

Μία διδακτική πρόταση για την εισαγωγή στις έννοιες «ροή ενέργειας», «κύμα», «ταλάντωση» και «διαταραχή» στις Φυσικές Επιστήμες στην Ειδική Αγωγή & Εκπαίδευση

Νεράντζης Ν. (Φυσικός Τ.Ε.Ε. Ειδ. Αγ. Α' Βαθμ. & Ειδικό ΕΠΑ.Λ. Σερρών)
Μπεζεργιαννίδου Αικ. (Σχολ. Σύμβουλος ΠΕ04 Σερρών & Κιλκίς)
Μανδηλιώτης Σωτ. (Υπεύθυνος Ε.Κ.Φ.Ε. Σερρών)

Επιμορφωτική πρόταση για την καλύτερη επιμορφωτική δράση στο πλαίσιο του Ευρωπαϊκού έργου «PATHWAY – Η διερευνητική/ανακαλυπτική μέθοδος διδασκαλίας στις Φυσικές Επιστήμες» που υλοποιεί το Ι.Ε.Π.

*And anything could be real in a country
where Red Kites were spreading east and now
we had February swallows. Planes for Heathrow
roared not far enough overhead, shedding
jet trails which pointed over there: those other
places where all the frontiers end with a question*

από το ποίημα ERA της Jo Sharpcott

Μία διδακτική πρόταση για την εισαγωγή στις έννοιες «ροή ενέργειας», «κύμα» , «ταλάντωση» και «διαταραχή» στις Φυσικές Επιστήμες στην Ειδική Αγωγή & Εκπαίδευση

Πρόλογος

Κατά το σχολικό έτος 2012-13 και διδάσκοντας ως Φυσικός καί στις Τάξεις Γ' και Δ' του Τ.Ε.Ε. Ειδικής Αγωγής Α' Βαθμίδας και Β', Γ' και Δ του Ειδικού ΕΠΑ.Λ. Σερρών, με προβληματίσε το γεγονός του κατά πόσο οι μαθητές με αναπηρία (*¹) μπορούν να προσεγγίσουν αποτελεσματικότερα και να εμπεδώσουν τις έννοιες της Φυσικής «ροή ενέργειας», «κύμα», «ταλάντωση», «διαταραχή». Τα δεδομένα: α) της αδυναμίας πλήρους επέκτασης στο μαθηματικό πεδίο αναπαράστασης αυτών των εννοιών και των συνδέσεών τους, β) του γεγονότος ότι οι εναλλακτικές ιδέες των μαθητών εκτός από διαχρονικότητα και παγκοσμιότητα, δεν τροποποιούνται εύκολα (*²) και γ) των εκτεταμένων δυσκολιών που αντιμετωπίζουν οι μαθητές της Ειδικής Αγωγής και Εκπαίδευσης σε όλα τα μέρη της μνημονικής διαδικασίας (*³), καθιστούν ακόμη πιο δύσκολη την τροποποίηση των αρχικών νοητικών τους σχημάτων και δημιουργούν ερωτηματικά για την «ενσωμάτωση» αυτών στο υπάρχον πλέγμα της λογικής (*⁴) του κάθε μαθητή. Ενσωματώνοντας τα διδακτικά αποτελέσματα της ενδιάμεσης και τελικής αξιολόγησης, ανταποκρινόμενος στην πρόσκληση για την υλοποίηση επιμορφωτικής δράσης από το ΙΕΠ (*⁵) προέκυψε το προτεινόμενο υλικό.

*¹ Νοητική Καθυστέρηση, Διάχυτες Αναπτυξιακές Διαταραχές, Πολλαπλές Αναπηρίες, Σύνθετα Συναισθηματικά / Κοινωνικά / Ψυχικά Προβλήματα κ.λπ.

*² Γ. ΠΕΡΙΔΙΚΗΣ, *Οι Αναλογίες στη Μάθηση και τη Διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών*, σελ. 13, ISBN 960-631-539-8 Θεσσαλονίκη 2006

*³ Σ. ΠΑΝΤΕΛΙΑΔΟΥ, Α. ΠΑΤΣΙΟΔΗΜΟΥ, Γ. ΜΠΟΤΣΑΣ, *Οι Μαθησιακές Δυσκολίες στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση*, σελ. 34, Βόλος 2004

*⁴ Υπερθεματίζοντας, πολλές μελέτες δείχνουν ότι οι παλιές ιδέες μένουν «ζωντανές» σε συγκεκριμένα πλαίσια. Συνήθως το καλύτερο που θα μπορεί να επιτευχθεί είναι μία «περιφερειακή εννοιολογική αλλαγή» όπου σε ορισμένα τμήματα της αρχικής ιδέας υπάρχει συγχώνευση με τμήματα της νέας ιδέας σχηματίζοντας ένα είδος «υβριδικής» ιδέας. D. HEYWOOD, J. PARKER, *The Pedagogy of Physical Science*, pg.12, ISBN 978-1-4020-5270-5 Springer 2010

*⁵ <http://www.pi-schools.gr/programs/pathway/index.php?ep=6>

Διερευνητική Μέθοδος Διδασκαλίας

Η διερευνητική μάθηση ορίζεται ως μία σκόπιμη διαδικασία διάγνωσης και επίλυσης προβλημάτων, σχεδιασμού πειραμάτων, αναζήτησης πληροφοριών, διατύπωσης υποθέσεων, κατασκευής μοντέλων, συζήτησης και (αντι)παράθεσης επιχειρημάτων κ.ά. Περιλαμβάνει επιστημονικές διαδικασίες όπως η παρατήρηση, η σύγκριση, η ταξινόμηση, ο σχεδιασμός πειράματος, η πρόβλεψη, η ερμηνεία δεδομένων, οι εναλλακτικές εξηγήσεις κ.λπ. Αποσκοπεί στην άσκηση των μαθητών στις επιστημονικές διαδικασίες και στην πρακτική των φυσικών επιστημών στο πλαίσιο του επιστημονικού γραμματισμού. Κεντρική ιδέα της διερευνητικής μεθόδου είναι η *διατύπωση, από τον εκπαιδευτικό, απλών προσιτών επιστημονικών ερωτημάτων* (ή προβλημάτων αναδυόμενων από την καθημερινή ζωή και εμπειρία) σχετικών με το προς μελέτη θέμα (*⁶).

Το θέμα που διαπραγματεύεται η παρούσα πρόταση χαρακτηρίζεται από υψηλό επίπεδο αφαίρεσης. Τα πειράματα είτε έχουν «προηγηθεί» (πρότερη γνώση) είτε «έπονται» (εμπέδωση, αξιολόγηση) των διδακτικών ζητούμενων. Η ανάγκη προσέγγισης εννοιών της παρούσας πρότασης βρίσκει καλύτερο «βοηθό» (*⁷) είτε σε ένα μοντέλο διερευνητικής έρευνας είτε σε ένα εκπαιδευτικό μοντέλο 5Ε, είτε σε ένα «εκτεταμένο» μοντέλο 7Ε (*⁸) – χωρίς να λησμονούμε πως στις Φυσικές Επιστήμες, πλέον, ενσωματώνονται οι πρακτικές της εποικοδομητικής πρακτικής – δεξ Παρατήρηση #1. Αναλυτικότερα, τα διδακτικά αυτά πρότυπα (*⁹) παρουσιάζονται στην αμέσως επόμενη σελίδα.

*⁶ Ν. ΠΑΠΑΣΤΑΜΑΤΙΟΥ, *Οδηγίες στους καθηγητές δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης για τη χρήση της διερευνητικής μεθόδου και υποστηρικτικό υλικό*, σελ. 9 και 10, <http://www.pi-schools.gr/programs/pathway/index.php?ep=5>, Αθήνα 2011

*⁷ ...”αν και δεν υπάρχει καθιερωμένο πρωτόκολλο της διερευνητικής μεθόδου μάθησης” - Ν. ΠΑΠΑΣΤΑΜΑΤΙΟΥ, *Βασικά χαρακτηριστικά της Διερευνητικής Μεθόδου στη μάθηση και τη διδασκαλία*, σελ. 3, <http://www.pi-schools.gr/programs/pathway/index.php?ep=5>, Αθήνα 2011

*⁸ Ρ. LEVY, Ρ. LAMERAS, Ρ. MCKINNEY, Ν. FORD, *PATHWAY, D2.1 The Features of Inquiry Learning: theory, research and practice*, σελ. 22, <http://www.pathwayuk.org.uk/what-is-ibse.html>

*⁹ Χ. ΡΑΓΙΑΔΑΚΟΣ, *Βασικά χαρακτηριστικά της Διερευνητικής Μεθόδου στη μάθηση και τη διδασκαλία*, σελ. 9 και 11, <http://www.pi-schools.gr/programs/pathway/index.php?ep=5>, Αθήνα 2011

