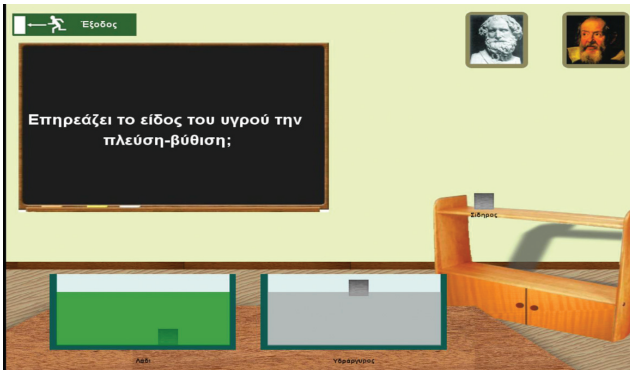
- Παιγνιώδη χαρακτήρα με έντονα διαδραστικά στοιχεία.
- Ημι-ανοιχτή προσέγγιση που επιτρέπει τον πειραματισμό σε ένα ελεγχόμενο περιβάλλον.
- Χωρισμό σε ενότητες (“δωμάτια”), που να ακολουθούν την εξέλιξη της διδασκαλίας.
- Ρεαλιστικό περιβάλλον για την αναπαράσταση υγρών και στερεών, χωρίς υπερβολικές τρισδιάστατες αναπαραστάσεις που να αποπροσανατολίζουν.
- Εύκολη εγκατάσταση και χαμηλές απαιτήσεις εγκατάστασης και χρήσης.
- Εύκολη μετάφραση του περιβάλλοντος εργασίας σε άλλες γλώσσες.

Τελικά, το λογισμικό κατέληξε σε ένα πρόγραμμα για τα Microsoft Windows, με τη χρήση του λογισμικού Game Maker. (<http://www.yoyogames.com/gamemaker>).

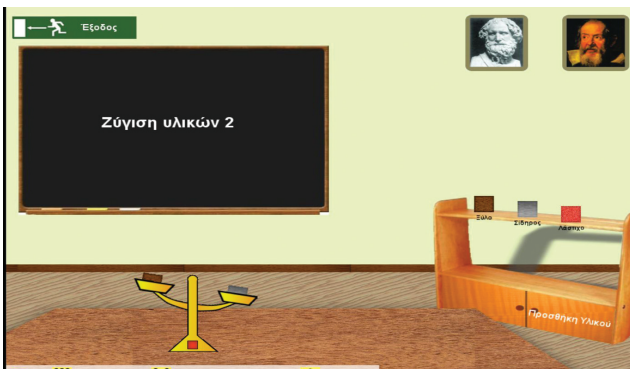


Το λογισμικό, στην τρέχουσα μορφή. του περιλαμβάνει τα εξής:

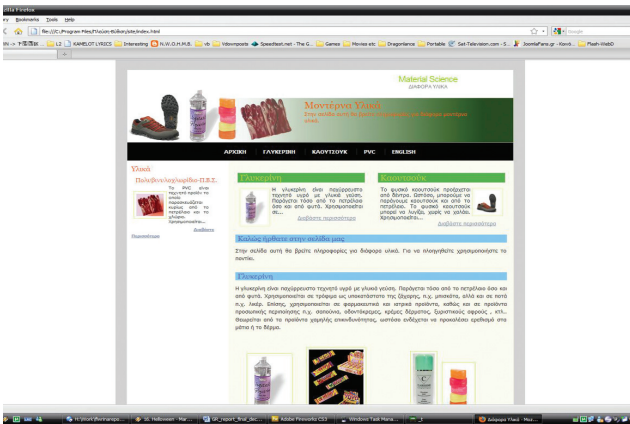
Τέσσερις ενότητες (“δωμάτια”) όπου οι μαθητές μπορούν να ελέγχουν τις παραμέτρους που πιθανόν επηρεάζουν την πλεύση-βύθιση.



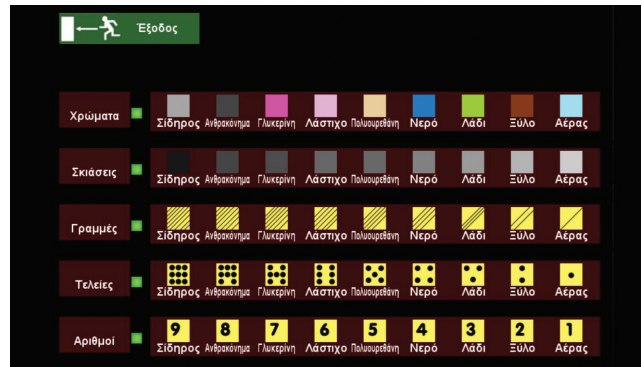
Δύο ενότητες (“δωμάτια”), όπου οι μαθητές μπορούν να συγκρίνουν το βάρος διάφορων υλικών (υγρών, στερεών) με στόχο την ταξινόμησή τους.



Ένας εικονικός δικτυακός τόπος τον οποίο κατασκευάσαμε με σκοπό να παρέχουμε τη δυνατότητα στους μαθητές να συλλέξουν πληροφορίες για διάφορα υλικά: ανθρακόνημα, γλυκερίνη, λάτεξ και PVC.



Μια ενότητα (“δωμάτιο”) το οποίο περιέχει διάφορα μοντέλα που αναπαριστούν την έννοια της πυκνότητας.



Δύο ενότητες (“δωμάτια”) όπου οι μαθητές μπορούν να πειραματιστούν με φαινόμενα πλεύσης-βύθισης και να εξοικειωθούν με το μοντέλο του συνωστισμένου πλήθους που αναπαριστά την πυκνότητα, χρησιμοποιώντας το για την πρόβλεψη της πλεύσης και της βύθισης αντικειμένων.



Μια ενότητα (“δωμάτιο”) όπου οι μαθητές μπορούν να πειραματιστούν σε ένα εικονικό προσομοιωμένο περιβάλλον



με την βύθιση και την ανέλκυση του “Sea Diamond”.

Κατά τη διάρκεια της διαδικασίας ανάπτυξης του λογισμικού, αντιμετωπίσαμε το ακόλουθο πρόβλημα: το Game Maker δεν περιλαμβάνει κανενός είδους εσωτερική υδροδυναμική μηχανή για την αναπαράσταση της π/β. Γι' αυτό χρησιμοποιήθηκε η βιβλιοθήκη Game Physics, ώστε να επιτευχθεί η κατά το δυνατό ρεαλιστικότερη απεικόνιση των διαδικασιών που διαπραγματεύονται οι μαθητές. Επιπλέον, το λογισμικό είναι συμβατό με λειτουργικά της Microsoft όπως τα MS Windows XP και Vista καθώς και νεότερα.

8. ΔΥΣΚΟΛΙΕΣ ΤΩΝ ΜΑΘΗΤΩΝ

8.1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Οι ερευνητες κατανοούν ολοένα και περισσότερο ότι για να είναι αποτελεσματικό ένα αναλυτικό πρόγραμμα στην πρόκληση εννοιολογικών αλλαγών, πρέπει πρώτα να ενσωματώσει τις αρχικές αντιλήψεις των μαθητών και στη συνέχεια να τους πείσει για τις ανεπάρκειες των αντιλήψεών τους. Για το λόγο αυτό, η ΔΜΑ στοχεύει στο να κάνει τους μαθητές να κατανοήσουν τις αντιλήψεις τους, να νιώσουν δυσαρέσκεια γι' αυτές και να τους προκαλέσει να βελτιώσουν τη σκέψη τους με τρόπους που να επιλύουν τις ανωμαλίες που δημιουργήθηκαν προηγουμένως, θεωρώντας με αυτό τον τρόπο τις νέες αντιλήψεις τελικά ως πιο αληθοφανείς και γόνιμες από τις παλιές (Posner et al. 1982).

8.2. ΤΑ ΝΟΗΤΙΚΑ ΜΟΝΤΕΛΑ ΤΩΝ ΜΑΘΗΤΩΝ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΛΕΥΣΗ / ΒΥΘΙΣΗ ΚΑΙ ΤΗΝ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ

Οι ερευνητες που μελέτησαν τις αντιλήψεις των μαθητών για την πυκνότητα (Hewson, 1986; Inhelder & Piaget, 1958; Rowell & Dawson, 1977; Smith, Carey, & Wisner, 1985) θεωρούν ότι για τους περισσότερους η πυκνότητα αναπαριστά μια σχέση μεταξύ βάρους και όγκου και όχι μεταξύ μάζας και όγκου. Αυτός ο συλλογισμός οφείλεται στο γεγονός ότι το βάρος ενός σώματος μπορεί να γίνει αντιληπτό εάν το σηκώσουμε (Driver, Squires, Rushworth, & Wood-Robinson, 1994) ενώ η μάζα είναι πιο αφηρημένη έννοια. Επιπλέον, η διάκριση μεταξύ μάζας και βάρους δεν κατακτάται πριν από την ηλικία των 14–15 ετών (Rowell & Dawson, 1977).

Επιπλέον, σύμφωνα με τα αποτελέσματα κλινικών συνεντεύξεων που διεξάχθηκαν από τους Smith et al. (1992), οι παράγοντες που βρέθηκε ότι σχετίζονται με την πλεύση, σύμφωνα με τα παιδιά, είναι: **(α)** το βάρος ενός αντικειμένου, **(β)** το μέγεθος ενός αντικειμένου, **(γ)** εάν έχει ή όχι τρύπες ή κοίλωμα, **(δ)** πόσο βαρύ είναι για το μέγεθός του, **(ε)** εάν το υλικό είχε μέσα αέρα ή εάν μπορούσε να απορροφήσει νερό, **(ζ)** πόσο νερό υπήρχε στο δοχείο, και **(η)** το είδος του υλικού από το οποίο ήταν φτιαγμένο.

Όσοσο κάποια παιδιά έδειξαν, με το είδος των εξηγήσεων και των αιτιολογήσεων τους, ότι θεωρούσαν την πυκνότητα ως μια εκτατική ποσότητα. Σύμφωνα με τον Klopfer (1992) οι μαθητές έχουν τις ακόλουθες δύο δυσκολίες σε σχέση με την πυκνότητα: α) ελλιπή διαφοροποίηση της μάζας, του βάρους, του όγκου και την πυκνότητας και β) εφαρμογή αρχών σχετικών με εκτατικές ποσότητες για την αιτιολόγηση της πυκνότητας, η οποία σύμφωνα με την επιστημονική άποψη, είναι μια εντατική ποσότητα, δηλαδή δεν εξαρτάται από την ποσότητα του υλικού.

Επιπλέον, σχετική έρευνα (Kariotoglou 1991, Driver et al. 1994, Fassoulopoulos et al. 2003, Thassitis et al. 2004, Pnevmatikos et al. 2006), έδειξε ότι μαθητές ηλικίας 5-15 ετών διαμορφώνουν τις εκτιμήσεις τους σχετικά με την πυκνότητα των υγρών καθώς και με την πλεύση στερεών αντικειμένων στο νερό λαμβάνοντας υπόψη τα παρακάτω:

- Τις διαστάσεις των δοχείων μέσα στα οποία γίνεται η πλεύση. Στις έρευνες αυτές, οι μαθητές υποστηρίζουν ότι σε στενά δοχεία τα υγρά είναι πιο πυκνά επειδή πιέζονται περισσότερο και τα στερεά αντικείμενα ωθούνται στην επιφάνεια, ασχέτως της σχετικής πυκνότητάς τους με το νερό.
- Το βάθος του νερού.

- Το βάρος των σωμάτων. Σε σχετικές έρευνες, λίγοι μαθητές αναφέρονται στο βάρος σε σχέση με το μέγεθος των σωμάτων. Οι περισσότεροι δίνουν διαφορετικές εξηγήσεις για διαφορετικά αντικείμενα.
- Την ύπαρξη κοιλώματος.
- Το σχήμα του επιπλέοντος αντικειμένου.

Συμφωνά με την έρευνα των Fassoulopoulos et al. (2003), αναφορικά με μαθητές ηλικίας 12-15 ετών, προέκυψαν δύο κατηγορίες με εναλλακτικές απόψεις των παιδιών σχετικά με την πυκνότητα, ενόσω μελετούσαν φαινόμενα που περιλάμβαναν υγρά σε ηρεμία ή σε μετάβαση:

- **εκτατική**, όταν θεωρούν ότι η πυκνότητα είναι ανάλογη με την ποσότητα του υγρού
- **συμπιεστική**, όταν θεωρούν ότι η πυκνότητα αυξάνεται σε στενά δοχεία.

Συμπερασματικά, η πυκνότητα είναι μια δύσκολη έννοια για δύο τουλάχιστον λόγους: **Πρώτον**, επειδή απαιτεί τη χρήση και κατανόηση προχωρημένων μαθηματικών όπως οι αναλογίες, τα οποία, σύμφωνα με την έρευνα, ακόμη και μαθητές 15 ετών δεν έχουν ακόμη εμπεδώσει. **Δεύτερον**, επειδή οι μαθητές έχουν ένα εννοιολογικό πλαίσιο διαφορετικό από το επιστημονικό, στο οποίο η έννοια της πυκνότητας περιλαμβάνει χωρίς διάκριση τις έννοιες του βάρους και της πυκνότητας.

8.3. ΟΙ ΔΥΣΚΟΛΙΕΣ ΤΩΝ ΜΑΘΗΤΩΝ ΣΧΕΤΙΚΑ ΜΕ ΤΗΝ ΣΤΡΑΤΗΓΙΚΗ ΕΛΕΓΧΟΥ ΤΩΝ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ, ΤΑ ΜΟΝΤΕΛΑ ΚΑΙ ΤΗΝ ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗ

Συμφωνα με σχετική βιβλιογραφία (NRC, 1996 and 2000; Boudreaux, Shaffer, Heron and McDermott, 2008) οι μαθητές έχουν τουλάχιστον τις ακόλουθες δυσκολίες σχετικά με τη στρατηγική ελέγχου μεταβλητών (ΣΕΜ):

- Αποτυχία να διακρίνουν μεταξύ προσδοκιών και τεκμηρίων.
- Διστακτικότητα να εξαγάγουν συμπεράσματα από τα δεδομένα.
- Αποτυχία να ελέγξουν τις μεταβλητές.
- Αποτυχία να αναγνωρίσουν ότι η μεταβλητή πρέπει να μεταβληθεί για να ελεγχθεί η επίδρασή της σε ένα φαινόμενο.

Ταυτοχρονα, οι μαθητές έχουν ελάχιστη γνώση σχετικά με τα μοντέλα και την μοντελοποίηση καθώς και για τη φύση και το ρόλο των μοντέλων. Η εμπειρία των μαθητών με γενικά μοντέλα (που εντάσσονται συνήθως στην κατηγορία του προπλάσματος υπό κλίμακα) είναι το σημείο αφετηρίας για την κατανόηση των επιστημονικών μοντέλων (που εντάσσονται σε πολλές και διάφορες μορφές, από τα προπλάσματα υπό κλίμακα μέχρι πιο αφηρημένα, και χρησιμοποιούνται πιο αναλυτικά). Ειδικότερα, οι πιο σημαντικές δυσκολίες που εμφανίζονται σχετικά με τα μοντέλα είναι ότι οι μαθητές (Gilbert, 1991; Treagust, 2002; Saari, 2003):

- Αποτυγχάνουν να διακρίνουν μεταξύ του κόσμου της εμπειρίας και του κόσμου των μοντέλων.
- Υποθέτουν ότι τα μοντέλα έχουν ψυχαγωγικό ή διδακτικό σκοπό.
- Υποθέτουν ότι τα μοντέλα είναι απτά και ακριβή αντίγραφα του στόχου τους, με άλλα λόγια υποθέτουν ότι στόχος ενός μοντέλου είναι η αντιγραφή.
- Υποθέτουν ότι ένα μοντέλο είναι ένα αντικείμενο.

- Υποθέτουν ότι η καταλληλότητα ενός μοντέλου εξαρτάται από το ποιος φτιάχνει το μοντέλο, αλλά αυτό πρέπει να είναι όσο το δυνατόν πιο ακριβές.
- Υποθέτουν ότι ένα μοντέλο μπορεί να αλλάξει εάν έχει σφάλματα ή εάν ο κατασκευαστής του θέλει να το αλλάξει.

9. ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗ ΤΗΣ ΜΑΘΗΣΗΣ

9.1. ΔΙΑΜΟΡΦΩΤΙΚΗ ΚΑΙ ΑΘΡΟΙΣΤΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ

Η αξιολόγηση είναι το κύριο μέλημα κατά το σχεδιασμό και τη διεξαγωγή μαθημάτων, και θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί και ως εργαλείο μέτρησης της απόδοσης των μαθητών και ως εργαλείο που βοηθά τους μαθητές να μάθουν (Paulsen, 2003). Το Εγχειρίδιο Παραγωγής για Προγράμματα και Πακέτα Ανοιχτού Πανεπιστημίου (Paulsen, 2003) παρέχει τους ακόλουθους ορισμούς:

Αξιολόγηση είναι ο γενικός όρος που χρησιμοποιείται για τη μέτρηση της επίδοσης των μαθητών σε ένα μάθημα σε σχέση με τους σκοπούς και τους στόχους του μαθήματος αυτού. Η αξιολόγηση μπορεί να είναι διαμορφωτική ή αθροιστική.

Η **διαμορφωτική αξιολόγηση** είναι η αξιολόγηση ως μέρος της διδασκαλίας: ερωτήσεις και ασκήσεις φτιαγμένες για να βοηθήσουν τον μαθητή να μάθει αποτελεσματικά, αλλά που δεν χρησιμοποιούνται για να καθορίσουν τη βαθμολογία του μαθητή.

Η **αθροιστική αξιολόγηση** είναι η αξιολόγηση που καθορίζει το συνολικό επίπεδο επίδοσης ενός μαθητή στο μάθημα: ερωτήσεις και ασκήσεις, οι βαθμοί των οποίων χρησιμοποιούνται για τον καθορισμό της τελικής βαθμολογίας του μαθητή.

Υπάρχει μια βασική διαφορά μεταξύ της διαμορφωτικής και αθροιστικής αξιολόγησης, όπως ο Rowntree (www-iet.open.ac.uk/pp/D.G.F.Rowntree/Assessment.html) περιγράφει στο άρθρο του Σχεδιάζοντας ένα σύστημα αξιολόγησης: “...ενώ η διαμορφωτική αξιολόγηση είναι συνήθως ωφέλιμη για τους μαθητές, η αθροιστική αξιολόγηση είναι συνήθως ωφέλιμη για τους άλλους – π.χ. άλλους δασκάλους ή πιθανούς εργοδότες – που μπορεί να χρησιμοποιήσουν αυτή την πληροφορία για να πάρουν αποφάσεις που επηρεάζουν τις ευκαιρίες ζωής ενός μαθητή. Εδώ βρίσκεται η βασική διαφορά των ρόλων του δασκάλου – μεταξύ βοηθού και πληροφοριοδότη- και μια διαφορά μεταξύ της διαμορφωτικής και της αθροιστικής αξιολόγησης. Οι μαθητές που χρειάζονται περισσότερη βοήθεια μπορεί να διστάζουν να αποκαλύψουν τις δυσκολίες

τους, ή να επιλέξουν πιο προκλητικές μαθησιακές επιλογές, από φόβο μήπως αξιολογηθούν δυσμενώς...”

9.2. ΕΠΙΔΙΩΚΟΜΕΝΑ ΜΑΘΗΣΙΑΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Γενικά, τα επιδιωκόμενα μαθησιακά αποτελέσματα που αφορούν κάθε ένα από τα τέσσερα περιεχόμενα υπό μελέτη, σε αυτή τη ΔΜΑ, είναι τα εξής:

- α. Ερμηνείες φαινομένων π/β:** Οι μαθητές συνήθως υιοθετούν μια γραμμική αιτιακή ερμηνεία για να εξηγήσουν τα φαινόμενα π/β. Για παράδειγμα υποθέτουν ότι ένα αντικείμενο βυθίζεται επειδή είναι βαρύ. Το επιδιωκόμενο μαθησιακό αποτέλεσμα που αφορά στα φαινόμενα π/β είναι να καταφέρουν να κάνουν αιτιακές συσχετιστικές ερμηνείες, που σημαίνει να λάβουν υπόψη την πυκνότητα του αντικειμένου σε σχέση με την πυκνότητα του υγρού.
- β. Κατανόηση της έννοιας της πυκνότητας:** Οι μαθητές θα πρέπει α) να υποθέτουν ότι η πυκνότητα εξαρτάται από το υλικό, και επομένως είναι μια εντατική ποσότητα και β) να διακρίνουν μεταξύ των εννοιών του βάρους και της πυκνότητας.
- γ. Ικανότητα να σχεδιάζουν πειράματα χρησιμοποιώντας τη στρατηγική ελέγχου μεταβλητών:** Οι μαθητές πρέπει να καταλάβουν ότι ο έλεγχος των μεταβλητών επιτυγχάνεται τουλάχιστον με δύο μετρήσεις (προκειμένου να είναι εφικτή η σύγκριση) κρατώντας όλες τις άλλες μεταβλητές σταθερές, εκτός από τη μεταβλητή υπό μελέτη. Επιπλέον, πρέπει να κατανοήσουν ότι η παρατήρηση κατά τη συλλογή δεδομένων είναι κρίσιμη προκειμένου να βγάλουν ένα συμπέρασμα.
- δ. Κατανόηση στοιχείων της φύσης και του ρόλου των μοντέλων:** οι μαθητές πρέπει να αντιληφθούν ότι: α) ένα μοντέλο είναι αναπαράσταση ενός στόχου, β) ένα μοντέλο δεν είναι αντίγραφο του στόχου, γ) ένας στόχος μπορεί να αναπαρίσταται από διάφορα μοντέλα, δ) ένα μοντέλο βοηθά στην ερμηνεία ή πρόβλεψη ενός φαινομένου και ε) ότι η λειτουργία των μοντέλων δεν είναι μόνο ψυχαγωγική (με όρους ομορφιάς, αισθητικής και διασκέδασης) ή διδακτική.

9.3. ΕΡΓΑΛΕΙΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΟΥ ΜΑΘΗΣΙΑΚΟΥ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΟΣ

Προκειμένου να αξιολογήσουμε την αποτελεσματικότητα της ΔΜΑ σκοπεύουμε να

συγκρίνουμε την τελική γνωστική κατάσταση των μαθητών με την αρχική, εστιάζοντας στα εξής: (i) εάν οι μαθητές ξεπέρασαν τις γνωστικές δυσκολίες σχετικά με τα φαινόμενα π/β και της έννοιας της πυκνότητας, κινούμενοι προς πιο επιστημονικές ιδέες, (ii) εάν οι μαθητές κατανόησαν τα βήματα της ΣΕΜ και (iii) εάν οι μαθητές κατανόησαν βασικά στοιχεία της φύσης και του ρόλου των μοντέλων (βλ. 9.2.).

Τα εργαλεία που χρησιμοποίησε η Τοπική Ομάδα Εργασίας στη Φλώρινα για την αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας της ΔΜΑ, περιλαμβάνοντας την αθροιστική αξιολόγηση της ΔΜΑ, είναι τα εξής: Τα **πριν- και μετα-ερευνητικά ερωτηματολόγια** για την ποσοτική ανάλυση των μαθησιακών αποτελεσμάτων. Οι **βίντεο** και οι **ηχητικές καταγραφές**, καθώς και οι **(μετά) ημι-δομημένες κλινικές συνεντεύξεις** χρησιμοποιούνται με ποιοτικό τρόπο για να αποκαλύψουν τα μαθησιακά μονοπάτια των μαθητών. Οι **σημειώσεις** από τους ερευνητές που παρακολούθησαν τα μαθήματα, τα **φύλλα εργασίας** των μαθητών και τα **αρχεία καταγραφής**, της εργασίας των μαθητών με το λογισμικό σε ομάδες, μας βοηθούν στην διαδικασία τριγωνοποίησης των ισχυρισμών που δημιουργούνται από την ποσοτική και ποιοτική ανάλυση.

9.4. ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΩΝΤΑΣ ΤΗΝ ΕΜΠΛΟΚΗ ΚΑΙ ΤΑ ΚΙΝΗΤΡΑ ΤΩΝ ΜΑΘΗΤΩΝ

Βασική προϋπόθεση της μάθησης είναι η ενεργή εμπλοκή των μαθητών στη διδακτική και μαθησιακή διαδικασία. Στη ΔΜΑ μας, αυτό το διασφαλίζουμε με την ανάπτυξη ενός σεναρίου που βασίζεται σε ένα πραγματικό γεγονός, δηλ. τη βύθιση του Sea Diamond (Απρίλιος του 2007). Το σενάριο εμπλέκει τους μαθητές στο πρόβλημα της ανέλκυσης ενός μοντέλου πλοίου. Μέσα από την προσπάθεια αυτή οι μαθητές ωθούνται να μελετήσουν τους παράγοντες που επηρεάζουν την π/β των σωμάτων. Αυτό απαιτεί την εισαγωγή μιας έννοιας – ιδιότητας των σωμάτων, δηλ. της πυκνότητας.

Παράλληλα επιδιώκουμε την ανάπτυξη κινήτρων και ενδιαφέροντος για τις ΦΕ και την Τεχνολογία καθ' εαυτών, αλλά και ως μελλοντικές καριέρες των μαθητών. Στην κατεύθυνση αυτή συμβάλλει αφ' ενός το τεχνολογικό πρόβλημα που προαναφέρθηκε και αφετέρου το περιβάλλον διερευνητικής μάθησης που δημιουργούμε. Μέσα σε αυτό οι μαθητές καλούνται μόνοι τους ή σε ομάδες να σχεδιάσουν

και να υλοποιήσουν πειράματα, να βγάλουν συμπεράσματα και να κοινοποιήσουν τα αποτελέσματά τους. Αυτό το αυθεντικό περιβάλλον διερεύνησης, που θυμίζει το αντίστοιχο των επιστημόνων, παίρνοντας πάντα υπόψη και την ηλικία των μαθητών, θεωρούμε ότι κινητοποιεί τους μαθητές και αυξάνει το ενδιαφέρον τους για τις ΦΕ και την Τεχνολογία. Αυτό, επειδή θεωρούμε ότι η χρήση των μοντέλων από τους επιστήμονες δεν αποτελούν απλά ένα μέσο για να βοηθηθούν οι λογικοί τους συμπερασμοί (logical reasoning) αλλά αποτελούν ένα ξεχωριστό είδος συμπερασμών, με το οποίο οι μαθητές θα πρέπει να έρθουν σε επαφή προκειμένου να το κατανοήσουν και να το οικειοποιηθούν (Nersessian, 2008). Όπως έχουν επισημάνει οι Hatano & Inagaki (1991) η ομαδική συζήτηση και συμμετοχή την ώρα του μαθήματος έχει ως βασικό χαρακτηριστικό ότι οι μαθητές εμπλέκονται σε δραστηριότητες κατανόησης των εννοιών ωθούμενοι από το κοινωνικό τους κίνητρο καθώς επίσης και από κίνητρα γνωστικά ή επιστημονικά. Δημιουργώντας, λοιπόν, τις κατάλληλες συνθήκες όπως ένα αυθεντικό περιβάλλον διερεύνησης όπου οι μαθητές εργάζονται και αλληλεπιδρούν ομαδικά, αυξάνουν τόσο οι προσδοκίες όσο και οι πιθανότητες να ενεργοποιηθούν τα ενδιαφέροντα και τα κίνητρα των μαθητών σε σχέση με το αντικείμενο των ΦΕ.

Για να ελέγξουμε τα παραπάνω προσαρμόσαμε δυο ερωτηματολόγια ένα για την μέτρηση των κινήτρων, το «Academic Motivation for Learning Science (AMLS)», και ένα για την αξιολόγηση των δραστηριοτήτων που πραγματοποιούν οι μαθητές, το «Evaluation of Science Inquiry Activities – Questionnaire (ESIAQ)», συγκρινόμενες με αυτές που παραδοσιακά υλοποιούνται στο Ελληνικό Σχολείο. Τα ερωτηματολόγια αναπτύχθηκαν πρωτότυπα από την Φινλανδική ερευνητική ομάδα. Ειδικότερα, το AMLS βασίζεται στο Self-Regulation Questionnaire (SRQ-A), το οποίο αναπτύχθηκε από τους Ryan και Connel (1989) και στο «Academic Motivation Scale» (AMS) που δημιουργήθηκε από τους Vallerand, Pelletier, Blais, Briere, Senecal, και Vallieres (1992), τα οποία βασίζονται στη θεωρία του αυτό-προσδιορισμού (Self-Determination Theory) των Deci & Ryan (2004). Το ερωτηματολόγιο μετράει τα κίνητρα των παιδιών αναφορικά με τους διαφορετικούς τύπους κινήτρων που περιγράφονται από τη θεωρία του αυτό-προσδιορισμού: έλλειψη κινήτρων (amotivation), εξωτερικώς ρυθμιζόμενη

κινητοποίηση (external regulation) ενδοπροβαλλόμενη ρύθμιση της κινητοποίησης (introjected regulation), αναγνωρίσιμη ρύθμιση (identified regulation) και εσωτερικά κίνητρα. Οι μαθητές /ήτριες απαντούσαν με τη βοήθεια μιας 7-βάθμιας κλίμακας Likert όπου το 1 δήλωνε απόλυτη διαφωνία και το 7 απόλυτη συμφωνία. Με βάση τις δηλώσεις των παιδιών για τα κίνητρά τους αναφορικά με τις ΦΕ επιλέχθηκαν 5 μαθητές και μαθήτριες ως αντιπροσωπευτικές κάθε τύπου κινήτρου. Η επιλογή έγινε με τη βοήθεια της K-Cluster Analysis. Οι μαθητές/ήτριες που επιλέχθηκαν βρισκόταν πιο κοντά στα κέντρα των συστάδων (clusters) οι οποίες αντιπροσώπευαν κάθε τύπο κινητοποίησης. Οι μαθητές αυτοί συμμετείχαν στη συνέντευξη μετά το πέρας της παρέμβασης.

Το ερωτηματολόγιο *Evaluation of Science Inquiry Activities – Questionnaire (ESIAQ)*, βασίστηκε στο *Intrinsic Motivation Inventory* (IMI), ένα εργαλείο που μετράει ποικίλες διαστάσεις που σχετίζονται με τα κίνητρα και περιλαμβάνει 43 προτάσεις που στόχευαν να μετρήσουν την υποκειμενική εμπειρία των συμμετεχόντων αναφορικά με μία δραστηριότητα (Deci, Eghari, Patrick, & Leone, 1994). Στην προκειμένη περίπτωση, είχαμε μία μέτρηση για την υποκειμενική εμπειρία των συμμετεχόντων για τις δραστηριότητες όπως αυτές πραγματοποιούνται συνήθως στα πλαίσια του μαθήματος των ΦΕ, η οποία έγινε πριν από την παρέμβαση, και μία μέτρηση μετά την παρέμβαση η οποία αφορούσε στη μέτρηση της υποκειμενικής εμπειρίας των συμμετεχόντων στη ΔΜΑ που αναπτύχθηκε στα πλαίσια του προγράμματος. Το ερωτηματολόγιο περιλαμβάνει 43 προτάσεις οι οποίες αναφέρονται στις επτά υποκλίμακες: ενδιαφέρον/απόλαυση (interest/enjoyment), (7 items), αντιληπτή επάρκεια (perceived competence), προσπάθεια (effort), αξία/χρησιμότητα (value/usefulness), η αίσθηση της πίεσης και της έντασης (felt pressure and tension), αντιληπτή δυνατότητα επιλογής (perceived choice) και τέλος σχέσεις με τους άλλους (relatedness).

10. ΆΛΛΕΣ ΧΡΗΣΙΜΕΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ –ΛΙΣΤΑ ΣΧΕΤΙΚΩΝ ΑΡΘΡΩΝ, ΔΙΚΤΥΑΚΩΝ ΤΟΠΩΝ

10.1. ΣΧΕΤΙΚΑ ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΑ ΑΡΘΡΑ ΓΙΑ ΤΙΣ ΑΠΟΨΕΙΣ ΜΑΘΗΤΩΝ Η/ΚΑΙ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΩΝ

Η επιλεγμένη βιβλιογραφία μας, στο κεφάλαιο 11, περιλαμβάνει τις απόψεις των μαθητών ή/και εκπαιδευτικών σχετικά με:

- Την έννοια της πυκνότητας (15, 17, 33, 42)
- Εξηγήσεις για τα φαινόμενα πλεύσης/βύθισης (17, 25, 27, 29, 38, 42)
- Φυσικές ιδιότητες της ύλης (18)
- Μοντέλα και μοντελοποίηση (2, 3, 10, 11, 16, 22, 24, 26, 31, 39, 41)
- Στρατηγική Ελέγχου Μεταβλητών (1, 4, 35)

Οι αριθμοί εντός παρενθέσεων αντιστοιχούν στις αναφορές που υπάρχουν στο κεφάλαιο 11.

10.2. ΔΙΚΤΥΑΚΟΙ ΤΟΠΟΙ ΜΕ ΔΙΔΑΚΤΙΚΕΣ ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΚΑΙ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΑ ΓΙΑ ΤΗ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑ ΤΗΣ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΤΩΝ ΥΛΙΚΩΝ

MATERIALS SCIENCE AND TECHNOLOGY TEACHERS' WORKSHOP (MAST)

<http://matse1.mse.uiuc.edu/>

MATTER PROJECT (Πηγές για την Μάθηση μέσω Υπολογιστών δημιουργημένες από Ερευνητές της Επιστήμης των Υλικών στο Η.Β.)

<http://www.matter.org.uk/default.htm>

Για σχολεία: <http://www.matter.org.uk/schools.htm>

TEACHINGIDEAS, (ενότητα MATERIALS AND THEIR PROPERTIES (λίστα με διαδραστικές δραστηριότητες για το δημοτικό σχολείο)

<http://www.teachingideas.co.uk/science/contents2materials.htm>

SCIENCEBUDDIES, ενότητα PROJECT IDEAS ABOUT MATERIALS SCIENCE (διάφορες ιδέες για σχολικά ερευνητικά προγράμματα σε διάφορα επίπεδα δυσκολίας)http://www.sciencebuddies.org/mentoring/project_ideas/home_MatSci.shtml

PRINCETON CENTRE OF COMPLEX MATERIAL, (προγράμματα για εκπαιδευτικούς και φοιτητές)

<http://www.princeton.edu/~pccm/outreach/index.htm>

COMPONENT FAILURE MUSEUM, Open University.

(περιλαμβάνει παραδείγματα με προβλήματα για μερικά υλικά ως σημείο εκκίνησης για την ανάλυση των ιδιοτήτων τους)

<http://technology.open.ac.uk/materials/mem/>

MATTER PROJECT, lead by University of Liverpool (Πόροι για την Μάθηση μέσω Υπολογιστών από Ερευνητές της Επιστήμης των Υλικών στο Η.Β.)