ΜΟΝΤΕΛΟ ΔΙΕΡΕΥΝΗΤΙΚΗΣ ΜΑΘΗΣΗΣ		ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΜΟΝΤΕΛΟ 5Ε & 7Ε	
Δραστηριότητες για την εκμαίευση ερωτήσεων	Ανάδειξη της Περιέργειας και Καθορισμός Ερωτήσεων από Υπάρχουσα Γνώση. Ο εκπαιδευτικός προσπαθεί να εστιάσει την προσοχή των μαθητών παρουσιάζοντας τα κατάλληλα υλικά. Οι μαθητές ασχολούνται με τις ερωτήσεις που θέτει ο εκπαιδευτικός.	Εκμαίευση (προ)υπάρχουσας γνώσης <i>(elicit)</i> Εμπλοκή / Ενασχόληση <i>(engagement)</i>	ο διδάσκων εκμαίευει και προσδιορίζει τη γνώση που ήδη κατέχουν οι μαθητές (διαφορετικά οι μαθητές μπορεί να αναπτύξουν ιδέες/έννοιες διαφορετικές από αυτές που ο διδάσκων στοχεύει) 'minds-on', 'hands-on' εμπειρία. Ο καθηγητής εισάγει τους μαθητές στο πρόβλημα με συγκεκριμένα παραδείγματα και οργανώνει τις σκέψεις των μαθητών προς τα προσδοκώμενα μαθησιακά αποτελέσματα.
Ενεργός Έρευνα	Προτάσεις, Υποθέσεις, Σχεδιασμός & Διεξαγωγή Απλής Έρευνας. Όλες οι εξηγήσεις/υποθέσεις των μαθητών καταγράφονται. Οι μαθητές δίνουν προτεραιότητα στα στοιχεία που τους επιτρέπουν να αναπτύξουν επιστημονικές εξηγήσεις.	Εξερεύνηση / Διερεύνηση <i>(exploration)</i>	οι μαθητές αφιερώνουν χρόνο στην παρατήρηση και στην εξερεύνηση αντικειμένων, φαινομένων, γεγονότων ή καταστάσεων με αποτέλεσμα να βρουν μεταβλητές, σχέσεις, αναλογίες, πρότυπα.
Δημιουργία	Συγκέντρωση στοιχείων με παρατήρηση. (Κάθε ομάδα ταξινομεί και αξιολογεί τις παρατηρήσεις για τη διατύπωση νέων ερωτημάτων)	Επεξήγηση / Αιτιολόγηση <i>(explanation)</i>	Ο καθηγητής κατευθύνει την προσοχή των μαθητών σε ορισμένες πτυχές της δραστηριότητας που ερευνούν. Ο καθηγητής δίνει επιστημονικές ή τεχνολογικές εξηγήσεις με άμεσο και τυπικό τρόπο.
Συζήτηση	Εξήγηση Βάσει των Στοιχείων και Θεώρηση Άλλων Εξηγήσεων. (Ο εκπαιδευτικός δίνει την επιστημονικά αποδεκτή εξήγηση για το συγκεκριμένο θέμα έρευνας. Κάθε ομάδα αξιολογεί τις εξηγήσεις που έδωσε.)	Επεξεργασία <i>(elaboration)</i>	Εντός της ομάδας κάθε μαθητής συζητεί τι έχει καταλάβει από το αντικείμενο μελέτης και παίρνει αναδράσεις από άλλους μαθητές και τον καθηγητή. κατόπιν ο εκπρόσωπος κάθε ομάδας κοινοποιεί πού κατέληξε η ομάδα. η συζήτηση έχει ως αποτέλεσμα τον καλύτερο προσδιορισμό του έργου και της συγκέντρωσης της μέγιστης δυνατής σχετικής πληροφορίας
Παρουσίαση / Αναστοχασμός	Ανακοίνωση Συμπεράσματος. (Κάθε ομάδα συντάσσει την αναφορά της, την παρουσιάζει στην τάξη και εντοπίζει και αιτιολογεί τυχόν λάθη της.)	Έτερο- & Αυτό-Αξιολόγηση <i>(evaluation)</i> Επέκταση γνώσης <i>(extend)</i>	Αξιολόγηση εννοιών, στάσεων, δεξιοτήτων. (Οι μαθητές αξιολογούν την κατανόηση και τις ικανότητές τους, ενώ ο καθηγητής αξιολογεί την πρόοδό τους στην επίτευξη των εκπαιδευτικών στόχων.) Σε αυτή τη φάση οι μαθητές καλούνται να εφαρμόσουν την νέα γνώση σε νέο/α πλαίσιο/α, όπου θα «γεννηθούν» νέα ερωτήματα και νέες έρευνες, και συνεπώς επιτυχημένη μεταφορά γνώσης.

Πίνακας «Εκπαιδευτικό μοντέλο διερευνητικής έρευνας και εκπαιδευτικό μοντέλο 5Ε και 7Ε»

Αναλογίες

Η χρήση των αναλογιών παίζει καθοριστικό ρόλο γενικότερα στην εκπαιδευτική διαδικασία και ειδικότερα στην προσέγγιση και οικοδόμηση των ανωτέρω εννοιών. Έχει αποδειχθεί ένα πολύτιμο και άμεσο εργαλείο – λ.χ. «προσφέροντας» άμεσες εικόνες την εισαγωγή αφηρημένων εννοιών (*10). Οι αναλογίες και τα μοντέλα είναι χρήσιμα εργαλεία σκέψης, αναπαριστώντας (και όχι αντιγράφοντας) ένα κομμάτι της πραγματικότητας. Η επιτυχημένη χρήση των αναλογιών – με την καθοδήγηση του διδάσκοντα – «απαιτεί» και την κατάλληλη προετοιμασία των μαθητών (*11).

Στην πιο απλή μορφή η χρήση αναλογιών προϋποθέτει, από τη μία, την καταλληλότητα του αναλόγου (ως προς το διδακτικό στόχο για το συγκεκριμένο μαθητικό κοινό) και την αποδοχή, από την άλλη, ότι η αναλογία δε μπορεί να «φωτίσει» όλες τις πτυχές της έννοιας-στόχου. Με την χρήση πολλαπλών αναλογιών μπορεί να επιτευχθεί καλύτερα ο στόχος της «αποκάλυψης» πτυχών της έννοιας-στόχου, γεγονός όμως αποτελεί πως οι πολλαπλές αναλογίες προσθέτουν δυσκολίες στο μαθητικό κοινό (*12).

Επιπροσθέτως, για να είναι παραγωγική και μαθησιογόνος η αναλογία οφείλει, αφενός, να είναι «αμφιλεγόμενη» ώστε να προκαλέσει σκέψη και προβληματισμό, αφετέρου, να είναι «ευχάριστη» για να συντονιστεί με τις εμπειρίες των άλλων επί του φαινομένου στο πλαίσιο της μελέτης (*13). Τέλος, οι αναλογίες και η αναλογική σκέψη αποτελούν νοητικό εργαλείο, θέτοντας το μαθητή στο κέντρο της διδακτικής διαδικασίας (καθώς από αυτόν ζητείται να αναγνωρίσει την αναλογία) με επιβεβαιωμένη χρήση στην καθημερινή ζωή (επίλυση προβλημάτων, ερμηνεία περιβάλλοντος) (*14), πεδίο που εξ' ορισμού στοχεύει Ειδική Αγωγή & Εκπαίδευση (*15).

*10 Γ. ΖΗΣΙΜΟΠΟΥΛΟΣ, Κ. ΚΑΦΕΤΖΟΠΟΥΛΟΣ, Ε. ΜΟΥΤΖΟΥΡΗ-ΜΑΝΟΥΣΟΥ, Ν. ΠΑΠΑΣΤΑΜΑΤΙΟΥ, *Θέματα διδακτικής για τα μαθήματα των Φυσικών Επιστημών*, σελ. 336, Εκδ. Πατάκης, Αθήνα 2002, ISBN 960-16-0602-5

*11 P.J. AUBUSSON, A.G. HARRISON, S.M. RITCHIE (Editors) *Metaphor and Analogy in Science Education*, pg.75, ISBN 978-1-4020-3829-7 Springer 2006

*12 P.J. AUBUSSON, A.G. HARRISON, S.M. RITCHIE (Editors) *Metaphor and Analogy in Science Education*, pg.22, ISBN 978-1-4020-3829-7 Springer 2006

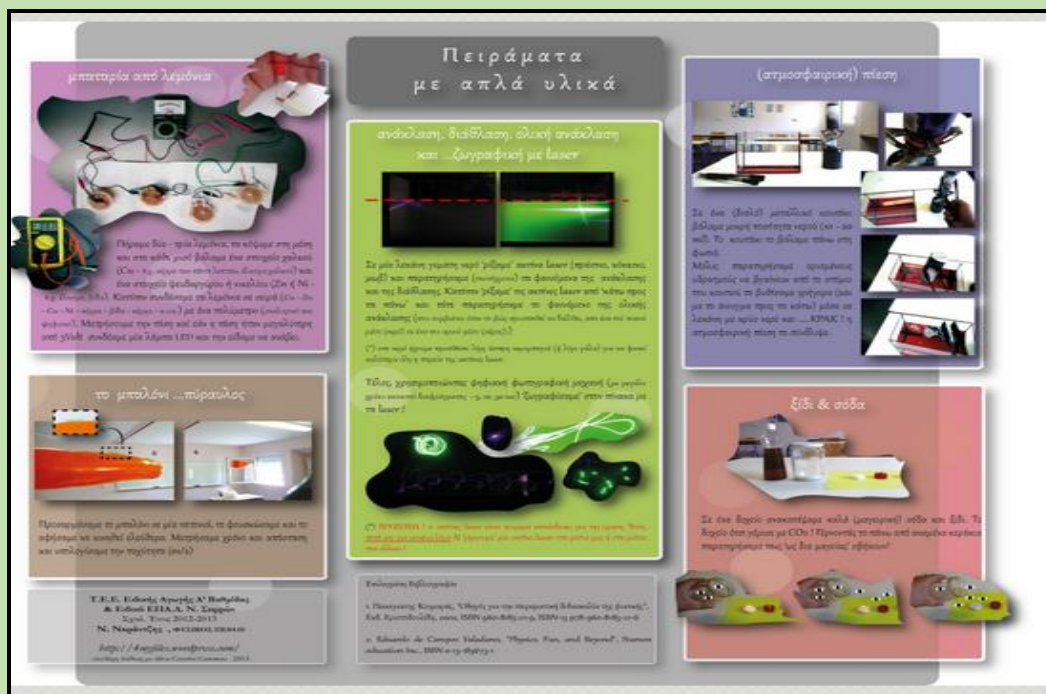
*13 P.J. AUBUSSON, A.G. HARRISON, S.M. RITCHIE (Editors) *Metaphor and Analogy in Science Education*, pg.174, ISBN 978-1-4020-3829-7 Springer 2006

*14 Γ. ΠΕΡΔΙΚΗΣ, *Οι Αναλογίες στη Μάθηση και τη Διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών*, σελ. 14 και 73, ISBN 960-631-539-8 Θεσσαλονίκη 2006

*15 [...]«αξιοποίηση δυνατοτήτων των μαθητών με αναπηρία σε σχέση με την καθημερινή ζωή»[...] από την Εγκύκλιο «Αξιολόγηση των μαθητών στα νέα διδακτικά αντικείμενα στα σχολεία με ΕΑΕΠ», Υπουργείο Παιδείας Θ.Π. & Α. , Φ.7Α/709/138775/Γ1, 2 Δεκ. 2011.

Πειράματα με απλά υλικά -

Κατά τη σχολική χρονιά 2012-13 δόθηκε βαρύτητα στη σύνδεση των γνώσεων με την καθημερινή ζωή, στο περιεχόμενο και στην κατανόηση των εννοιών. Για το σκοπό αυτό, εκτός των άλλων (*16), πραγματοποιήσαμε πειράματα με απλά υλικά .



Η αφίσσα «Πειράματα με απλά υλικά» του σχ. έτους 2012-13
(<http://4myfiles.wordpress.com/2013/06/05/peiramata-me-apla-ylika/>)

Τα πειράματα αυτά έχουν πλεονεκτήματα (*17) καθώς: α) χρησιμοποιούν γνωστά, εύχρηστα, «φιλικά», ασφαλή, οικονομικά, υλικά, β) «παρέχουν» άμεση εμπλοκή & εστίαση της προσοχής του μαθητή στο φαινόμενο, γ) συνδέονται ευθέως με την καθημερινή ζωή και με την Ιστορία της Επιστήμης, δ) «άρουν» του μυστηρίου της επιστήμης και ε) αποτελούν «πρόσφορο έδαφος» για τα ομαδοσυνεργατικά μοντέλα μάθησης, την κατευθυνόμενη διερεύνηση, τη γνωστική σύγκρουση, τη διαφοροποιημένη διδασκαλία, τη δημιουργία θετικού κλίματος κ.λπ. Στην παρούσα πρόταση «ενσωματώθηκαν» πειράματα κατανοητά και λίγα στον αριθμό ώστε με απλή γλώσσα να αναδείξουν την σχέση επιστημονικού ερωτήματος, πειράματος, παρατήρησης και θεωρίας.

*16 Τροποποιημένο υλικό (φυλλάδια, πίνακες κ.λπ.), συνεχείς επαναλήψεις κ.ά..

*17 ΠΑΝ. ΚΟΥΜΑΡΑΣ, "Οδηγός για την πειραματική διδασκαλία της Φυσικής", σελ. 24-27, Εκδ. Χριστοδουλίδης, ISBN 960-8183-21-9

Τεχνολογίες Πληροφορίας και Επικοινωνίας

Αναπόδραστα καί στην παρούσα πρόταση διδασκαλίας, ενσωματώνεται η χρήση των νέων τεχνολογιών. Η χρήση του Η/Υ και του διαδραστικού πίνακα θεωρείται δεδομένη. Σε μία κοινωνία όπου οι νέες τεχνολογίες «επιθετικά» καταλαμβάνουν «χώρο» (*18) σε όλο το φάσμα των ανθρώπινων δραστηριοτήτων, οι δεξιότητες που είναι συνυφασμένες με την εφαρμογή και την κατανόηση των ηλεκτρονικού υπολογιστή και των «έξυπνων» συσκευών (τηλέφωνα, ταμπλέτες) πρέπει να ενδυναμωθούν. Το εικονικό εργαστήριο, για την ΕΑΕ, έρχεται προς επίρρωση των διδακτικών επιλογών (επίδειξη, έρευνα ή αξιολόγηση). Αξίζει να σημειωθεί πως η χρήση εξειδικευμένου λογισμικού εξαρτάται ισχυρά (θετικά ή αρνητικά) από τις δεξιότητες των μαθητών των ειδικών δομών.

Στο Παράρτημα 2 φαίνονται οι δραστηριότητες από το ΜΕΤΑβιβλίο (*19) που δύνανται να χρησιμοποιηθούν και μπορούν να «ενσωματωθούν» στην διδακτική διαδικασία Στο Παράρτημα 3 βρίσκονται τα λογισμικά και προσομοιώσεις – τα οποία και προτείνονται στο «εμπλουτισμένο» ΔΕΠΠΣ-ΑΠΣ Φυσικής Γυμνασίου (*20).

Διδακτικοί Στόχοι

Οι διδακτικοί στόχοι, των σχολικών εγχειριδίων, που δύνανται να επιτευχθούν μέσω της παρούσας πρότασης αναφέρονται αμέσως παρακάτω:

Από το διαδραστικό σχολικό βιβλίο (στο Ψηφιακό Σχολείο) της γ' Γυμνασίου (*21) :

- Να αντιληφθούν οι μαθητές τη σχέση της ηλεκτρικής ενέργειας και άλλων μορφών ενέργειας. {ΔΣ-Α}
- Να συνδέουν οι μαθητές το κύμα με τη διάδοση/μεταφορά ενέργειας. {ΔΣ-Β}

*18 π.χ. με προτάσεις όπως αυτή του B.Y.O.D. (φέρε-τη-δική-σου-συσκευή) καί στην εκπαίδευση – δες α) 10 BYOD Classroom Experiments (and What We've Learned From Them So Far), <http://www.onlineuniversities.com/blog/2012/07/10-byod-classroom-experiments-and-what-weve-learned-from-them-so-far/>, b) BYOD in Education, A report for Australia and New Zealand, Nine Conversations for Successful BYOD Decision Making Joseph Sweeney • IBRS • November 2012, c) hp.com/networking/BYOD,

*19 Ν. ΠΑΠΑΣΤΑΜΑΤΙΟΥ, Οδηγίες στους καθηγητές δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης για τη χρήση της διερευνητικής μεθόδου και υποστηρικτικό υλικό, σελ. 57 και εξής - ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ, <http://www.pi-schools.gr/programs/pathway/index.php?ep=5>, Αθήνα 2011 & Χ. ΡΑΓΙΑΔΑΚΟΣ, Σ. ΚΕΣΑΝΙΔΗΣ, Φ. ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΥ, Ν. ΡΑΠΑΔΟΒΑΣΙΛΑΚΗΣ, Κ. ΠΑΠΑΜΙΧΑΗΛΗΣ, Ν. ΠΑΠΑΣΤΑΜΑΤΙΟΥ, Κ. REICH, F. SCHEUERMANN, ΜΕΤΑ βιβλίο, μια πρόταση πολυμεσικού βιβλίου φυσικής, 4^ο Συνέδριο ΕΤΠΕ, Οι ΤΠΕ στην Εκπαίδευση, 29/09 – 03/10/2004, Παν/μιο Αθηνών

*20 Ν. ΠΑΠΑΣΤΑΜΑΤΙΟΥ, Οδηγίες στους καθηγητές δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης για τη χρήση της διερευνητικής μεθόδου και υποστηρικτικό υλικό, σελ. 34, <http://www.pi-schools.gr/programs/pathway/index.php?ep=5>, Αθήνα 2011

*21 <http://digitalschool.minedu.gov.gr/courses/DSGYM-C201/>

- Να αναγνωρίζουν οι μαθητές το μηχανισμό διάδοσης μιας μηχανικής διαταραχής σε ένα υλικό και να περιγράφουν τα χαρακτηριστικά της διάδοσης. {ΔΣ-Γ}
- Να συνδέουν οι μαθητές το ηχητικό κύμα με μεταφορά ενέργειας. {ΔΣ-Δ}
- Να αναγνωρίζουν οι μαθητές ότι το φως μεταφέρει ενέργεια (μέσα από παραδείγματα). {ΔΣ-Ε}

Από την Ενότητα 2, Κεφάλαιο 4 –Ταλαντώσεις (*22) του σχολικού εγχειριδίου της γ' Γυμνασίου :

- Να μελετούν οι μαθητές κινήσεις σαν αυτή του εκκρεμούς: τις ταλαντώσεις. {ΔΣ-ΣΤ}
- Να περιγράφουν οι μαθητές με τη γλώσσα της φυσικής τις ταλαντώσεις. {ΔΣ-Ζ}
- Να (ανα)γνωρίσουν οι μαθητές τις ενεργειακές μεταβολές που πραγματοποιούνται κατά τη διάρκεια μίας ταλάντωσης. {ΔΣ-Η}

Από την Ενότητα 2, Κεφάλαιο 5 – Μηχανικά Κύματα (*23) του σχολικού εγχειριδίου της γ' Γυμνασίου :

- Να μελετούν οι μαθητές κινήσεις τα μηχανικά κύματα και να υιοθετήσουν την επιστημονική άποψη ότι μεταφέρουν ενέργεια (και όχι ύλη). {ΔΣ-Θ}
- Να διαπιστώσουν οι μαθητές ότι ο ήχος είναι μηχανικό κύμα. {ΔΣ-Ι}

Από την Ενότητα 2, Κεφάλαιο 6 –Φύση και διάδοση του φωτός (*24) του σχολικού εγχειριδίου της γ' Γυμνασίου :

- Να μελετούν οι μαθητές κινήσεις τα μηχανικά κύματα και να υιοθετήσουν την επιστημονική άποψη ότι μεταφέρουν ενέργεια (και όχι ύλη). {ΔΣ-ΙΑ}
- Να διαπιστώσουν οι μαθητές ότι το φως μεταφέρει ενέργεια. {ΔΣ-ΙΒ}

Πρότερη γνώση

Στην αρχή κάθε διδακτικού έτους λαμβάνει χώρα η αρχική αξιολόγηση και ακολούθως επαναληπτικά μαθήματα. «Σημείο εκκίνησης» αποτελούν τα κατακτηθέντα του προηγούμενου έτους (*25). Στον πίνακα «Εισαγωγικά Μαθήματα» φαίνονται οι έννοιες που «απαιτούνται» για την υλοποίηση της παρούσας πρότασης. Οι εν λόγω έννοιες αποτελούν – ως επί το πλείστον – τις «βάσεις» της προς διδασκαλίας ύλης και απαρτίζονται α) από διδαχθείσες έννοιες της Β' Γυμνασίου και β) τα κατακτηθέντα από τα τρία πρώτα Κεφάλαια της Φυσικής της Γ' Γυμνασίου (Ηλεκτρισμός, δύναμη και φορτίο – Ηλεκτρικό ρεύμα – Ηλεκτρική ενέργεια).

*22 <http://digitalschool.minedu.gov.gr/modules/ebook/show.php/DSGYM-C201/531/3516,14428/unit=917>, ΦΥΣΙΚΗ Γ' Γυμνασίου, σελ. 88, ΟΕΔΒ, Αθήνα

*23 <http://digitalschool.minedu.gov.gr/modules/ebook/show.php/DSGYM-C201/531/3516,14429/unit=918>

*24 <http://digitalschool.minedu.gov.gr/modules/units/?course=DSGYM-C201&id=919>

*25 Για το Σχολικό Έτος 2012-13 δες τα ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΑ ΘΕΜΑΤΑ ΓΙΑ ΤΗ ΦΥΣΙΚΗ στο ιστολόγιο <http://4myfiles.wordpress.com/2013/04/29/endeiktika-8emata/>

Επιπροσθέτως, στην πρότερη γνώση είναι και η αναλογία του υδραυλικού μοντέλου του ηλεκτρικού ρεύματος (2^ο Κεφ. Φυσική Γ' Γυμν.). Έτσι οι μαθητές είναι ήδη εξοικειωμένοι τόσο με την έννοια-βάση όσο και με τον τρόπο εργασίας με τις αναλογίες – αναγνώριση σχέσεων – άρωντας έτσι και κάποιες από τις δυσκολίες που εγγενώς υπάρχουν στις διδακτικές προσεγγίσεις με τη χρήση αναλογιών – π.χ. στο «σαν» της αναλογίας και στα όρια του νοητικού αυτού εργαλείου (*26). Επί της αναγνώρισης σχέσεων στο εν λόγω μοντέλο της αναλογίας στηρίζεται και ένα μέρος της διδακτικής παρέμβασης.

Πίνακας «Εισαγωγικά Μαθήματα» – Στην αρχή της σχολικής χρονιάς λαμβάνει χώρα επανάληψη με κύριους άξονες τις παρακάτω διδακτικές έννοιες

ΔΙΔΑΚΤΙΚΗ ΕΝΝΟΙΑ	ΣΧΕΤΙΚΑ ΠΕΔΙΑ	ΤΑΞΗ	ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΟΥΜΕΝΟ ΥΛΙΚΟ
Μάζα	ύλη, πυκνότητα, άτομα, περιοδικός πίνακας	Β' Γυμν.	Το υλικό που χρησιμοποιείται ανήκει (α') στο διδακτικό υλικό που παρέχει το ΥΠ&Θ, (β') σε άτυπο υλικό του διδάσκοντα (διαγράμματα, εικόνες, φύλλα εργασίας) και (γ') σε πειράματα με απλά υλικά (βλ. 4myfiles.wordpress.com)
Ενέργεια	μορφές, μηχανισμοί (έργο - ενέργεια), ορθό λεξιλόγιο, ενεργειακά διαγράμματα		
Κίνηση	θέση, ταχύτητα, επιτάχυνση, δύναμη		
Πεδίο	αλληλεπίδραση, δράση-αντίδραση		
Ηλεκτρισμός	φορτίο, ηλ. ρεύμα (αναλογία: κύκλος του νερού \approx ηλεκτρικό κύκλωμα)	Γ' Γυμν.	