<http://www.matter.org.uk/default.htm>

Για πανεπιστήμια:

<http://www.matter.org.uk/universities.htm>

MATERIALS INTERACTIVE WEBSITE from the National Physical Laboratory (μια σειρά εφαρμογών για την Επιστήμη των υλικών)

<http://materials.npl.co.uk/netshare/guest/>

MATWEB (βάση δεδομένων για τις ιδιότητες των υλικών)

<http://www.matweb.com/index.asp?ckck=1>

UK CENTER FOR MATERIALS EDUCATION (περιλαμβάνει βάση δεδομένων με εκπαιδευτικές πηγές σχετικά με τη διδασκαλία της Επιστήμης των Υλικών)

<http://www.materials.ac.uk/index.asp>

TOP 50 moments in the history of materials (από την TMS: The Minerals, Metals and Materials Society)

<http://www.materialmoments.org/vote.html>

10.3. ΔΙΚΤΥΑΚΟΙ ΤΟΠΟΙ ΜΕ ΔΙΔΑΚΤΙΚΕΣ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΕΙΣ ΣΧΕΤΙΚΑ ΜΕ ΤΗΝ ΠΛΕΥΣΗ ΚΑΙ ΒΥΘΙΣΗ

Παιδαγωγική Σχολή, Πηγές – Εκπαίδευση στις Επιστήμες και Περιβαλλοντική εκπαίδευση, Πλεύση και βύθιση

<http://www.deakin.edu.au/artsed/education/science-ed/early-years/floating.php>

Σχεδιάζοντας αποτελεσματικά προγράμματα: Ενόητες βασισμένες σε προγράμματα για την εμπλοκή των μαθητών

Float that boat!

<http://www97.intel.com/en/ProjectDesign/UnitPlanIndex/FloatThatBoat/>

Τα νέα του πλανήτη επιστήμη
Δραστηριότητα: Getting Sorted

[http://www.planet-](http://www.planet-science.com/about_sy/news/ps_151175/ps_issue159.html)

[science.com/about_sy/news/ps_151175/ps_issue159.html](http://www.planet-science.com/about_sy/news/ps_151175/ps_issue159.html)

Δάσκαλοι πληρώνουν δασκάλους, Μια ανοιχτή αγορά για εκπαιδευτικούς

Science sinking and floating Banner Sign Poster Chart

<http://www.teacherspayteachers.com/Product/Science-Sinking-And-Floating-Banner-Sign-Poster-Chart>

Pollen, Μια κοινοτική προσέγγιση για την αιεφόρο ανάπτυξη της εκπαίδευσης στις φυσικές επιστήμες στην Ευρώπη

<http://www.polleneuropa.net/telecharger.php?rep=WQo49nYlhJ3dNUlpqszx7A%3D%3D&nom=X07mOTneHThynws8TjtevskNal3osL8t>

Μικροπυκνότητα των πλαστικών

<http://services.juniata.edu/ScienceInMotion/chem/standardslabs/15%20-Microdensities%20of%20Plastic.doc>

10.4. ΔΙΚΤΥΑΚΟΙ ΤΟΠΟΙ ΣΧΕΤΙΚΑ ΜΕ ΤΙΣ ΠΥΚΝΟΤΗΤΕΣ ΤΩΝ ΥΛΙΚΩΝ

Πυκνότητα των υλικών

http://www.simetric.co.uk/si_materials.htm

Πυκνότητες των πλαστικών

http://materials.globalspec.com/Industrial-Directory/plastic_density

Πυκνότητες των πλαστικών

<http://dwb4.unl.edu/chemistry/smallScale/SS069c.html>

Πλαστικά τη δεύτερη φορά

<http://matse1.mse.uiuc.edu/polymers/h.html>

Η σειρά της πυκνότητας των πλαστικών

http://www.plasticsrecycling.org/technical_resources/design_for_recyclability_guidelines/density_range.asp

the Educator's reference desk (διασκέδαση με την πυκνότητα)

http://www.eduref.org/cgi-bin/printlessons.cgi/Virtual/Lessons/Science/Physical_Sciences/PHY0204.html

Μουσείο Επιστημών της Minnesota (πυκνότητα)
<http://www.sci.mus.mn.us/sln/tf/d/density/density.html>

Μουσείο Επιστημών της Minnesota (υγρά σε διαφορετικά επίπεδα)
<http://www.sci.mus.mn.us/sln/tf/l/liquidlayers/liquidlayers.html>

1. Εργαστήριο Jefferson (αλληλεπιδραστικές δραστηριότητες, σχεδιασμός και μηχανική) <http://education.jlab.org/indexpages/teachers.php>

2. Δραστηριότητες όγκου-πυκνότητας
Descartes' Diver "Snack",
Bubble Suspension "Snack",
Condiment Diver "Snack",
Glitter Globe Activity,
Salt Volcano Activity

10.5. ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ & VIDEOS ΣΧΕΤΙΚΑ ΜΕ ΤΗΝ ΠΛΕΥΣΗ / ΒΥΘΙΣΗ ΚΑΙ ΤΗΝ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ

Digger and the gang
http://www.bbc.co.uk/schools/digger/5_7entry/8continue.shtml

Buoyancy game show
<http://www.surfnetkids.com/quiz/buoyancy/>

Buoyancy mix and match
<http://www.surfnetkids.com/games/buoyancy-mm.htm>

Sink or float? Word search
<http://www.surfnetkids.com/games/buoyancy-ws.htm>

Quizzes

<http://www.abc.net.au/science/experimentals/quizzes/two/>

Buoyancy

<http://www.spin.gr/static/sections/applets/buoyforce/index.html>

Will this object sink or float? Choose below
<http://www.qqwkids.com/view.asp?id=2290>

Sink or float? An interactive game for 3rd graders
<http://www.authorstream.com/Presentation/tutray-142180-sink-or-float-science-education-ppt-powerpoint/>


Activity Making and Sinking a Foil Boat - Cullen's abc's
http://www.youtube.com/watch?v=X4C_clFVX3c

11. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Boudreaux, A. Shaffer, P.S., Heron, R.L., McDermott, L.C. (2008). Student Understanding of control of variables: Deciding whether or not a variable influences the behavior of a system, *American journal of Physics*, 76 (2), 163-170
2. Boulter, C.J., Buckley B.C., "Constructing a Typology of Models for Science Education" In *Developing Models in Science Education* edited by Gilbert, J.K., Boulter, C.J. Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic Publishers, 2000.
3. Constantinou, C. (2007). Modeling in Science and Education. Proceedings of the Sixth International ESERA Conference. Malmö, Sweden.
4. Crawford, B. A. (2007). Learning to Teach Science as Inquiry in the Rough and Tumble of Practice. *Journal of Research in Science Teaching*, 44(4), 613-642.
5. Deci, E. L., Eghrari, H., Patrick, B. C., & Leone, D. R. (1994). Facilitating Internalization: The Self-Determination Theory Perspective. *Journal of Personality*, 62(1), 119-142.
6. Deci, E.L., & Ryan, R.M. (2000). The "what" and "why" of goal pursuits: Human needs and self-determination of behavior. *Psychological Inquiry*, 11, 227-268.
7. Deci, E.L., & Ryan, R.M. (2004). *Handbook of Self-determination Research*. Rochester, NY: The University of Rochester Press.

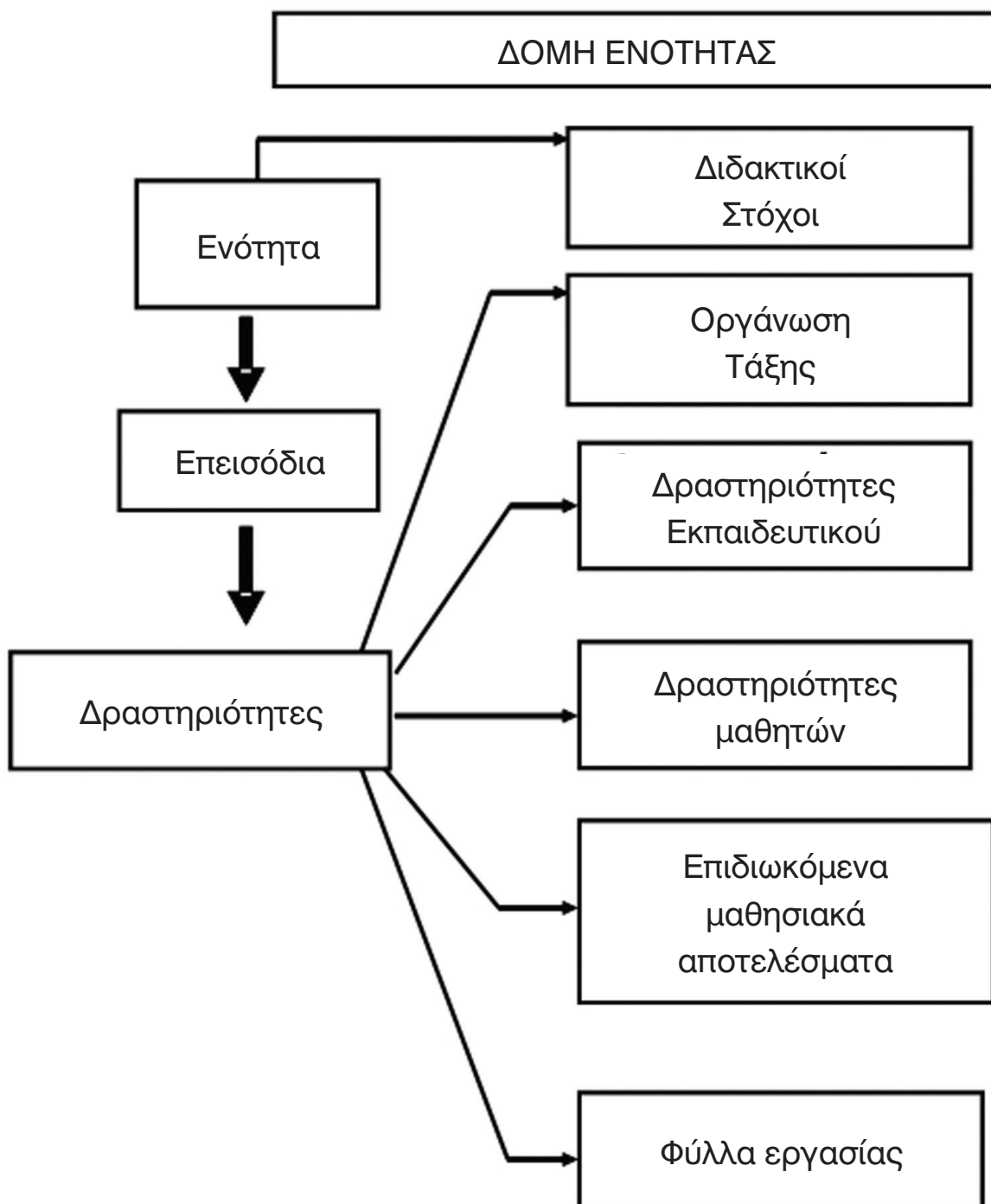
-
8. Driver, R., Squires, A., Rushworth, P., & Wood-Robinson, V. (1994). *Making sense of secondary science* (p. 78). London: Routledge.
 9. Fassouloupoulos, G., Kariotoglou, P., Koumaras, P. (2003). Consistent and Inconsistent Pupil's Reasoning about Intensive Quantities, *The Case of Density and Pressure*, *Research in Science Education*, 33: 71-87
 10. Gilbert, S. W. (1991). Model building and a definition of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 28(1), 73–79.
 11. Gilbert, J.K., Boulter, C. and Elmer, R. (2000). 'Positioning models in science education and in design and technology education. In J.K. Gilbert and C. Boulter (eds), *Developing Models in Science education*. Dordrecht: Kluwer, 2000, pp. 3-17
 12. Hanauer, D., Hatfull, G., Jacobs-Sera, D. (2009). *Active Assessment. Assessing Scientific Inquiry*. Springer, USA, 14-15.
 13. Hatano, G. & Inagaki, K. (1991). Sharing cognition through collective comprehension activity. In B. Resnick, J.M. Levine, & S.D. Teasley (eds.), *Perspectives on socially shared cognition* (pp. 331-348). Washington DC: American Psychological Association.
 14. Herr, N. (2008). *The Sourcebook for teaching science. Strategies, activities, and instructional resources*. Published by Jossey-Bass, San Francisco, United States of America, 458-472.
 15. Hewson, M. (1986). The Acquisition of Scientific Knowledge: Analysis and Representation of Student Conceptions Concerning Density, *Science Education*, 70(2) pp.159-170.
 16. Justi, R. and Gilbert, J. K. (2002). Science teachers' knowledge about and attitudes towards the use of models and modelling in learning science. *International Journal of Science Education*, 24(12): 1273-1292
 17. Kariotoglou, P. (1991). *Issues of teaching and learning fluids mechanics in Greek Gymnasium*. Unpublished doctoral thesis, Physics Department, Aristotle University of Thessaloniki, Greece (in Greek).
 18. Klopfer, L., Champagne A. & Chaiklin, S. (1992). The Ubiquitous Quantities: Explorations that inform the design of instruction on the physical properties of matter, *Science Education*, 76, 597-614
 19. Krajcik, J. (2001). Supporting Science Learning in Context: Project-Based Learning. In: Tinker, R. & Krajcik, J. (eds), *Portable Technologies: Science Learning in Context*. Kluwer Academic/Plenum Publishers, ISBN 0-306-46643-0, New York, 7-28.
 20. National Research Council. (1996). *National Science Education Standards: Observe, interact, change, learn*. Washington, DC: National Academy Press.
 21. National Research Council. (2000). *Inquiry and the National Science Education Standards: A guide for teaching and learning*. Washington, DC: National Academy Press.
 22. Nersessian, N. (2008). Mental modeling in conceptual change. In S. Vosniadou (ed.), *International handbook of research on conceptual change*, (pp. 391-416). New York: Routledge.
 23. Paulsen M.F. (2003). *Online Education - Learning Management Systems*, nki Forlaget, <http://www.nkiforlaget.no/aspx/prdinfo.aspx?plid=4235>
 24. Penner, D., Giles, N., Lehrer, R., Schauble, L. (1997). Building Functional Models: Designing an Elbow. *Journal of Research in Science Teaching*, 34(2), 125–143.
 25. Perkins, D., Grotzer, T. (2005). Dimensions of causal understanding: the role of complex causal models in students' understanding of science. *Studies in Science Education*, 41, 117-166
 26. Petrosino, A. (2003). Commentary: A framework for supporting learning and teaching about mathematical and scientific models. *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education*, 3(3), 288-299.
-

-
27. Pnevmatikos, D., Kariotoglou, P. and Nikolopoulou E. (2006). Children's conceptions about floating and sinking: A microgenetic approach, presented in 5th European symposium Conceptual change: bridging the gap between mental models and situated cognition?, Stockholm, Sweden
28. Posner, G.J, Strike, K.A. Hewson, P.W & Gertzog, W.A. (1982) Accommodation of scientific conceptions: Towards a theory of conceptual change, *Science Education*, 66, pp. 211-217
29. Rowell, J., Dawson, C. (1977b). Teaching about Floating and Sinking: Further Studies Toward the Gap between Cognitive Psychology and Classroom Practice, *Science Education*, 61(4), 527-540.
30. Ryan, R.M., & Connell, J.P. (1989). Perceived locus of causality and internalization: Examining reasons for acting in two domains. *Journal of Personality and Social Psychology*, 57, 749-761.
31. Saari, H., Viiri, J. (2003). A research-based teaching sequence for teaching the concept of modelling to seventh-grade students, *International Journal of Science Education*, vol.25, no.11, 1333-1352
32. Schwarz, C., White, B. (2005). Metamodeling Knowledge: Developing Students' Understanding of Scientific Modeling, *Cognition and Instruction*, 23(2), 165-205
33. 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, 177 – 237. Rowell, J., Dawson, C. (1977a). Teaching about Floating and Sinking: An Attempt to Link Cognitive Psychology with Classroom Practice, *Science Education*, 61(2), 245-253
34. Smith, C., Snir, J., Grosslight, L. (1992). Using Conceptual Models to Facilitate Conceptual Change: The Case of Weight-Density Differentiation, *Cognition and Instruction*, 9(3), 221-283
35. Sutman, F., Schmuckler, J. & Woodfield, J. (2008). *The Science Quest. Using Inquiry/Discovery to Enhance Student Learning, Grades 7-12*. Published by Jossey-Bass, USA, 89, 125.
36. Taber, K. (2009). Progressing Science Education. Constructing the Scientific Research Program into the Contingent Nature of Learning. Springer, USA, 45, 310.
37. Tao, P., & Gunstone, R. (1999a). The process of conceptual change in force and motion during computer-supported physics instruction. *Journal of Research in Science Teaching*, 36(17), 859–882.
38. Thassitis, M., Fassoulopoulos, G. Kariotoglou, P. (2004). Study on the (in) consistency of students' views: Application on floating/sinking of bodies. In Tselfes, V., Kariotoglou P., Patsadakis, M. (eds.) *Science, Teaching, Learning and Education*, Vol. A. Proceedings of the 4th Panhellenic Conference for Science Education and New Technologies in Education, p. 399 - 455
39. Treagust, D., Chittleborough, G., Mamiala, T. (2002). Student's understanding of the role of scientific models in learning science. *International Journal of Science Education*, 24(4): 357-368
40. Vallerand, R.J., Pelletier, L.G., Blais, M.B., Brière, N.M., Senécal, C.B., & Vallières, E.F. (1992) The Academic Motivation Scale: Measure of Intrinsic, Extrinsic, And Motivation in Education. *Educational and Psychological Measurements*, 52, 1003 – 1017.
41. Van Driel, J.H., Verloop, N. (1999). Teachers' knowledge of models and modelling in science, *International Journal of Science Education*, 21, 1141-1153
42. Wikipedia
http://en.wikipedia.org/wiki/Main_Page
(last access 23/07/2009)
43. Yeo, S., Loss, R., Zadnik, M., & Treagust, D. (1999). Changing conceptions with an "intelligent tutor". In K. Martin, N. Stanley, & N. Davison (Eds.), *Proceedings of the 8th Annual Teaching Learning Forum, Teaching in the Disciplines/ Learning in Context* (pp. 474–483). The University of Western Australia. February.
<http://lsn.curtin.edu.au/tlf/tlf1999/yeo.html>.
-



**Β: ΣΕΝΑΡΙΑ -
ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ
ΔΙΔΑΚΤΙΚΟΥ ΥΛΙΚΟΥ**

Β: ΣΕΝΑΡΙΑ - ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΔΙΔΑΚΤΙΚΟΥ ΥΛΙΚΟΥ



ΣΧΗΜΑ 1: ΣΤΟ ΣΧΗΜΑ ΦΑΙΝΕΤΑΙ Η ΔΟΜΗ ΤΗΣ ΚΑΘΕ ΕΝΟΤΗΤΑΣ

- (i) Στην αρχή κάθε μαθήματος καταγράφονται οι διδακτικοί στόχοι. Κάθε ενότητα αποτελείται από ορισμένο αριθμό επεισοδίων.
- (ii) Το κάθε επεισόδιο έχει αυτόνομο χαρακτήρα γιατί αφορά ένα συγκεκριμένο περιεχόμενο π.χ. «Πλεύση και Βύθιση» ή την εκμάθηση συγκεκριμένων επιστημονικών δεξιοτήτων π.χ. Διάκριση και Έλεγχος μεταβλητών.
- (iii) Κάθε επεισόδιο αποτελείται από ορισμένο αριθμό δραστηριοτήτων. Κάθε δραστηριότητα έχει ιδιαίτερα επιδιωκόμενα μαθησιακά αποτελέσματα. Εξαιρείται η περίπτωση όπου κατά τη διάρκεια της activity αποσκοπούμε μόνο στην εξοικείωση των μαθητών με το πρόβλημα που μελετούμε κι άρα δεν υπάρχουν επιδιωκόμενα μαθησιακά αποτελέσματα.
- (iv) Η κάθε δραστηριότητα περιλαμβάνει την οργάνωση της τάξης, π.χ. οι μαθητές εργάζονται σε ομάδες, δραστηριότητες εκπαιδευτικού, δραστηριότητες μαθητών, επιδιωκόμενα μαθησιακά αποτελέσματα, φύλλα εργασίας. Τα φύλλα εργασίας είναι συγκεντρωμένα μετά την παρουσίαση όλης της ενότητας.

ΕΝΟΤΗΤΑ 1: ΠΛΕΥΣΗ – ΒΥΘΙΣΗ

Διδακτικοί Στόχοι:

1. Οι μαθητές να εξοικειωθούν με τα Φαινόμενα της Πλεύσης / Βύθισης
2. Οι μαθητές να εισαχθούν στην πειραματική μεθοδολογία (διάκριση και έλεγχος μεταβλητών)

1ο Επεισόδιο: Πλεύση / Βύθιση – Φύση των Μοντέλων

Δραστηριότητα 1

Επιδιωκόμενα μαθησιακά αποτελέσματα: -

Οργάνωση Τάξης: Η εκπαιδευτικός συζητά με όλη την τάξη - Οι μαθητές εργάζονται σε ομάδες.

ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟΥ	ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ ΜΑΘΗΤΩΝ
ΜΕΡΟΣ Α	
Ερωτήσεις -Έχετε ταξιδέψει με πλοίο; -Τι έχει ένα πλοίο μέσα; -Από ποια μέρη αποτελείται; -Θα δούμε εικόνες στον υπολογιστή από ένα πλοίο ελληνικό το Sea Diamond. Το έχει ακούσει κανένας; -Τι έγινε αυτό το πλοίο φέτος το καλοκαίρι; Πού;	Απαντούν ατομικά στις ερωτήσεις
ΜΕΡΟΣ Β	
<ul style="list-style-type: none"> - Ζητά τους μαθητές να δουλέψουν σε ομάδες στον Η/Υ. - Μοιράζει το «Φύλλο Εργασίας 1.1». - Η δασκάλα ζητά από τους μαθητές να ανακοινώσουν τις απαντήσεις τους. 	<ul style="list-style-type: none"> - Παρατηρούν μια πολυμεσική εφαρμογή 2 φορές (το video “Sea Diamond” στον Η/Υ). Στο μεταξύ διάστημα, τους υποδεικνύεται να εφαρμόσουν το «Φύλλο Εργασίας 1.1». - Συμπληρώνουν το «Φύλλο Εργασίας 1.1» - Οι ομάδες ανακοινώνουν τις απαντήσεις τους.

ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ: 1.1

Δραστηριότητα 2

Επιδιωκόμενα μαθησιακά αποτελέσματα:

- (1) Οι μαθητές να κατανοήσουν ότι ένα μοντέλο είναι μια αναπαράσταση ενός αντικειμένου και ότι μας βοηθά να το περιγράψουμε.
- (2) Οι μαθητές να αντιληφθούν ότι ένα μοντέλο δεν είναι αντίγραφο του αντικειμένου.

Οργάνωση Τάξης: Οι μαθητές εργάζονται σε ομάδες

ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟΥ	ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ ΜΑΘΗΤΩΝ
<ul style="list-style-type: none">- Ζητά τους μαθητές να δουλέψουν σε ομάδες στον Η/Υ.- Μοιράζει το «Φύλλο Εργασίας 1.2».- Η δασκάλα ζητά από τους μαθητές να ανακοινώσουν τις απαντήσεις τους.- Γιατί το λέμε μοντέλο-σκίτσο. Γιατί δεν είναι το ίδιο το πλοίο αυτό. Μας βοηθά να δούμε τα μέρη που θέλουμε. Είναι μια αναπαράσταση.	<ul style="list-style-type: none">- Παρατηρούν το σκίτσο ενός караβιού στον Η/Υ- Συμπληρώνουν το «Φύλλο Εργασίας 1.2». Και τα 2 μέρη μαζί.- Οι ομάδες ανακοινώνουν τις απαντήσεις τους

ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ: 1.2

Δραστηριότητα 3

Επιδιωκόμενα μαθησιακά αποτελέσματα:

Οι μαθητές κατανοούν ότι ένα αντικείμενο μπορεί να αναπαρασταθεί από περισσότερα από ένα μοντέλα.

Οργάνωση Τάξης: Οι μαθητές εργάζονται σε ομάδες

ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟΥ	ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ ΜΑΘΗΤΩΝ
<ul style="list-style-type: none">- Ζητά τους μαθητές να δουλέψουν σε ομάδες.-Μοιράζει το «Φύλλο Εργασίας 1.3»- Η δασκάλα ζητά από τους μαθητές να ανακοινώσουν τις απαντήσεις τους επιμένοντας στη συζήτηση για το μοντέλο.- Μπορεί να κλείσει, επισημαίνοντας ότι για το ίδιο τεχνολογικό αντικείμενο έχουμε 2 διαφορετικά μοντέλα, ένα σκίτσο κι ένα αντικείμενο.	<ul style="list-style-type: none">- Παρατηρούν το караβάκι πάνω στο θρανίο τους. Κάνουν δοκιμές αν θα επιπλεύσει ή όχι στο νερό.- Συμπληρώνουν το «Φύλλο Εργασίας 1.3» μετά από συζήτηση στην ομάδα τους.- Οι ομάδες ανακοινώνουν τις απαντήσεις τους σε όλη την τάξη και ακολουθεί συζήτηση που διευκολύνεται από τη δασκάλα.

ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ: 1.3

**2ο Επεισόδιο: Διάκριση και έλεγχος μεταβλητών
Δραστηριότητα 1**

Επιδιωκόμενα μαθησιακά αποτελέσματα:

Οι μαθητές να μπορούν να διακρίνουν πιθανούς παράγοντες που επηρεάζουν το φαινόμενο της πλεύσης/βύθισης

Οργάνωση Τάξης:

Η εκπαιδευτικός συζητά με όλη την τάξη

ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟΥ	ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ ΜΑΘΗΤΩΝ
<p>Ερωτήσεις</p> <ul style="list-style-type: none">- Εδώ έχω ένα κομμάτι σίδηρο. Λέμε ότι αυτό το αντικείμενο είναι συμπαγές. Τι σημαίνει αυτό; Συμπαγές αντικείμενο;- Αν το αφήσω μέσα στο νερό, στη λεκάνη θα βουλιάξει ή όχι; Τι λέτε;- Γιατί βουλιάζει;- Για να το δούμε και στον υπολογιστή. Ορίστε να πάλι ένα κομμάτι από ένα σιδερένιο κύβο που είναι βυθισμένο. Δεν έχει μέσα του νερό, όπως το πλοίο. Τι θα μπορούσα να κάνω για να επιπλεύσει; Τι θα μπορούσαμε να αλλάξουμε; <p>.....</p> <p>.....</p> <p>(Συζήτηση δασκάλας με μαθητές)</p> <ul style="list-style-type: none">- Γράφει στον πίνακα τις μεταβλητές (Σχήμα, Βάρος, Υλικό, Είδος υγρού, Στενό/Φαρδύ δοχείο)- Συγκεντρώνει σε πόστερ τις μεταβλητές	<p>Οι μαθητές ανακοινώνουν τις απαντήσεις τους</p>

ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ: -

Δραστηριότητα 2

Επιδιωκόμενα μαθησιακά αποτελέσματα:

Να μάθουν ότι το βάρος ενός σώματος δεν επηρεάζει το φαινόμενο της πλεύσης/βύθισης.

Οργάνωση Τάξης:

Η εκπαιδευτικός συζητά με τις ομάδες.

ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟΥ	ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ ΜΑΘΗΤΩΝ
Ερωτήσεις <ul style="list-style-type: none">- Πώς θα ελέγξω αν το βάρος του αντικειμένου επηρεάζει ή όχι τη βύθισή του;- Τι θα πρέπει να αποφασίσω για τους υπόλοιπους τους παράγοντες;- Η δασκάλα εκτελεί το πείραμα του «Φύλλο Εργασίας 1.4» ως πείραμα επίδειξης.	<ul style="list-style-type: none">- Απαντούν ατομικά στις ερωτήσεις της δασκάλας.- Συμπληρώνουν το «Φύλλο Εργασίας 1.4», σύμφωνα με τα ευρήματα του πειράματος επίδειξης της δασκάλας.

ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ: 1.4, ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ: ΔΩΜΑΤΙΟ «ΔΟΚΙΜΗ ΒΑΡΟΥΣ ΤΟΥ ΣΩΜΑΤΟΣ»

Δραστηριότητα 3

Επιδιωκόμενα μαθησιακά αποτελέσματα:

Να μάθουν τη διαδικασία ελέγχου μιας πιθανής μεταβλητής (βάρος)

Οργάνωση Τάξης:

Η εκπαιδευτικός συζητά με όλη την τάξη.

ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟΥ	ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ ΜΑΘΗΤΩΝ
Ερωτήσεις <ul style="list-style-type: none">- Η δασκάλα δείχνει με διαφάνεια βήμα προς βήμα την πειραματική μέθοδο που ακολούθησαν.- Προσοχή είναι σημαντικό να ανασκοπήσουν οι ίδιοι οι μαθητές τη μέθοδο.- Πόσες δοκιμές κάναμε για να ελέγξουμε εάν το βάρος επηρεάζει την πλεύση;- Πόσες δοκιμές κάναμε για να ελέγξουμε εάν το βάρος επηρεάζει την βύθιση;- Αν δηλαδή βλέπατε ότι το μεγάλο σώμα πλέει και το μικρό βυθίζεται, θα βγάζατε το ίδιο συμπέρασμα;	<ul style="list-style-type: none">- Απαντούν ατομικά στις ερωτήσεις της δασκάλας.

ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ: -

ΕΝΟΤΗΤΑ 2: ΟΙ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ ΤΗΝ ΠΛΕΥΣΗ – ΒΥΘΙΣΗ

1ο Επεισόδιο: Διάκριση και έλεγχος μεταβλητών για την πλεύση / βύθιση
Δραστηριότητα 1

Διδακτικοί Στόχοι:

1. Να διερευνήσουν οι μαθητές τους παράγοντες που πιθανόν επηρεάζουν το φαινόμενο της πλεύσης/βύθισης ομογενούς αντικειμένου
2. Να ασκηθούν στη διαδικασία διάκρισης και ελέγχου μεταβλητών καθώς και στη διαδικασία εξαγωγής συμπερασμάτων

Επιδιωκόμενα μαθησιακά αποτελέσματα:

Να μάθουν ότι το φάρδος του δοχείου δεν επηρεάζει την πλεύση/βύθιση.

Οργάνωση Τάξης: Εργασία Ομάδας - Η εκπαιδευτικός συζητά με όλη την τάξη

ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟΥ	ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ ΜΑΘΗΤΩΝ
ΜΕΡΟΣ Α	
Ερωτήσεις <ul style="list-style-type: none"> - Η δ. καλεί τους μ. να αναλογιστούν τη μεθοδολογία που ακολούθησαν για να διαπιστώσουν ότι το βάρος δεν επηρεάζει την π/β ενός σώματος. - Πρώτα το p.p. και μετά το Poster. 	<ul style="list-style-type: none"> - Οι μαθητές περιγράφουν τα βήματα της μεθοδολογίας και παράλληλα τα παρατηρούν σε διαφάνειες p.p.
ΜΕΡΟΣ Β	
<ul style="list-style-type: none"> - Διευκολύνει την εργασία ομάδων – πραγματικό πείραμα - Η δασκάλα συγκεντρώνει τα αποτελέσματα. 	<ul style="list-style-type: none"> - Υλοποιούν το «Φύλλο Εργασίας 2.1», Πειραματίζονται, συζητούν, απαντούν στα ερωτήματα. Φαινόμενο: Πλεύση ξύλου. - Ανακοινώνουν τις απαντήσεις τους.
ΜΕΡΟΣ Γ	
<ul style="list-style-type: none"> - Προχωρήστε να κάνετε ένα άλλο πείραμα και στον υπολογιστή. - Η δασκάλα συγκεντρώνει τα αποτελέσματα. Ερωτήσεις <ul style="list-style-type: none"> - Πώς θα ελέγξω αν το φάρδος του δοχείου επηρεάζει ή όχι τη βύθιση ενός αντικειμένου σε ένα υγρό που βρίσκεται μέσα στο δοχείο; - Τι θα πρέπει να αποφασίσω για όλους αυτούς τους παράγοντες; - Μπορώ με ένα δοχείο να βγάλω συμπέρασμα; Πόσα δοχεία πρέπει να έχουμε; - Σωστά όσο περισσότερα, τόσο πιο σίγουροι είμαστε. Αλλά ποιος είναι ο ελάχιστος αριθμός δοχείων; - Ωραία. Θα μπορούσαμε άραγε να αποφασίσουμε με ένα δοχείο; - Πράγματι στην επιστήμη πρέπει να ελέγχουμε πολλές διαφορετικές περιπτώσεις για να είμαστε σίγουροι, αλλά εδώ για λόγους συντομίας δοκιμάζουμε μόνο 2. 	<ul style="list-style-type: none"> - Υλοποιούν το «Φύλλο Εργασίας 2.2», Πειραματίζονται, συζητούν, απαντούν στα ερωτήματα. Φαινόμενο: Βύθιση μαρμάρου. - Ανακοινώνουν τις απαντήσεις τους. - Οι μαθητές απαντούν ατομικά στις ερωτήσεις της δασκάλας.

ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ: 2.1 – 2.2, , ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ: ΔΩΜΑΤΙΟ «ΔΟΚΙΜΗ ΦΑΡΔΟΥΣ ΔΟΧΕΙΩΝ»

Δραστηριότητα 2

Επιδιωκόμενα μαθησιακά αποτελέσματα:

- (α) Να μάθουν ότι το είδος του υγρού επηρεάζει την πλεύση και τη βύθιση.
- (β) Να μάθουν να σχεδιάζουν πείραμα για τον έλεγχο μιας μεταβλητής (είδος υγρού).

Οργάνωση Τάξης:

Εργασία Ομάδας - Η εκπαιδευτικός συζητά με όλη την τάξη

ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟΥ	ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ ΜΑΘΗΤΩΝ
ΜΕΡΟΣ Α	
- Διευκολύνει την εργασία ομάδων	- Υλοποιούν το «Φύλλο Εργασίας 2.3», Πειραματίζονται, Συζητούν, Απαντούν στα ερωτήματα
ΜΕΡΟΣ Β	
Ερωτήσεις <ul style="list-style-type: none">- Πώς θα ελέγξω αν το είδος του υγρού επηρεάζει ή όχι τη βύθισή ενός αντικειμένου σε αυτό; Τι έκανε η πρώτη ομάδα;- Μάλιστα. Η 2η ;- Τι θα πρέπει να αποφασίσω για τους υπόλοιπους τους παράγοντες;- Συζήτηση με τις ομάδες. Έμφαση στη μέθοδο.	- Ανακοινώνουν τα αποτελέσματα.

ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ: 2.3, ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ: ΔΩΜΑΤΙΟ «ΔΟΚΙΜΗ ΥΓΡΩΝ»

Δραστηριότητα 3

Επιδιωκόμενα μαθησιακά αποτελέσματα:

- 1) Να είναι ικανοί να σχεδιάζουν πειράματα για να ελέγχουν ταυτόχρονα δύο παράγοντες που πιθανά επηρεάζουν ένα φαινόμενο.
- 2) Να μάθουν ότι το είδος του υλικού επηρεάζει την πλεύση/βύθιση
- 3) Να μάθουν ότι το σχήμα ενός αντικειμένου δεν επηρεάζει την πλεύση/βύθιση

Οργάνωση Τάξης:

Εργασία Ομάδας - Η εκπαιδευτικός συζητά με όλη την τάξη

ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟΥ	ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ ΜΑΘΗΤΩΝ
ΜΕΡΟΣ Α	
- Διευκολύνει την εργασία ομάδων	- Υλοποιούν το «Φύλλο Εργασίας 2.4», Πειραματίζονται, Συζητούν, Απαντούν στα ερωτήματα
ΜΕΡΟΣ Β	
Ερωτήσεις - Πώς θα ελέγξω αν το είδος του σχήματος και το είδος του υλικού επηρεάζει ή όχι τη βύθισή του; Τι έκανε η πρώτη ομάδα; Τι έκανε η 2η ομάδα; Τι διαφορετικό έκανε η άλλη ομάδα; Έχετε να συμπληρώσετε κάτι; - Μάλιστα. Η 2η ; - Τι θα πρέπει να αποφασίσω για τους υπόλοιπους τους παράγοντες;	- Ανακοινώνουν τα αποτελέσματα.

ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ: 2.4, ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ: ΔΩΜΑΤΙΟ «ΔΟΚΙΜΗ ΥΛΙΚΟΥ ΚΑΙ ΣΧΗΜΑΤΟΣ ΤΟΥ ΣΩΜΑΤΟΣ»

Δραστηριότητα 4

Επιδιωκόμενα μαθησιακά αποτελέσματα:

Να αναγνωρίσουν τις διαφορές των αρχικών από τις τελικές απόψεις τους και το αίτιο που τις προκάλεσε.

Οργάνωση Τάξης:

Η εκπαιδευτικός συζητά με όλη την τάξη.

ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟΥ	ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ ΜΑΘΗΤΩΝ
<p>Ερωτήσεις</p> <ul style="list-style-type: none">- Η δασκάλα βοηθά τους μαθητές να ανασκοπήσουν την πορεία της έρευνας που έγινε σε όλες τις πειραματικές δραστηριότητες. (διερεύνηση πιθανών παραγόντων / έλεγχος μεταβλητών- Τι κάναμε όταν θέλαμε να ελέγξουμε εάν το φάρδος του δοχείου επηρεάζει την πλεύση/βύθιση ενός σώματος.- Θα μπορούσατε να βάλετε στο ένα δοχείο ξύλο ή σίδηρο; Γιατί;- Θα μπορούσαμε στο ένα δοχείο να βάλουμε λάδι και στο άλλο ξίδι;- Διαφάνειες επίδειξης στον υπολογιστή.- Ποιοι παράγοντες τελικά επηρεάζουν την πλεύση/βύθιση και ποιοι δεν την επηρεάζουν;	<ul style="list-style-type: none">- Απαντούν ατομικά στις ερωτήσεις της δασκάλας.

ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ: -

ΕΝΟΤΗΤΑ 3: ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΤΗΣ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑΣ ΩΣ ΚΡΙΤΗΡΙΟ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΛΕΥΣΗ – ΒΥΘΙΣΗ ΣΤΟ ΝΕΡΟ

Διδακτικοί Στόχοι:

1. Να εισαχθούν οι μαθητές στην έννοια της πυκνότητας μέσω οπτικού μοντέλου της.
2. Να χρησιμοποιούν οι μαθητές την παραπάνω έννοια της πυκνότητας ως κριτήριο για την πλεύση και τη βύθιση των σωμάτων.
3. Να προσεγγίσουν οι μαθητές τη φύση των μοντέλων και να ασκηθούν σε δεξιότητες της μοντελοποίησης

1ο Επεισόδιο: Αναγκαιότητα ύπαρξης κριτηρίου για την πλεύση - βύθιση

Δραστηριότητα 1

Επιδιωκόμενα μαθησιακά αποτελέσματα:

- (1) Να αντιληφθούν οι μαθητές την αναγκαιότητα ανάδειξης κριτηρίου, ιδιότητας των υλικών, για τη μελέτη της π/β των σωμάτων
- (2) Να αντιληφθούν ότι εκτός από τα υλικά που υπάρχουν στη φύση, ο άνθρωπος μπορεί και κατασκευάζει νέα υλικά με προκαθορισμένες ιδιότητες.

Οργάνωση Τάξης:

Η εκπαιδευτικός συζητά με όλη την τάξη και με τις ομάδες

ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟΥ	ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ ΜΑΘΗΤΩΝ
ΜΕΡΟΣ Α	
<ul style="list-style-type: none">- Για να ακούσω τώρα, μπορείτε να μου πείτε ποια υλικά επιπλέουν στο νερό και ποια βυθίζονται;- Εκτός από το νερό, πείτε μου μερικά υγρά που ξέρετε. Στο σπίτι τι υγρά χρησιμοποιούμε.- Πείτε μου 2-3 στερεά που γνωρίζετε.- Για να σας πω και εγώ. Το γυαλί, το λάστιχο ή καουτσούκ, το ακρυλικό, το PVC. Το έχετε ακούσει ξανά; Υγρά, τη γλυκερίνη.- Πάτε στον Η/Υ και βρείτε πληροφορίες για τη γλυκερίνη και το καουτσούκ και το PVC.- Η δασκάλα συστήνει τους μαθητές να απαντήσουν, να συμπληρώνουν κάθε κουτάκι με λίγες λέξεις. (ΠΡΟΣΟΧΗ): Στον πίνακα δεν συμπληρώνουν τη γραμμή με τελίτσες.	<ul style="list-style-type: none">- Οι μαθητές απαντούν στις ερωτήσεις της δασκάλας.- Οι μαθητές συμπληρώνουν το «Φύλλο Εργασίας 3.1»- Εργάζονται στις ομάδες για να συγκεντρώσουν πληροφορίες για το καουτσούκ και τη γλυκερίνη - Συζήτηση μέσα στην τάξη. Ανακοινώνουν τις πληροφορίες.

ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ: 3.1, ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ: ΔΩΜΑΤΙΟ «ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ ΓΙΑ ΤΑ ΥΛΙΚΑ»

ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟΥ	ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ ΜΑΘΗΤΩΝ
ΜΕΡΟΣ Β	
<ul style="list-style-type: none"> - Εδώ έχουμε κι άλλα υλικά. Έχουν όλα κυλινδρικό σχήμα. Πιάστε τα. Αυτό είναι ακρυλικό, αυτό είναι καουτσούκ... - Είδατε μερικά καινούργια υλικά. Ξέρετε αν βυθίζεται ή πλέει το ένα στο άλλο; Έχουμε βρει κάποιον κανόνα που να μπορούμε να προβλέψουμε ποιο υλικό βυθίζεται σε ποιο υγρό? Π.χ. το λάστιχο στη γλυκερίνη; Το ακρυλικό στη γλυκερίνη; - Μπορούμε να πούμε ποια είναι εκείνη η ιδιότητα που κάνει ένα υλικό να πλέει ή να βυθίζεται? - Για δείτε αυτό το πείραμα που θα κάνω τώρα. Μπορούμε να προβλέψουμε αν το ακρυλικό βυθιστεί μέσα στο σιρόπι ή στο υγρό πιάτων; - Άρα μπορούμε να είμαστε σίγουροι; Τι θα κάνουμε θα τα δοκιμάζουμε όλα? Μερικές φορές είναι δύσκολο, είδατε το ακρυλικό επέπλευσε στο σιρόπι. Κάτι πρέπει να σκεφτούμε. Κάτι μας λείπει. 	<ul style="list-style-type: none"> - Οι μαθητές απαντούν στις ερωτήσεις της δασκάλας.

ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ: 3.1, ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ: ΔΩΜΑΤΙΟ «ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ ΓΙΑ ΤΑ ΥΛΙΚΑ»

2ο Επεισόδιο: Εισαγωγή μιας οπτικής απεικόνισης της πυκνότητας
Δραστηριότητα 1

Επιδιωκόμενα μαθησιακά αποτελέσματα:

- (1) Να αντιληφθούν οι μαθητές ότι μπορούμε να δημιουργούμε μοντέλα απεικόνισης για να αναπαριστούμε μια ιδιότητα των αντικειμένων.
- (2) Να αντιληφθούν οι μαθητές ότι δεν υπάρχει μόνο ένα/μία απεικόνιση/μοντέλο που αναπαριστά αυτήν την ιδιότητα αλλά μπορούν να είναι περισσότερα.

Οργάνωση Τάξης:

Εργασία ομάδας - Η εκπαιδευτικός συζητά με όλη την τάξη και με τις ομάδες

ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟΥ	ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ ΜΑΘΗΤΩΝ
<ul style="list-style-type: none"> - Προτρέπει τους μαθητές να εργαστούν στον υπολογιστή σε ομάδες. 	<ul style="list-style-type: none"> - Οι μαθητές συμπληρώνουν το πρώτο μέρος από το «Φύλλο εργασίας 3.2», - Ανακοινώνουν τα αποτελέσματά τους.

ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ: 3.2, ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ: ΔΩΜΑΤΙΟ «ΖΥΓΙΣΗ ΥΛΙΚΩΝ 1»

Δραστηριότητα 2

Επιδιωκόμενα μαθησιακά αποτελέσματα:

Να αντιληφθούν οι μαθητές ότι έχουν διαφορετικές αναπαραστάσεις μεταξύ τους, για να ξεχωρίζουν το βαρύτερο από το ελαφρύτερο σώμα ίδιου όγκου (μεγέθους).

Οργάνωση Τάξης:

Εργασία ομάδας - Η εκπαιδευτικός συζητά με όλη την τάξη και με τις ομάδες.

ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟΥ	ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ ΜΑΘΗΤΩΝ
<ul style="list-style-type: none">- Η εκ. προτρέπει τους μ. για να ζωγραφίσουν αυτό που πραγματικά φαντάζονται. Μόνο με μολύβι.- Πώς θα απεικονίζατε τα κυβάκια σε σχέση με αυτό που διαφέρουν: ότι κάποιο είναι βαρύτερο και κάποιο ελαφρύτερο.- Πώς θα τα ζωγραφίζατε; Πώς το φαντάζεστε;- Τι θα μπορούσατε να κάνετε στα τετραγωνάκια που αναπαριστούν τη σχέση μεταξύ των τριών ίδιων, σε όγκο, κύβων;	<ul style="list-style-type: none">- Οι μαθητές συμπληρώνουν το δεύτερο μέρος του «Φύλλου Εργασίας 3.2»- Ανακοινώνουν τα αποτελέσματά τους.

ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ: 3.2

Δραστηριότητα 3

Επιδιωκόμενα μαθησιακά αποτελέσματα:

Να αντιληφθούν οι μαθητές ότι η προτεινόμενη απεικόνιση είναι ευλογοφανής και πειστική.

Οργάνωση Τάξης:

Η εκπαιδευτικός συζητά με όλη την τάξη..

ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟΥ	ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ ΜΑΘΗΤΩΝ
<ul style="list-style-type: none">- Παρουσιάζει το μοντέλο «τελίτσες» σαν ένα άλλο εναλλακτικό κι όχι απαραίτητα καλύτερο μοντέλο απεικόνισης της σχέσης βαρύτερος – ελαφρύτερος κύβος.- Αντιστοιχίζει τα κυβάκια με συγκεκριμένο αριθμό τελειών το καθένα. Πρώτα το κυβάκι από το σίδηρο, μετά από λάστιχο, μετά από ξύλο.- Συγκρίνει κυβάκια από τα υπόλοιπα υλικά, τα βάζει στη σειρά: σίδηρος (9), γλυκερίνη (7), λάστιχο (6), νερό (4), λάδι (3), ξύλο (2), αέρας (1).- Δεν βάλαμε το (5) και το (8) γιατί υπάρχουν κι άλλα υλικά.	<ul style="list-style-type: none">- Συμπληρώνουν το «Φύλλο Εργασίας 3.3»- Συζητούν με τη δασκάλα.

ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ: 3.3, ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ: ΔΩΜΑΤΙΟ «ΖΥΓΙΣΗ ΥΛΙΚΩΝ 2»

3ο Επεισόδιο: Το οπτικό μοντέλο της πυκνότητας ως κριτήριο για την πλεύση/βύθιση των σωμάτων
Δραστηριότητα 1

Επιδιωκόμενα μαθησιακά αποτελέσματα:

Να αποδεχθούν οι μαθητές την παραγωγικότητα του προτεινόμενου μοντέλου

Οργάνωση Τάξης:

Η εκπαιδευτικός συζητά με όλη την τάξη και με τις ομάδες

ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟΥ	ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ ΜΑΘΗΤΩΝ
<ul style="list-style-type: none">- Για να δούμε τώρα αν μπορούμε να βγάλουμε έναν κανόνα για την π/β με βάση τις τελίτσες που είπαμε.- Διευκολύνει την εργασία ομάδων- Όταν το κυβάκι του υλικού έχει περισσότερες τελίτσες από το κυβάκι του νερού τότε το υλικό βυθίζεται σε αυτό το νερό.- Όταν το κυβάκι του υλικού έχει λιγότερες τελίτσες από του νερού τότε το υλικό επιπλέει σε αυτό το νερό.- Άρα οι τελίτσες στο κυβάκι έχουν να κάνουν με ένα ιδιαίτερο χαρακτηριστικό, κάτι σαν την ταυτότητα του υλικού.	<ul style="list-style-type: none">- Υλοποιούν το «Φύλλο Εργασίας 3.4», Πειραματίζονται, Συζητούν, Απαντούν στα ερωτήματα.- Ανακοινώνουν τα αποτελέσματά τους.

ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ: 3.4, ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ: ΔΩΜΑΤΙΟ «ΠΛΕΥΣΗ – ΒΥΘΙΣΗ ΜΟΝΤΕΛΩΝ»

ΕΝΟΤΗΤΑ 4: ΓΕΝΙΚΕΥΣΗ ΤΟΥ ΚΡΙΤΗΡΙΟΥ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΛΕΥΣΗ – ΒΥΘΙΣΗ, Η ΦΥΣΗ ΚΑΙ Ο ΡΟΛΟΣ ΤΩΝ ΜΟΝΤΕΛΩΝ

Διδακτικοί Στόχοι:

6. Να διαπραγματευτούν οι μαθητές την έννοια της πυκνότητας ως κριτήριο για την πλεύση και τη βύθιση απλών και σύνθετων σωμάτων.
7. Να διαπραγματευτούν οι μαθητές όψεις της φύσης των μοντέλων.

1ο Επεισόδιο: Το οπτικό μοντέλο της πυκνότητας ως κριτήριο για την πλεύση/βύθιση των σωμάτων

Δραστηριότητα 1

Επιδιωκόμενα μαθησιακά αποτελέσματα:

- (1) Να επαληθεύσουν ότι η οπτική απεικόνιση της πυκνότητας είναι κριτήριο πλεύσης - βύθισης και για άλλο υγρό (γλυκερίνη).
- (2) Να γενικεύσουν τον κανόνα πλεύσης - βύθισης σε άλλα υγρά εκτός του νερού.

Οργάνωση Τάξης:

Η εκπαιδευτικός συζητά με όλη την τάξη και με τις ομάδες

ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟΥ	ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ ΜΑΘΗΤΩΝ
ΜΕΡΟΣ Α	
<ul style="list-style-type: none">- Τι είπαμε στο προηγούμενο μάθημα για την πλεύση / βύθιση. Αναζητούσαμε ένα κριτήριο για να είμαστε σίγουροι τότε ένα σώμα βυθίζεται ή όχι σε ένα υγρό. Διαπιστώσαμε ότι:- Όταν το κυβάκι του υλικού έχει περισσότερες τελίτσες από το κυβάκι του νερού τότε το υλικό βυθίζεται στο νερό.- Όταν το κυβάκι του υλικού έχει λιγότερες τελίτσες από του νερού τότε το υλικό επιπλέει στο νερό. <p>Παράλληλα επιδεικνύει την τελευταία οθόνη του προηγούμενου μαθήματος και το Πόστερ 3.</p>	<ul style="list-style-type: none">- Οι μαθητές απαντούν στις ερωτήσεις της δασκάλας.

ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ: 4.1, ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ: ΔΩΜΑΤΙΟ «ΠΛΕΥΣΗ – ΒΥΘΙΣΗ ΜΟΝΤΕΛΩΝ 2»

ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟΥ	ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ ΜΑΘΗΤΩΝ
ΜΕΡΟΣ Β	
<ul style="list-style-type: none"> - Αυτά τα βρήκατε για την π/β στο νερό, τι γίνεται όμως με τα άλλα υγρά? Τι θα κάνουμε για να ελέγξουμε αν ο κανόνας αυτός ισχύει και για ένα άλλο υγρό, π.χ. τη γλυκερίνη; - Πριν την συμπλήρωση του «Φύλλου εργασίας 4.1» δείχνει στον υπολογιστή πληροφορίες για τα νέα υλικά. - Γράψτε αναλυτικά τα βήματα που θα κάνετε. Μετά εκτελέστε ότι σχεδιάσατε να κάνετε. Προσοχή θέλω να περιγράψετε όσο πιο καλά γίνεται τον τρόπο που θα κάνετε το πείραμα. - Η εκ. δέχεται ως σωστές λύσεις που προτείνουν τουλάχιστον μια δοκιμή για την πλεύση και μια για την βύθιση. - Αυτό το πείραμα θα μπορούσε να συνεχιστεί και με άλλα υγρά. Για λόγους συντομίας δεν το κάνουμε. Ξέρουμε όμως ότι ισχύει για όλα τα υγρά. <p>Στον Η/Υ η οθόνη με τα 9 υλικά: σίδηρος, ανθρακόνημα, γλυκερίνη, λάστιχο, πολυουρεθάνη, ξύλο.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Οι μαθητές συμπληρώνουν το «Φύλλο Εργασίας 4.1» - Οι μ. ανακοινώνουν τις προτάσεις τους και τα αποτελέσματά τους.

ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ: 4.1, ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ: ΔΩΜΑΤΙΟ «ΠΛΕΥΣΗ – ΒΥΘΙΣΗ ΜΟΝΤΕΛΩΝ 2»

2ο Επεισόδιο: Η έννοια της πυκνότητας σε απλά και σύνθετα σώματα

Δραστηριότητα 1

Επιδιωκόμενα μαθησιακά αποτελέσματα:

- (1) Να μάθουν ότι όσο περισσότερες/λιγότερες τελίτσες έχει το κυβάκι ενός υλικού τόσο μεγαλύτερη/μικρότερη είναι η πυκνότητά του.
- (2) Να χρησιμοποιούν την πυκνότητα ενός υλικού ως κριτήριο για την πλευστότητά του.

Οργάνωση Τάξης:

Η εκπαιδευτικός συζητά με όλη την τάξη.

ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟΥ	ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ ΜΑΘΗΤΩΝ
<p>Επιδεικνύει το Πόστερ 4 και στον Η/Υ μια σειρά υλικών από το πυκνότερο στο αραιότερο του προηγούμενου μαθήματος.</p> <ul style="list-style-type: none">- Για να μην λέμε συνέχεια «τελίτσες στο κυβάκι του υλικού» θα λέμε όλη αυτή τη φράση με τη λέξη πυκνότητα. Έτσι θα λέμε από δω και πέρα αυτήν την ιδιότητα, τη ταυτότητα των υλικών.- Δηλαδή, για να ξαναδιατυπώσω το συμπέρασμα:- Όσο πιο πολλές τελίτσες έχει το κυβάκι τόσο πιο μεγάλη πυκνότητα έχει.- Όταν το κυβάκι του υλικού έχει περισσότερες τελίτσες, δηλαδή τι;- ...μεγαλύτερη πυκνότητα, από το κυβάκι του υγρού, δηλαδή από τι;- ...από την πυκνότητα του υγρού, τότε το υλικό βυθίζεται.- Με άλλα λόγια λέμε ότι τα υλικά που βυθίζονται σε ένα υγρό έχουν μεγαλύτερη πυκνότητα από αυτό.- Τα υλικά που επιπλέουν σε ένα υγρό έχουν μικρότερη πυκνότητα από αυτό.- Με βάση όσα είπαμε, για να δούμε πάλι αυτή τη σειρά των υλικών. Σε ποιο υγρό βυθίζεται το λάστιχο; Σε ποιο επιπλέει; Γιατί; Ας δούμε ακόμη ένα παράδειγμα.	<ul style="list-style-type: none">- Οι μαθητές παρακολουθούν την εισήγηση της εκπαιδευτικού. Απαντούν ατομικά στις ερωτήσεις της.

ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ: -

Δραστηριότητα 2

Επιδιωκόμενα μαθησιακά αποτελέσματα:

- (1) Να αντιληφθούν ότι η πυκνότητα ενός σύνθετου σώματος είναι ανάμεσα στις πυκνότητες των υλικών από τα οποία αποτελείται.
- (2) Να χρησιμοποιούν την πυκνότητα ενός σύνθετου σώματος ως κριτήριο για την πλευστότητά του.

Οργάνωση Τάξης:

Η εκπαιδευτικός εκτελεί πείραμα επίδειξης. Η εκπαιδευτικός συζητά με όλη την τάξη.

ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟΥ	ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ ΜΑΘΗΤΩΝ
<p>Χρησιμοποιεί μια σιδερένια μπίλια, το μοντέλο ενός πλοίου, ένα δοχείο με νερό.</p> <ul style="list-style-type: none">- Για πείτε μου εδώ τώρα. Αν αφήσω τη μπίλια στο νερό τι θα γίνει; Είναι σιδερένια. (πυκνότερη)- Αν αφήσω το πλοίο; Γιατί επιπλέει; Αφού κι αυτό είναι από σίδηρο. Τι έχει μέσα στο πλοίο; Τίποτα ή αέρα; Για θυμηθείτε το κυβάκι το νερού, του σίδηρου, του αέρα;- Άρα είναι η πυκνότητα του πλοίου είναι πιο μικρή από την πυκνότητα του νερού.- Τι ομοιότητα έχει αυτή η μπίλια με το πλοίο; (Είναι από σίδηρο).- Τι διαφορές έχουν; (στρογγυλή, μακρύ)- Αν κόψω τη μπίλια στη μέση, πώς θα είναι το εσωτερικό της;- Αν κόψω το καράβι στη μέση (κατακόρυφα), πώς θα είναι το εσωτερικό του;- Άρα έχουμε ένα σώμα που είναι από ένα μόνο υλικό, η σφαίρα, κι ένα σώμα που είναι σύνθετο (καράβι, από σίδηρο και αέρα).	<ul style="list-style-type: none">- Οι μαθητές παρακολουθούν την εισήγηση της εκπαιδευτικού. Απαντούν ατομικά στις ερωτήσεις της.

ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ: -

Δραστηριότητα 3

- (2) Να χρησιμοποιούν την πυκνότητα ενός σύνθετου σώματος ως κριτήριο για την πλευστότητά του.

Επιδιωκόμενα μαθησιακά αποτελέσματα:

- (1) Να αντιληφθούν ότι η πυκνότητα ενός σύνθετου σώματος είναι ανάμεσα στις πυκνότητες των υλικών από τα οποία αποτελείται.

Οργάνωση Τάξης:

Η εκπαιδευτικός εκτελεί πείραμα επίδειξης. Συζητά με τις ομάδες.

ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟΥ	ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ ΜΑΘΗΤΩΝ
<p>Χρησιμοποιεί ένα κομμάτι γυαλί, ένα άδειο μπουκάλι, ένα δοχείο με νερό.</p> <ul style="list-style-type: none">- Επίδειξη ένα κομμάτι γυαλί-βύθιση.- Επίδειξη το μπουκάλι.- Γράψτε στο «Φύλλο εργασίας 4.2» τις προβλέψεις και τις ερμηνείες σας.	<ul style="list-style-type: none">- Οι μαθητές παρακολουθούν την πειραματική δραστηριότητα-επίδειξης. Συμπληρώνουν το «Φύλλο Εργασίας 4.2».- Οι ομάδες ανακοινώνουν τις απαντήσεις τους.

ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ: 4.2

3ο Επεισόδιο: Η έννοια του «μοντέλο» και η χρησιμότητά της Δραστηριότητα 1

Επιδιωκόμενα μαθησιακά αποτελέσματα:

- (1) Να μάθουν ότι ένα μοντέλο μπορεί να αναπαριστά, ένα αντικείμενο ή μια ιδιότητα.
- (2) Να μάθουν ότι ένα αντικείμενο ή μια ιδιότητα μπορεί να αναπαρίσταται με περισσότερα από ένα μοντέλα.

- (3) Να μάθουν ότι μπορούμε να προβλέψουμε ένα φαινόμενο χρησιμοποιώντας ένα μοντέλο.

Οργάνωση Τάξης:

Η εκπαιδευτικός μετωπικά συζητά με όλη την τάξη.

ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟΥ	ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ ΜΑΘΗΤΩΝ
<p>Στον Η/Υ επιδεικνύει τα εναλλακτικά μοντέλα (γραμμές, σκιάσεις, χρώματα,...). (Λογισμικό, Δωμάτιο «Διάφορα Μοντέλα»)</p> <ul style="list-style-type: none">- Η εκ. επεκτείνει τη σημασία της έννοιας μοντέλο.- Ανακεφαλαίωση: Μιλήσαμε για την πυκνότητα για να μπορούμε να προβλέψουμε πότε πλέει ή βυθίζεται ένα σώμα. Το βασικό μέσο μας ήταν τα κυβάκια. Π.χ. θυμάστε που σας ζήτησα να σχεδιάσετε. Τι κάνατε;- Αυτό που σχεδιάσετε εσείς και προτείνατε πριν με τις ζωγραφιές σας ήταν διάφορα μοντέλα για να εξηγήσουμε ποιο υλικό έχει μεγαλύτερη και ποιο μικρότερη πυκνότητα.- Τι είναι ένα μοντέλο; Είναι κάτι που αναπαριστά μια ιδιότητα, όπως είναι η πυκνότητα.- Σε τι μας βοηθά; Σε τι μας βοήθησε; Να καταλάβουμε την πυκνότητα των υλικών. Και στη συνέχεια να μπορούμε να τη χρησιμοποιούμε στην πρόβλεψη της π/β των σωμάτων. Δηλαδή ποιο υλικό πλέει ή βυθίζεται σε ποιο υγρό. Να προβλέψουμε.- Π.χ. Να ένα ακόμη επιστημονικό μοντέλο (ηλιοκεντρικό μοντέλο). Τι νομίζετε εσείς ότι αναπαριστά;- Αναπαριστά τη γη, τον ήλιο και τη σελήνη. Μας δείχνει τη θέση τους. Μπορούμε να προβλέψουμε με αυτό το μοντέλο αν ένας τόπος έχει μέρα ή νύχτα όταν εδώ στην Ελλάδα έχουμε μέρα; Τι λέτε;- Όμως για να δούμε κι ένα άλλο μοντέλο. Αναπαριστά τα ίδια; (Ναι)- Άρα μπορούμε να έχουμε διαφορετικά μοντέλα για το ίδιο πράγμα.- Ανακεφαλαιώνει με διαφάνειες στο p.p. για φύση ενός μοντέλου.	<ul style="list-style-type: none">- Οι μαθητές κοιτάν τα σκίτσα που έκαναν στο προηγούμενο μάθημα στο «Φύλλο εργασίας 3.2».

ΕΝΟΤΗΤΑ 5: ΑΣ ΑΝΕΛΚΥΣΟΥΜΕ ΤΟ SEA DIAMOND

Διδακτικοί Στόχοι:

1. Οι μαθητές χρησιμοποιούν την ιδιότητα της πυκνότητας ως κριτήριο για την πλεύση και την βύθιση συμπαγών και σύνθετων σωμάτων
2. Οι μαθητές λύνουν δύο ανοιχτά τεχνολογικά προβλήματα

1ο Επεισόδιο: Η πυκνότητα στην πλεύση και στη βύθιση συμπαγών και σύνθετων σωμάτων
Δραστηριότητα 1

Επιδιωκόμενα μαθησιακά αποτελέσματα:

-

Οργάνωση Τάξης:

Η εκπαιδευτικός συζητά με όλη την τάξη

ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟΥ	ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ ΜΑΘΗΤΩΝ
ΜΕΡΟΣ Α	
<p>Ερωτήσεις</p> <ul style="list-style-type: none">- Για θυμίστε μου τώρα, τι κανόνα βγάλαμε για την π/β στα υγρά, χρησιμοποιώντας ως κριτήριο στην πυκνότητα; <p>Πόστερ, αφού αφήσει να πούνε τον κανόνα 1-2 μαθητές.</p>	

ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟΥ	ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ ΜΑΘΗΤΩΝ
ΜΕΡΟΣ Β	
<p>Ερωτήσεις</p> <ul style="list-style-type: none"> - Πολύ ωραία μου τα είπατε πριν. Εδώ έχουμε ένα σώμα, το μπουκάλι. Είναι συμπαγές σώμα; Τι περιέχει μέσα; (αέρα) - Είχαμε δει ένα σχετικό πείραμα. Αν ρίξω μέσα το κομμάτι από το γυαλί, βυθίζεται. Ενώ αν βάλω ένα μπουκάλι, όχι. - Με βάση όσα είπαμε μέχρι τώρα, πώς μπορούμε να το εξηγήσουμε αυτό; Από ένα υλικό είναι φτιαγμένο το μπουκάλι; ...Από δύο είναι. - Είπαμε ότι αυτός ο κανόνας ισχύει και για τα σύνθετα σώματα; (Ναι). Ξανά ο κανόνας. Αν επιπλέει το σώμα, τότε το σύνθετο σώμα έχει μικρότερη πυκνότητα από το νερό. - Τι πρέπει να σκεφτόμαστε όταν θα έχουμε ένα σώμα με δύο υλικά; Ποια θα είναι η πυκνότητά του; - Το μπουκάλι που είναι από γυαλί και αέρα θα έχει πυκνότητα κάπου ανάμεσα στο γυαλί και τον αέρα. Και αφού επιπλέει στο νερό θα έχει πυκνότητα μικρότερη του νερού. - Έχει τελικά σημασία το μέγεθός του; Ποιο είναι πιο μεγάλο το μπουκάλι ή το κομμάτι με το γυαλί; 	

2ο Επεισόδιο: Η πλεύση και η βύθιση ενός προσομοιωμένου πλοίου

Δραστηριότητα 1

Επιδιωκόμενα μαθησιακά αποτελέσματα:

-

Οργάνωση Τάξης:

Η εκπαιδευτικός συζητά με όλη την τάξη. Οι μαθητές εργάζονται σε ομάδες.

ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟΥ	ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ ΜΑΘΗΤΩΝ
<p>Ερωτήσεις</p> <ul style="list-style-type: none">- Η δασκάλα καλεί τους μαθητές να εκτελέσουν το πείραμα στο λογισμικό.- Αυτό που βλέπετε στο λογισμικό είναι το πραγματικό πλοίο? Πώς το λέμε? Μοντέλο του πλοίου. Τι πληροφορίες μας δίνει αυτό το μοντέλο? Τι θέλει να προσέξουμε?- Από ποια στοιχεία αποτελείται αυτό το μοντέλο του SD?- Τι τα κάνουμε αυτά τα αμπάρια? (Ανοιγοκλείνουν)- Τι σχέση έχει η πυκνότητα του SD με την πυκνότητα του νερού όταν επιπλέει?- Τι σχέση έχει η πυκνότητα του SD με την πυκνότητα του νερού όταν βυθίζεται?- Τι γίνεται όταν αδειάζουν τα αμπάρια από νερό? Τι μπαίνει στη θέση του νερού?- Με αυτό το μοντέλο πλοίου τι τελικά μπορούμε να προβλέψουμε;	<ul style="list-style-type: none">- Οι μαθητές συμπληρώνουν το «Φύλλο Εργασίας 5.1»- Ανακοινώνουν τις απαντήσεις τους- Συνεχίζουν το «Φύλλο Εργασίας» με τις ερωτήσεις για το μοντέλο.

ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ: 5.1, ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ: ΔΩΜΑΤΙΟ «ΤΟ ΝΑΥΑΓΙΟ SEA DIAMOND»

3ο Επεισόδιο: Η ανέλκυση ενός αγαλματίδιου

Δραστηριότητα 1

Επιδιωκόμενα μαθησιακά αποτελέσματα:

-

Οργάνωση Τάξης:

Η εκπαιδευτικός συζητά με όλη την τάξη. Οι μαθητές εργάζονται σε ομάδες.

ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟΥ	ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ ΜΑΘΗΤΩΝ
ΜΕΡΟΣ Α	
Ερωτήσεις <ul style="list-style-type: none">- Η δασκάλα καλεί τους μαθητές να εκτελέσουν το πείραμα σε δύο φάσεις. Πρώτα ζητά να προτείνουν λύσεις. Μετά τους μοιράζει το φύλλο με τις δύο προτάσεις.	<ul style="list-style-type: none">- Οι μαθητές συμπληρώνουν το «Φύλλο Εργασίας 5.2»- Ανακοινώνουν τις απαντήσεις τους

[ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ: 5.2](#)

4ο Επεισόδιο: Η ανέλκυση ενός πλοίου

Δραστηριότητα 1

Επιδιωκόμενα μαθησιακά αποτελέσματα:

-

Οργάνωση Τάξης:

Η εκπαιδευτικός συζητά με όλη την τάξη. Οι μαθητές εργάζονται σε ομάδες.

ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟΥ	ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ ΜΑΘΗΤΩΝ
ΜΕΡΟΣ Α	
Ερωτήσεις <ul style="list-style-type: none">- Αυτό το καράβι το έχουμε ξαναδεί. Ας το βυθίσουμε.- Σε ένα άλλο σχολείο, πρότειναν ότι με τα υλικά που έχετε πάνω στο θρανίο σας, μπορούμε να ανεγκύσουμε το καράβι. Κάντε μια πρόταση. Στηρίξτε τη με βάση όσα κάναμε για την πλεύση και τη βύθιση των σωμάτων. Πρώτα ζητά να προτείνουν λύσεις. Μετά τους μοιράζει το φύλλο με τις δύο προτάσεις.	<ul style="list-style-type: none">- Οι μαθητές συμπληρώνουν το «Φύλλο Εργασίας 5.3»- Ανακοινώνουν τις απαντήσεις τους

[ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ: 5.3](#)

Γ: ΕΡΓΑ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ

1. ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗ ΤΗΣ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ

Τα ερευνητικά ερωτήματα της παρούσας έρευνας είναι τα παρακάτω:

1. Σε ποιο βαθμό οι μαθητές κατακτούν τη δηλωτική γνώση (α. Ερμηνείες των φαινομένων πλεύσης και βύθισης, β. κατανόηση της έννοιας της πυκνότητας);
2. Σε ποιο βαθμό οι μαθητές κατακτούν τη διαδικαστική και επιστημολογική γνώση (α. Στρατηγική Ελέγχου Μεταβλητών και β. όψεις της φύσης και του ρόλου των μοντέλων καθώς και δεξιότητες μοντελοποίησης);
3. Υπάρχει σχέση μεταξύ της μάθησης από τη μία μεριά, της διαδικαστικής και επιστημολογικής γνώσης και, από την άλλη μεριά, της μάθησης της δηλωτικής γνώσης;
4. Ποια είναι τα μαθησιακά μονοπάτια που ακολούθησαν οι συγκεκριμένοι μαθητές κατά την εφαρμογή;

Οι πολλαπλές πηγές δεδομένων, οι οποίες συγκεντρώνονται κατά την παρέμβαση περιλαμβάνουν καταγραφές βίντεο, επιτόπιες σημειώσεις, έργα των μαθητών, ερωτηματολόγια πριν και μετά καθώς και μεταγραφές της ημιδομημένης κλινικής συνέντευξης. Επιπλέον, συλλέξαμε ηχητικές καταγραφές από κάθε ομάδα μαθητών και χρησιμοποιήσαμε κατάλληλο λογισμικό ανοιχτού τύπου για την καταγραφή της ομαδικής δουλειάς των μαθητών σε συγκεκριμένα έργα βασισμένα σε υπολογιστή. Τα ερωτηματολόγια είναι τα βασικά δεδομένα για την ποσοτική ανάλυση του μαθησιακού αποτελέσματος. Οι οπτικοακουστικές καταγραφές καθώς και τα πρακτικά των συνεντεύξεων είναι τα βασικά δεδομένα που θα χρησιμοποιηθούν, αφού μεταγραφούν σε κείμενο με ποιοτικό τρόπο ώστε: α) να τεκμηριώσουμε τα ευρήματα που θα καταδείξει η ανάλυση των δεδομένων από τα ερωτηματολόγια και β) να καταδείξουμε τα μαθησιακά μονοπάτια των μαθητών. Τα υπόλοιπα δεδομένα, δηλαδή οι επιτόπιες σημειώσεις από τους ερευνητές, τα έργα των μαθητών και τα αρχεία από την ομαδική δουλειά των μαθητών με το λογισμικό, θα μας δώσουν τη δυνατότητα για τριγωνοποίηση των ισχυρισμών που

προκύπτουν από την ποσοτική και ποιοτική ανάλυση.

Η διαδικασία της συλλογής δεδομένων που ακολουθήσαμε είναι η εξής: Μια εβδομάδα πριν την εφαρμογή, οι μαθητές απάντησαν/συμπλήρωσαν το ΠρινΕΚ (δες ενότητα «κωδικοποίηση ερωτηματολογίων») ερωτηματολόγιο. Αντίστοιχα, μια εβδομάδα μετά το τελευταίο μάθημα, οι μαθητές συμπλήρωσαν το ΜετάΕΚ ερωτηματολόγιο. Σε λιγότερο από δέκα μέρες μετά το τελευταίο μάθημα διεξάγονται επίσης και οι συνεντεύξεις (ΜετάΣΕΚ ερωτηματολόγιο). Στην εφαρμογή οι μαθητές θα συμπληρώσουν επιπλέον δύο ενδιάμεσα ερωτηματολόγια (ένα μετά το δεύτερο μάθημα, ΕνδιαμΕΚ1, και ένα μετά το τέταρτο, ΕνδιαμΕΚ2) με στόχο την ασφαλέστερη ανάδειξη των μονοπατιών της γνώσης των μαθητών.

Τα έργα που χρησιμοποιούνται σε κάθε ερωτηματολόγιο στοχεύουν, όπως προαναφέρθηκε, στην αποκάλυψη των ιδεών των μαθητών σχετικά με τέσσερις βασικές ερωτήσεις, πριν και μετά την εφαρμογή. Η σύγκριση και ανάλυση των δεδομένων των ερωτηματολογίων αυτών στοχεύουν στον έλεγχο της μάθησης σύμφωνα με τις τέσσερις αυτές ερωτήσεις. Στον παρακάτω πίνακα μπορούμε να δούμε συνοπτικά την αντιστοιχία των έργων που χρησιμοποιήθηκαν στα ερωτηματολόγια με τα ερευνητικά ερωτήματα.

ΠΙΝΑΚΑΣ 1: ΑΝΤΙΣΤΟΙΧΙΑ ΤΩΝ ΕΡΓΩΝ ΤΩΝ ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΩΝ ΜΕ ΤΑ ΕΡΩΤΗΜΑΤΑ.

ΑΠΟΚΑΛΥΨΗ ΤΩΝ ΙΔΕΩΝ ΤΩΝ ΜΑΘΗΤΩΝ ΓΙΑ:	ΕΡΓΑ ΠΡΙΝ ΕΚ	ΕΡΓΑ ΕΝΔΙΑΜΕΚ1	ΕΡΓΑ ΕΝΔΙΑΜΕΚ2	ΕΡΓΑ ΜΕΤΑΕΚ	ΕΡΓΑ ΜΕΤΑΣΕΚ
1. Ερμηνείες για φαινόμενα πλεύσης και βύθισης	1.α , 1.β, 1.γ, 1.δ	1.α, 1.β, 1.γ, 1.δ	1.ε (*), 1.στ (*)	1.α, 1.β, 1.γ, 1.δ, 1.ε (*), 1.στ (*)	
2. Κατανόηση της έννοιας της πυκνότητας	2.α, 2.β, 2.γ, 2.δ	2.α, 2.β, 2.γ, 2.δ	2.α, 2.β, 2.γ, 2.δ, 2.ε (*), 2.στ (*)	2.α, 2.β, 2.γ, 2.δ, 2.ε(*), 2.στ (*),	2.ζ, 2.η, 2.θ, 2.ι, 2.κ, 2.λ
3. Εκμάθηση της Στρατηγικής Ελέγχου Μεταβλητών	3.α	3.α, 3.β (*)		3.α, 3.β (*)	3.γ, 3.δ, 3.ε, 3.στ
4. Εκμάθηση των μοντέλων και της μοντελοποίησης	4.α, 4.β, 4.γ		4.α, 4.β, 4.γ, 4.δ(*), 4.ε (*)	4.α, 4.β, 4.γ, 4.δ(*), 4.ε (*), 1.δ, 1.ε	4.στ, 4.ζ, 4.η, 4.θ

Με (*) σημειώνονται οι ερωτήσεις που δεν υπάρχουν στο πριν ερωτηματολόγιο

Επιπλέον, το ερωτηματολόγιο για τη συνέντευξη μετά την εφαρμογή (ΜετάΣΕΚ) περιλαμβάνει, όπως βλέπουμε στον πίνακα, μόνο έργα που αφορούν στις τρεις τελευταίες ερωτήσεις αλλά όχι σε σχέση με την πρώτη. Κι αυτό γιατί θεωρήθηκε ότι, από τη μία μεριά, τα δύο τελευταία ερευνητικά ερωτήματα δεν θα μπορούσαν να έχουν ξεκάθαρα και ασφαλή αποτελέσματα για τη μάθηση της αντίστοιχης διαδικαστικής ή επιστημολογικής γνώσης και από την άλλη μεριά ότι το δεύτερο ερευνητικό ερώτημα δεν μπορούσε να διερευνηθεί πλήρως, σε σχέση με τη διαφοροποίηση εννοιών του βάρους και της πυκνότητας, μόνο από τα έργα των ερωτηματολογίων. Επομένως, θεωρήθηκε απαραίτητο να συλλέξουμε επιπλέον δεδομένα μέσα από ημι-δομημένες συνεντεύξεις. Εκτός από τα έργα των ερωτηματολογίων της συνέντευξης που αναφέρονται στον πίνακα 1, το ερωτηματολόγιο της συνέντευξης περιλαμβάνει επίσης έργα που έχουν

διερευνητικό ρόλο σε σχέση με το βαθμό της κατανόησης όψεων της μεθόδου επίλυσης τεχνολογικών προβλημάτων.

Στη συνέχεια, περιγράφουμε και συζητούμε τα έργα που περιλαμβάνονται στο μετά-ερωτηματολόγιο και στο ερωτηματολόγιο της συνέντευξης. Τα έργα που περιλαμβάνονται στα ΠρινΕΚ, ΕνδιαμΕΚ1, ΕνδιαμΕΚ2 καθώς και στα ΜετάΜετάΕΚ Ερωτηματολόγια είναι μέρος της Ανάλυσης Έργων του ΜετάΕΚ-Ερωτηματολογίου. Επομένως δεν αναφερόμαστε ξεχωριστά σε αυτά. Ωστόσο, στην ανάλυση του κάθε έργου αναφέρουμε τα ερωτηματολόγια στα οποία περιλαμβάνονται. Το ΜετάΜετάΕΚ Ερωτηματολόγιο είναι παρόμοιο με το ΜετάΕΚ-Ερωτηματολόγιο. Η αντιστοιχία ερωτηματολογίων-έργων παρουσιάζεται αναλυτικά στον **πίνακα 1**.

2. ΑΝΑΛΥΣΗ ΕΡΓΟΥ ΜΕΤΑ-ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟΥ

ΕΡΓΟ 1: ΕΡΜΗΝΕΙΕΣ ΦΑΙΝΟΜΕΝΩΝ ΠΛΕΥΣΗΣ ΚΑΙ ΒΥΘΙΣΗΣ

ΕΡΓΟ 1.Α: ΠΛΕΥΣΗ / ΒΥΘΙΣΗ – ΕΡΜΗΝΕΙΕΣ ΤΗΣ Π/Β

Αυτό το ΠρινΕΚ, ΕνδιάμεΚ1 & ΜετάΕΚ-ερωτηματολογίου έργο μελετά τις ερμηνείες που δίνουν οι μαθητές σχετικά με φαινόμενα (α) πλεύσης (του σωσιβίου) και (β) βύθισης (της άγκυρας).

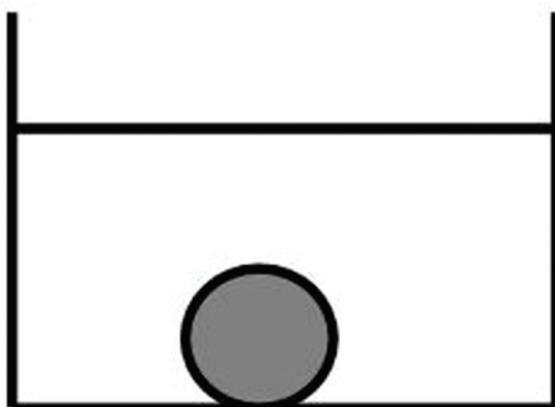
ΕΡΓΟ 1ΑΑ (ΣΩΣΙΒΙΟ) ΚΑΙ 1ΑΒ (ΑΓΚΥΡΑ)

	ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΑΠΑΝΤΗΣΕΩΝ	ΤΥΠΙΚΕΣ ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ ΜΑΘΗΤΩΝ
1	Σύγκριση πυκνότητας αντικειμένου-υγρού: Η απάντηση υπονοεί χρήση αιτιολογικού συσχετιστικού συλλογισμού.	<i>“Το σωσίβιο επιπλέει επειδή η πυκνότητά του είναι μικρότερη από αυτή του υγρού”</i>
2	Αναφορά στο υλικό: Η απάντηση υπονοεί ότι ο μαθητής κατανοεί πως η π/β εξαρτάται από το υλικό του αντικειμένου. Υπονοεί ακόμη χρήση αιτιολογικού γραμμικού συλλογισμού.	<i>“Η άγκυρα βυθίζεται επειδή είναι σιδερένια”</i>
3	Αναφορά στο βάρος ή τον όγκο του αντικειμένου: Η απάντηση υπονοεί ότι ο μαθητής θεωρεί πως η π/β εξαρτάται από το βάρος, τον όγκο, το σχήμα. Υπονοεί ακόμη χρήση αιτιολογικού γραμμικού συλλογισμού.	<i>“Η άγκυρα βυθίζεται επειδή είναι βαριά”</i>
4	Αναφορά στην ύπαρξη αέρα μέσα στο αντικείμενο: Η απάντηση υπονοεί ότι ο μαθητής θεωρεί πως η π/β εξαρτάται από την ύπαρξη αέρα μέσα στο αντικείμενο. Υπονοεί ακόμη χρήση αιτιολογικού γραμμικού συλλογισμού.	<i>“Το σωσίβιο επιπλέει επειδή έχει μέσα αέρα ”</i>
5	Άσχετες απαντήσεις, απαντήσεις με εσωτερικές ανακολουθίες, τελεολογικές απαντήσεις ή καθόλου απαντήσεις.	<i>“Το σωσίβιο επιπλέει επειδή είναι φτιαγμένο για να σώζει τους ανθρώπους”</i>

ΕΡΓΟ 1.Β: ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΕΣ ΙΔΕΕΣ ΣΧΕΤΙΚΑ ΜΕ ΤΗΝ Π/Β

Αυτό το ΠρινΕΚ, ΕνδιάμΕΚ1 & ΜετάΕΚ-ερωτηματολογίου έργο μελετά σε ποιο βαθμό οι μαθητές χρησιμοποιούν αιτιολογικό συσχετιστικό ή αιτιολογικό γραμμικό συλλογισμό, χρησιμοποιώντας

την **εικόνα 1**. Οι μαθητές πρέπει να αποφασίσουν ποιον παράγοντα να αλλάξουν προκειμένου να επιπλεύσει η μπάλα από πλαστελίνη.



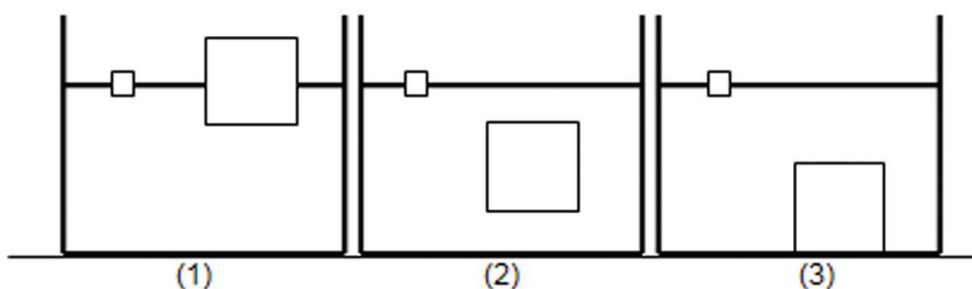
ΕΙΚΟΝΑ 1: ΜΙΑ ΜΠΑΛΑ ΑΠΟ ΠΛΑΣΤΕΛΙΝΗ ΣΕ ΕΝΑ ΔΟΧΕΙΟ ΜΕ ΝΕΡΟ

	ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΑΠΑΝΤΗΣΕΩΝ	ΤΥΠΙΚΕΣ ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ ΜΑΘΗΤΩΝ
1	Αλλαγή παραγόντων που υπονοεί αιτιολογικό συσχετιστικό συλλογισμό (παράγοντες μπορεί να είναι το υγρό ή το υγρό και το υλικό του αντικειμένου).	“Θα άλλαζα το υγρό”
2	Αλλαγή παραγόντων που υπονοεί αιτιολογικό γραμμικό συλλογισμό (παράγοντες μπορεί να είναι το βάρος, το μέγεθος, ο όγκος, το υλικό του αντικειμένου).	“Θα την έκοβα στα δύο και μετά θα επέπλεε”
3	Άσχετες απαντήσεις, καθόλου απαντήσεις ή απαντήσεις με εσωτερικές ανακολουθίες.	“.....”

ΕΡΓΟ 1.Γ: ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΕΣ ΙΔΕΕΣ ΣΧΕΤΙΚΑ ΜΕ ΦΑΙΝΟΜΕΝΑ Π/Β - ΒΑΡΟΣ Η ΜΕΓΕΘΟΣ

Αυτό το ΠρινΕΚ, ΕνδιάμΕΚ1 & ΜετάΕΚ-ερωτηματολογίου έργο μελετά εάν οι μαθητές έχουν την εναλλακτική ιδέα σχετικά με την πλεύση και βύθιση ότι ένα μεγάλο αντικείμενο θα βυθιστεί

και ένα μικρό θα επιπλεύσει, χρησιμοποιώντας την **εικόνα 2**. Η 2η εικόνα (δοχείο 2) δίνει τη δυνατότητα στους μαθητές να επιλέξουν την αιώρηση ενός αντικειμένου ως μια άλλη κατάσταση εκτός από την πλεύση ή βύθιση. Παίζει το ρόλο που έχει η απάντηση «Δεν ξέρω» σε άλλα έργα.



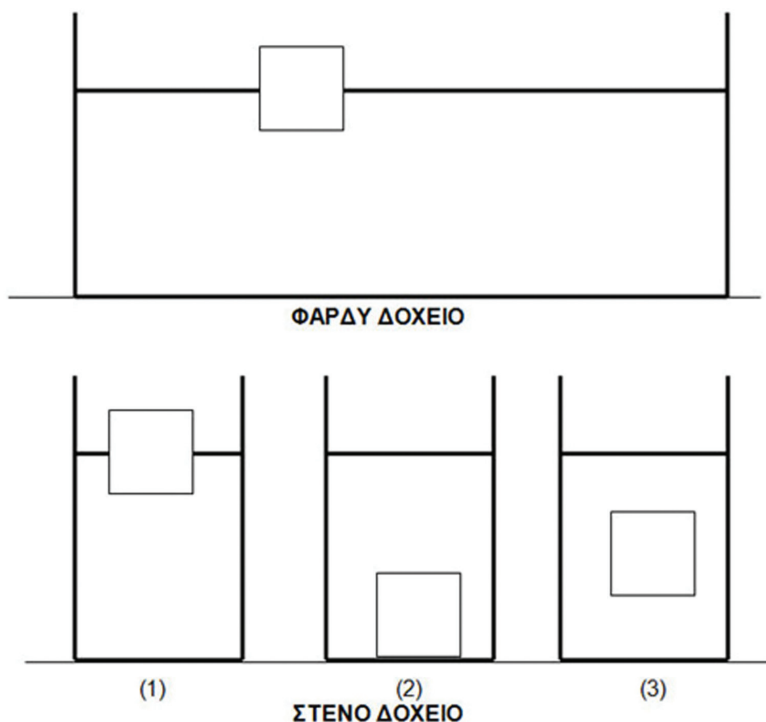
ΕΙΚΟΝΑ 2: ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΕΣ ΙΔΕΕΣ ΠΛΕΥΣΗΣ / ΒΥΘΙΣΗΣ

	ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΑΠΑΝΤΗΣΕΩΝ	ΤΥΠΙΚΕΣ ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ ΜΑΘΗΤΩΝ
1	Αναφορά στο υλικό: Συνήθως οι μαθητές αυτής της κατηγορίας επιλέγουν την 1η εικόνα. Η επιλογή αναπαριστά την κατανόηση της σημασίας του υλικού σχετικά με την πλεύση/βύθιση ενός αντικειμένου. Η ερμηνεία που δίνουν οι μαθητές υπονοεί κατανόηση αυτής της σημασίας.	“Επιλέγω την 1η εικόνα επειδή τα δύο αντικείμενα είναι φτιαγμένα από το ίδιο υλικό”
2	Αναφορά στο βάρος και το μέγεθος του αντικειμένου: Συνήθως οι μαθητές αυτής της κατηγορίας επιλέγουν την 3η εικόνα και πιο σπάνια τη 2η. Η απάντηση αυτή αναπαριστά <i>εναλλακτικές ιδέες (μέγεθος ή βάρος ενός αντικειμένου ως αιτία) σχετικά με την π/β του αντικειμένου.</i>	“Επιλέγω την 3η εικόνα επειδή το μεγάλο αντικείμενο θα βυθιστεί γιατί είναι βαρύτερο από το μικρότερο”
3	Άσχετες απαντήσεις ή απαντήσεις με εσωτερικές ανακολουθίες ή καθόλου απαντήσεις.	“Επιλέγω την 1η εικόνα επειδή το αντικείμενο είναι μεγαλύτερο κι έτσι επιπλέει” ή “...επειδή τα θέλω και τα δύο στην επιφάνεια”

ΕΡΓΟ 1.Δ: ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΕΣ ΙΔΕΕΣ ΣΧΕΤΙΚΑ ΜΕ ΦΑΙΝΟΜΕΝΑ Π/Β – ΦΑΡΔΟΣ ΔΟΧΕΙΟΥ

Αυτό το ΠρινΕΚ, ΕνδιάμΕΚ1 & ΜετάΕΚ-ερωτηματολογίου έργο μελετά εάν οι μαθητές έχουν την εναλλακτική ιδέα σχετικά με την πλεύση και βύθιση ότι το φάρδος του δοχείου επηρεάζει το

φαινόμενο, χρησιμοποιώντας την **εικόνα 3**. Η 3η εικόνα δίνει στους μαθητές την ευκαιρία να επιλέξουν την αιώρηση ενός αντικειμένου ως μια άλλη κατάσταση εκτός από την πλεύση ή βύθιση. Παίζει το ρόλο που έχει η απάντηση «Δεν ξέρω» σε άλλα έργα.



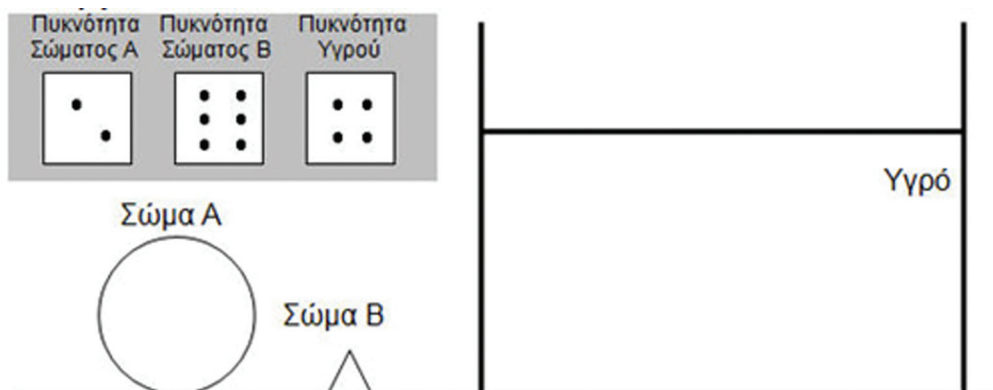
ΕΙΚΟΝΑ 3: ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΕΣ ΙΔΕΕΣ ΠΛΕΥΣΗΣ / ΒΥΘΙΣΗΣ

	ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΑΠΑΝΤΗΣΕΩΝ	ΤΥΠΙΚΕΣ ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ ΜΑΘΗΤΩΝ
1	Αναφορά στο υλικό: Συνήθως οι μαθητές αυτής της κατηγορίας επιλέγουν την 1η εικόνα. Η επιλογή αναπαριστά την κατανόηση ότι το φάρδος του δοχείου δεν παίζει ρόλο στο φαινόμενο της π/β. Η ερμηνεία που δίνουν οι μαθητές υπονοεί την κατανόηση αυτού του γεγονότος.	“Επιλέγω την 1η εικόνα επειδή αν ένα αντικείμενο επιπλέει στο στενό δοχείο τότε επιπλέει και στο φαρδύ”.
2	Αναφορά στο φάρδος του δοχείου: Συνήθως οι μαθητές αυτής της κατηγορίας επιλέγουν την 2η εικόνα και πιο σπάνια την 3η. Η απάντηση αυτή αναπαριστά εναλλακτικές ιδέες (φάρδος του δοχείου ως αιτία) σχετικά με την π/β του αντικειμένου.	“Επιλέγω την 2η εικόνα επειδή το νερό είναι λιγότερο και το αντικείμενο είναι βαρύ”.
3	Άσχετες απαντήσεις ή απαντήσεις με εσωτερικές ανακολουθίες ή καθόλου απαντήσεις.	“Επιλέγω την 3η εικόνα επειδή πιστεύω ότι η πυκνότητα του αντικειμένου είναι ίδια με την πυκνότητα του υγρού” ή “.....”.

ΕΡΓΟ 1.Ε: ΧΡΗΣΗ ΤΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΤΟΥ «ΣΥΝΩΣΤΙΣΜΕΝΟΥ ΠΛΗΘΟΥΣ» ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΡΜΗΝΕΙΑ ΚΑΙ ΠΡΟΒΛΕΨΗ ΤΗΣ Π/Β

Αυτό το ΕνδιάμεΚ2 & ΜετάΕΚ- ερωτηματολογίου έργο μελετά εάν οι μαθητές χρησιμοποιούν το «μοντέλο του πλήθους» προκειμένου να

ερμηνεύσουν και να προβλέψουν την πλεύση ή/και βύθιση ενός αντικειμένου σε ένα υγρό ή εάν ακόμη και μετά την εφαρμογή αναφέρονται σε δικές τους εναλλακτικές ιδέες, χρησιμοποιώντας την **εικόνα 4**.



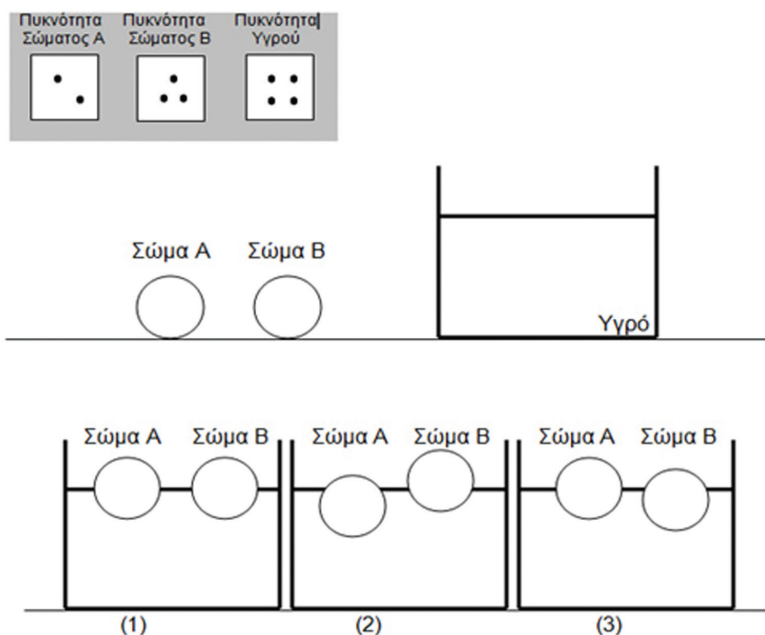
ΕΙΚΟΝΑ 4: ΧΡΗΣΗ ΤΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΤΟΥ «ΣΥΝΩΣΤΙΣΜΕΝΟΥ ΠΛΗΘΟΥΣ»

	ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΑΠΑΝΤΗΣΕΩΝ	ΤΥΠΙΚΕΣ ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ ΜΑΘΗΤΩΝ
1	Χρήση του μοντέλου του «συνωστισμένου πλήθους» σε μια διαδικασία σύγκρισης πυκνοτήτων αντικειμένου - υγρού: Η απάντηση υπονοεί τη χρήση αιτιακού συσχετιστικού συλλογισμού. Οι μαθητές σχεδιάζουν το αντικείμενο Α να επιπλέει και το αντικείμενο Β να βυθίζεται.	“Το αντικείμενο Α θα επιπλεύσει επειδή η πυκνότητά του είναι μικρότερη από την πυκνότητα του υγρού. Το αντικείμενο Β θα βυθιστεί επειδή η πυκνότητά του είναι μεγαλύτερη από την πυκνότητα του υγρού”.
2	Χρήση του μοντέλου του «συνωστισμένου πλήθους» μόνο με αναφορά στην πυκνότητα του αντικειμένου: Η απάντηση υπονοεί χρήση αιτιακού γραμμικού συλλογισμού. Οι μαθητές σχεδιάζουν το αντικείμενο Α να επιπλέει και το αντικείμενο Β να βυθίζεται.	“Το αντικείμενο Α θα επιπλεύσει επειδή έχει μικρή πυκνότητα. Το αντικείμενο Β θα βυθιστεί επειδή έχει μεγάλη πυκνότητα.”
3	Αναφορά στο βάρος ή τον όγκο του αντικειμένου: Η απάντηση υπονοεί ότι ο μαθητής υποθέτει ότι η π/β εξαρτάται από το βάρος, τον όγκο, το σχήμα. Υπονοεί ακόμα χρήση του αιτιακού γραμμικού συλλογισμού. Οι μαθητές σχεδιάζουν το αντικείμενο Β να επιπλέει και το αντικείμενο Α να βυθίζεται.	“Το αντικείμενο Α θα βυθιστεί και το αντικείμενο Β θα επιπλεύσει” .
4	Άσχετες απαντήσεις ή απαντήσεις με εσωτερικές ανακολουθίες.	“Το αντικείμενο Α θα επιπλεύσει επειδή είναι μεγαλύτερο” ή “....”

ΕΡΓΟ 1.ΣΤ: ΧΡΗΣΗ ΤΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΤΟΥ «ΣΥΝΩΣΤΙΣΜΕΝΟΥ ΠΛΗΘΟΥΣ» ΓΙΑ ΤΗ ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΤΟΥ ΕΠΙΠΕΔΟΥ ΠΛΕΥΣΗΣ ΤΩΝ ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΩΝ

Αυτό το ΕνδιάμεΚ2 & ΜετάΕΚ- ερωτηματολογίου έργο μελετά εάν οι μαθητές χρησιμοποιούν το μοντέλο του «συνωστισμένου πλήθους»

προκειμένου να αποφασίσουν εάν ένα αντικείμενο επιπλέει ψηλότερα, χαμηλότερα ή στο ίδιο επίπεδο με ένα άλλο σε ένα υγρό ή αν ακόμη και μετά την εφαρμογή αναφέρονται σε δικές τους εναλλακτικές ιδέες, χρησιμοποιώντας την **εικόνα 5**.



ΕΙΚΟΝΑ 5: ΧΡΗΣΗ ΤΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΤΟΥ «ΣΥΝΩΣΤΙΣΜΕΝΟΥ ΠΛΗΘΟΥΣ»

	ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΑΠΑΝΤΗΣΕΩΝ	ΤΥΠΙΚΕΣ ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ ΜΑΘΗΤΩΝ
1	Χρήση του μοντέλου του «συνωστισμένου πλήθους» σε μια διαδικασία σύγκρισης πυκνοτήτων αντικειμένου-υγρού, διαφορετικά επίπεδα επίπλευσης: Η απάντηση υπονοεί χρήση του αιτιακού συσχετιστικού συλλογισμού και κατανόηση της πιθανότητας διαφορετικού επιπέδου επίπλευσης για κάθε αντικείμενο σε σχέση με τις πυκνότητές τους. Οι μαθητές επιλέγουν την εικόνα 3.	“Η πυκνότητα του αντικειμένου Β είναι μικρότερη από του υγρού και γι’ αυτό επιπλέει. Η πυκνότητα του αντικειμένου Α είναι ακόμα μικρότερη και γι’ αυτό θα επιπλέει λίγο πιο ψηλά (εικόνα 3)”.
2	Χρήση του μοντέλου του «συνωστισμένου πλήθους» σε μια διαδικασία σύγκρισης αντικειμένου-υγρού, μη διαφορετικά επίπεδα πλεύσης: Η απάντηση υπονοεί χρήση του αιτιακού συσχετιστικού συλλογισμού αλλά όχι κατανόηση της πιθανότητας διαφορετικού επιπέδου επίπλευσης για κάθε αντικείμενο. Οι μαθητές επιλέγουν την εικόνα 1.	“Και τα δύο αντικείμενα θα επιπλεύσουν όπως στην εικόνα 1 επειδή έχουν και τα δύο μικρότερη πυκνότητα από το υγρό (εικόνα 1)”.
3	Άσχετες απαντήσεις ή απαντήσεις με εσωτερικές ανακολουθίες. Οι μαθητές επιλέγουν την εικόνα 1.	“Θα μπορούσε να έχει διαφορετικό υγρό και να επιπλέει (εικόνα 1)”.

ΕΡΓΟ 2: ΚΑΤΑΝΟΗΣΗ ΤΗΣ ΕΝΝΟΙΑΣ ΤΗΣ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑΣ

ΕΡΓΟ 2.Α: ΚΑΤΑΝΟΗΣΗ ΤΗΣ ΕΝΝΟΙΑΣ ΤΗΣ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑΣ

Αυτό το ΠρινΕΚ, ΕνδιάμΕΚ1, ΕνδιάμΕΚ2 & ΜετάΕΚ-ερωτηματολογίου έργο μελετά εάν οι μαθητές έχουν κάποια ιδέα για την έννοια της πυκνότητας, ζητώντας τους να γράψουν μια πρόταση με τη λέξη πυκνότητα και υλικό.

	ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΑΠΑΝΤΗΣΕΩΝ	ΤΥΠΙΚΕΣ ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ ΜΑΘΗΤΩΝ
1	Η πυκνότητα ως ιδιότητα των υλικών: Η απάντηση υπονοεί κατανόηση της σχέσης μεταξύ του υλικού ενός αντικειμένου και της πυκνότητάς του σχετικά με φαινόμενα π/β.	<i>“Η πυκνότητα ενός αντικειμένου επηρεάζει την πλεύση ή βύθισή του σε ένα υγρό”.</i>
2	Πυκνότητα με την έννοια του πυκνού: η απάντηση υπονοεί ότι οι μαθητές παραμένουν σε μια φαινομενολογική προσέγγιση της έννοιας της πυκνότητας σε διάφορα πλαίσια.	<i>“Εάν ένα υγρό είναι πολύ πυκνό δεν μπορείς να δεις μέσα από αυτό” ή “Τα φύλλα του δέντρου είναι πολλά κι έτσι είναι πολύ πυκνά”.</i>
3	Άσχετες απαντήσεις ή απαντήσεις με εσωτερικές ανακολουθίες.	<i>“Τα υλικά είναι πυκνά γιατί είναι φρέσκα”.</i>

ΕΡΓΟ 2.Β: ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΕΣ ΙΔΕΕΣ ΣΧΕΤΙΚΑ ΜΕ ΤΗΝ ΕΝΝΟΙΑ ΤΗΣ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑΣ – ΣΧΗΜΑ ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟΥ

Αυτό το ΠρινΕΚ, ΕνδιάμΕΚ1, ΕνδιάμΕΚ2 & ΜετάΕΚ-ερωτηματολογίου έργο μελετά εάν οι μαθητές συνδέουν την πυκνότητα με το υλικό ή αν αναφέρονται σε εναλλακτικές ιδέες, όπως ότι το σχήμα του αντικειμένου ή ακόμη και το βάρος του

καθορίζει την πυκνότητα, χρησιμοποιώντας την **εικόνα 6**. Οι μαθητές πληροφορούνται ότι τα δύο αντικείμενα είναι από το ίδιο υλικό και την ίδια ποσότητα.