*26 Γ. ΠΕΡΔΙΚΗΣ, *Οι Αναλογίες στη Μάθηση και τη Διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών*, σελ. **14, 41** και **73**, ISBN 960-631-539-8 Θεσσαλονίκη 2006

Διδακτικό Σενάριο της Πρότασης – Χαρτογράφηση Περιεχομένου

Διδακτικό σενάριο

Η διαπραγμάτευση φαινομένων όπου «εμπλέκεται» η έννοια της ροής σχετίζεται με την εισαγωγή στις έννοιες «ροής ενέργειας», «κύμα», «ταλάντωση» και «διαταραχή». Χρησιμοποιούνται, αναλογίες ως νοητικά εργαλεία, πολυμεσικό υλικό, διεπιστημονική προσέγγιση, πειράματα με απλά υλικά (πειράματα επίδειξης, εμπλοκής και λήψης μετρήσεων).

Συμβατότητα με το ΑΠΣ - Εμπλεκόμενες γνωστικές περιοχές – Τάξεις

Ακολουθώντας «κατά πόδας» την ύλη του Γυμνασίου της Γενικής Αγωγής (*27) – και σύμφωνα με το ΔΕΠΠΣ-ΑΠΣ της Φυσικής – η ύλη της Β' και Γ' Γυμνασίου της Γενικής Παιδείας έχει ισοκατανεμηθεί και διαμοιρασθεί στις τάξεις Β', Γ' και Δ' του Τ.Ε.Ε. Ειδ. Αγωγής Α' Βαθμίδας. Έτσι οι προς «στόχευση» Τάξεις είναι οι Γ' και Δ' του Τ.Ε.Ε. Ειδ. Αγωγής Α' Βαθμίδας.

Προφανώς η παρούσα πρόταση μπορεί να έχει εφαρμογή στη Γ' τάξη του Ειδικού Γυμνασίου και εν δυνάμει στη Γ' τάξη του Γυμνασίου (της Γενικής Παιδείας). Τέλος, βρίσκει εφαρμογή καί στις Β', Γ', Δ', τάξεις του Ειδικού ΕΠΑ.Λ. & Τ.Ε.Ε. Ειδ. Αγωγής Β' Βαθμίδας.

Εκτιμώμενη Διάρκεια

Η παρέμβαση καλύπτει τρεις (3) διδακτικές ώρες. Η διάρκεια αυτή όμως μπορεί να επιμηκυνθεί – πρόδηλο για την Ειδική Αγωγή & Εκπαίδευση – ανάλογα με το μαθησιακό επίπεδο των μαθητών και το βαθμό εξοικείωσης αυτών στις προτεινόμενες διδακτικές πρακτικές. Στο τέλος παραθέτονται και προτάσεις (τελικής) αξιολόγησης.

Μεθοδολογική προσέγγιση – Σκοπός του προτεινόμενου σεναρίου

Το διδακτικό σενάριο υποστηρίζεται από τρία (3) Φύλλα Εργασίας (βλ. Παράρτημα Α), που ακολουθούν τη διερευνητική μεθοδολογία (βλ. πλαγιότιτλους στα Φύλλα Εργασίας). Επιδιώκεται οι μαθητές να «οικοδομήσουν», εν τέλει, τις έννοιες της επιστήμης «κύμα» και «ταλάντωση». Νοητικά εργαλεία αποτελούν οι αναλογίες που χρησιμοποιούνται. Πειραματικές δραστηριότητες λαμβάνουν χώρα (πειράματα με απλά υλικά) και οι μαθητές καλούνται να μετρήσουν και να εξοικειωθούν με την εξαγωγή (μέσω Η/Υ) στατιστικών συμπερασμάτων. Οι μαθητές εργάζονται ομαδικά και συνεργατικά.

*27 [...] «Στα γυμνάσια αυτά εφαρμόζεται πρόγραμμα για την ολοκλήρωση της εννιάχρονης υποχρεωτικής εκπαίδευσης» [...], Άρθρο 8, παράγραφος γ, υποπαράγραφος αα, Ν. 3699/2008 – ΦΕΚ 199, τ. Α', 2-10-2008

Διδακτικοί στόχοι

Παρακάτω φαίνονται συνολικά οι διδακτικοί στόχοι της παρούσας πρότασης. Δίπλα από τον κάθε στόχο υπάρχει χαρακτηρισμός για το εάν ανήκει στο Γνωστικό τομέα, στο Συναισθηματικό ή στο Ψυχοκινητικό τομέα – κατά Bloom (*28). Έτσι, με τη παρούσα διδασκαλία επιδιώκεται ο μαθητής ...

- Να αναγνωρίσει και να ονοματίσει ροές σε διάφορα φαινόμενα (Γνω)
- Να υιοθετήσει την άποψη ότι υπάρχει ροή μάζας, φορτίου και ενέργειας (Συν)
- Να κατασκευάσει πίνακα όπου θα κατατάξει και να ομαδοποιήσει ροές με ορισμένα κριτήρια (Ψυχ, Γνω)
- Να συγκρίνει τις ροές με ορισμένα κριτήρια (Γνω)
- Να περιγράψει φαινόμενα ροών (Γνω)
- Να υιοθετήσει τη γενικότητα της έννοιας της ροής (Συν)
- Να υιοθετήσει ότι το φως και ο ήχος αποτελούν ροές ενέργειας (Συν)
- Να συμπληρώσει τη σχέση στο ανάλογο (Ψυχ)
- Να αναγνωρίσει φαινόμενα ροών στην καθημερινότητα (Γνω)
- Να κατασκευάσει πειραματική διάταξη σύμφωνα με τις οδηγίες του διδάσκοντα (Ψυχ)
- Να περιγράψει φαινόμενα ταλάντωσης (Γνω)
- Να προσδιορίσει ομοιότητες και διαφορές σε φαινόμενα ταλάντωσης (Γνω)
- Να αναγνωρίσει κυματικά φαινόμενα (Γνω)
- Να κατασκευάσει πίνακα όπου θα κατατάξει και να ομαδοποιήσει κυματικά φαινόμενα με ορισμένα κριτήρια (Ψυχ, Γνω)
- Να υιοθετήσει τη διάκριση ανάμεσα στα μηχανικά και ηλεκτρομαγνητικά κύματα (π.χ. στο μέσο μεταφοράς) (Συν)
- Να υιοθετήσει την ορθή επιστημονική άποψη για τα κύματα (Συν)
- Να εφαρμόσει τη γνώση που κατέκτησε σε καταστάσεις της καθημερινής ζωής (Συν)
- Να κατασκευάσει πειραματική διάταξη σύμφωνα με τις οδηγίες του διδάσκοντα (Ψυχ)
- Να λάβει μετρήσεις χρόνου, αλλάζοντας τα δεδομένα, στην πειραματική διάταξη που υλοποίησε (Ψυχ)
- Να εισάγει πίνακα τιμών στον Η/Υ (Ψυχ)

*28 Ν. ΠΑΠΑΣΤΑΜΑΤΙΟΥ, *Διδακτικοί Στόχοι και Διδασκαλία*, σελ. 10, <http://www.slideshare.net/npapastam/ss-7070611>, Μάιος 2010

- Να σχολιάσει τα επιστημονικά αποτελέσματα που προέκυψαν από τις μετρήσεις (Ψυχ)
- Να ελέγξει την επιστημονική ορθότητα της εργασίας σου (Ψυχ)
- Να ελέγξει την ατομική & ομαδική σου εργασία (Ψυχ)
- Να ελέγξει τον τρόπο που σκέφτεσαι και μαθαίνεις (Ψυχ)
- Να υιοθετήσεις την ορθή επιστημονική άποψη για τα κύματα (Συν)
- Να εφαρμόσεις τη γνώση που κατέκτησες σε καταστάσεις της καθημερινής ζωής (Συν)

Διδακτική προσέγγιση – Ιδέες μαθητών

Οι εναλλακτικές ιδέες των μαθητών στην περιοχή των κυμάτων/ταλαντώσεων που καλούμαστε να τροποποιήσουμε, φαίνονται αμέσως παρακάτω (*²⁹) :

- τα κύματα μεταφέρουν ύλη {EI-1}
- πρέπει να υπάρχει ένα μέσο για να διαδοθεί το κύμα {EI-2}
- τα κύματα δεν έχουν ενέργεια {EI-3}
- όλα τα κύματα διαδίδονται με τον ίδιο τρόπο {EI-4}
- διαφορετικά χρώματα φωτός είναι διαφορετικοί τύποι κυμάτων {EI-5}
- οι αρμονικές ταλαντώσεις διαρκούν για πάντα {EI-6}
- το φως απλά υπάρχει και δεν έχει πηγή προέλευσης {EI-7}
- το φως είναι ένα σωματίδιο {EI-8}
- το φως είναι ένα μείγμα από σωματίδια και κύματα {EI-9}
- τα φωτεινά κύματα και τα ραδιοκύματα δεν είναι το ίδιο πράγμα {EI-10}

^{*29} Δες «Preconceptions.pdf» στο <http://phys.udallas.edu/> κάνοντας 'κλικ' στο «§ Misconceptions in Teaching Introductory Physics» στο κάτω μέρος σελίδας ή στο <http://users.sch.gr/antoniou/MyPage/Documents/Misconceptions/AltConc.htm>

Οργάνωση διδασκαλίας – Απαιτούμενη υλικοτεχνική υποδομή

Οι μαθητές εργάζονται σε ομάδες (*³⁰) των 3-4 ατόμων στο σχολικό εργαστήριο ή εντός της αίθουσας διδασκαλίας (πρόσκαιρο εργαστήριο) ή ακόμη, καιρού επιτρέποντος, σε κατάλληλο σημείο του αύλειου χώρου (πρόσκαιρο εργαστήριο) (*³¹). Τα υλικά των πειραματικών δραστηριοτήτων (νήματα, μπάλες, ελατήρια, ύδωρ, διαπασών, κ.λπ.) παρέχονται από τον διδάσκοντα και, παρόλο που δεν ελλοχεύουν κάποιους «εμφανής» κινδύνους (όπως λ.χ. σε ένα πείραμα με βρασμό νερού) εντούτοις, τηρούνται τα μέτρα ασφαλείας (π.χ. γυαλιά εργαστηρίου). Χρησιμοποιείται Η/Υ, διαδραστικός πίνακας ή, εναλλακτικά βιντεοπροβολέας, μαθητικό notebook ή οι Η/Υ των Εργαστηρίων Πληροφορικής. Τέλος, το υλικό του ΜΕΤΑβιβλίου και τα λογισμικά και οι προσομοιώσεις που δύνανται να χρησιμοποιηθούν είναι αυτά και προτείνονται στο «εμπλουτισμένο» ΔΕΠΠΣ-ΑΠΣ Φυσικής Γυμνασίου (βλ. Παραρτήματα 2&3).

Συνοπτική περιγραφή πορείας διδασκαλίας – Οδηγός εκπαιδευτικού

Παρακάτω παρουσιάζονται, σύντομα αλλά περιεκτικά, οι διδακτικές διαδικασίες που καλείται να ακολουθήσει ο διδάσκων. Αξίζει να αναφερθεί πως «το διδακτικό σενάριο δεν αποτελεί ένα στατικό (τυπικό) σχέδιο διδασκαλίας, αλλά προτείνεται ως μία δυναμική και ευέλικτη πρόταση που ο εκπαιδευτικός θα ενσωματώσει στη διδακτική του πρακτική στην τάξη» (*³²). Στο Παράρτημα Α βρίσκονται τα αντίστοιχα Φύλλα Εργασίας (όπου ως πλαγιότιτλοι φαίνονται τα βήματα της διερευνητικής μεθόδου.)

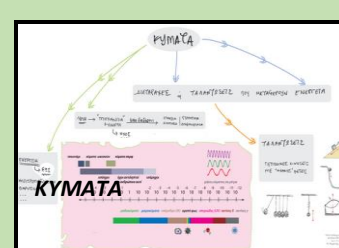
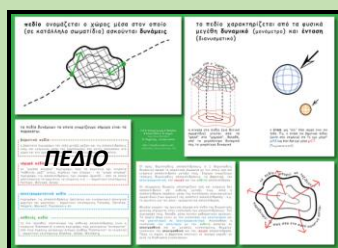
*³⁰ βλ. Παρατήρηση #2

*³¹ N M. BRAUND, M. REISS (Edt.), *Learning Science Outside the Classroom*, RoutledgeFalme, 2004, ISBN 0-203-47629-8

*³² N. ΠΑΠΑΣΤΑΜΑΤΙΟΥ, *Οδηγίες στους καθηγητές δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης για τη χρήση της διερευνητικής μεθόδου και υποστηρικτικό υλικό*, σελ. 53, <http://www.pi-schools.gr/programs/pathway/index.php?ep=5>, Αθήνα 2011

Διαδικασίες 1^{ης} διδακτικής ώρας

1. Σε κατάλληλα σημεία (π.χ. παραπλεύρως του πίνακα ή όπου αλλού το επιτρέπει η γεωμετρία και η χωροθεσία της αίθουσας) τοποθετούνται οι Πίνακες *ΕΝΕΡΓΕΙΑ*, *ΠΕΔΙΟ*, *ΠΕΙΡΑΜΑΤΑ*, *ΚΥΜΑΤΑ*,^(*33) ως προκαταβολικοί οργανωτές. Σε αυτούς τους Πίνακες οι μαθητές θα κληθούν να τοποθετήσουν υλικό, να γράψουν απόψεις και παρατηρήσεις, να σημειώσουν λέξεις ‘κλειδιά’, να ανατρέξουν για βοήθεια και ό,τι άλλο θεωρούν ότι είναι σχετικό με το περιεχόμενο του εκάστοτε Πίνακα .



2. Εισαγωγικά, ο διδάσκων μοιράζει στους μαθητές των ομάδων το 1^ο Φύλλο Εργασίας^(*34) και ανακαλεί την αναλογία *υδρολογικός κύκλος* \approx *ηλεκτρικό κύκλωμα*, που έχει διδαχθεί, υποστηρίζοντας ότι τα εν λόγω φαινόμενα – αν και φαίνονται ‘ξένα’ μεταξύ τους – «βρίθουν» ροών! Θέτει τα ερωτήματα «Τι είναι ροή;», «Ροή = Κίνηση;» και προτρέπει τους μαθητές να καταγράψουν στο 1^ο Φύλλο Εργασίας την άποψή τους (ή την άποψη της ομάδας) επάνω στα ερωτήματα αυτά.

*υδρολογικός κύκλος \approx
ηλεκτρικό κύκλωμα*

«Τι είναι ροή;»

«Ροή = Κίνηση;»

3. Ο διδάσκων μοιράζει χρωματιστά μολύβια /μαρκαδόρους. Στις εικόνες της αναλογίας (υδρολογικός κύκλος, ηλεκτρικό κύκλωμα) οι μαθητές εντοπίζουν και να ζωγραφίζουν όποιες ροές αναγνωρίζουν. Επίσης τους καλεί να τις καταγράψουν στον Πίνακα ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ ΡΟΩΝ στο 1^ο Φύλλο Εργασίας. Ο διδάσκων επαναδιατυπώνει και εξηγεί όπου χρειάζεται.

*εντοπισμός, καταγραφή,
ροών*

4. Ο διδάσκων καλεί τις ομάδες να ανακοινώσουν τα αποτελέσματα τα οποία κατέγραψαν στον Πίνακα ΚΑΤΑΓΡΑΦΗΣ ΡΟΩΝ (που έχει ‘αναρτηθεί’ στον

^{*33} Οι Πίνακες βρίσκονται αναρτημένοι στην ιστοσελίδα <http://4myfiles.wordpress.com/> και διατίθενται με άδεια Creative Commons

^{*34} Προσαρμοσμένο το Φύλλο Έρευνας από τις Σημειώσεις Μ. ΣΚΟΥΜΙΟΣ, “Εφαρμοσμένη Διδακτική των Φυσικών Επιστημών”, Πανεπιστήμιο Αιγαίου, Ρόδος 2012, σελ. 36.

διαδραστικό πίνακα και εναλλακτικά στον Η/Υ με προβολέα). Κατόπιν, καλεί τους μαθητές να προσδιορίσουν τις ροές που έχουν επισημανθεί ως ροές *μάζας*, *ηλεκτρικού φορτίου* ή *ενέργειας* (στη γκρίζα στήλη στον Πίνακα ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ ΡΟΩΝ).

ταξινόμηση ροών

5. Ο διδάσκων «επαναφέρει» τα ενεργειακά διαγράμματα (*³⁵) (βλ. 1^ο Φύλλο Εργασίας) που είχαν καταρτιστεί κατά τη διδασκαλία της αναλογίας *υδρολογικός κύκλος* \approx *ηλεκτρικό κύκλωμα* και με τη βοήθεια των μαθητών συμπληρώνει σε αυτά ροές. Αναδεικνύει τη γενικότητα της έννοιας της ροής καθώς και το γεγονός πως «πίσω» και από τις ροές *μάζας* και *φορτίου* «κρύβεται» ροή (ή/και μετατροπή/μεταφορά) *ενέργειας*.

ενεργειακά διαγράμματα

6. Τώρα καλούνται οι μαθητές να πραγματοποιήσουν είτε το πείραμα (συζευγμένων εκκρεμών) όπου εκκρεμή μπαλάκια από φελιζόλ ή μπαλάκια του πινγκ-πονγκ είτε ακόμη και μπαλόνια είναι ενωμένα «γραμμικά» με ελαφρύ νήμα (π.χ. πετονιά) όπως φαίνεται και παραπλεύρως. Ζητείται από τους μαθητές να περιγράψουν την κίνηση από τα μπαλάκια/μπαλόνια και – αν είναι δυνατό – να ζωγραφίσουν την τροχιά από τα μπαλάκια/μπαλόνια. Οι περιγραφές καταγράφονται.



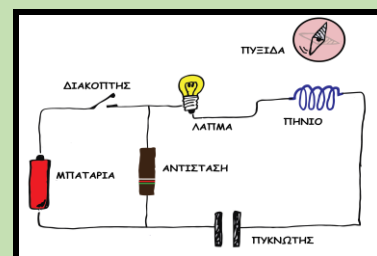
7. Με το παράδειγμα που χρησιμοποιήθηκε και επικεντρώνοντας στον τρόπο κίνησης και στην τροχιά των σωμάτων («πάνω-κάτω», «γύρω-γύρω», «δεξιά-αριστερά») ο διδάσκων «εκμαιεύει» την έννοια του κύματος. Επισημαίνει το γεγονός ότι τα σώματα κινούνται *αλλά δεν μετακινούνται* και ρωτά τους μαθητές εάν (και τίνας) την ροή παρατηρούν.

«κύμα»

8. Εφαρμόζοντας και ενισχύοντας τη νέα γνώση στο παραπάνω παράδειγμα, ο διδάσκων επαναφέρει την αναλογία (*υδρολογικός κύκλος* \approx *ηλεκτρικό κύκλωμα*) και ενθαρρύνει τους μαθητές να πουν/υποδείξουν εάν διακρίνουν κύματα και εάν διακρίνουν κάποια σχετιζόμενη ροή. Καταγράφει τις απαντήσεις και τονίζει στους μαθητές πως: *ροή μάζας* \Leftrightarrow *μετακίνηση* , *ροή ηλεκτρ. φορτίου* \Leftrightarrow *ηλεκτρ. ρεύμα* και *ροή ενέργειας* \Leftrightarrow *κύμα*.

9. Στην σημείο αυτό θα γίνει η ανασκόπηση και η επανάληψη όσων διδάχθηκαν. Ο διδάσκων και οι μαθητές επαναλαμβάνουν και συνδέουν τα κύρια βήματα της πορείας που ακολουθήθηκε. Το υλικό από τον διαδραστικό πίνακα «σώζεται» σε μορφή pdf (βλ. Παρατήρηση 4).

*³⁵ TIBERGHIE, MICHAEL, BAKER, DEVI, BRNA, *Modelling students' construction of energy models in physics*, από το <http://ses.telecom-paristech.fr/baker/publications/ArticlesBakerPDF/1996/1996EtAl-d.pdf>



τομέας ΒΑΣΗ	ΣΧΕΣΕΙΣ	τομέας ΣΤΟΧΟΣ
νερο		φορτία (e-)
κυλάει	ροή	ηλεκτρικό ρεύμα
λόγω ύψους, λόγω πίεσης	διαφορά δυναμικού	διαφορά δυναμικού (τάση)
σωλήνες	μεταφορά	καλοί αγωγοί
βάνες	έναρξη, τερματισμός ροής	διακόπτες
φράγμα	αποθήκη	μπαταρίες, πυκνωτές
μύλος, υδροηλεκτρικό εργοστάσιο	μετατροπή	πηνίο, αντίσταση, λάμπα

Αναλογία: υδρολογικός κύκλος \approx ηλεκτρικό κύκλωμα (*36).