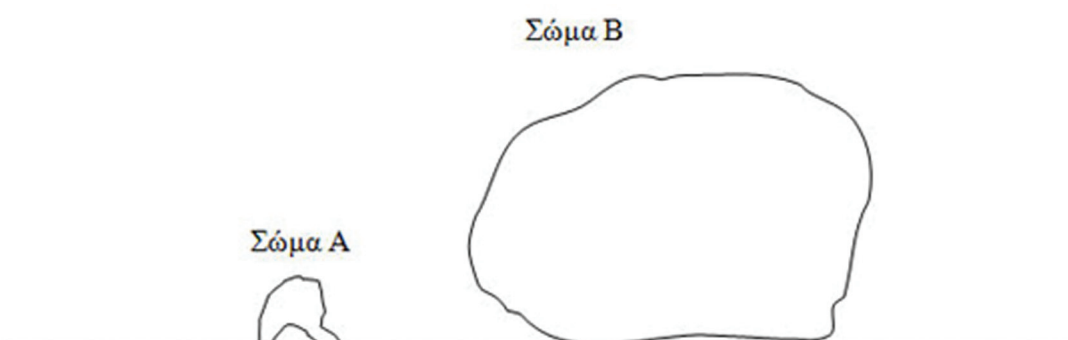


ΕΙΚΟΝΑ 6: ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΕΣ ΙΔΕΕΣ ΣΧΕΤΙΚΑ ΜΕ ΤΗΝ ΕΝΝΟΙΑ ΤΗΣ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑΣ

	ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΑΠΑΝΤΗΣΕΩΝ	ΤΥΠΙΚΕΣ ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ ΜΑΘΗΤΩΝ
1	Η πυκνότητα σχετίζεται με το υλικό: Η απάντηση υπονοεί ότι οι μαθητές συσχετίζουν την έννοια της πυκνότητας με το είδος του υλικού από το οποίο είναι φτιαγμένο το αντικείμενο. Οι μαθητές επιλέγουν την επιλογή Γ.	“Και τα δύο έχουν την ίδια πυκνότητα επειδή είναι φτιαγμένα από το ίδιο υλικό”.
2	Η πυκνότητα σχετίζεται με το βάρος ή το σχήμα του αντικειμένου: Η απάντηση υπονοεί ότι οι μαθητές έχουν την εναλλακτική ιδέα ότι η πυκνότητα σχετίζεται με το βάρος ή το σχήμα του αντικειμένου. Οι μαθητές επιλέγουν την επιλογή Α ή Β ή ακόμα και τη Γ.	“Και τα δύο έχουν την ίδια πυκνότητα επειδή είναι φτιαγμένα από την ίδια ποσότητα αυτού του υλικού” ή “Η σφαίρα έχει μεγαλύτερη πυκνότητα επειδή είναι μεγαλύτερη”.
3	Άσχετες απαντήσεις, καθόλου απαντήσεις ή απαντήσεις με εσωτερικές ανακολουθίες.	“Δεν ξέρω” ή “Ο κύβος έχει μεγαλύτερη πυκνότητα επειδή έχει πολλές ορθές γωνίες”.

ΕΡΓΟ 2.Γ: ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΕΣ ΙΔΕΕΣ ΣΧΕΤΙΚΑ ΜΕ ΤΗΝ ΕΝΝΟΙΑ ΤΗΣ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑΣ – ΜΕΓΕΘΟΣ ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟΥ

Αυτό το ΠρινΕΚ, ΕνδιάμΕΚ1, ΕνδιάμΕΚ2 & ΜετάΕΚ-ερωτηματολογίου έργο μελετά εάν οι μαθητές συνδέουν την πυκνότητα με το υλικό ή αν αναφέρουν εναλλακτικές ιδέες όπως ότι το σχήμα, ο όγκος, ή το μέγεθος του αντικειμένου επηρεάζουν την πυκνότητά του, χρησιμοποιώντας την **εικόνα 7**.



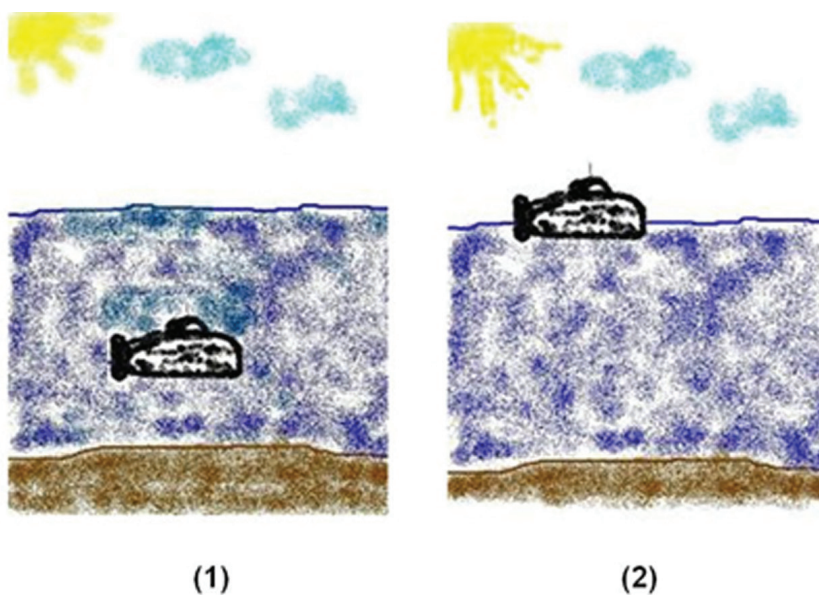
ΕΙΚΟΝΑ 7: ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΕΣ ΙΔΕΕΣ ΣΧΕΤΙΚΑ ΜΕ ΤΗΝ ΕΝΝΟΙΑ ΤΗΣ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑΣ

	ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΑΠΑΝΤΗΣΕΩΝ	ΤΥΠΙΚΕΣ ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ ΜΑΘΗΤΩΝ
1	Η πυκνότητα σχετίζεται με το υλικό: Η απάντηση υπονοεί ότι οι μαθητές συσχετίζουν την έννοια της πυκνότητας με το είδος του υλικού από το οποίο είναι φτιαγμένο το αντικείμενο. Οι μαθητές επιλέγουν την επιλογή Γ.	“Και τα δύο αντικείμενα έχουν την ίδια πυκνότητα επειδή είναι φτιαγμένα από το ίδιο υλικό”.
2	Η πυκνότητα σχετίζεται με το βάρος του αντικειμένου: Η απάντηση υπονοεί ότι οι μαθητές έχουν την εναλλακτική ιδέα ότι η πυκνότητα σχετίζεται με το βάρος του αντικειμένου. Οι μαθητές επιλέγουν την επιλογή Β.	“Το αντικείμενο Β έχει μεγαλύτερη πυκνότητα από το αντικείμενο Α επειδή είναι μεγαλύτερο”.
3	Η πυκνότητα σχετίζεται με τον όγκο του αντικειμένου: Η απάντηση υπονοεί ότι οι μαθητές έχουν την εναλλακτική ιδέα ότι η πυκνότητα σχετίζεται με τον όγκο του αντικειμένου. Οι μαθητές επιλέγουν την επιλογή Α.	“Το αντικείμενο Α έχει μεγαλύτερη πυκνότητα από το αντικείμενο Β επειδή είναι μικρότερο και στενότερο”.
4	Άσχετες απαντήσεις, καθόλου απαντήσεις ή απαντήσεις με εσωτερικές ανακολουθίες.	“Δεν ξέρω”.

ΕΡΓΟ 2.Δ: ΧΡΗΣΗ ΤΗΣ Π/ Β ΕΝΟΣ ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟΥ ΣΕ ΥΓΡΟ ΓΙΑ ΤΗ ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΤΗΣ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑΣ ΤΟΥ ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟΥ ΣΕ ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΕΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ

Αυτό το ΠρινΕΚ, ΕνδιάμΕΚ1, ΕνδιάμΕΚ2 & ΜετάΕΚ-ερωτηματολογίου έργο μελετά εάν οι μαθητές χρησιμοποιούν την πλεύση ή βύθιση ενός αντικειμένου σε υγρό προκειμένου να συγκρίνουν

την πυκνότητά του σε διαφορετικές καταστάσεις, χρησιμοποιώντας την **εικόνα 8**. Ο μαθητής πρέπει να λάβει υπόψη την πλεύση ή βύθιση ενός αντικειμένου στη θάλασσα, και στις δύο περιπτώσεις, προκειμένου να συγκρίνει και να αποφασίσει σε ποια από τις δύο περιπτώσεις το υποβρύχιο έχει μεγαλύτερη πυκνότητα ή αν η πυκνότητά του παραμένει σταθερή.



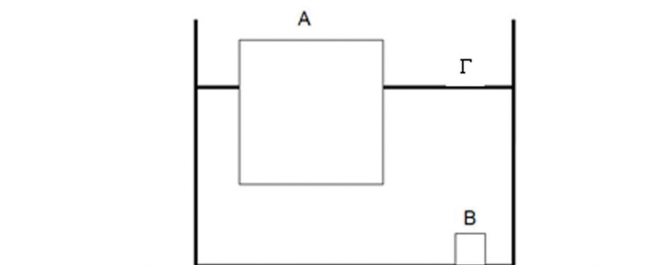
ΕΙΚΟΝΑ 8: ΧΡΗΣΗ ΠΛΕΥΣΗΣ/ΒΥΘΙΣΗΣ ΓΙΑ ΤΟΝ ΚΑΘΟΡΙΣΜΟ ΤΗΣ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑΣ ΕΝΟΣ ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟΥ

	ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΑΠΑΝΤΗΣΕΩΝ	ΤΥΠΙΚΕΣ ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ ΜΑΘΗΤΩΝ
1	Χρήση της πλευσίσης ή βύθισης ενός αντικειμένου σε υγρό προκειμένου να αποφασίσουν για την πυκνότητά του. Οι μαθητές επιλέγουν την επιλογή Α.	“Το υποβρύχιο στην εικόνα 1 έχει μεγαλύτερη πυκνότητα απ’ ότι στην εικόνα 2 επειδή στην εικόνα 2 επιπλέει”
2	Χρήση εναλλακτικών κριτηρίων προκειμένου να αποφασίσουν για την πυκνότητα ενός αντικειμένου. Για παράδειγμα, ο κανόνας “το ίδιο αντικείμενο έχει την ίδια πυκνότητα” (επιλογή Γ).	“Το υποβρύχιο έχει την ίδια πυκνότητα και στις δύο εικόνες επειδή είναι το ίδιο αντικείμενο”
3	Άσχετες απαντήσεις, καθόλου απαντήσεις ή απαντήσεις με εσωτερικές ανακολουθίες.	“Το υποβρύχιο έχει μεγαλύτερη πυκνότητα στην επιφάνεια επειδή είναι καλύτερο για το πλήρωμα”

ΕΡΓΟ 2.Ε: ΧΡΗΣΗ ΤΗΣ Π/Β ΕΝΟΣ ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟΥ ΣΕ ΥΓΡΟ ΓΙΑ ΤΗ ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΤΗΣ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑΣ ΤΟΥ ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟΥ ΣΕ ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΕΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ Η ΓΙΑ ΤΗ ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΤΗΣ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑΣ ΤΟΥ ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟΥ ΜΕ ΑΥΤΗ ΤΟΥ ΥΓΡΟΥ

Αυτό το Ενδιάμεσο 2 & Μετά-ΕΚ- ερωτηματολογίου έργο μελετά εάν οι μαθητές χρησιμοποιούν την πλευσίση ή βύθιση ενός αντικειμένου σε υγρό για να συγκρίνουν την πυκνότητα του αντικειμένου σε διαφορετικές καταστάσεις ή για να συγκρίνουν την πυκνότητα του αντικειμένου με αυτή του υγρού, χρησιμοποιώντας την **εικόνα 9**. Οι μαθητές πρέπει να απαντήσουν σε τρεις ερωτήσεις. Η πρώτη είναι

παρόμοια με του έργου 2.δ, και ζητά από τους μαθητές να αποφασίσουν εάν το αντικείμενο Α έχει μεγαλύτερη πυκνότητα από το αντικείμενο Β. Αποτελεί προϋπόθεση οι μαθητές να συγκρίνουν πρώτα την πυκνότητα κάθε αντικειμένου με αυτή του υγρού για να απαντήσουν σε αυτή την ερώτηση. Οι άλλες ερωτήσεις ζητούν από τους μαθητές να συγκρίνουν την πυκνότητα ενός αντικειμένου (Α ή Β) με την πυκνότητα του υγρού. Οι μαθητές πρέπει τώρα να χρησιμοποιήσουν τις πληροφορίες από την π/β ενός αντικειμένου σε υγρό. Οι κατηγορίες, ωστόσο, και στις τρεις περιπτώσεις είναι ίδιες.



ΕΙΚΟΝΑ 9: ΧΡΗΣΗ ΠΛΕΥΣΗΣΗΣ/ΒΥΘΙΣΗΣ ΓΙΑ ΤΟΝ ΚΑΘΟΡΙΣΜΟ ΤΗΣ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑΣ ΕΝΟΣ ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟΥ

	ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΑΠΑΝΤΗΣΕΩΝ	ΤΥΠΙΚΕΣ ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ ΜΑΘΗΤΩΝ
1	Χρήση της πλευσίσης ή βύθισης ενός αντικειμένου σε υγρό προκειμένου να αποφασίσουν για την πυκνότητά του. Οι μαθητές επιλέγουν την επιλογή Α.	“Το αντικείμενο Α έχει μικρότερη πυκνότητα από το Β επειδή το Α επιπλέει ενώ το Β βυθίζεται στο ίδιο υγρό”
2	Χρήση εναλλακτικών κριτηρίων προκειμένου να αποφασίσουν για την πυκνότητα του αντικειμένου. Για παράδειγμα, όσο μεγαλύτερο το αντικείμενο τόσο μεγαλύτερη η πυκνότητα.	“Το αντικείμενο Β έχει μικρότερη πυκνότητα από το Α επειδή είναι μικρότερο”
3	Άσχετες απαντήσεις, καθόλου απαντήσεις ή απαντήσεις με εσωτερικές ανακολουθίες.	“Η πυκνότητα του αντικειμένου Β δεν είναι μεγαλύτερη από του υγρού επειδή το σχήμα δεν επηρεάζει το φαινόμενο της π/β”

ΕΡΓΟ 2.ΣΤ: ΚΑΤΑΝΟΗΣΗ ΤΗΣ ΑΙΩΡΗΣΗΣ ΕΝΟΣ ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟΥ ΣΕ ΥΓΡΟ

Αυτό το Ενδιάμεσο & Μετά-ερωτηματολογίου έργο μελετά εάν οι μαθητές κατανοούν την αιώρηση ενός αντικειμένου σε υγρό ως διαφορετική κατάσταση από την πλεύση και βύθιση προκειμένου να αποφασίσουν για την πυκνότητά του, χρησιμοποιώντας την **εικόνα 10**.



ΕΙΚΟΝΑ 10: ΧΡΗΣΗ ΑΙΩΡΗΣΗΣ ΓΙΑ ΤΟΝ ΚΑΘΟΡΙΣΜΟ ΤΗΣ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑΣ ΕΝΟΣ ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟΥ

	ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΑΠΑΝΤΗΣΕΩΝ	ΤΥΠΙΚΕΣ ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ ΜΑΘΗΤΩΝ
1	Χρήση της αιώρησης ενός αντικειμένου σε υγρό προκειμένου να αποφασίσουν για την πυκνότητά του. Οι μαθητές επιλέγουν το απόσπασμα της Σοφίας.	“Το αντικείμενο και το υγρό έχουν την ίδια πυκνότητα επειδή το αντικείμενο ούτε βυθίζεται αλλά ούτε και επιπλέει”
2	Οι μαθητές δεν κατανοούν την αιώρηση ενός αντικειμένου ως μια άλλη κατάσταση από την πλεύση και βύθιση.	“Το υγρό έχει μεγαλύτερη πυκνότητα από το αντικείμενο επειδή αυτό δεν επιπλέει”
3	Άσχετες απαντήσεις, καθόλου απαντήσεις ή απαντήσεις με εσωτερικές ανακολουθίες.	“Δεν ξέρω”

ΕΡΓΟ 3: ΕΚΜΑΘΗΣΗ ΤΗΣ ΣΤΡΑΤΗΓΙΚΗΣ ΕΛΕΓΧΟΥ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ

ΕΡΓΟ 3.Α: ΣΤΡΑΤΗΓΙΚΗ ΕΛΕΓΧΟΥ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ (ΣΕΜ), ΙΔΙΟ ΠΡΟΒΛΗΜΑ, ΜΙΑ ΜΕΤΑΒΛΗΤΗ ΥΠΟ ΔΙΑΠΡΑΓΜΑΤΕΥΣΗ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΕΦΑΡΜΟΓΗ

Αυτό το ΠρινΕΚ, ΕνδιάμεΚ1 & ΜετάΕΚ-ερωτηματολογίου έργο μελετά σε ποιο βαθμό οι μαθητές μαθαίνουν τη στρατηγική ελέγχου

μεταβλητών – ίδιο πρόβλημα, μια μεταβλητή υπό διαπραγμάτευση κατά την εφαρμογή. Οι μαθητές πρέπει να περιγράψουν (α) τη διαδικασία ελέγχου μιας μεταβλητής και (β) τη διαδικασία εξαγωγής ενός συμπεράσματος λαμβάνοντας υπόψη τα αποτελέσματα του πειράματος, με άλλα λόγια τις παρατηρήσεις τους.

ΕΡΓΟ 3ΑΑ (ΕΛΕΓΧΟΣ)

	ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΑΠΑΝΤΗΣΕΩΝ	ΤΥΠΙΚΕΣ ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ ΜΑΘΗΤΩΝ
1	Έλεγχος μιας μεταβλητής κρατώντας τις άλλες σταθερές και παρατήρηση.	<i>“Θα χρησιμοποιούσα ένα δοχείο με νερό και ένα δοχείο με λάδι. Θα έριχνα μέσα τους το ίδιο αντικείμενο και θα παρατηρούσα τι συμβαίνει προκειμένου να ελέγξω εάν το υγρό επηρεάζει την π/β ενός αντικειμένου”</i> .
2	Έλεγχος μιας μεταβλητής κρατώντας τις άλλες σταθερές.	<i>“Θα έπαιρνα δύο δοχεία με διαφορετικό υγρό και ένα αντικείμενο και θα το έριχνα μέσα”</i> .
3	Έλεγχος δύο ή περισσότερων μεταβλητών ταυτόχρονα ή απλή αναφορά στην πραγματοποίηση ενός πειράματος.	<i>“Θα έπαιρνα λάδι, νερό, ξύδι και άλλα υγρά και θα έριχνα μέσα ένα κομμάτι χαρτί” ή “Θα έκανα το πείραμα”</i> .
4	Αναφορά στην άποψή τους αντί για τη διαδικασία ελέγχου της μεταβλητής.	<i>“Συμφωνώ με τον Γιώργο επειδή το είδος του υγρού επηρεάζει την π/β ενός αντικειμένου”</i> .
5	Άσχετες απαντήσεις, καθόλου απαντήσεις ή απαντήσεις με εσωτερικές ανακολουθίες.	<i>“.....”</i>

ΕΡΓΟ 3ΑΒ (ΕΞΑΓΩΓΗ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΟΣ)

	ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΑΠΑΝΤΗΣΕΩΝ	ΤΥΠΙΚΕΣ ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ ΜΑΘΗΤΩΝ
1	Σύγκριση των αποτελεσμάτων του πειράματος.	<i>“Αν το αντικείμενο επέπλεε στο ένα δοχείο και βυθιζόταν στο άλλο, θα έλεγα ότι το είδος του υγρού επηρεάζει το φαινόμενο”</i> .
2	Αναφορά στην αξιολόγηση των αποτελεσμάτων του πειράματος.	<i>“Θα έκανα το πείραμα και θα παρατηρούσα”</i> .
3	Αναφορά στο συμπέρασμά τους ή στη διαδικασία ελέγχου της μεταβλητής αντί για τη διαδικασία που οδηγεί στο συμπέρασμα.	<i>“Δεν επηρεάζει”</i> .
4	Άσχετες απαντήσεις, καθόλου απαντήσεις ή απαντήσεις με εσωτερικές ανακολουθίες.	<i>“.....”</i>

ΕΡΓΟ 3.Β: ΣΤΡΑΤΗΓΙΚΗ ΕΛΕΓΧΟΥ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ (ΣΕΜ), ΙΔΙΟ ΠΡΟΒΛΗΜΑ, ΜΙΑ ΜΕΤΑΒΛΗΤΗ ΠΟΥ ΔΕΝ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΘΗΚΕ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΕΦΑΡΜΟΓΗ

Αυτό το ΕνδιάμεΚ1 & ΜετάΕΚ- ερωτηματολογίου έργο μελετά σε ποιο βαθμό οι μαθητές μαθαίνουν τη στρατηγική ελέγχου μεταβλητών – ίδιο πρόβλημα, μια μεταβλητή που δεν χρησιμοποιήθηκε κατά την εφαρμογή. Οι μαθητές πρέπει να περιγράψουν (α) τη διαδικασία ελέγχου της μεταβλητής και (β) τη διαδικασία εξαγωγής συμπεράσματος λαμβάνοντας υπόψη τα αποτελέσματα του πειράματος, με άλλα λόγια τις παρατηρήσεις τους. Οι κατηγορίες των απαντήσεων σε κάθε υποέργο είναι παρόμοιες με αυτές του έργου 3.α

ΕΡΓΟ 4: ΕΚΜΑΘΗΣΗ ΤΩΝ ΜΟΝΤΕΛΩΝ ΚΑΙ ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗ

ΕΡΓΟ 4.Α: ΚΑΤΑΝΟΗΣΗ ΤΗΣ ΕΝΝΟΙΑΣ ΤΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ

Αυτό το ΠρινΕΚ, ΕνδιάμεΚ2 & ΜετάΕΚ-ερωτηματολογίου έργο μελετά εάν οι μαθητές έχουν κάποια ιδέα σχετικά με την έννοια του μοντέλου, ζητώντας τους να γράψουν μια πρόταση με τη λέξη μοντέλο.

	ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΑΠΑΝΤΗΣΕΩΝ	ΤΥΠΙΚΕΣ ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ ΜΑΘΗΤΩΝ
1	Το μοντέλο ως αναπαράσταση του στόχου.	<i>“Ένα μοντέλο είναι μια αναπαράσταση και όχι ένα αντίγραφο ενός αντικειμένου”.</i>
2	Το μοντέλο ως εργαλείο για διδασκαλία.	<i>“Χρησιμοποιούμε μοντέλα σε πειράματα στην τάξη”.</i>
3	Το μοντέλο ως αντικείμενο ή ως έννοια ψυχαγωγίας.	<i>“Η αδερφή μου θα γίνει μοντέλο” ή “Ο πατέρας μου αγόρασε το νέο μοντέλο της Audi”.</i>
4	Άσχετες απαντήσεις, καθόλου απαντήσεις ή απαντήσεις με εσωτερικές ανακολουθίες.	<i>“.....”</i>

ΕΡΓΟ 4.Β: ΦΥΣΗ ΚΑΙ ΡΟΛΟΣ ΤΩΝ ΜΟΝΤΕΛΩΝ, ΦΥΣΙΚΑ ΜΟΝΤΕΛΑ

Αυτό το ΠρινΕΚ, ΕνδιάμεΚ2 & ΜετάΕΚ-ερωτηματολογίου έργο μελετά σε ποιο βαθμό οι μαθητές μαθαίνουν βασικές πλευρές της φύσης και του ρόλου των μοντέλων (φυσικών),

χρησιμοποιώντας την εικόνα 11. Οι μαθητές πρέπει να γράψουν (α) ποια είναι η χρήση αυτής της κατασκευής και (β) πώς θα την ονόμαζαν.



ΕΙΚΟΝΑ 11: ΕΝΑ ΦΥΣΙΚΟ ΜΟΝΤΕΛΟ ΤΟΥ ΜΑΤΙΟΥ

ΕΡΓΟ 4ΒΑ (ΧΡΗΣΗ ΤΗΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ – ΡΟΛΟΣ ΤΩΝ ΜΟΝΤΕΛΩΝ)

	ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΑΠΑΝΤΗΣΕΩΝ	ΤΥΠΙΚΕΣ ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ ΜΑΘΗΤΩΝ
1	Η κατασκευή αυτή βοηθά στην ερμηνεία ή πρόβλεψη ενός φαινομένου.	“Μπορεί να μας βοηθήσει να μάθουμε πώς είναι φτιαγμένο το μάτι μας και τι να κάνουμε αν κάτι του συμβεί” .
2	Αυτή η κατασκευή μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε πειράματα ή για την κατανόηση σε περίπτωση διδασκαλίας.	“Μπορεί να μας βοηθήσει να δούμε το εσωτερικό του ματιού” .
3	Η κατασκευή αυτή μπορεί να χρησιμοποιηθεί με ψυχαγωγικό τρόπο.	“Θα μπορούσαμε να κατασκευάσουμε ένα ρομπότ” .
4	Η κατασκευή δεν μπορεί να διαχωριστεί από την πραγματικότητα.	“Είναι χρήσιμο σε μας και στα ζώα επειδή με αυτόν τον τρόπο μπορούμε να βλέπουμε”.
5	Άσχετες απαντήσεις, καθόλου απαντήσεις ή απαντήσεις με εσωτερικές ανακολουθίες.	“.....”

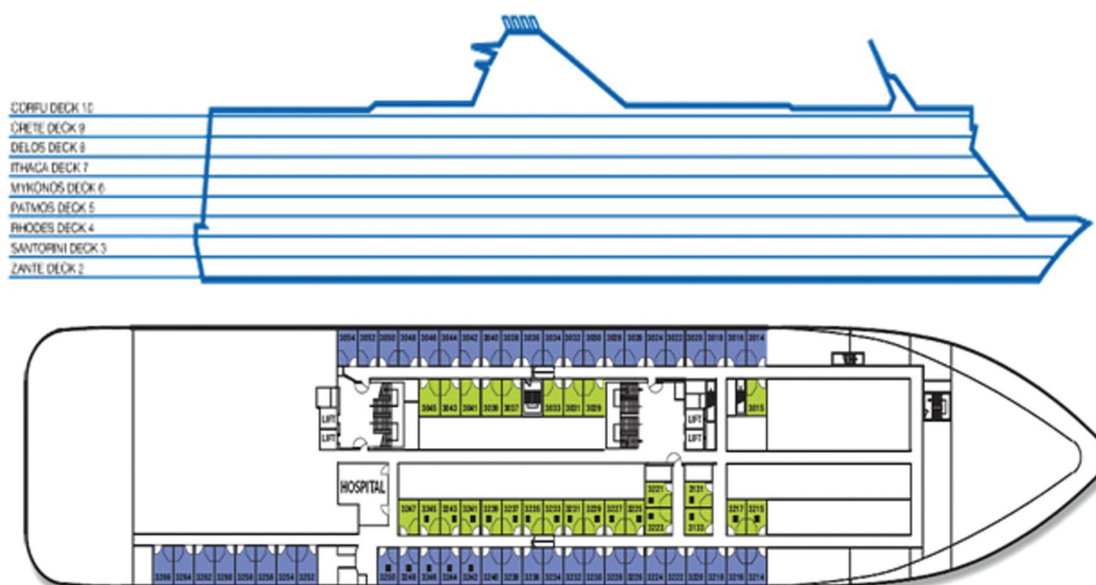
ΕΡΓΟ 4ΒΒ (ΟΝΟΜΑΣΙΑ ΤΗΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ – ΦΥΣΗ ΤΩΝ ΜΟΝΤΕΛΩΝ)

	ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΑΠΑΝΤΗΣΕΩΝ	ΤΥΠΙΚΕΣ ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ ΜΑΘΗΤΩΝ
1	Ο μαθητής αναγνωρίζει την κατασκευή ως μοντέλο, επομένως ως αναπαράσταση ενός στόχου.	“Το μοντέλο ενός ματιού”
2	Ο μαθητής αναγνωρίζει την κατασκευή ως εργαλείο για διδασκαλία.	“Είναι σαν χάρτης”
3	Ο μαθητής αναγνωρίζει την κατασκευή ως ένα αντικείμενο ή ως έννοια ψυχαγωγίας.	“Το μάτι του τέρατος” ή “κατασκευή του James Bond”
4	Η κατασκευή δεν μπορεί να διαχωριστεί από την πραγματικότητα.	“Είναι ένα μάτι”
5	Άσχετες απαντήσεις, καθόλου απαντήσεις ή απαντήσεις με εσωτερικές ανακολουθίες.	“.....”

ΕΡΓΟ 4.Γ: ΦΥΣΗ ΚΑΙ ΡΟΛΟΣ ΤΩΝ ΜΟΝΤΕΛΩΝ, ΣΚΙΤΣΟ

Αυτό το ΠρινΕΚ, ΕνδιάμΕΚ2 & ΜετάΕΚ-ερωτηματολογίου έργο μελετά σε ποιο βαθμό οι μαθητές μαθαίνουν βασικές πτυχές της φύσης και του ρόλου των μοντέλων (σκίτσων), χρησιμοποιώντας την **εικόνα 12**. Οι μαθητές πρέπει

να γράψουν ποια είναι η χρήση αυτής της κατασκευής και πώς θα την ονόμαζαν. Οι κατηγορίες των απαντήσεων σε κάθε υποέργο είναι παρόμοιες με αυτές του έργου 4.β



ΕΙΚΟΝΑ 12: ΔΥΟ ΜΟΝΤΕΛΑ ΕΝΟΣ ΠΛΟΙΟΥ (ΣΚΙΤΣΑ)

ΕΡΓΟ 4.Δ: ΦΥΣΗ ΚΑΙ ΡΟΛΟΣ ΤΩΝ ΜΟΝΤΕΛΩΝ, ΟΠΤΙΚΟ ΣΤΑΤΙΚΟ ΜΟΝΤΕΛΟ

Αυτό το ΕνδιάμεΚ2 & ΜετάΕΚ-ερωτηματολογίου έργο μελετά σε ποιο βαθμό οι μαθητές μαθαίνουν βασικές πτυχές του ρόλου των μοντέλων (οπτικό), χρησιμοποιώντας την **εικόνα 13**. Οι μαθητές πρέπει

να γράψουν ποια είναι η χρήση αυτού του οπτικού μοντέλου. Οι κατηγορίες των απαντήσεων σε κάθε υποέργο είναι παρόμοιες με αυτές του έργου 4.βα



ΕΙΚΟΝΑ 13: ΤΟ ΟΠΤΙΚΟ ΜΟΝΤΕΛΟ ΤΟΥ «ΣΥΝΩΣΤΙΣΜΕΝΟΥ ΠΛΗΘΟΥΣ» ΤΗΣ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑΣ

ΕΡΓΟ 4.Ε: ΔΕΞΙΟΤΗΤΕΣ ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗΣ, ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΜΟΝΤΕΛΩΝ ΜΕ ΤΟΝ ΙΔΙΟ ΣΤΟΧΟ

Αυτό το ΕνδιάμεΚ2 & ΜετάΕΚ-ερωτηματολογίου έργο μελετά σε ποιο βαθμό οι μαθητές κατακτούν βασικές δεξιότητες μοντελοποίησης (σύγκριση

μοντέλων με τον ίδιο στόχο), χρησιμοποιώντας την **εικόνα 14**. Οι μαθητές πρέπει να γράψουν τι τους έκανε να επιλέξουν το «μοντέλο με τις κουκίδες» αντί για το «μοντέλο με τις αποχρώσεις».



ΕΙΚΟΝΑ 14: ΔΙΑΦΟΡΕΣ ΟΠΤΙΚΕΣ ΑΝΑΠΑΡΑΣΤΑΣΕΙΣ ΤΗΣ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑΣ

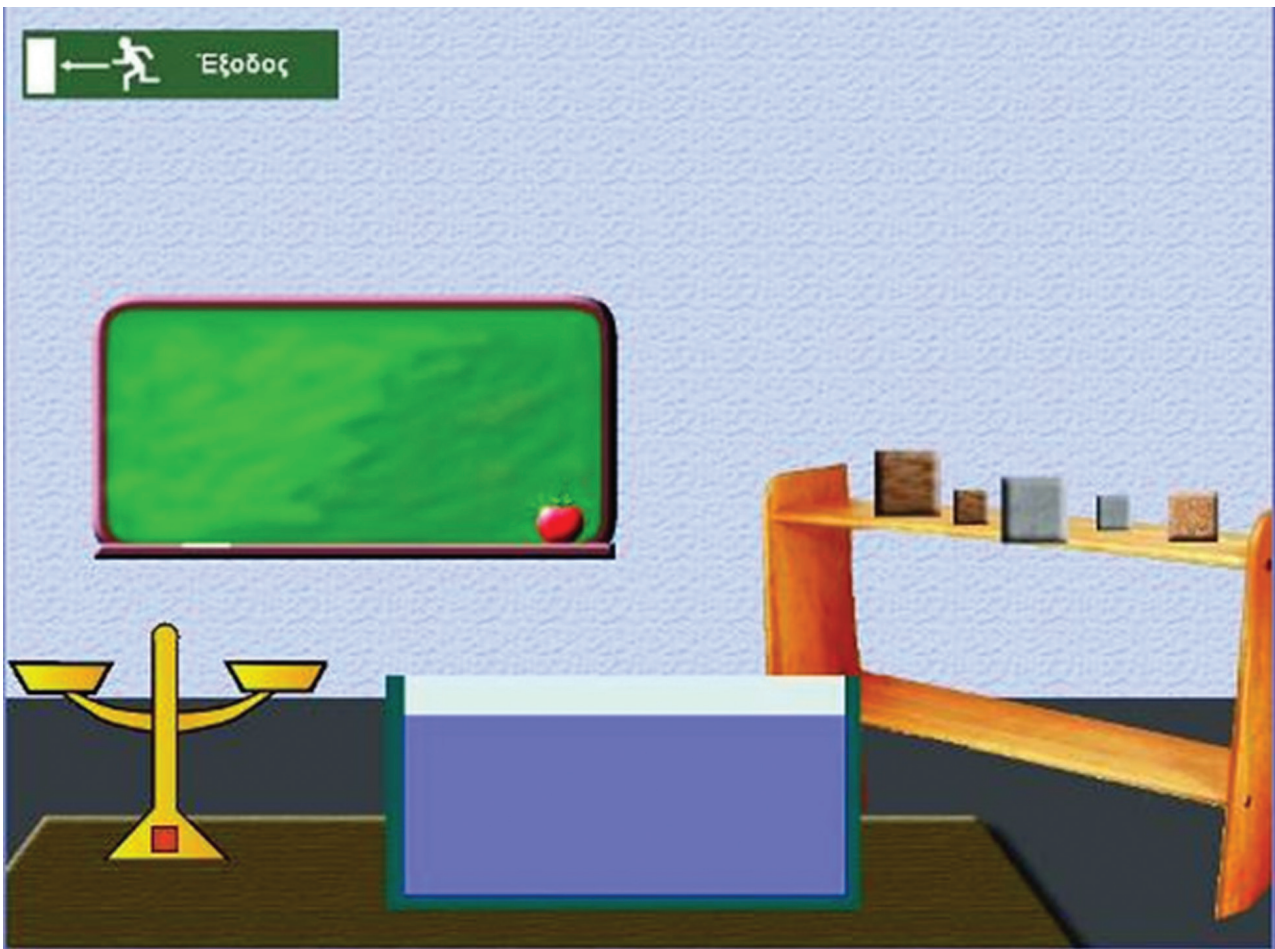
	ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΑΠΑΝΤΗΣΕΩΝ	ΤΥΠΙΚΕΣ ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ ΜΑΘΗΤΩΝ
1	Σύγκριση των δύο μοντέλων σε σχέση με την πρακτική τους χρήση προκειμένου να προβλέψουν την π/β διάφορων αντικειμένων.	<i>“Επειδή είναι πιο εύκολο να συγκρίνουμε ανάμεσα σε δύο κύβους. Εάν χρησιμοποιούσαμε τις αποχρώσεις δεν θα μπορούσαμε να τους διακρίνουμε εξίσου εύκολα απ’ ότι με τις κουκίδες”.</i>
2	Σύγκριση των δύο μοντέλων σε σχέση με την ευκολία απομνημόνευσής τους.	<i>“Επειδή μας βοηθά να θυμόμαστε την πυκνότητα των υλικών”.</i>
3	Καμία διαφορά: Η απάντηση υπονοεί ότι οι μαθητές δεν μπορούν να βρουν διαφορές μεταξύ των δύο αναπαραστάσεων.	<i>“Θα μπορούσαμε να επιλέξουμε τις αποχρώσεις αντί για τις κουκίδες. Θα ήταν το ίδιο”.</i>
4	Άσχετες απαντήσεις, καθόλου απαντήσεις ή απαντήσεις με εσωτερικές ανακολουθίες.	<i>“.....”</i>

3. ΑΝΑΛΥΣΗ ΕΡΓΩΝ ΤΗΣ ΗΜΙ-ΔΟΜΗΜΕΝΗΣ ΚΛΙΝΙΚΗΣ ΣΥΝΕΝΤΕΥΞΗΣ

Στο ερωτηματολόγιο της συνέντευξης δεν περιλαμβάνονται ερωτήσεις σχετικές με τις ερμηνείες για την πλεύση και τη βύθιση δια δύο λόγους: πρώτο, θεωρήσαμε ότι οι απαντήσεις στις σχετικές ερωτήσεις που δίνουν οι μαθητές στα γραπτά ερωτηματολόγια είναι αρκετές και δεύτερο, επειδή μπορούμε έμμεσα να αντλήσουμε σχετική πληροφορία από τις απαντήσεις άλλων έργων του ερωτηματολογίου της συνέντευξης, π.χ. τις ερωτήσεις σχετικά με την Στρατηγική Ελέγχου Μεταβλητών. Έτσι, ξεκινάμε με το έργο 2 προκειμένου να τηρήσουμε την αντιστοιχία με τα σχετικά έργα στα γραπτά ερωτηματολόγια καθώς και με τα σχετικά ερευνητικά ερωτήματα.

ΕΡΓΟ 2: ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗ ΤΗΣ ΔΙΑΚΡΙΣΗΣ ΜΕΤΑΞΥ ΒΑΡΟΥΣ ΚΑΙ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑΣ

Οι μαθητές βλέπουν την **εικόνα 15** και τους ζητείται να εργαστούν σύμφωνα με την περιγραφή των παρακάτω έξι υποέργων. Τα πρώτα τέσσερα υποέργα, 1α, 1β, 1γ και 1δ έχουν απλά το ρόλο να προετοιμάσουν τον μαθητή προκειμένου να εργαστεί στα υποέργα 1ε και 1στ, τα οποία είναι δύο υποέργα όπου οι απαντήσεις των μαθητών κατηγοριοποιούνται και αξιολογούνται. Η αξιολόγηση αυτή θα αποκαλύψει εάν οι μαθητές διακρίνουν τις έννοιες του βάρους και της πυκνότητας. Εάν χρησιμοποιήσουν το δοχείο με το νερό προκειμένου να συγκρίνουν τις πυκνότητες και τη ζυγαριά προκειμένου να συγκρίνουν το βάρος διαφόρων αντικειμένων, υποθέτουμε ότι μπορούν να διακρίνουν τις δύο αυτές έννοιες.



ΕΙΚΟΝΑ 15: Η ΘΘΟΝΗ ΓΙΑ ΤΗ ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΒΑΡΟΥΣ ΚΑΙ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑΣ ΔΙΑΦΟΡΩΝ ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΩΝ

ΕΡΓΟ 2Ζ: ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΒΑΡΟΥΣ ΣΙΔΕΡΕΝΙΩΝ ΚΥΒΩΝ

Οι μαθητές καλούνται να συγκρίνουν το βάρος των δύο σιδερένιων κύβων.

ΕΡΓΟ 2Η: ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΒΑΡΟΥΣ ΞΥΛΙΝΩΝ ΚΥΒΩΝ

Οι μαθητές καλούνται να συγκρίνουν το βάρος δύο ξύλινων κύβων.

ΕΡΓΟ 2Θ: ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑΣ ΣΙΔΕΡΕΝΙΩΝ ΚΥΒΩΝ

Οι μαθητές καλούνται να συγκρίνουν την πυκνότητα των δύο σιδερένιων κύβων.

ΕΡΓΟ 2Ι: ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑΣ ΞΥΛΙΝΩΝ ΚΥΒΩΝ

Οι μαθητές καλούνται να συγκρίνουν την πυκνότητα των δύο ξύλινων κύβων.

ΕΡΓΟ 2Κ: ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΤΟΥ ΒΑΡΟΥΣ ΚΥΒΟΥ ΑΠΟ ΦΕΛΛΟ ΜΕ ΤΟΝ ΚΑΘΕΝΑ ΑΠΟ ΤΟΥΣ ΞΥΛΙΝΟΥΣ ΚΥΒΟΥΣ

Οι μαθητές καλούνται να συγκρίνουν το βάρος ενός κύβου από φελλό με το βάρος καθενός από τους δύο ξύλινους κύβους. Στη συνέχεια, καλούνται να προτείνουν μια διαδικασία, χρησιμοποιώντας είτε τη ζυγαριά είτε το δοχείο με το νερό ή και τα δύο, προκειμένου να ελέγξουν εάν η πρότασή τους είναι σωστή και να πείσουν το πρόσωπο που παίρνει τη συνέντευξη.

	ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΑΠΑΝΤΗΣΕΩΝ	ΤΥΠΙΚΕΣ ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ ΜΑΘΗΤΩΝ
1	Χρήση της ζυγαριάς για τη σύγκριση του βάρους των αντικειμένων.	“Προκειμένου να συγκρίνω το βάρος του κύβου από φελλό και το βάρος του μεγάλου ξύλινου κύβου θα τους έβαζα στη ζυγαριά ”
2	Χρήση είτε της ζυγαριάς ή του δοχείου με το νερό για τη σύγκριση του βάρους των αντικειμένων. Δεν υπάρχει διαφορά.	“Προκειμένου να συγκρίνω το βάρος του κύβου από φελλό και τους βάρους του μεγάλου ξύλινου κύβου θα τους έβαζα είτε στη ζυγαριά είτε στο δοχείο με το νερό. Είναι το ίδιο”
3	Άσχετες απαντήσεις, καθόλου απαντήσεις ή απαντήσεις με εσωτερικές ανακολουθίες.	“.....”

ΕΡΓΟ 2Λ: ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΤΗΣ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑΣ ΤΟΥ ΚΥΒΟΥ ΑΠΟ ΦΕΛΛΟ ΜΕ ΤΟΝ ΚΑΘΕΝΑ ΑΠΟ ΤΟΥΣ ΞΥΛΙΝΟΥΣ ΚΥΒΟΥΣ

Οι μαθητές καλούνται να συγκρίνουν την πυκνότητα του κύβου από φελλό με την πυκνότητα του καθενός από τους δύο ξύλινους κύβους. Στη συνέχεια,

καλούνται να προτείνουν μια διαδικασία, χρησιμοποιώντας είτε τη ζυγαριά είτε το δοχείο με το νερό ή και τα δύο, προκειμένου να ελέγξουν εάν η πρότασή τους είναι σωστή και να πείσουν το πρόσωπο που παίρνει τη συνέντευξη.

	ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΑΠΑΝΤΗΣΕΩΝ	ΤΥΠΙΚΕΣ ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ ΜΑΘΗΤΩΝ
1	Χρήση του δοχείου με το νερό για τη σύγκριση της πυκνότητας των αντικειμένων.	“Προκειμένου να συγκρίνω την πυκνότητα του κύβου από φελλό και την πυκνότητα του μικρού ξύλινου κύβου θα τους έβαζα στο δοχείο με το νερό και θα έβλεπα εάν επιπλέουν ή βυθίζονται” .
2	Χρήση είτε της ζυγαριάς είτε του δοχείου με το νερό για τη σύγκριση της πυκνότητας των αντικειμένων. Δεν υπάρχει διαφορά.	“Προκειμένου να συγκρίνω την πυκνότητα του κύβου από φελλό και την πυκνότητα του μικρού ξύλινου κύβου θα τους έβαζα στο δοχείο με το νερό και θα έβλεπα εάν επιπλέουν ή βυθίζονται. Θα μπορούσα επίσης να τους βάλω στη ζυγαριά για να συγκρίνω τις πυκνότητες” .
3	Άσχετες απαντήσεις, καθόλου απαντήσεις ή απαντήσεις με εσωτερικές ανακολουθίες.	“.....”

ΕΡΓΟ 3: ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗ ΕΚΜΑΘΗΣΗΣ ΤΗΣ ΣΤΡΑΤΗΓΙΚΗΣ ΕΛΕΓΧΟΥ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ

ΕΡΓΟ 3Γ: ΜΙΑ ΜΕΤΑΒΛΗΤΗ ΗΔΗ ΕΛΕΓΜΕΝΗ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΕΦΑΡΜΟΓΗ

Αυτό το έργο συνέντευξης μελετά σε ποιο βαθμό οι μαθητές μαθαίνουν τη Στρατηγική Ελέγχου Μεταβλητών – το ίδιο πρόβλημα, μια μεταβλητή ήδη επεξεργασμένη κατά την εφαρμογή. Οι μαθητές πρέπει να περιγράψουν (α) τη διαδικασία ελέγχου μιας μεταβλητής και (β) τη διαδικασία εξαγωγής ενός συμπεράσματος λαμβάνοντας υπόψη τα αποτελέσματα του πειράματος, με άλλα λόγια τις παρατηρήσεις τους). Οι κατηγορίες των απαντήσεων σε κάθε υποέργο είναι παρόμοιες με αυτές από το πριν και μετά – ερωτηματολόγιο του έργου 3.α

ΕΡΓΟ 3Δ: ΤΟ ΙΔΙΟ ΠΡΟΒΛΗΜΑ, ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΗ ΜΕΤΑΒΛΗΤΗ

Αυτό το έργο συνέντευξης μελετά σε ποιο βαθμό οι μαθητές μαθαίνουν τη Στρατηγική Ελέγχου Μεταβλητών – ίδιο πρόβλημα, μεταβλητή μη επεξεργασμένη κατά την εφαρμογή. Οι μαθητές πρέπει να περιγράψουν (α) τη διαδικασία ελέγχου μιας μεταβλητής και (β) τη διαδικασία εξαγωγής ενός συμπεράσματος λαμβάνοντας υπόψη τα αποτελέσματα του πειράματος, με άλλα λόγια τις παρατηρήσεις τους). Οι κατηγορίες των απαντήσεων σε κάθε υποέργο είναι παρόμοιες με αυτές από το πριν και μετά – ερωτηματολόγιο του έργου 3.α

ΕΡΓΟ 3Ε: ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΟ ΠΡΟΒΛΗΜΑ, ΓΝΩΣΤΗ ΜΕΤΑΒΛΗΤΗ

Αυτό το έργο συνέντευξης μελετά σε ποιο βαθμό οι μαθητές μαθαίνουν τη Στρατηγική Ελέγχου Μεταβλητών – διαφορετικό πρόβλημα, γνωστή μεταβλητή. Οι μαθητές πρέπει να περιγράψουν (α) τη διαδικασία ελέγχου μιας μεταβλητής και (β) τη διαδικασία εξαγωγής ενός συμπεράσματος λαμβάνοντας υπόψη τα αποτελέσματα του πειράματος, με άλλα λόγια τις παρατηρήσεις τους). Οι κατηγορίες των απαντήσεων σε κάθε υποέργο είναι παρόμοιες με αυτές από το πριν και μετά – ερωτηματολόγιο του έργου 3.α

ΕΡΓΟ 3ΣΤ: ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΟ ΠΡΟΒΛΗΜΑ, ΑΓΝΩΣΤΗ ΜΕΤΑΒΛΗΤΗ

Αυτό το έργο συνέντευξης μελετά σε ποιο βαθμό οι μαθητές μαθαίνουν τη Στρατηγική Ελέγχου Μεταβλητών – διαφορετικό πρόβλημα, άγνωστη μεταβλητή. Οι μαθητές πρέπει να περιγράψουν (α) τη

διαδικασία ελέγχου μιας μεταβλητής και (β) τη διαδικασία εξαγωγής ενός συμπεράσματος λαμβάνοντας υπόψη τα αποτελέσματα του πειράματος, με άλλα λόγια τις παρατηρήσεις τους). Οι κατηγορίες των απαντήσεων σε κάθε υποέργο είναι παρόμοιες με αυτές από το πριν και μετά – ερωτηματολόγιο του έργου 3.α

ΕΡΓΟ 4: ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗ ΕΚΜΑΘΗΣΗΣ ΤΩΝ ΜΟΝΤΕΛΩΝ ΚΑΙ ΤΩΝ ΔΕΞΙΟΤΗΤΩΝ ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗΣ

ΕΡΓΟ 4ΣΤ: ΦΥΣΗ ΚΑΙ ΡΟΛΟΣ ΤΩΝ ΜΟΝΤΕΛΩΝ – ΜΟΝΤΕΛΑ ΣΧΕΤΙΚΑ ΜΕ ΤΗΝ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ ΠΟΥ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΘΗΚΑΝ ΣΤΟ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ

Ο στόχος αυτού του έργου είναι να αποκαλύψει το βαθμό στον οποίο οι μαθητές μαθαίνουν τις βασικές πλευρές των μοντέλων που χρησιμοποιήθηκαν στη ΔΜΑ – οπτικό μοντέλο πυκνότητας (εάν το αναγνωρίζουν ως μοντέλο και αν αναφέρονται στον επεξηγηματικό και προβλεπτικό του ρόλο). Οι κατηγορίες των απαντήσεων σε κάθε υποέργο είναι παρόμοιες με αυτές από το πριν και μετά – ερωτηματολόγιο του έργου 4.β (βλ. σελίδες 21 και 22)

ΕΡΓΟ 4Ζ: ΔΕΞΙΟΤΗΤΕΣ ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗΣ – ΜΟΝΤΕΛΑ ΣΧΕΤΙΚΑ ΜΕ ΤΗΝ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ ΠΟΥ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΘΗΚΑΝ ΣΤΟ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ

Ο στόχος αυτού του έργου είναι να αποκαλύψει το βαθμό στο οποίο οι μαθητές αποκτούν συγκεκριμένες δεξιότητες μοντελοποίησης, (έμμεσα) γνώσεις που δεν είχαν διδαχθεί κατά την εφαρμογή της ΔΜΑ – σύγκριση των μοντέλων που περιγράφουν τον ίδιο στόχο (οπτικό μοντέλο πυκνότητας).

ΕΡΓΟ 4Η: ΦΥΣΗ ΚΑΙ ΡΟΛΟΣ ΤΩΝ ΜΟΝΤΕΛΩΝ – ΜΟΝΤΕΛΟ ΠΟΥ ΔΕΝ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΤΗΚΑΜΕ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΕΦΑΡΜΟΓΗ

Ο στόχος αυτού του έργου είναι να αποκαλύψει το βαθμό στον οποίο οι μαθητές μαθαίνουν βασικές πλευρές των μοντέλων που δεν χρησιμοποιήθηκαν στη ΔΜΑ – κύκλος νερού (εάν το αναγνωρίζουν ως μοντέλο και αν αναφέρονται στον επεξηγηματικό και προβλεπτικό του ρόλο). Οι κατηγορίες των απαντήσεων σε κάθε υποέργο είναι παρόμοιες με αυτές από το πριν και μετά – ερωτηματολόγιο του έργου 4.β (βλ. σελίδες 21 και 22)

ΕΡΓΟ 4Θ: ΔΕΞΙΟΤΗΤΕΣ ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗΣ – ΜΟΝΤΕΛΟ ΠΟΥ ΔΕΝ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΤΗΚΑΜΕ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΕΦΑΡΜΟΓΗ

Ο στόχος αυτού του έργου είναι να αποκαλύψει το βαθμό στον οποίο οι μαθητές αποκτούν συγκεκριμένες δεξιότητες μοντελοποίησης, (έμμεσα) γνώσεις που δεν είχαν διδαχθεί κατά την εφαρμογή της ΔΜΑ – ανάπτυξη μοντέλων (σχέδια) που αναπαριστούν ένα ποδήλατο, αναφορά στα στοιχεία των μοντέλων και στο λόγο για τον οποίο πρέπει να τα συμπεριλάβουν. Οι μαθητές καλούνται να αναγνωρίσουν τα συστατικά ενός μοντέλου του κύκλου του νερού. Καλούνται επίσης να αποφασίσουν εάν είναι απαραίτητο να συμπεριλάβουν περισσότερα συστατικά, και είναι ελεύθεροι να βελτιώσουν το μοντέλο σύμφωνα με την προηγούμενη απόφασή τους.

ΕΡΓΟ 5: ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗ ΑΠΟΚΤΗΣΗΣ ΤΗΣ ΔΙΑΔΙΚΑΣΤΙΚΗΣ ΓΝΩΣΗΣ (ΕΠΙΛΥΣΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΩΝ)

ΕΡΓΟ 5Α: ΟΙ ΜΑΘΗΤΕΣ ΚΑΛΟΥΝΤΑΙ ΝΑ ΒΕΛΤΙΩΣΟΥΝ ΤΙΣ ΛΥΣΕΙΣ ΠΟΥ ΠΡΟΤΑΘΗΚΑΝ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΕΦΑΡΜΟΓΗ

Ο στόχος αυτού του έργου να αποκαλύψει το βαθμό στον οποίο οι μαθητές αποκτούν συγκεκριμένες δεξιότητες που αφορούν στη διαδικαστική γνώση της επίλυσης τεχνολογικών προβλημάτων. Κατά τη διάρκεια της πέμπτης ενότητας της ΔΜΑ οι μαθητές έχουν ήδη επεξεργαστεί τις λύσεις που πρότειναν οι αρχαιολόγοι και οι περιβαλλοντολόγοι προκειμένου να ανελκύσουν ένα άγαλμα από τη θάλασσα. Έτσι, προκειμένου να αξιολογήσουμε την απόκτηση βασικών σχετικών δεξιοτήτων ζητάμε από τους μαθητές να βελτιώσουν τις λύσεις που έχουν ήδη προτείνει στο μάθημα. (Εθνικό Συμβούλιο Έρευνας ΗΠΑ, 2000)

4. ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΑ

4.1. ΚΩΔΙΚΟΠΟΙΗΣΗ ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΩΝ

Τα ερωτηματολόγια τα οποία χρησιμοποιήσαμε στην κανονική εφαρμογή είναι τα εξής:

Γραπτά ερωτηματολόγια:

1. Πριν Ερωτηματολόγιο Κανονικής (ΠρινΕΚ): περιλαμβάνει τα εξής έργα: 1.α, 1.β, 1.γ, 1.δ, 2.α, 2.β, 2.γ, 2.δ, 3.α, 4.α, 4.β, 4.γ
2. Ενδιάμεσο Ερωτηματολόγιο Κανονικής 1 (ΕνδιαμΕΚ 1): περιλαμβάνει τα εξής έργα: 1.α, 1.β, 1.γ, 1.δ, 2.α, 2.β, 2.γ, 2.δ, 3.α, 3.β
3. Ενδιάμεσο Ερωτηματολόγιο Κανονικής 2 (ΕνδιαμΕΚ 2): περιλαμβάνει τα εξής έργα: 1.ε, 1.στ, 2.α, 2.β, 2.γ, 2.δ, 2.ε, 2.στ, 4.α, 4.β, 4.γ, 4.δ, 4.ε
4. Μετά Ερωτηματολόγιο Κανονικής (ΜετάΕΚ): περιλαμβάνει τα εξής έργα: 1.α, 1.β, 1.γ, 1.δ, 1.ε, 1.στ, 2.α, 2.β, 2.γ, 2.δ, 2.ε, 2.στ, 3.α, 3.β, 4.α, 4.β, 4.γ, 4.δ, 4.ε
5. ΜετάΜετά Ερωτηματολόγιο Κανονικής (ΜετάΜετάΕΚ): περιλαμβάνει τα εξής έργα: 1.α, 1.β, 1.γ, 1.δ, 1.ε, 1.στ, 2.α, 2.β, 2.γ, 2.δ, 2.ε, 2.στ, 3.α, 3.β, 4.α, 4.β, 4.γ, 4.δ, 4.ε

Προφορικό ερωτηματολόγιο:

1. Μετά Συνέντευξης Ερωτηματολόγιο Κανονικής → ΜετάΣΕΚ, περιλαμβάνει τα εξής έργα: 2.ζ, 2.η, 2.θ, 2.ι, 2.κ, 2.λ, 3.γ, 3.δ, 3.ε, 3.στ, 4.στ, 4.ζ, 4.η, 4.θ

Η παρέμβαση αναφέρεται ως κανονική επειδή υπήρξε και μια πιλοτική. Παρακάτω παρουσιάζονται τα έργα που αποτελούν τα ερωτηματολόγια.

4.2. ΕΡΓΑ ΓΡΑΠΤΩΝ ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΩΝ

ΕΡΓΟ 1.A

Πάνω σε ένα μεγάλο καράβι μπορείς να συναντήσεις τα παρακάτω αντικείμενα: σωσίβιο, άγκυρα. Ποια νομίζεις ότι πλέουν και ποια βυθίζονται αν τα ρίξουμε στη θάλασσα; Αιτιολόγησε την απάντησή σου.

Το σωσίβιο: πλέει βυθίζεται δεν ξέρω

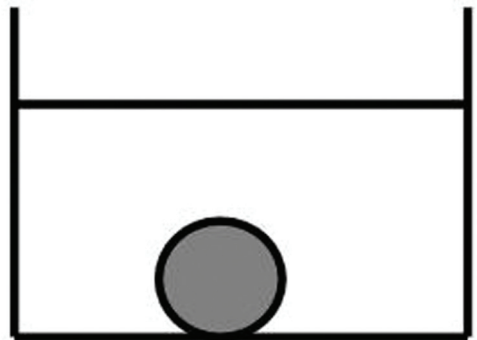
Γιατί:

Η άγκυρα: πλέει βυθίζεται δεν ξέρω

Γιατί:

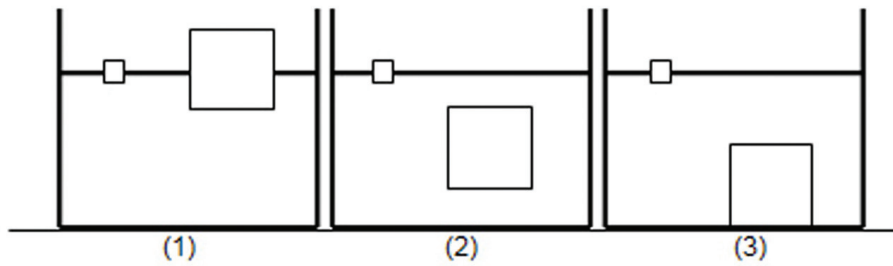
ΕΡΓΟ 1.B

Στο δοχείο αυτό με το νερό βλέπουμε μια μπάλα από πλαστελίνη που είναι βυθισμένη. Μπορείς να **αλλάξεις** κάποιο ή κάποια **χαρακτηριστικά** ώστε να **επιπλεύσει**; Περιγράψε ποιο ή ποια θα αλλάξεις και πώς.



ΕΡΓΟ 1.Γ

Ο Κώστας ρίχνει ένα μικρό κομμάτι από κάποιο υλικό σε ένα δοχείο με υγρό και παρατηρεί ότι επιπλέει. Στη συνέχεια η Ειρήνη ρίχνει ένα μεγάλο κομμάτι από το ίδιο υλικό μέσα στο ίδιο δοχείο. Που νομίζεις ότι θα σταθεί το μεγάλο κομμάτι; Κύκλωσε τον αριθμό 1, 2 ή 3 της εικόνας που νομίζεις ότι αναπαριστά την **τελική** θέση των δύο σωμάτων που ο Κώστας και η Ειρήνη έριξαν στο δοχείο.



Δικαιολόγησε την επιλογή σου:

.....

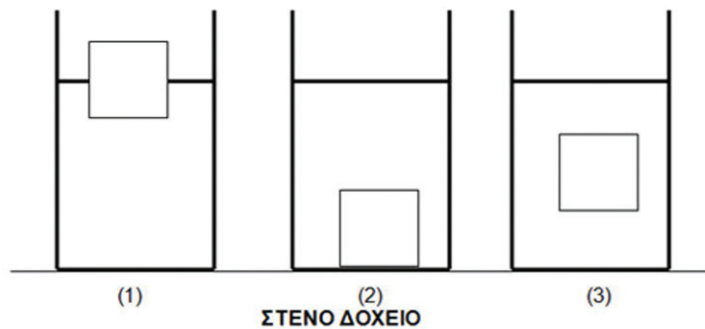
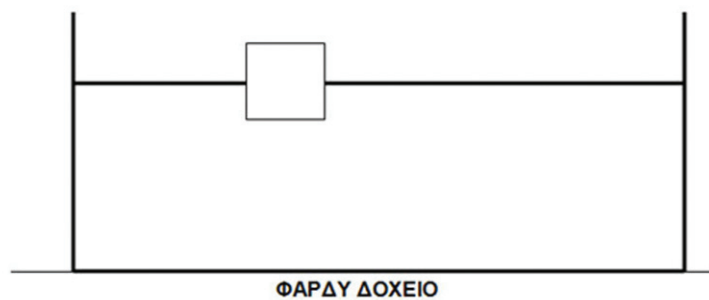
.....

.....

.....

ΕΡΓΟ 1.Δ

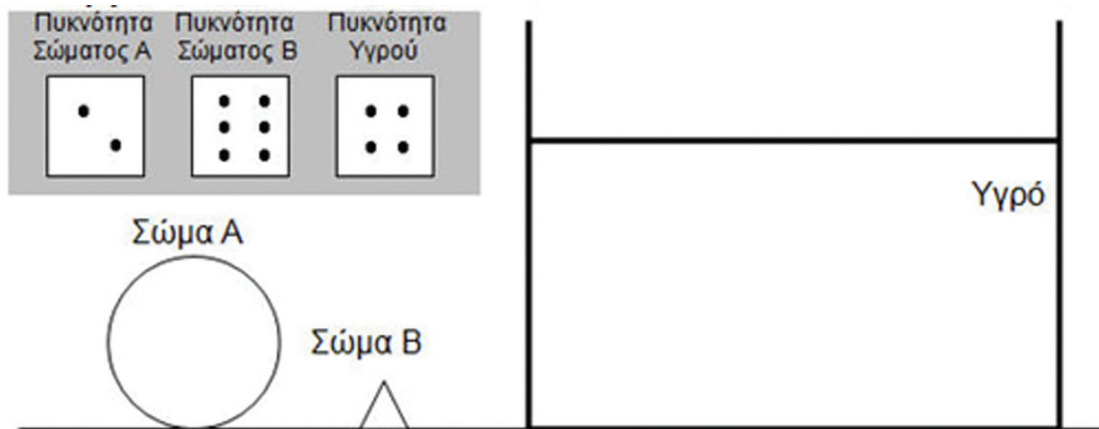
Ο Κώστας έριξε τον κύβο στο υγρό που βρίσκεται στο φαρδύ δοχείο που φαίνεται παρακάτω και ο κύβος επιπλέει. Η Ειρήνη ρίχνει τον ίδιο κύβο σε ένα στενό δοχείο, που περιέχει το ίδιο υγρό. Που νομίζεις ότι θα σταθεί ο κύβος στο στενό δοχείο; Κύκλωσε τον αριθμό 1, 2 ή 3 της εικόνας που νομίζεις ότι αναπαριστά την **τελική** θέση του κύβου που έριξε η Ειρήνη στο στενό δοχείο.



Δικαιολόγησε την επιλογή σου:

ΕΡΓΟ1.Ε

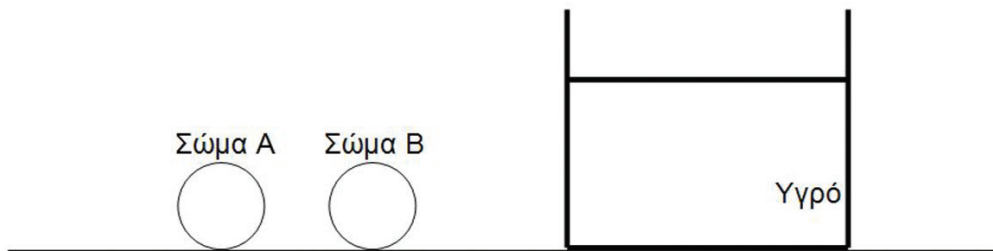
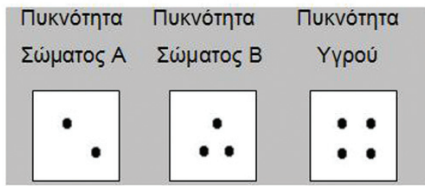
Σου δίνονται δύο σώματα Α και Β και ένα υγρό μέσα σε ένα δοχείο, των οποίων οι πυκνότητες αναπαρίστανται με «τα κυβάρια και τις τελίτσες» όπως φαίνεται στο γκρι πλαίσιο. Εάν αφήσεις τα σώματα Α και Β στο δοχείο με το υγρό, ποια νομίζεις ότι θα είναι η τελική τους θέση;



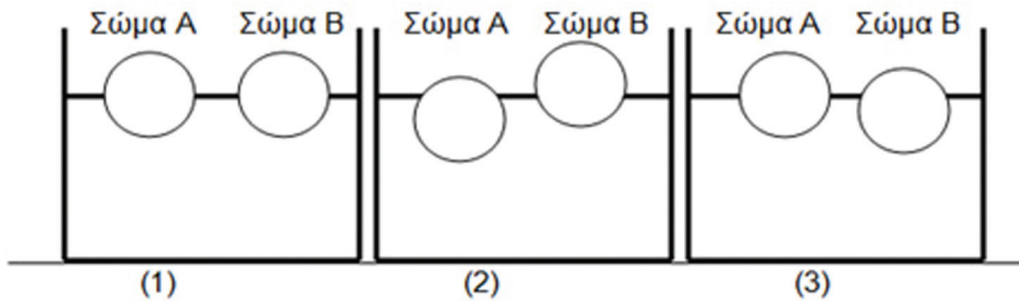
Δικαιολόγησε την απάντησή σου:

Μπορείς να σχεδιάσεις τα σώματα Α και Β στην τελική τους θέση στο υγρό;

ΕΡΓΟ1.ΣΤ



Οι πυκνότητες των σωμάτων Α και Β καθώς και του υγρού που βρίσκεται στο δοχείο αναπαρίστανται με τα «κυβάρια με τις τελίτσες» όπως φαίνεται στο γκρι πλαίσιο. Ρίχνουμε τα δύο σώματα Α και Β στο υγρό. Κύκλωσε τον αριθμό 1, 2 ή 3 της εικόνας η οποία πιστεύεις ότι αναπαριστά τις τελικές θέσεις των δύο σωμάτων αφού τα ρίξουμε στο υγρό.



Δικαιολόγησε την επιλογή σου:

.....

.....

.....

.....

ΕΡΓΟ 2.A

Γράψε **μία** πρόταση, την πιο αντιπροσωπευτική για σένα, που να περιέχει και τις δύο λέξεις: **πυκνότητα** και **υλικό**. Μπορείς να τις αναφέρεις μέσα στην πρόταση με όποια σειρά θέλεις.

ΕΡΓΟ 2.B

Στην εικόνα φαίνονται δύο αντικείμενα που είναι από το ίδιο υλικό. Για να κατασκευάσουμε τη σφαίρα και τον κύβο χρησιμοποιήσαμε το ίδιο κομμάτι και την ίδια ποσότητα αυτού του υλικού. Τα δύο αυτά αντικείμενα, δηλαδή, έχουν την ίδια ποσότητα υλικού.



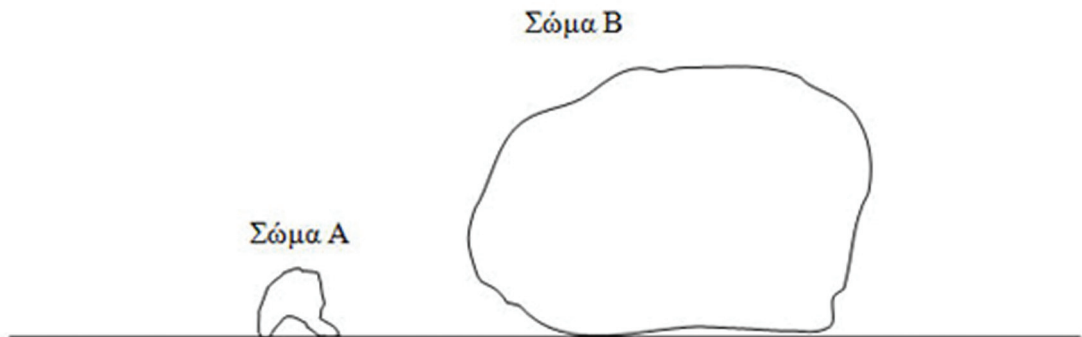
Με ποια από τις παρακάτω προτάσεις συμφωνείς:

- A. Η σφαίρα έχει μεγαλύτερη πυκνότητα από τον κύβο
- B. Ο κύβος έχει μεγαλύτερη πυκνότητα από την σφαίρα
- Γ. Και τα δύο έχουν την ίδια πυκνότητα
- Δ. Δεν ξέρω

Δικαιολόγησε την απάντησή σου:

ΕΡΓΟ 2.Γ

Στην εικόνα φαίνονται δύο κομμάτια που είναι από το ίδιο υλικό: πλαστικό.