Εργασία για το σπίτι:

- 1) Να συμπληρώσουν το «τελευταίο» μέρος Αξιολόγηση-Μεταγνώση από το 1^ο Φύλλο Εργασίας .
- 2) Με θέμα τη ροή οι μαθητές καλούνται να συλλέξουν υλικό από βιβλία, περιοδικά ή το διαδίκτυο, να εντοπίσουν ροές και κυματικές συμπεριφορές και να εκφράσουν απόψεις & απορίες.

*36 Η φωτογραφία του υδρολογικού κύκλου είναι από το αντίστοιχο λήμμα της el.wikipedia.org.

Διαδικασίες 2^{ης} διδακτικής ώρας

1. Στα πρώτα λεπτά της διδακτικής ώρας ο διδάσκων καλεί τους μαθητές ή τις ομάδες μαθητών να παρουσιάσουν το υλικό που συγκέντρωσαν σχετικά με την έννοια της ροής και να το τοποθετήσουν στον κατάλληλο πίνακα (της σελίδας 10). Ακολουθεί σύντομος σχολιασμός του υλικού και επεξήγηση των αποριών των μαθητών. Στο τέλος ο διδάσκων επαναλαμβάνει σύντομα τα συμπεράσματα και τα σημαντικά σημεία της προηγούμενης διδακτικής ώρας.

2. Ο διδάσκων καλεί τους μαθητές να συμμετάσχουν στην ακόλουθη δραστηριότητα. Ζητάει από τους μαθητές να 'ανακαλύψουν' τρόπους (χτύπημα με το χέρι, φύσημα, κ.ά.) ώστε να κινηθεί το 2D πλέγμα (και εάν είναι δυνατό να κατασκευαστεί το 3D πλέγμα) των διπλανών σχημάτων.

3. Οι μαθητές καλούνται να απαντήσουν – και να καταγράψουν τις απαντήσεις και απόψεις στο 2^ο Φύλλο Εργασίας – στις ερωτήσεις «Τί είναι κύμα;», «Παρατηρώ κύματα ύλης ή κύματα ενέργειας;»

4 (*37). Στη συνέχεια ο διδάσκων μοιράζει στους μαθητές υλικά (νήμα, ελατήρια, βαρίδια, χάρακα, διαπασόν, κ.ά.) και τους καλεί να υλοποιήσουν τις διατάξεις που φαίνονται στην εικόνα της σελίδας 18 – και βοηθά όπου χρειάζεται. Οι μαθητές καλούνται να αναγνωρίσουν, να καταγράψουν και να σχολιάσουν κυματικά φαινόμενα στον παρακάτω πίνακα «ΚΑΤΑΓΡΑΦΗΣ ΚΥΜΑΤΩΝ». Μετά ο διδάσκων παρουσιάζει και συμπληρώνει όπου χρειάζεται..

α/α	τί ...κυματίζει;	παρατηρήσεις

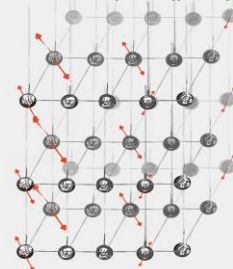
επανάληψη

ΠΕΙΡΑΜΑ 2D δραστηριότητα 2



«τι είναι κύμα;»
«παρατηρώ κύματα ύλης ή
κύματα ενέργειας»

ΠΕΙΡΑΜΑ 3D δραστηριότητα 2



δραστηριότητα 3

*37 δεξ Παράρτημα Β.

5. Μέσα από τη συζήτηση και καθώς ο διδάσκων παροτρύνει τους μαθητές να δώσουν παραδείγματα κυμάτων. Εισάγει την αναλογία $\text{ύλη} \approx \text{ενέργεια}$ και οι μαθητές καλούνται να συμπληρώσουν τον πίνακα της αναλογίας:

$\text{ύλη} \approx \text{ενέργεια}$

τομέας ΒΑΣΗ	ΣΧΕΣΕΙΣ	τομέας ΣΤΟΧΟΣ
ύλη		ενέργεια
μετακίνηση	ροή	κύμα
λόγω ύψους, δύναμης, ...	διαφορά δυναμικού	διαφορά δυναμικού
μέσο (μάζα)	μεταφορά	κενό & μάζα
	μετατροπή	
	αποθήκευση	
ήχοι	ταλάντωση	ακτινοβολία

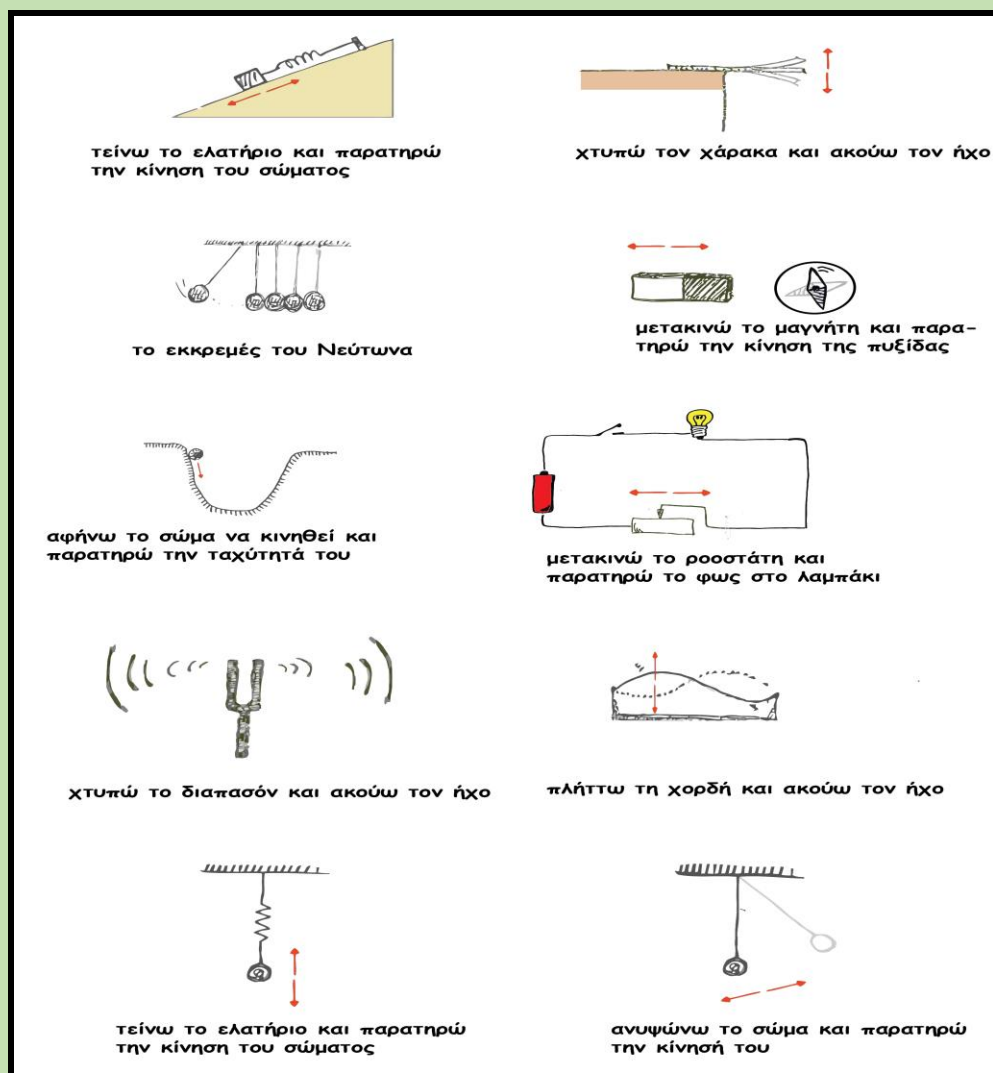
6. Ο διδάσκων καλεί τους μαθητές να δώσουν παραδείγματα κυματικών φαινομένων και 'ενδυναμώνει' τη διάκριση των υλικών (μηχανικών) και ενεργειακών (ηλεκτρομαγνητικών). Συμπληρώνει δε και τη διάκριση *ροή μάζας* \neq *υλικά (μηχανικά) κύματα* .

μηχανικά κύματα

7. Εμβαθύνει στην έννοια του κύματος με τη χρήση του Πίνακα ΚΥΜΑΤΑ και οι μαθητές καλούνται να συμπληρώσουν τον παρακάτω πίνακα για τις διατάξεις της προηγούμενης σελίδας, καθώς ο διδάσκων εισάγει τις έννοιες «διαταραχή» και «ταλάντωση» – χρησιμοποιώντας και τα ανωτέρω πειράματα.

«ταλάντωση»

«διαταραχή»



Εργασία για το σπίτι:

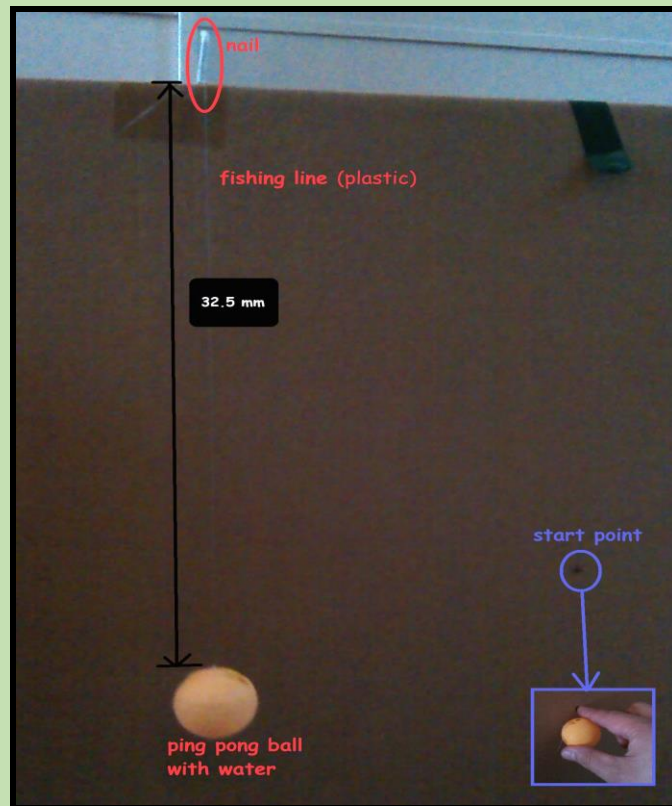
- 1) Να συμπληρώσουν το «τελευταίο» μέρος Αξιολόγηση-Μεταγνώση από το 2^ο Φύλλο Εργασίας .
- 2) Να ερευνήσουν (σε πηγές όπως βιβλία, περιοδικά ή το διαδίκτυο) και για άλλες χρήσεις της λέξης «κύμα» ή/και «ταλάντωση» και να εκφράσουν απόψεις & απορίες. (δες Παρατήρηση 3)
- 3) Να καταστρώσουν το ενεργειακό διάγραμμα της διάταξης που υλοποίησαν.

Διαδικασίες 3^{ης} διδακτικής ώρας

1. Ο διδάσκων μοιράζει το 3^ο Φύλλο Εργασίας και ανακοινώνει στους μαθητές πως θα κληθούν να υλοποιήσουν μία πειραματική διάταξη και να μετρήσουν. Από τις πειραματικές διατάξεις της σελίδας 13, αυτές που μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε αυτή τη διδακτική ενότητα είναι α) το σώμα που ταλαντώνεται στο κεκλιμένο επίπεδο, β) το σώμα στη λακκούβα, γ) το σώμα στο κατακόρυφο ελατήριο και δ) το εκκρεμές. Σκοπός είναι να εξετάσουμε τη σχέση μεταξύ της περιόδου του εκκρεμούς και της μάζας του.

2. Θα συνεχίσουμε με το εκκρεμές (*38). Χρησιμοποιείται μία μπάλα πινγκ-πονγκ την οποία κρεμάμε με πετονιά (μετρείται το μήκος) και με μία σύριγγα θα γεμίζουμε τη μπάλα με νερό με (δείτε την όλη κατασκευή στην ακόλουθη φωτογραφία). Θα ληφθούν σειρά μετρήσεων τόσο για διαφορετικό αριθμό ταλαντώσεων (π.χ. 5, 10, 20) όσο και διαφορετικές ποσότητες νερού (π.χ. 5gr, 10gr, 20gr - η ποσότητα του νερού υπολογίστηκε υποθέτοντας ότι η πυκνότητα του νερού είναι ίση προς 1 g / ml. Έτσι, 4ml σύριγγα μας "δίνει" 4gr νερό).

δραστηριότητα 4



*38 δες και στο <http://4myfiles.wordpress.com/2013/09/06/ekkremes-metrhseis-coursera> απο την Εργασία στο μάθημα , Πανεπιστημιακού επιπέδου, μέσω της πλατφόρμας COURSERA: 1. «Science from Superheroes to Global Warming» Prof. Michael Dennin, University of California, Irvine.

3. Οι μαθητές γράφουν τις αρχικές τους υποθέσεις απαντώντας στο ερώτημα «Εξαρτάται η περίοδος του εκκρεμούς από τη μάζα του; Πώς και γιατί;»

«Εξαρτάται η περίοδος του εκκρεμούς από τη μάζα του; Πώς και γιατί;»

4. Η κάθε ομάδα κατασκευάζει το δικό της εκκρεμές (βλ. 3^ο Φύλλο Εργασίας). Μετρείται το μήκος του νήματος, σημειώνεται το σημείο εκκίνησης. Λαμβάνονται αποφάσεις για πόσους 'κύκλους' θα μετρηθεί ο χρόνος και για ποιες ποσότητες νερού. Στον Πίνακα ΠΕΡΙΟΔΟΣ ΕΚΚΡΕΜΟΥΣ & ΜΑΖΑ (στο 3^ο Φύλλο Εργασίας) οι μαθητές καταγράφουν και συμπληρώνουν τις μετρήσεις τους (στα χρωματισμένα πεδία).

δραστηριότητα 4

καταγραφή δεδομένων

ΠΕΡΙΟΔΟΣ ΕΚΚΡΕΜΟΥΣ & ΜΑΖΑ						
α/α	χρόνος (sec)	αριθμός ταλαντώσεων	μάζα νερού	$X_i = \text{περίοδος (sec)}$	$(X_i - \bar{Xave})$	$(X_i - \bar{Xave})^2$
1				#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
2				#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
3				#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
4				#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
5				#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
				$\bar{Xave} (4gr) =$		$\sigma (4gr) =$
				#DIV/0!		#DIV/0!
1				#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
2				#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
3				#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
4				#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
5				#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
				$\bar{Xave} (12gr) =$		$\sigma (12gr) =$
				#DIV/0!		#DIV/0!
1				#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
2				#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
3				#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
4				#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
5				#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
				$\bar{Xave} (22gr) =$		$\sigma (22gr) =$
				#DIV/0!		#DIV/0!
Συνολικά Αποτελέσματα		μάζα νερού (gr)	περίοδος (sec)	σ		

5. Δίνεται στους μαθητές και σε ηλεκτρονική μορφή αρχείο EXCEL ο Πίνακας ΠΕΡΙΟΔΟΣ ΕΚΚΡΕΜΟΥΣ & ΜΑΖΑ (με «ενσωματωμένες» τις συναρτήσεις). Καλούνται να συμπληρώσουν (τα χρωματισμένα πεδία) στους πίνακες ώστε να υπολογίσουν τιμές περιόδου και τα στατιστικά μεγέθη.

δραστηριότητα 5
στατιστική επεξεργασία

εξαγωγή συμπερασμάτων

6. Οι ομάδες ανακοινώνουν τα αποτελέσματά τους. Ο διδάσκων τα καταγράφει. Ακολουθεί συζήτηση επι των αποτελεσμάτων και των όποιων ομοιοτήτων/διαφορών, «στρέφοντας» τους μαθητές προς την επιστημονικά ορθή άποψη. σε μορφή pdf (βλ. Παρατήρηση 4).

Εργασία για το σπίτι:

1) Οι μαθητές καλούνται να γράψουν ένα μικρό κείμενο ερμηνεύοντας και να σχολιάζοντας τα αποτελέσματα των μετρήσεων του ανωτέρω πειράματος.

Αξιολόγηση μετά την Παρέμβαση

Σημαντικός παράγοντας για το τί θα μάθουν οι μαθητές, συναρτάται σημαντικά με το είδος των εργασιών που καλούνται οι μαθητές να διεκπεραιώσουν και να αξιολογηθούν. Σκοπός μας είναι να δοθούν ερωτήσεις και δραστηριότητες προς αξιολόγηση οι οποίες να έχουν νόημα στους ίδιους τους μαθητές και, πέρα από τη γνώση του περιεχομένου, να αξιολογούνται και άλλες δεξιότητες (*39). Για την (ενδιάμεση ή την τελική) αξιολόγηση σε αυτό το γνωστικό πεδίο προτείνεται α) το υλικό από τα Ενδεικτικά Θέματα για τη Φυσική (*40), β) μία πειραματική διάταξη (όπως στη 3^η διδακτική διαδικασία και γ) το εικονικό εργαστήριο.

Το υλικό από τα Ενδεικτικά θέματα για τη Φυσική, «προσανατολίζονται» σε ερωτήσεις κλειστού τύπου. Μέσω ερωτήσεων και σχημάτων μπορεί να αξιολογηθεί τόσο η γνώση του περιεχομένου όσο και των άλλων δεξιοτήτων του μαθητή. (Εξ)ερευνώντας μια γνώση ενεργά, κριτικά και δημιουργικά και συμμετέχοντας στην οικοδόμηση νέων νόημα και γνώσης σε έναν ορισμένο τομέα, οι ερωτήσεις και τα προβλήματα μπορεί να είναι «ανοικτά» σε κατάληξη (*41) ενθαρρύνοντας τους μαθητές να προσεγγίσουν μέσα από τις δικές τους γνώσεις και παραστάσεις τα επιστημονικά ζητούμενα

Πειραματική διάταξη μπορεί να δοθεί και ως εργασία στο σπίτι. Το πείραμα ενισχύει τη μάθηση μέσα από μια «αναδυόμενη» διαδικασία έρευνας η οποία απαντά σε μια (επιστημονική) ερώτηση – σε συνεργασία με συμμαθητές και τη χρήση ψηφιακών τεχνολογιών, εφαρμόζοντας τις αρχές και τις πρακτικές της επιστημονικής έρευνας (*39).

Το εικονικό εργαστήριο «παρέχει» περισσότερους «βαθμούς ελευθερίας». Ο διδάσκων δύναται να παράγει πλείστα σενάρια και παραλλαγές πειραμάτων στα οποία οι μαθητές θα κληθούν να ανταπεξέλθουν – συνήθως υπο την επίβλεψή του. Επί παραδείγματι, το πείραμα με το ροοστάτη/ποτενσιόμετρο και την φωτεινή ένταση του λαμπτήρα, μπορούμε να το «αντικαταστήσουμε» με ένα κύκλωμα εναλλασσόμενης πηγής και ενός λαμπτήρα. Παράλληλα, στο εικονικό εργαστήριο λαμβάνονται τιμές και διαγράμματα με μεγαλύτερη ευκολία.

*39 ΠΑΝ. ΚΟΥΜΑΡΑΣ, "Οδηγός για την πειραματική διδασκαλία της Φυσικής", σελ. 68, Εκδ. Χριστοδουλίδη, ISBN 960-8183-21-9

*40 Δες <http://4myfiles.wordpress.com/2013/04/29/endeiktika-8emata>

*41 από τα σημεία κλειδιά της διερευνητικής μάθησης (IBSME) – βλ. P. LEVY, P. LAMERAS, P. MCKINNEY, N. FORD, PATHWAY, D2.1 The Features of Inquiry Learning: theory, research and practice, Table 1, σελ. 5 , <http://www.pathwayuk.org.uk/what-is-ibse.html>

Παρατηρήσεις

Παρατήρηση #1

Καθώς στις Φυσικές Επιστήμες ενσωματώνονται, πλέον, οι πρακτικές και το λεξιλόγιο της εποικοδομητικής πρακτικής θεωρήθηκε χρήσιμο να δοθεί ο «οδικός χάρτης» της διδακτικής πρότασης με τα βήματα μίας εποικοδομητικής προσέγγισης. Έτσι για τη 1^η διδακτική ώρα έχουμε:

Διαδικασίες		Εποικοδομητικό Μοντέλο Μάθησης					
		προσανατολισμός, ανάδειξη ιδεών	δοκιμασία ιδεών, εστίαση	εισαγωγή επιστημονικής γνώσης	εφαρμογή νέας γνώσης	ανασκόπηση, σύγκριση ιδεών	μεταγνώση
1η Διδακτική ώρα	αναλογία υδρολογικός κύκλος \approx ηλεκτ. ρεύμα, ενεργειακά διαγράμματα	✓					
	"τί είναι ροή;" , "ροή = κίνηση"	✓					
	εντοπισμός, καταγραφή ροών		✓				
	κατάταξη, ταξινόμηση ροών		✓				
	δραστηριότητα #1 (συζευγμένα εκκρεμή -1D)		✓	✓			
	ροή μάζας, φορτίου, ενέργειας			✓			
	επανάληψη					✓	
	δραστηριότητα για το σπίτι ()						✓

για τη 2^η διδακτική ώρα είναι :

Διαδικασίες		Επικοινωνιακό Μοντέλο Μάθησης					
		προσανατολισμός, ανάδειξη ιδεών	δοκιμασία ιδεών, εστίαση	εισαγωγή επιστημονικής γνώσης	εφαρμογή νέας γνώσης	ανασκόπηση, σύγκριση ιδεών	μεταγνώση
2η Διδακτική ώρα	επανάληψη προηγούμενης διδακτ. ώρας	✓					
	δραστηριότητα #2 (συζευγμένα εκκρεμή - 2D ή 3D)	✓	✓				
	"τί είναι κύμα;" , "παρατηρώ κύματα ύλης ή ενέργειας;"	✓	✓				
	δραστηριότητα #3 (κατασκευή διάταξης ταλαντώσεων)		✓				
	αναλογία $\lambda \approx$ ενέργεια			✓	✓		
	κύμα				✓	✓	
	ταλάντωση, διαταραχή			✓			
	δραστηριότητα για το σπίτι ()				✓	✓	✓