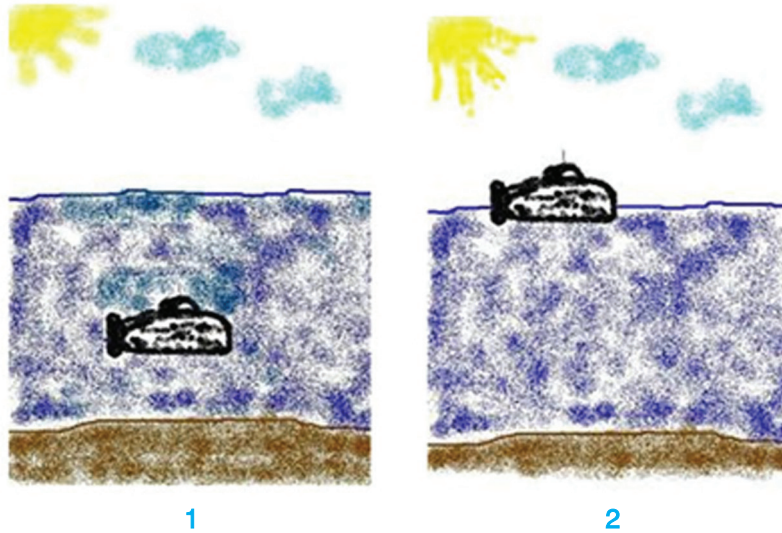
Με ποια από τις παρακάτω προτάσεις συμφωνείς:

- A. Το σώμα Α έχει μεγαλύτερη πυκνότητα από το σώμα Β
- B. Το σώμα Β έχει μεγαλύτερη πυκνότητα από το σώμα Α
- Γ. Και τα δύο έχουν την ίδια πυκνότητα
- Δ. Δεν ξέρω

Δικαιολόγησε την απάντησή σου:

ΕΡΓΟ 2.Δ

Στην εικόνα 1 φαίνεται ένα υποβρύχιο που είναι στο βυθό της θάλασσας. Στην εικόνα 2 το ίδιο υποβρύχιο έχει ανέβει στην επιφάνεια της θάλασσας ώστε οι ναύτες να απολαύσουν την ηλιόλουστη μέρα.



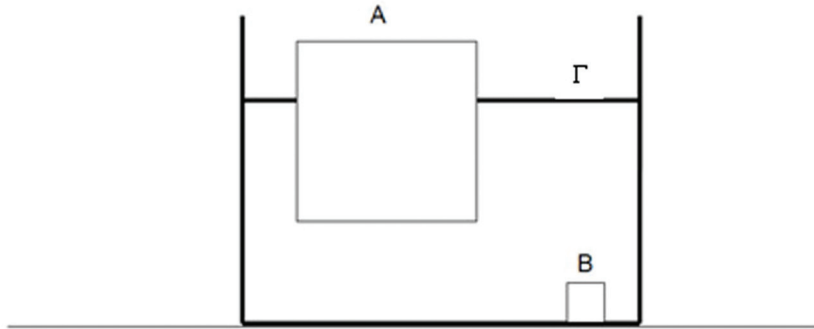
Με ποια από τις παρακάτω προτάσεις συμφωνείς:

- A. Το υποβρύχιο στην εικόνα 1 έχει μεγαλύτερη πυκνότητα από ότι στην εικόνα 2
- B. Το υποβρύχιο στην εικόνα 2 έχει μεγαλύτερη πυκνότητα από ότι στην εικόνα 1
- Γ. Το υποβρύχιο έχει την ίδια πυκνότητα και στις δύο εικόνες
- Δ. Δεν ξέρω

Δικαιολόγησε την απάντησή σου:

ΕΡΓΟ 2.Ε

Ρίχνουμε τα δύο αντικείμενα Α και Β στο υγρό Γ. Το Α επιπλέει στο υγρό Γ ενώ το Β βυθίζεται στο υγρό Γ. Αποφάσισε εάν οι παρακάτω προτάσεις είναι σωστές ή λάθος:



1. Το σώμα Α έχει μεγαλύτερη πυκνότητα από το σώμα Β.

σωστή λάθος δεν ξέρω

Γιατί:

2. Το σώμα Β έχει μεγαλύτερη πυκνότητα από το υγρό Γ.

σωστή λάθος δεν ξέρω

Γιατί:

3. Το σώμα Α έχει μεγαλύτερη πυκνότητα από το υγρό Γ.

σωστή λάθος δεν ξέρω

Γιατί:

ΕΡΓΟ 2.ΣΤ

Η Γεωργία, η Σοφία και η Πετρούλα καθώς έπαιζαν με διάφορα παιχνίδια, ένα τους έφυγε κατά λάθος μέσα στο δοχείο με το υγρό που φαίνεται στην εικόνα. Τότε παρατήρησαν ότι αυτό δεν πήγαινε ούτε προς την επιφάνεια του υγρού αλλά ούτε και προς τα κάτω δηλαδή προς τον πυθμένα του δοχείου. Αναρωτήθηκαν για την πυκνότητα που μπορεί να έχει αυτό το παιχνίδι και διαφώνησαν:

Η Γεωργία λέει ότι το αντικείμενο αυτό έχει μεγαλύτερη πυκνότητα από το υγρό.

Η Πετρούλα αντίθετα πιστεύει ότι το αντικείμενο έχει μικρότερη πυκνότητα από το υγρό.

Η Σοφία τέλος λέει ότι το αντικείμενο έχει την ίδια πυκνότητα με το υγρό.



Με ποια από τις παραπάνω μαθήτριες συμφωνείς; Με την:

Γεωργία Πετρούλα Σοφία Δεν ξέρω

Γιατί;

ΕΡΓΟ 3.Α

Ο Γιώργος λέει ότι «...το είδος υγρού που υπάρχει σε ένα δοχείο επηρεάζει το εάν θα επιπλεύσει ή θα βυθιστεί ένα αντικείμενο στο υγρό αυτό...» ενώ η Μαρία λέει το αντίθετο, δηλαδή πως «...όποιο υγρό και αν υπάρχει στο δοχείο αυτό δεν επηρεάζει το εάν θα επιπλεύσει ή θα βυθιστεί ένα αντικείμενο στο υγρό αυτό...». Έστω ότι θέλεις να ελέγξεις ποιος από τους δύο μαθητές έχει δίκιο. Μπορείς να περιγράψεις τι θα έκανες για να το ελέγξεις;

Αν πραγματοποιούσες τις παραπάνω προτάσεις σου θα έβγαζες κάποιο συμπέρασμα. Περιγράψε πως θα έβγαζες το συμπέρασμα αυτό.

ΕΡΓΟ 3.Β

Μια παρέα παιδιών συζητά για τους παράγοντες από τους οποίους μπορεί να επηρεάζεται η πλεύση ή η βύθιση ενός αντικειμένου σε ένα υγρό που βρίσκεται μέσα σε ένα δοχείο. Κάποιος από την παρέα λέει ότι πιθανόν να επηρεάζεται από το εάν η επιφάνεια του αντικειμένου είναι τραχιά ή λεία. Δηλαδή εάν το αντικείμενο έχει ή δεν έχει εξογκώματα. Μπορείς να περιγράψεις τι θα έκανες για να το ελέγξεις;

Αν πραγματοποιούσες μαζί τους τις παραπάνω προτάσεις σου θα βγάζατε κάποιο συμπέρασμα. Περιγράψε τα βήματα που θα ακολουθούσε η σκέψη σου για να φτάσεις σε ένα ασφαλές συμπέρασμα.

ΕΡΓΟ 4.Α

Γράψε **μία** πρόταση, την πιο αντιπροσωπευτική για σένα, που να περιέχει τη λέξη **μοντέλο**.

(1)

ΕΡΓΟ 4.Β

Παρακάτω βλέπεις μια κατασκευή που παριστάνει ένα μάτι.

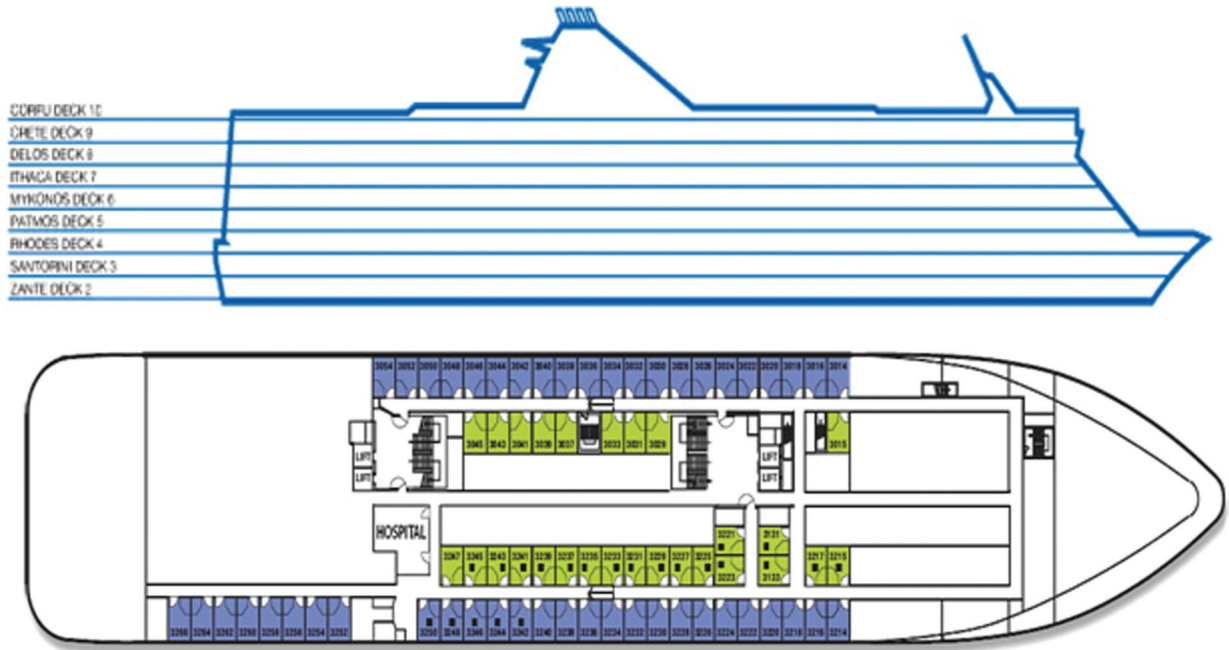


Σε τι νομίζεις ότι μας χρησιμεύει αυτή η κατασκευή;

Πώς θα ονόμαζες την παραπάνω κατασκευή;

ΕΡΓΟ 4.Γ

Παρακάτω βλέπεις το σκίτσο ενός πλοίου στο οποίο φαίνονται τα καταστρώματα-πατώματα από τα οποία αποτελείται και από κάτω, στο δεύτερο σκίτσο, ένα από τα καταστρώματα-πατώματα του όπως φαίνεται από πάνω. Τα σκίτσα αυτά υπάρχουν στις πόρτες των διαμερισμάτων στα οποία μένουν οι επιβάτες του πλοίου.



Σε τι νομίζεις ότι μας χρησιμεύει το πρώτο και σε τι το δεύτερο σκίτσο;

Πώς θα ονόμαζες τα παραπάνω σκίτσα;

ΕΡΓΟ 4.Δ

Παρακάτω βλέπεις το μοντέλο που χρησιμοποιήσαμε για να αναπαραστήσουμε την πυκνότητα.



Σε τι μας βοήθησε αυτό το μοντέλο της πυκνότητας;

ΕΡΓΟ 4.Ε

Στην παρακάτω εικόνα φαίνονται και τα άλλα μοντέλα που είδαμε για την πυκνότητα.

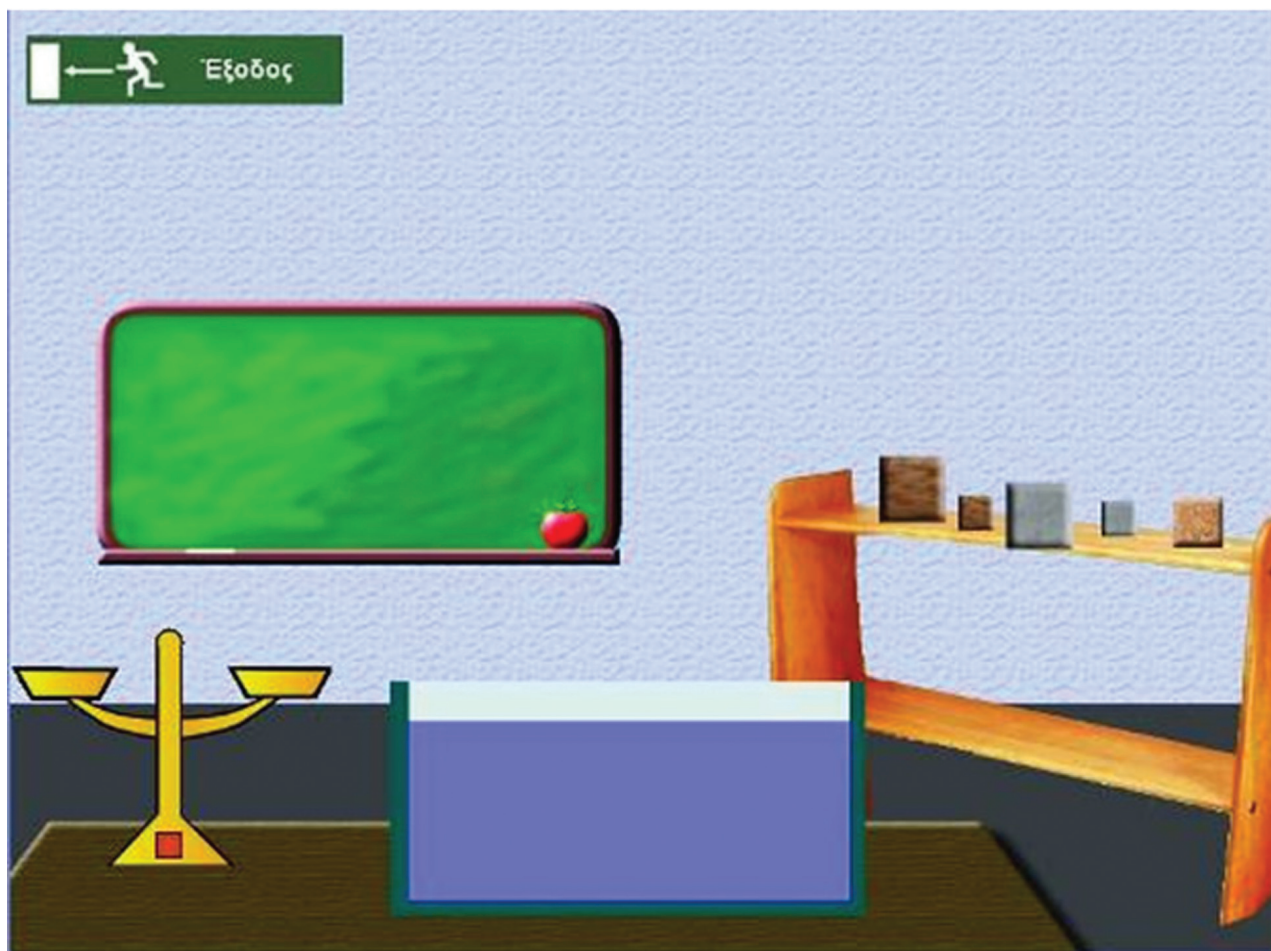


Γιατί νομίζεις ότι διαλέξαμε το μοντέλο με «το κυβάκι και τις τελίτσες» και όχι αυτό με «το κυβάκι και τις σκιάσεις»;

4.3. ΗΜΙΔΟΜΗΜΕΝΟ ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ ΜΕΤΑ – ΣΥΝΕΝΤΕΥΞΗΣ (ΜΕΤΑΣΕΚ)

ΕΡΓΟ 2: ΕΛΕΓΧΟΣ ΔΙΑΦΟΡΟΠΟΙΗΣΗΣ ΒΑΡΟΥΣ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑΣ

Στην οθόνη (εικόνα 1) βλέπεις δύο κύβους από ξύλο, δύο κύβους από σίδηρο και ένα κύβο από φελλό. Επίσης έχεις στη διάθεσή σου μια ζυγαριά και ένα δοχείο με νερό.



ΕΙΚΟΝΑ 1

ΕΡΓΟ 2.Ζ: ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΤΟΥ ΒΑΡΟΥΣ ΤΩΝ ΣΙΔΕΡΕΝΙΩΝ ΚΥΒΩΝ

Ας μιλήσουμε πρώτα για τους δύο σιδερένιους κύβους. Φέρε τους μπροστά στην οθόνη. Ένας συμμαθητής σου λέει ότι ο μεγάλος κύβος έχει μεγαλύτερο βάρος. Ένας άλλος ότι ο μικρός κύβος έχει μεγαλύτερο βάρος και ένας τρίτος ότι οι δύο αυτοί κύβοι έχουν το ίδιο βάρος.

Εσύ με ποιον συμφωνείς;

Μπορείς να δικαιολογήσεις την άποψή σου;

ΕΡΓΟ 2.Η: ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΤΟΥ ΒΑΡΟΥΣ ΤΩΝ ΞΥΛΙΝΩΝ ΚΥΒΩΝ

Ας μιλήσουμε τώρα για του δύο ξύλινους κύβους. Φέρε τους ξύλινους κύβους μπροστά στην οθόνη. Ένας συμμαθητής σου λέει ότι ο μεγάλος κύβος έχει μεγαλύτερο βάρος. Ένας άλλος ότι ο μικρός κύβος έχει μεγαλύτερο βάρος και ένας τρίτος ότι οι δύο αυτοί ξύλινοι κύβοι έχουν το ίδιο βάρος.

Εσύ με ποιον συμφωνείς;

Μπορείς να δικαιολογήσεις την άποψή σου;

ΕΡΓΟ 2.Θ: ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΤΩΝ ΠΥΚΝΟΤΗΤΩΝ ΤΩΝ ΣΙΔΕΡΕΝΙΩΝ ΚΥΒΩΝ

Ας μιλήσουμε τώρα για τους δύο σιδερένιους κύβους. Φέρε τους πάλι μπροστά στην οθόνη. Ένας συμμαθητής σου λέει ότι ο μεγάλος κύβος έχει μεγαλύτερη πυκνότητα. Ένας άλλος ότι ο μικρός κύβος έχει μεγαλύτερη πυκνότητα και ένας τρίτος ότι οι δύο αυτοί κύβοι έχουν την ίδια πυκνότητα.

Εσύ με ποιον συμφωνείς;

Μπορείς να δικαιολογήσεις την άποψή σου;

ΕΡΓΟ 2.Ι: ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΤΩΝ ΠΥΚΝΟΤΗΤΩΝ ΤΩΝ ΞΥΛΙΝΩΝ ΚΥΒΩΝ

Ας μιλήσουμε τώρα για του δύο ξύλινους κύβους. Φέρε τους ξύλινους κύβους μπροστά στην οθόνη. Ένας συμμαθητής σου λέει ότι ο μεγάλος κύβος έχει μεγαλύτερη πυκνότητα. Ένας άλλος ότι ο μικρός κύβος έχει μεγαλύτερη πυκνότητα και ένας τρίτος ότι οι δύο αυτοί κύβοι έχουν την ίδια πυκνότητα.

Εσύ με ποιον συμφωνείς;

Μπορείς να δικαιολογήσεις την άποψή σου;

ΕΡΓΟ 2.Κ: ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΤΟΥ ΒΑΡΟΥΣ ΤΟΥ ΚΥΒΟΥ ΑΠΟ ΦΕΛΛΟ ΜΕ ΤΟ ΒΑΡΟΣ ΚΑΘΕΝΟΣ ΑΠΟ ΤΟΥΣ ΔΥΟ ΞΥΛΙΝΟΥΣ ΚΥΒΟΥΣ

Για φέρε τώρα εδώ μπροστά και τον κύβο από φελλό. Μπορείς να μου πεις εάν ο κύβος από φελλό έχει μεγαλύτερο ή μικρότερο βάρος από τον μεγάλο ξύλινο κύβο;

Μπορείς να μου πεις εάν ο κύβος από φελλό έχει μεγαλύτερο ή μικρότερο βάρος από τον μικρό ξύλινο κύβο;

Πώς το ξέρεις; Μπορείς να κάνεις κάτι για να με πείσεις;

ΕΡΓΟ 2.Λ: ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΤΗΣ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑΣ ΤΟΥ ΚΥΒΟΥ ΑΠΟ ΦΕΛΛΟ ΜΕ ΤΗΝ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ ΚΑΘΕΝΟΣ ΑΠΟ ΤΟΥΣ ΔΥΟ ΞΥΛΙΝΟΥΣ ΚΥΒΟΥΣ

Συνεχίζουμε να μιλάμε για τους τρεις αυτούς κύβους. Μπορείς να μου πεις εάν ο κύβος από φελλό έχει μεγαλύτερη ή μικρότερη πυκνότητα από τον μεγάλο ξύλινο κύβο;

Μπορείς να μου πεις εάν ο κύβος από φελλό έχει μεγαλύτερη ή μικρότερη πυκνότητα από τον μικρό ξύλινο κύβο;

Πώς το ξέρεις; Μπορείς να κάνεις κάτι για να με πείσεις;?

ΕΡΓΟ 3: ΕΛΕΓΧΟΣ ΜΑΘΗΣΗΣ ΤΗΣ ΣΤΡΑΤΗΓΙΚΗΣ ΕΛΕΓΧΟΥ ΜΕΤΑΒΛΗΤΗΣ

ΕΡΓΟ 3.Γ: ΜΕΤΑΒΛΗΤΗ ΠΟΥ ΗΔΗ ΕΧΟΥΝ ΕΛΕΓΞΕΙ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΤΗΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ

Έστω ότι θέλεις να ελέγξεις εάν το σχήμα ενός συμπαγούς αντικειμένου επηρεάζει την πλεύση ή τη βύθισή του σε ένα υγρό που βρίσκεται μέσα σε ένα δοχείο.

A. Μπορείς να περιγράψεις τι θα έκανες για να το ελέγξεις;

Σε περίπτωση που ο/η μαθητής/τρια δεν απαντά πλήρως μπορούμε να ανιχνεύσουμε τη μάθηση με τις παρακάτω ερωτήσεις:

- Θα μπορούσε το ένα αντικείμενο να είναι από σίδηρο και το άλλο από ξύλο;
- Θα μπορούσε το ένα σώμα να είναι πιο βαρύ από το άλλο;

B. Ας υποθέσουμε ότι δοκίμασες αυτά που είπες. Τότε θα έβγαζες κάποιο συμπέρασμα. Περιγράψε τα βήματα που θα ακολουθούσε η σκέψη σου για να φτάσεις σε ένα ασφαλές συμπέρασμα.

ΕΡΓΟ 3.Δ: ΙΔΙΟ ΠΡΟΒΛΗΜΑ, ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΗ ΜΕΤΑΒΛΗΤΗ

Μια παρέα παιδιών συζητά για τους παράγοντες από τους οποίους μπορεί να επηρεάζεται η πλεύση ή η βύθιση ενός αντικειμένου σε ένα υγρό που βρίσκεται μέσα σε ένα δοχείο. Κάποιος από την παρέα λέει ότι πιθανόν να επηρεάζεται από το υλικό από το οποίο είναι φτιαγμένο το δοχείο. Δηλαδή εάν το δοχείο είναι από σίδηρο τα αντικείμενα βουλιάζουν, ενώ εάν είναι από ξύλο δεν βουλιάζουν.

A. Μπορείς να περιγράψεις τι θα έκανες για να το ελέγξεις;

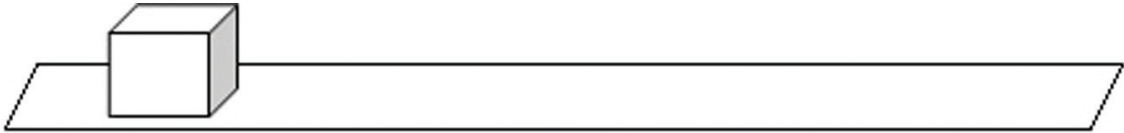
Σε περίπτωση που ο/η μαθητής/τρια δεν απαντά πλήρως μπορούμε να ανιχνεύσουμε τη μάθηση με τις παρακάτω ερωτήσεις:

- Θα μπορούσαν τα δύο δοχεία να έχουν διαφορετικό υγρό;
- Θα πρέπει να έχουν το ίδιο μέγεθος ή θα μπορούσε να είναι και διαφορετικό;
- Εάν το σώμα που θα χρησιμοποιήσεις επιπλέει νομίζεις ότι χρειάζεται να ελέγξεις και ένα σώμα που θα βυθίζεται ή δεν είναι απαραίτητο;

B. Αν πραγματοποιούσες μαζί τους τις παραπάνω προτάσεις σου θα βγάzaτε κάποιο συμπέρασμα. Περιγράψε τα βήματα που θα ακολουθούσε η σκέψη σου για να φτάσεις σε ένα ασφαλές συμπέρασμα.

ΕΡΓΟ 3.Ε: ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΟ ΠΡΟΒΛΗΜΑ, ΜΕΤΑΒΛΗΤΗ ΓΝΩΣΤΗ

Μια ομάδα παιδιών έπαιζε με ένα κιβώτιο που το είχαν γεμίσει με άμμο. Κάποια στιγμή προβληματίστηκαν και στη συνέχεια διαφώνησαν για το εάν το βάρος του κιβωτίου επηρεάζει το πόσο μακριά θα πάει το κιβώτιο όταν το σπρώχνουνε πάνω σε μια ξύλινη σανίδα. Συμφώνησαν μάλιστα ότι θα το σπρώχνουνε πάντα με την ίδια φόρα.



A. Περιγράψε τι θα τους πρότεινες να κάνουν για να ελέγξουν ποιοι έχουν δίκιο.

Σε περίπτωση που ο/η μαθητής/τρια δεν απαντά πλήρως μπορούμε να ανιχνεύσουμε τη μάθηση με τις παρακάτω ερωτήσεις:

- Θα μπορούσαν μήπως να χρησιμοποιήσουν άλλο κιβώτιο με λιγότερη άμμο;

B. Αν πραγματοποιούσες μαζί τους τις παραπάνω προτάσεις σου θα βγάζατε κάποιο συμπέρασμα. Περιγράψε τα βήματα που θα ακολουθούσε η σκέψη σου για να φτάσεις σε ένα ασφαλές συμπέρασμα.

ΕΡΓΟ 3.ΣΤ: ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΟ ΠΡΟΒΛΗΜΑ, ΑΓΝΩΣΤΗ ΜΕΤΑΒΛΗΤΗ

Η ίδια παρέα συνεχίζει να αναρωτιέται μήπως υπάρχει και άλλος παράγοντας που να επηρεάζει το πόσο μακριά θα πάει το κιβώτιο όταν το σπρώξουνε.

A. Μπορείς να προτείνεις άλλον έναν εκτός από το βάρος του σώματος που προτείναμε πριν;

B. Περιγράψε τι θα τους πρότεινες να κάνουν για να το ελέγξουν.

Σε περίπτωση που ο/η μαθητής/τρια δεν απαντά πλήρως μπορούμε να ανιχνεύσουμε τη μάθηση με τις παρακάτω ερωτήσεις:

- Η σανίδα παίζει ρόλο;

-
- Το κιβώτιο παίζει ρόλο;

-
- Άμα ήταν μια τραχιά σανίδα και μια λεία;

Γ. Αν πραγματοποιούσες μαζί τους τις παραπάνω προτάσεις σου θα βγάzaτε κάποιο συμπέρασμα. Περιγράψε τα βήματα που θα ακολουθούσε η σκέψη σου για να φτάσεις σε ένα ασφαλές συμπέρασμα.

ΕΡΓΟ 4: ΕΛΕΓΧΟΣ ΜΑΘΗΣΗΣ ΓΙΑ ΤΑ ΜΟΝΤΕΛΑ ΚΑΙ ΤΗΝ ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗ

ΕΡΓΟ 4.ΣΤ: ΕΛΕΓΧΟΣ ΜΑΘΗΣΗΣ ΤΗΣ ΦΥΣΗΣ ΚΑΙ ΤΟΥ ΡΟΛΟΥ ΤΩΝ ΜΟΝΤΕΛΩΝ –ΜΟΝΤΕΛΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ ΠΟΥ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΘΗΚΑΝ ΣΤΟ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ

Παρακάτω βλέπεις το σχήμα που χρησιμοποιήσαμε για να αναπαραστήσουμε την πυκνότητα.



- Θυμάσαι πως είπαμε ότι θα το λέμε αυτό το σχήμα;
- Σε τι μας βοήθησε το μοντέλο της πυκνότητας; Ποια είναι η χρησιμότητά του; Πως το χρησιμοποιήσαμε;
- Είδαμε άλλα τέτοια μοντέλα για την πυκνότητα; Ποια ήταν αυτά; Αν θέλεις σχεδίασε ένα από αυτά για να καταλάβω; Δηλαδή μπορούμε να έχουμε περισσότερα από ένα μοντέλα για την πυκνότητα (δείχνουμε την εικόνα 1, παράρτημα);

ΕΡΓΟ 4.Ζ: ΕΛΕΓΧΟΣ ΜΑΘΗΣΗΣ ΔΕΞΙΟΤΗΤΩΝ ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗΣ – ΜΟΝΤΕΛΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ ΠΟΥ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΘΗΚΑΝ ΣΤΟ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ

Γιατί νομίζεις ότι διαλέξαμε αυτό το μοντέλο με τις τελίτσες και όχι αυτό με τις σκιάσεις ή αυτό με τα χρώματα; Ποιες είναι οι διαφορές τους; Ανάμεσα στο μοντέλο με τις σκιάσεις και το μοντέλο με τα χρώματα ποιο νομίζεις ότι μας βοηθάει περισσότερο να προβλέψουμε εάν ένα σώμα θα επιπλεύσει ή θα βυθιστεί σε ένα υγρό;

Δικαιολόγησε την άποψή σου.

(δεξιότητα: σύγκριση μοντέλων που περιγράφουν το ίδιο φαινόμενο)

ΕΡΓΟ 4.Η: ΕΛΕΓΧΟΣ ΜΑΘΗΣΗΣ ΤΗΣ ΦΥΣΗΣ ΤΩΝ ΜΟΝΤΕΛΩΝ – ΜΟΝΤΕΛΟ ΠΟΥ ΔΕΝ ΔΙΑΠΡΑΓΜΑΤΕΥΤΗΚΑΜΕ ΣΤΗΝ ΕΦΑΡΜΟΓΗ

Στην οθόνη βλέπεις ένα σχήμα (εικόνα 2, παράρτημα) που περιγράφει τον κύκλο του νερού.

- Πώς θα ονόμαζες αυτό το σχήμα;
- Σε τι νομίζεις ότι μας βοηθάει αυτό το μοντέλο; Ποια είναι η χρησιμότητά του;

ΕΡΓΟ 4.Θ: ΕΛΕΓΧΟΣ ΜΑΘΗΣΗΣ ΔΕΞΙΟΤΗΤΩΝ ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗΣ – ΜΟΝΤΕΛΟ ΠΟΥ ΔΕΝ ΔΙΑΠΡΑΓΜΑΤΕΥΤΗΚΑΜΕ ΣΤΗΝ ΕΦΑΡΜΟΓΗ

- A.** Μπορείς να σχεδιάσεις ένα μοντέλο που να αναπαριστά ένα ποδήλατο; Στη συνέχεια να αναφέρεις τα στοιχεία που διάλεξες να συμπεριλάβεις στο μοντέλο αυτό. Μπορείς να εξηγήσεις γιατί διάλεξες να συμπεριλάβεις αυτά τα στοιχεία στο μοντέλο σου; (δεξιότητα: δημιουργία ενός μοντέλου)
- B.** Μπορείς να αναφέρεις όσο περισσότερα στοιχεία πιστεύεις ότι περιλαμβάνονται σε αυτό μοντέλο (κύκλος του νερού); Μπορείς να εξηγήσεις γιατί υπάρχουν αυτά τα στοιχεία στο μοντέλο αυτό; (δεξιότητα: αναγνώριση των συστατικών στοιχείων ενός μοντέλου)
- Γ.** Νομίζεις ότι το μοντέλο αυτό περιέχει όλες τις πληροφορίες που χρειάζεται για να καταλάβει κάποιος την πορεία που ακολουθεί το νερό και τον λόγο για τον οποίο ακολουθεί αυτήν την πορεία; Μπορείς να βελτιώσεις το μοντέλο αυτό ώστε να συμπεριλάβει τις απαραίτητες πληροφορίες που πρότεινες ότι λείπουν; (δεξιότητα: αξιολόγηση και βελτίωση ενός μοντέλου)

ΕΡΓΟ 5: ΕΛΕΓΧΟΣ ΜΑΘΗΣΗΣ ΤΗΣ ΔΙΑΔΙΚΑΣΤΙΚΗΣ ΓΝΩΣΗΣ ΤΗΣ ΕΠΙΛΥΣΗΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟΥ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΟΣ

ΕΡΓΟ 5.Α: ΖΗΤΕΙΤΑΙ ΑΠΟ ΤΟΥΣ ΜΑΘΗΤΕΣ ΝΑ ΒΕΛΤΙΩΣΟΥΝ ΤΙΣ ΛΥΣΕΙΣ ΠΟΥ ΗΔΗ ΠΡΟΤΑΘΗΚΑΝ ΣΤΟ ΜΑΘΗΜΑ)

Θυμάσαι το πρόβλημα που δημιουργήθηκε όταν οι αρχαιολόγοι ανακάλυψαν πως κοντά στο σημείο που βυθίστηκε το Sea – Diamond υπήρχε ένα πολύτιμο άγαλμα; Είδαμε ότι οι περιβαλλοντολόγοι και οι αρχαιολόγοι ανησύχησαν γιατί μπορεί από το πλοίο να βγουν διάφορα επικίνδυνα υλικά και να καταστρέψουν αυτό το πολύτιμο άγαλμα.

- A.** Προτάθηκαν δύο λύσεις. Τις θυμάσαι μήπως;

Εάν δεν τις θυμάται τις αναφέρουμε:

- Οι περιβαλλοντολόγοι πρότειναν να κατασκευάσουν ένα σωσίβιο με δίχτυ, γιατί μπορεί να γίνει γρήγορα και με λίγα χρήματα.
 - Οι αρχαιολόγοι πρότειναν να κατασκευάσουν ένα κουτί, για να είναι σίγουροι ότι το άγαλμα δεν θα χτυπήσει στους βράχους, καθώς θα ανεβαίνει από το βυθό της θάλασσας. Ωστόσο το κουτί αυτό χρειάζεται περισσότερο χρόνο και χρήμα για να κατασκευαστεί απ' ό,τι το σωσίβιο με το δίχτυ.
-
-

B. Είδαμε ότι η λύση των περιβαλλοντολόγων μπόρεσε να σηκώσει το άγαλμα από τον πάτο του δοχείου. Παρόλα αυτά οι αρχαιολόγοι επιμένουν στην άποψή τους. Θέλουν να βελτιώσουν την πρότασή τους.

Τι θα τους συμβούλευες εσύ εάν ήσουν στην ομάδα τους;
Μπορείς να μου πεις ή να σχεδιάσεις ποιες βελτιώσεις θα μπορούσαν να κάνουν;

Εάν ο/η μαθητής/τρια δεν μπορεί να απαντήσει τότε του ρωτάω:
Μήπως εάν άλλαζαν το υλικό του κουτιού, εάν με κάποιο τρόπο γέμιζαν με αέρα το χώρο του κουτιού;
Τι θα κέρδιζαν και τι θα έχαναν εάν έκαναν αυτές τις βελτιώσεις;
Περίγραψε πως θα τους πρότεινες να δοκιμάσουν την πρότασή τους.

Γ. Ταυτόχρονα οι περιβαλλοντολόγοι έμαθαν ότι οι αρχαιολόγοι ετοιμάζουν νέα πρόταση. Για το λόγο αυτό άρχισαν και αυτοί να συζητάνε βελτιώσεις της πρότασής τους.

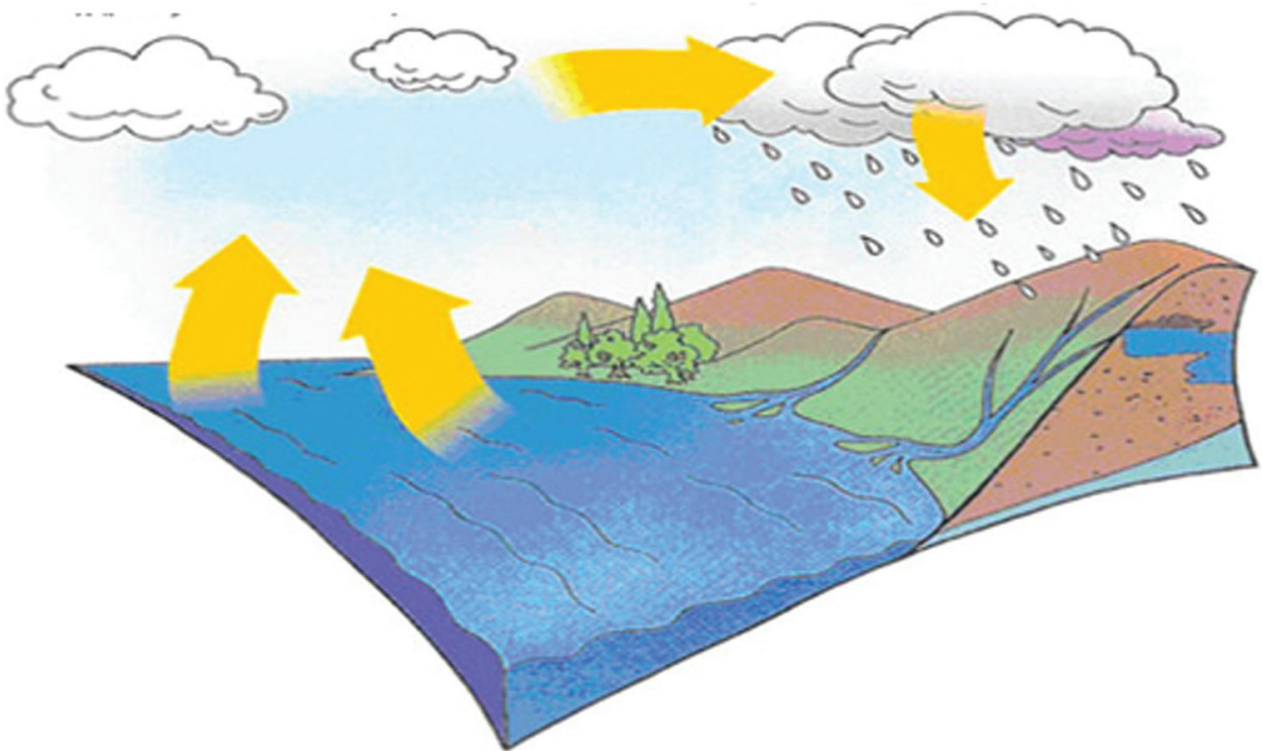
Τι νομίζεις ότι σκέφτονται να αλλάξουν;
Μπορείς να μου πεις ή να σχεδιάσεις τις πιθανές βελτιώσεις που σκέφτονται να κάνουν;

Εάν ο/η μαθητής/τρια δεν μπορεί να απαντήσει τότε του ρωτάω:
Μήπως εάν προσπαθούσαν να βρουν ή να δημιουργήσουν ένα υλικό για το δίκτυ που να προστατεύει το άγαλμα από χτυπήματα;
Τι θα κέρδιζαν και τι θα έχαναν εάν έκαναν αυτές τις βελτιώσεις;
Περίγραψε πως νομίζεις ότι θα δοκίμαζαν την πρότασή τους.
Ποιοι νομίζεις ότι παίρνουν υπόψη τους κόστος και χρόνο που απαιτείται;

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Χρώματα									
	Σίδηρος	Ανθρακόνημα	Γλυκερίνη	Λάστιχο	Πολυουρεθάνη	Νερό	Λάδι	Ξύλο	Αέρας
Σκιάσεις									
	Σίδηρος	Ανθρακόνημα	Γλυκερίνη	Λάστιχο	Πολυουρεθάνη	Νερό	Λάδι	Ξύλο	Αέρας
Γραμμές									
	Σίδηρος	Ανθρακόνημα	Γλυκερίνη	Λάστιχο	Πολυουρεθάνη	Νερό	Λάδι	Ξύλο	Αέρας
Τελείες									
	Σίδηρος	Ανθρακόνημα	Γλυκερίνη	Λάστιχο	Πολυουρεθάνη	Νερό	Λάδι	Ξύλο	Αέρας
Αριθμοί	9	8	7	6	5	4	3	2	1
	Σίδηρος	Ανθρακόνημα	Γλυκερίνη	Λάστιχο	Πολυουρεθάνη	Νερό	Λάδι	Ξύλο	Αέρας

ΕΙΚΟΝΑ 1: ΔΙΑΦΟΡΑ ΜΟΝΤΕΛΑ ΤΗΣ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑΣ



ΕΙΚΟΝΑ 2: ΜΟΝΤΕΛΟ ΤΟΥ ΚΥΚΛΟΥ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ

**Δ: ΣΥΝΟΨΗ ΤΩΝ
ΜΑΘΗΜΑΤΩΝ ΓΙΑ ΤΟΥΣ
ΜΑΘΗΤΕΣ**

Δ: ΣΥΝΟΨΗ ΤΩΝ ΜΑΘΗΜΑΤΩΝ ΓΙΑ ΤΟΥΣ ΜΑΘΗΤΕΣ

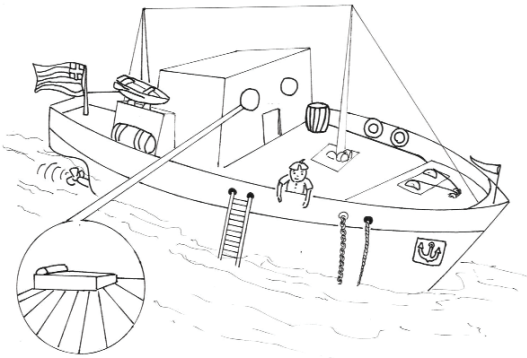
ΜΑΘΗΜΑ 1: ΠΛΕΥΣΗ & ΒΥΘΙΣΗ

Πλεύση και Βύθιση των Σωμάτων

Στο πρώτο μάθημα αναγνωρίσαμε ότι ένα πλοίο μπορεί να έχει πολλά αντικείμενα, όπως άγκυρα, βάρκες, αλυσίδες, σχοινιά, σωσίβια λέμβο, φουγάρο, στρογγυλά σωσίβια, σημαίες, κ.α. Από αυτά τα αντικείμενα άλλα βυθίζονται κι άλλα επιπλέουν. Το ίδιο το πλοίο είναι ένα τεχνολογικό κατασκεύασμα που μπορεί να επιπλέει ενώ κάτω από συγκεκριμένες και δύσκολες συνθήκες βυθίζεται.

Τα βήματα του ελέγχου μεταβλητών (Παραγόντων)

Στο πρώτο μάθημα αναρωτηθήκαμε ποιοι είναι οι παράγοντες που επηρεάζουν την πλεύση ή τη βύθιση ενός υλικού. Τα βήματα που ακολουθήσαμε για να ελέγξουμε εάν ένας παράγοντας (π.χ. βάρος ενός σώματος) επηρεάζει την πλεύση ή την βύθιση ενός σώματος σε ένα υγρό ήταν:

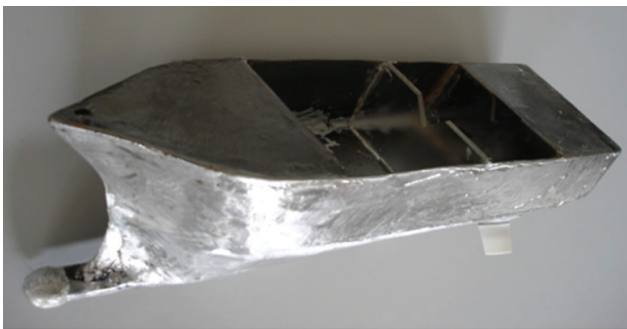


<p>Βήματα που ακολουθήσαμε όταν πειραματιστήκαμε:</p>	<ol style="list-style-type: none">(1) Διακρίναμε τους πιθανούς παράγοντες (π.χ. το βάρος ή το σχήμα ενός σώματος, το είδος του υγρού, κ.α.) που μπορεί να επηρεάζουν την πλεύση ή τη βύθιση.(2) Αποφασίσαμε πώς θα ελέγξουμε εάν ένας παράγοντας (π.χ. το βάρος ενός σώματος) επηρεάζει το φαινόμενο ή όχι. Για το σκοπό αυτό:<ul style="list-style-type: none">• Κρατήσαμε σταθερούς όλους τους υπόλοιπους: Σχήμα, Υλικό, Είδος υγρού, φάρδος δοχείου.• Αλλάζαμε τον παράγοντα που θέλαμε να ελέγξουμε, δηλαδή το βάρος.(3) Κάναμε τουλάχιστον δύο δοκιμές για να μπορούμε να συγκρίνουμε τα αποτελέσματα των δοκιμών.(4) Βγάλαμε συμπέρασμα:<ul style="list-style-type: none">• Εάν και στις δύο δοκιμές το σώμα πλέει τότε ο παράγοντας αυτός (δηλαδή το βάρος) δεν επηρεάζει την πλεύση.• Εάν και στις δύο δοκιμές το σώμα βυθίζεται τότε ο παράγοντας αυτός (δηλαδή το βάρος) δεν επηρεάζει τη βύθιση.• Εάν στη μία δοκιμή το σώμα πλέει και στην άλλη βυθίζεται τότε ο παράγοντας αυτός (δηλαδή το βάρος) επηρεάζει την πλεύση/βύθιση.
--	---

Τι είναι και πού χρησιμεύει ένα μοντέλο;

Στο πρώτο μάθημα είδαμε και συζητήσαμε σχετικά με **δύο μοντέλα ενός πλοίου** (ένα σκίτσο και μια μεταλλική κατασκευή) και συμφωνήσαμε ότι:

- Το μοντέλο ενός πλοίου δεν είναι ακριβώς ίδιο με ένα πραγματικό πλοίο το οποίο αναπαριστά. Είναι μια **αναπαράσταση ενός πραγματικού πλοίου** κι όχι ένα πιστό αντίγραφο του. Αυτό σημαίνει ότι ένα μοντέλο δεν είναι απαραίτητο να περιέχει όλες τις πληροφορίες για το πλοίο, π.χ. όλα τα αντικείμενα που υπάρχουν μέσα στο πλοίο.



- Σε τι **χρησιμεύει** άραγε το μοντέλο ενός πλοίου; Εξαρτάται από τον σκοπό για τον οποίο έγινε. Για παράδειγμα, το «μοντέλο-σκίτσο» που παρατηρήσαμε στον υπολογιστή είναι χρήσιμο γιατί μας βοηθά να αναπαριστάνουμε το πλοίο καθώς και ορισμένα αντικείμενα που υπάρχουν στο πλοίο (π.χ. άγκυρα, αλυσίδες, κ.α.). Το «μοντέλο-μεταλλικό караβάκι» που μελετήσαμε στο πρώτο μάθημα, μπορεί όχι μόνο να αναπαριστά το εσωτερικό ενός πλοίου (π.χ. τα δωμάτια του πλοίου) αλλά να βοηθά και στον έλεγχο του εάν πλέει ή βυθίζεται μια τέτοια κατασκευή. Θυμηθείτε, τοποθετήσαμε το «μοντέλο-μεταλλικό караβάκι» μέσα σε μια λεκάνη με νερό και εξετάσαμε εάν πλέει ή βυθίζεται.



- Ένα πραγματικό πλοίο μπορεί να αναπαρασταθεί με **περισσότερα** από ένα μοντέλα. Καθένα από

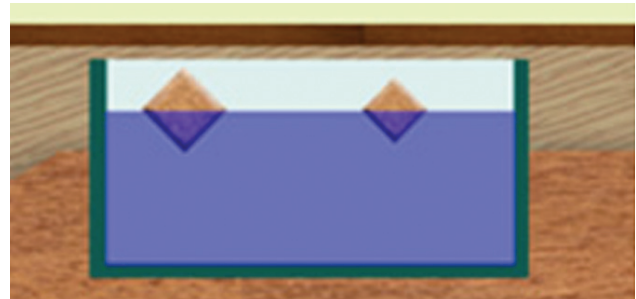
αυτά, μας βοηθάει συνήθως να κάνουμε κάτι διαφορετικό. Για παράδειγμα με το μοντέλο του πλοίου που φαίνεται στη διπλανή εικόνα μπορούμε να αναπαραστήσουμε κυρίως τα εξωτερικά χαρακτηριστικά του καταστρώματος (πρύμνη, πλώρη, κατάρτια, φουγάρο, πιλοτήριο,...), ενώ δεν έχουμε πληροφορίες για το εσωτερικό του. Αντίστοιχα στο μοντέλο παιχνίδι που χρησιμοποιήσαμε στο πρώτο μάθημα δεν μας ενδιέφερε το κατάστρωμα αλλά το εσωτερικό του πλοίου.

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ

Πειραματικός έλεγχος μεταβλητών (Παραγόντων)

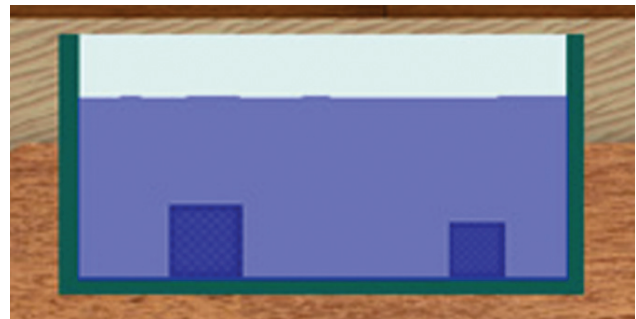
1ο Πείραμα - Πλεύση

Στην οθόνη του υπολογιστή είχαμε ένα δοχείο με νερό, δύο σώματα από **φελλό** με το ίδιο σχήμα και διαφορετικό βάρος. Παρατηρήσαμε ότι ενώ τα σώματα έχουν διαφορετικό βάρος επιπλέουν.



2ο Πείραμα - Βύθιση

Στην οθόνη του υπολογιστή είχαμε ένα δοχείο με νερό, δύο σώματα από **ανθρακόνημα** με το ίδιο σχήμα και διαφορετικό βάρος. Παρατηρήσαμε ότι ενώ τα σώματα έχουν διαφορετικό βάρος βυθίζονται.



Συμπεράναμε ότι:

το βάρος ενός σώματος δεν επηρεάζει την πλεύση ή τη βύθισή του.

ΜΑΘΗΜΑ 2: ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ ΤΗΝ ΠΛΕΥΣΗ & ΒΥΘΙΣΗ ΤΩΝ ΣΩΜΑΤΩΝ

Πλεύση και Βύθιση των Σωμάτων

Στο πρώτο μάθημα ξεκινήσαμε να ερευνούμε τους παράγοντες που επηρεάζουν την πλεύση ή τη βύθιση ενός σώματος. Διαπιστώσαμε ότι το βάρος ενός σώματος δεν επηρεάζει την πλεύση ή τη βύθισή του.

Τα βήματα του ελέγχου μεταβλητών (Παραγόντων) Στο δεύτερο μάθημα συνεχίσαμε να ερευνούμε τους υπόλοιπους πιθανούς παράγοντες που επηρεάζουν την πλεύση ή τη βύθιση ενός σώματος. Τα βήματα που ακολουθήσαμε για να ελέγξουμε εάν ένας παράγοντας επηρεάζει την πλεύση ή την βύθιση ενός σώματος σε ένα υγρό ήταν:

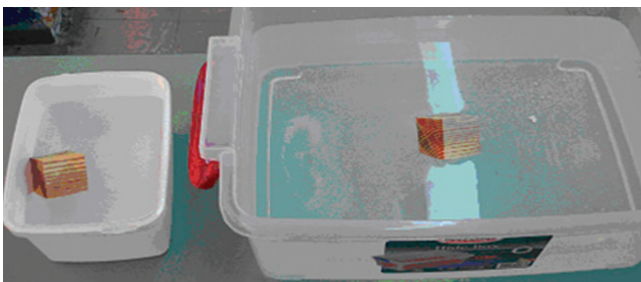
Βήματα που ακολουθήσαμε όταν πειραματιστήκαμε:	<ol style="list-style-type: none">(1) Για να ελέγξουμε εάν ένας παράγοντας επηρεάζει το φαινόμενο ή όχι: Κρατούσαμε σταθερούς όλους τους υπόλοιπους παράγοντες κι αλλάζαμε τον παράγοντα που θέλαμε να ελέγξουμε.(2) Κάναμε τουλάχιστον δύο δοκιμές για να μπορούμε να συγκρίνουμε τα αποτελέσματα των δοκιμών.(3) Βγάλαμε συμπέρασμα:<ul style="list-style-type: none">• Εάν και στις δύο δοκιμές το σώμα πλέει τότε ο παράγοντας αυτός δεν επηρεάζει την πλεύση.• Εάν και στις δύο δοκιμές το σώμα βυθίζεται τότε ο παράγοντας αυτός δεν επηρεάζει τη βύθιση.• Εάν στη μία δοκιμή το σώμα πλέει και στην άλλη βυθίζεται τότε ο παράγοντας αυτός επηρεάζει την πλεύση/βύθιση.
---	---

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Πειραματικός έλεγχος μεταβλητών (Παραγόντων)

1ο Πείραμα – Πλεύση

Στο πραγματικό εργαστήριο είχαμε ένα στενό κι ένα φαρδύ δοχείο με νερό κι ένα κομμάτι ξύλο. Παρατηρήσαμε ότι το ξύλινο κομμάτι επιπλέει τόσο στο στενό όσο και στο φαρδύ δοχείο.



Συμπεράναμε ότι:
Το φάρδος του δοχείου δεν επηρεάζει την πλεύση ενός σώματος.

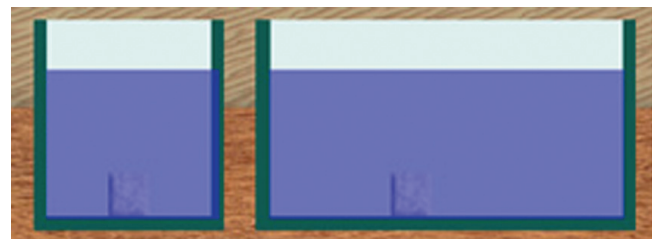
Στο 1ο πείραμα κρατήσαμε σταθερούς τους υπόλοιπους παράγοντες:

- είδος υγρού (νερό)
- είδος υλικού (ξύλο)

- σχήμα σώματος (κύβος)
- βάρος σώματος

2ο Πείραμα - Βύθιση

Στην οθόνη του υπολογιστή είχαμε ένα στενό κι ένα φαρδύ δοχείο με νερό κι ένα μαρμάρινο κύβο. Παρατηρήσαμε ότι ο μαρμάρινος κύβος βυθίζεται τόσο στο στενό όσο και στο φαρδύ δοχείο.



Συμπεράναμε ότι:
Το φάρδος του δοχείου δεν επηρεάζει τη βύθιση ενός σώματος.

Στο 2ο πείραμα κρατήσαμε σταθερούς τους υπόλοιπους παράγοντες:

- είδος υγρού (νερό)
- είδος υλικού (μάρμαρο)
- σχήμα σώματος (κύβος)
- βάρος σώματος

3ο Πείραμα – Πλεύση & Βύθιση

Στην οθόνη του υπολογιστή είχαμε ένα δοχείο με λάδι κι ένα δοχείο με υδράργυρο. Παρατηρήσαμε ότι ο σιδερένιος κύβος στο λάδι βυθίζεται ενώ στον υδράργυρο επιπλέει.



Συμπεράναμε ότι:

Το είδος του υγρού επηρεάζει την πλεύση ή τη βύθιση ενός σώματος.

Στο 3ο πείραμα κρατήσαμε σταθερούς τους υπόλοιπους παράγοντες:

- φάρδος δοχείου
- σχήμα σώματος (κύβος)
- είδος υλικού (σίδηρος)
- βάρος σώματος

4ο Πείραμα – Πλεύση & Βύθιση

Στην οθόνη του υπολογιστή είχαμε ένα δοχείο με νερό, έναν κύβο και μία σφαίρα από λάστιχο. Παρατηρήσαμε ότι τόσο ο κύβος όσο και η σφαίρα από λάστιχο βυθίζονται στο νερό.



Συμπεράναμε ότι:

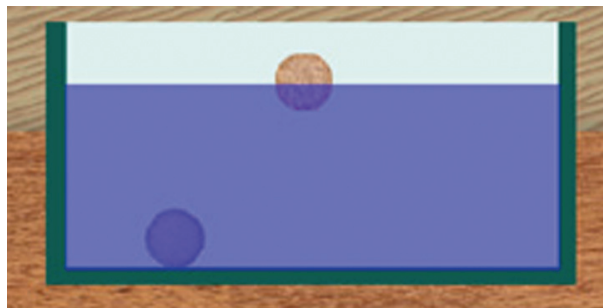
Το σχήμα του σώματος δεν επηρεάζει την πλεύση ή τη βύθισή του.

Στο 4ο πείραμα κρατήσαμε σταθερούς τους υπόλοιπους παράγοντες:

- φάρδος δοχείου
- είδος του υγρού (νερό)
- είδος υλικού (λάστιχο)
- βάρος σώματος

5ο Πείραμα – Πλεύση & Βύθιση

Στην οθόνη του υπολογιστή είχαμε ένα δοχείο με νερό, μία σφαίρα από λάστιχο και μία από φελλό. Παρατηρήσαμε ότι η λαστιχένια σφαίρα βυθίζεται ενώ η σφαίρα από φελλό επιπλέει.



Συμπεράναμε ότι:

Το είδος του υλικού επηρεάζει την πλεύση ή τη βύθιση ενός σώματος.

Στο 5ο πείραμα κρατήσαμε σταθερούς τους υπόλοιπους παράγοντες:

- φάρδος δοχείου
- είδος του υγρού (νερό)
- σχήμα σώματος (σφαίρα)

Γενικά συμπεράναμε ότι:

Η πλεύση και η βύθιση ενός σώματος εξαρτάται:

- από το υλικό που είναι κατασκευασμένο, π.χ. ξύλο, σίδηρος, φελλός, πλαστικό κ.λπ.
- από το είδος του υγρού στο οποίο ρίχνουμε το σώμα, π.χ. νερό, λάδι, υδράργυρος κ.λπ.

και δεν εξαρτάται

- από το βάρος του σώματος
- από το φάρδος του δοχείου
- από το σχήμα του σώματος

ΜΑΘΗΜΑ 3: ΕΝΑ ΚΡΙΤΗΡΙΟ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΛΕΥΣΗ & ΒΥΘΙΣΗ ΤΩΝ ΣΩΜΑΤΩΝ ΣΤΟ ΝΕΡΟ

Πλεύση και Βύθιση των Σωμάτων

Στο τρίτο μάθημα διαπιστώσαμε ότι το κυβάκι του κάθε υλικού έχει διαφορετικό βάρος από τα υπόλοιπα κυβάκια. Για να μπορούμε να διακρίνουμε το κάθε κυβάκι προσπαθήσαμε να τα απεικονίσουμε. Διαπιστώσαμε ότι μπορούμε να απεικονίζουμε το κυβάκι του κάθε υλικού με διαφορετικούς τρόπους, με γραμμές, σκιάσεις, τελίτσες. Συμφωνήσαμε να απεικονίζουμε το κυβάκι του κάθε υλικού με τελίτσες. Το κυβάκι του υλικού που είναι βαρύτερο από όλα τα υπόλοιπα κυβάκια θα έχει τις περισσότερες τελίτσες. Για παράδειγμα το κυβάκι του σιδήρου συμφωνήσαμε να έχει 9 τελίτσες, ενώ του ξύλου 2 τελίτσες.



Αναζήτηση κριτηρίου για την πλεύση και τη βύθιση
Στη συνέχεια αναζητήσαμε ένα κριτήριο για να μπορούμε να προβλέψουμε εάν ένα σώμα πλέει ή βυθίζεται στο νερό.

Πειραματική Δραστηριότητα

Στην οθόνη του υπολογιστή είχαμε ένα δοχείο με νερό. Το κυβάκι του νερού έχει 4 τελίτσες.



Ρίξαμε ένα κυβάκι ξύλου που έχει 2 τελίτσες. Παρατηρήσαμε ότι το κυβάκι του ξύλου επιπλέει στο νερό.



Μετά ρίξαμε ένα κυβάκι από λάστιχο που έχει 6 τελίτσες. Παρατηρήσαμε ότι βυθίζεται στο νερό.



Συμπεράναμε ότι:

Όταν το κυβάκι του υλικού έχει λιγότερες τελίτσες από το κυβάκι του νερού επιπλέει. Όταν το κυβάκι του υλικού έχει περισσότερες τελίτσες από το κυβάκι του νερού βυθίζεται.

ΜΑΘΗΜΑ 4: ΕΝΑ ΚΡΙΤΗΡΙΟ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΛΕΥΣΗ & ΒΥΘΙΣΗ ΤΩΝ ΣΩΜΑΤΩΝ ΚΑΙ ΣΕ ΆΛΛΑ ΥΓΡΑ

Πλεύση και Βύθιση των Υλικών

Στο τέταρτο μάθημα συμφωνήσαμε ότι αντί να λέμε «τελίτσες στο κυβάκι» του υλικού θα λέμε όλη αυτή τη φράση με τη λέξη πυκνότητα του υλικού. Επομένως,

- όσο περισσότερες τελίτσες έχει το κυβάκι ενός υλικού τόσο μεγαλύτερη είναι η πυκνότητά του,
- όσο λιγότερες τελίτσες έχει το κυβάκι ενός υλικού τόσο μικρότερη είναι η πυκνότητά του.



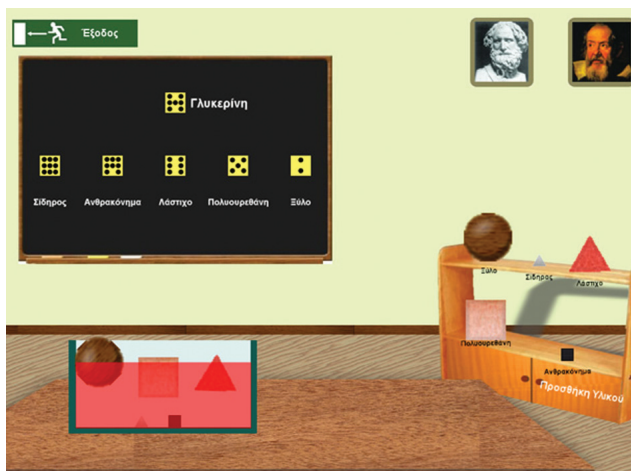
Για παράδειγμα ο σίδηρος έχει μεγαλύτερη πυκνότητα από το ξύλο.

Παραπέρα, τα υλικά που επιπλέουν σε ένα υγρό έχουν μικρότερη πυκνότητα από αυτό. Ενώ τα υλικά που βυθίζονται σε ένα υγρό έχουν μεγαλύτερη πυκνότητα από αυτό. Για παράδειγμα, παρατηρήσαμε ότι ο κύλινδρος από ακρυλικό βυθίζεται στη γλυκερίνη (πράσινο δοχείο) ενώ επιπλέει στο σιρόπι. Άρα το ακρυλικό έχει μεγαλύτερη πυκνότητα από τη γλυκερίνη και μικρότερη από το σιρόπι.



Αναζήτηση κριτηρίου για την πλεύση και τη βύθιση
Εξετάσαμε εάν μπορούμε να χρησιμοποιούμε την πυκνότητα ενός υλικού ως κριτήριο για να προβλέψουμε εάν ένα σώμα πλέει ή βυθίζεται σε ένα υγρό.

Πειραματική Δραστηριότητα

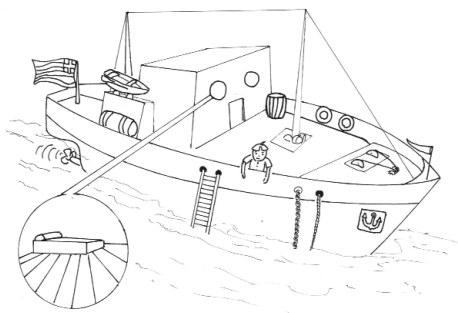


Στην οθόνη του υπολογιστή είχαμε ένα δοχείο με γλυκερίνη. Το κυβάκι της γλυκερίνης έχει 7 τελίτσες. Παρατηρήσαμε ότι η ξύλινη σφαίρα, το τριγωνικό λάστιχο και ο κύβος πολυουρεθάνης επιπλέουν στη γλυκερίνη γιατί έχουν μικρότερη πυκνότητα από αυτήν. Προσέξτε τα κυβάκια τους! Πόσες τελίτσες έχουν; Λιγότερες ή περισσότερες από το κυβάκι της γλυκερίνης; Ακόμη παρατηρήσαμε ότι το σιδερένιο τριγωνάκι και ο μικρός κύβος από ανθρακόνημα βυθίζονται γιατί έχουν μεγαλύτερη πυκνότητα από την πυκνότητα της γλυκερίνης.

Ανακεφαλαίωση για τα μοντέλα

Στα μαθήματα που κάναμε μέχρι τώρα χρησιμοποιήσαμε **διάφορα** μοντέλα. Μερικά από αυτά είναι τα παρακάτω:

Το μοντέλο ενός αντικειμένου και πιο συγκεκριμένα το μοντέλο ενός πλοίου. Ένα από τα μοντέλα ενός πλοίου που είδαμε ήταν το σκίτσο που φαίνεται δίπλα.



Το μοντέλο μιας ιδιότητας των υλικών και πιο συγκεκριμένα το μοντέλο της πυκνότητας των υλικών. Ένα από τα μοντέλα της πυκνότητας που

χρησιμοποιήσαμε ήταν το μοντέλο «κυβάκι με τελίτσες».



Το μοντέλο μιας διαδικασίας. Συγκεκριμένα είναι το μοντέλο της διαδικασίας που κάνουμε για να προβλέψουμε και να ελέγξουμε εάν ένας παράγοντας επηρεάζει ένα φαινόμενο, π.χ. την πλεύση ή τη βύθιση ενός σώματος σε ένα υγρό.



Γενικά είδαμε ότι για τα μοντέλα ισχύουν τα εξής:
Ένα μοντέλο είναι μια αναπαράσταση, η οποία δεν περιέχει όλα τα χαρακτηριστικά αυτού που αναπαριστά. Π.χ. το μοντέλο ενός πλοίου περιέχει μερικά μόνο από τα χαρακτηριστικά του κι όχι όλα.
Ένα δεύτερο μοντέλο του ίδιου πλοίου μπορεί να περιέχει άλλα χαρακτηριστικά του. Από τι εξαρτάται ποια χαρακτηριστικά του πλοίου θα περιέχονται στο μοντέλο και ποια όχι; Εξαρτάται από το τι θέλουμε να κάνουμε κάθε φορά με αυτό.
Ένα μοντέλο **δεν είναι ένα πιστό αντίγραφο** της πραγματικότητας.
Ένα μοντέλο μπορεί να μας χρησιμεύσει για να αναπαραστήσουμε, να **ελέγξουμε** ή και να **προβλέψουμε** ένα φαινόμενο.
Μπορούμε να έχουμε περισσότερα από ένα μοντέλα για ένα αντικείμενο, μια ιδιότητα ή μια διαδικασία. Π.χ. παρακάτω βλέπουμε τρία διαφορετικά μοντέλα που αναπαριστούν ένα πλοίο. Επίσης βλέπουμε και τρία διαφορετικά μοντέλα που αναπαριστούν την ιδιότητα της πυκνότητας, γραμμούλες, σκιάσεις, τελίτσες.



ΜΟΝΤΕΛΑ ΠΛΟΙΟΥ



ΜΟΝΤΕΛΑ ΤΗΣ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑΣ ΤΩΝ ΥΛΙΚΩΝ

Παρόλο που υπάρχουν πολλά μοντέλα που αναπαριστούν μια ιδιότητα των αντικειμένων κάποιο από αυτά είναι πιο χρήσιμο από τα άλλα, ανάλογα με το σκοπό για τον οποίο θέλουμε να τα χρησιμοποιήσουμε. Για παράδειγμα, το μοντέλο της πυκνότητας «τελίτσες μέσα στο κυβάκι» είναι πιο εύχρηστο από το μοντέλο της πυκνότητας με τις σκιάσεις. Αυτό συμβαίνει γιατί είναι πιο εύκολο να μετρήσουμε τις τελίτσες κι έτσι να συγκρίνουμε τις πυκνότητες, αντί να συγκρίνουμε το πόσο σκουρόχρωμο ή ανοιχτόχρωμο είναι το κάθε κυβάκι.



Έτσι είμαστε πιο σίγουροι όταν προβλέπουμε εάν ένα σώμα θα επιπλεύσει ή θα βυθιστεί σε ένα υγρό.

**MATERIALS
SCIENCE PROJECT**

UNIVERSITY-SCHOOL PARTNERSHIPS
FOR THE DESIGN AND IMPLEMENTATION
OF RESEARCH-BASED ICT-ENHANCED
MODULES ON MATERIAL PROPERTIES

ISBN 978-9963-689-69-9
2009