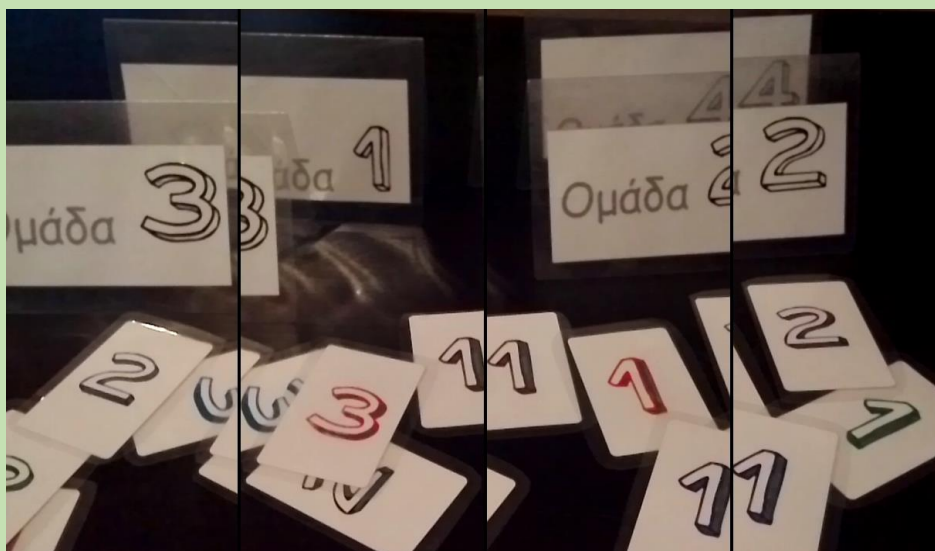
και τέλος για την 3^η διδακτική ώρα έχουμε:

Διαδικασίες		Εποικοδομητικό Μοντέλο Μάθησης					
		προσανατολισμός, ανάδειξη ιδεών	δοκιμασία ιδεών, εστίαση	εισαγωγή επιστημονικής γνώσης	εφαρμογή νέας γνώσης	ανασκόπηση, σύγκριση ιδεών	μεταγνώση
3η Διδακτική ώρα	επανάληψη προηγούμενης διδακτ. ώρας	✓					
	κατασκευή πειραματικής διάταξης	✓					
	μετρήσεις		✓				
	εισαγωγή δεδομένων στον Η/Υ			✓	✓		
	εξαγωγή συμπερασμάτων				✓	✓	
	δραστηριότητα για το σπίτι ()				✓	✓	✓

Παρατήρηση #2

Στα τμήματα στην Ειδική Αγωγή αριθμούν μικρό μαθητικό πληθυσμό (*⁴²) σχηματίζονται μία, δύο ή (σε ειδικές περιπτώσεις) τρεις ομάδες. Οι ομάδες καθορίζονται/χωρίζονται α) λαμβάνοντας υπόψη τις σχέσεις μεταξύ των μαθητών ή β) τυχαία: κατά τη είσοδο των μαθητών ο διδάσκων μοιράζει κάρτες με τους αριθμούς [1], [2] και [3] και οι μαθητές οδηγούνται στο αντίστοιχο τραπέζι όπου βρίσκεται ταμπέλα [Ομάδα 1], [Ομάδα 2], και [Ομάδα 3].

*⁴² ΟΡΓΑΝΩΣΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΜΟΝΑΔΩΝ ΕΙΔΙΚΗΣ ΑΓΩΓΗΣ (ΠΔ 603, ΦΕΚ 117/1982) & Ελάχιστος αριθμός μαθητών ανά τμήμα στις Σ.Μ.Ε.Α. (ΦΕΚ.2105/τ. Β'/30-10-2007)



Παρατήρηση #3

Οι λέξεις «κύμα/κύματα» και ταλάντωση/ταλαντώσεις» χρησιμοποιούνται ευρέως στο καθημερινό μας λεξιλόγιο με μεταφορική ή κυριολεκτική έννοια. Παραδείγματος χάριν, το 'κύμα' των φιλάθλων στο γήπεδο (*⁴³).

Παρατήρηση #4

Στα τέλος κάθε διδακτικής ώρας, τα γραφθέντα στον διαδραστικό πίνακα σώζονται με τη μορφή pdf. Το αρχείο αυτό μπορεί α) να σταλεί στο e-mail της τάξης ή/και β) να «ανέβει» στο διαδίκτυο. Στο διαδίκτυο μπορούν να «ανεβούν» τα πειραματικά αποτελέσματα, οι εκθέσεις και οι παρατηρήσεις των μαθητών καθώς και υλικό από τα πειράματα.

Λαμβάνει χώρα δηλαδή, ανάπτυξη των δεξιοτήτων σε τομείς όπως οι μέθοδοι έρευνας, ο επιστημονικός και πληροφοριακός αλφαριθμητισμός, ο προβληματισμός, η ομαδική εργασία, κ.λπ., με ταυτόχρονη συμμετοχή στην ανταλλαγή των αποτελεσμάτων τόσο με τους συμμαθητές και τη λοιπή μαθητική κοινότητα όσο και το ευρύτερο κοινό (*⁴⁴).

*⁴³ Τ. GAY, *The Physics of Football: Discover the Science of Bone-Crunching Hits, Soaring Field Goals, and Awe-Inspiring*, chapter 9, σελ. 243-257, ISBN-10 0-06-082634-7, it books, 2004

*⁴⁴ από τα σημεία «κλειδιά» της διερευνητικής μάθησης (IBSME) – βλ. P. LEVY, P. LAMERAS, P. MCKINNEY, N. FORD, *PATHWAY, D2.1 The Features of Inquiry Learning: theory, research and practice*, Table 1, σελ. 5 , <http://www.pathwayuk.org.uk/what-is-ibse.html>

Προτάσεις

Πρόταση #1

Η γνώση της επιστήμης συνδέεται αποφασιστικά με όλο το φάσμα του κοινωνικού γίνεσθαι. Η ιστορία (πότε; για ποια χρονολογία μιλάμε; τί γινότανε τότε στην πατρίδα μας;), η γεωγραφία (πώς ήταν τα σύνορα ποιων κρατών), η τέχνη και η μουσική (ποιος συνθέτης είναι σύγχρονος με τα θέματα που εξετάζουμε; ακούμε κάποιο μουσικό κομμάτι (*⁴⁵)) κ.ά., αποτελούν χρήσιμα «εργαλεία» ώστε οι μαθητές να συνδέσουν της επιστήμη με την καθημερινή ζωή, να την «εντάξουν» ως κάτι «ζωντανό» στον πολιτισμό και να «σταθούν» θετικά απέναντί της. Προτείνεται, λοιπόν, και η κατασκευή μιας *Ιστοριογραμμής* όπου, εκτός από επιστημονικές αναφορές, μπορεί να σημειωθεί και να επικολληθεί οτιδήποτε ενδιαφέρει τους μαθητές.

Πρόταση #2

Στο πλαίσιο των πειραμάτων με απλά υλικά προτείνεται και η κατασκευή του εκκρεμές του Foucault καθώς, εκτός του «εντυπωσιακού» του μεγέθους «εμπλέκει» τους μαθητές και με έννοιες/γνώσεις μη αδρανειακών συστημάτων (π.χ. δυνάμεις Coriolis) και προσφέρει μια «χειροπιαστή» απόδειξη του ότι η Γη ...γυρίζει.

Πρόταση #3

Τα παρακάτω παραδείγματα (*⁴⁶) ανήκουν μεν στο διδακτικό περιεχόμενο των ταλαντώσεων, «ξεφεύγουν» από το στενό πλαίσιο της παρούσας εργασίας. Μπορούν όμως να δώσουν εναύσματα και εργασίες με την πρακτική των αναλογιών και των ενεργειακών διαγραμμαμάτων:

- α) γέμισμα δοχείου με υγρό \approx φόρτιση πυκνωτή
- β) άδειασμα δοχείου με υγρό \approx εκφόρτιση πυκνωτή
- γ) θέρμανση σώματος \approx φόρτιση πυκνωτή
- β) απόψυξη θερμού σώματος \approx εκφόρτιση πυκνωτή

*⁴⁵ Ο πατέρας του Galileo Galilei, Vincenzo, όπως και ο αδερφός του, Michelangelo, ήταν μουσικοί. Ακούγοντας τη μουσική, βλέποντας το πορτρέτο και μαθαίνοντας ' ανέκδοτες ιστορίες' οι μαθητές «εξανθρωπίζουν» και «οικειοποιούνται» έναν επιστήμονα, υιοθετώντας θετική στάση απέντι στις επιστήμες.

*⁴⁶ Κ. ΖΑΧΑΡΙΑΔΟΥ, Α. ΣΚΟΥΝΤΟΣ, *Φυσική της ροής & οπτική*, σελ 226-240, ISBN 978-960-6674-63-1, Σύγχρονη Εκδοτική, Αθήνα 2011

Εν κατακλείδι (*47)

Στα πλαίσια ενός δι-ερευνητικού τύπου μάθησης «εφοδιασμένου» με καλές διδακτικές πρακτικές, οι παράγοντες που βοήθησαν στην κατάρτιση καί της παρούσας πρότασης (όσον αφορά στην επιλογή του προς διδασκαλία και μάθηση *περιεχομένου*) είναι οι μαθητές και οι δυσκολίες τους, το προς διδασκαλία αντικείμενο και η δυσκολία που παρουσιάζει ο συγκεκριμένος τρόπος οργάνωσης του περιεχομένου. Ακολουθώντας τα *πειράματα* και οι *δραστηριότητες* σχεδιάστηκαν με τέτοιο τρόπο, ώστε να είναι απλά, κατανοητά, λίγα στον αριθμό, να μη στηρίζονται στις γλωσσικές ικανότητες των μαθητών και να αναφέρονται όλα στις ίδιες θεωρητικές ιδέες. Να μην είναι 'φορτωμένα' με πολλές θεωρητικές απαιτήσεις, αλλά να καταδεικνύουν με απλή γλώσσα την σχέση θεωρίας (μοντέλο) και πειράματος (εμπειρία).

Οι μαθητές συμμετέχουν και εμπλέκονται ενεργά. Η χρήση διαγραμμάτων, Η/Υ, οργανογράμματος, πινάκων, εποπτικού υλικού, η 'βήμα προς βήμα' παρουσίαση της ύλης, η οργάνωση και η παρουσίαση των δραστηριοτήτων, η χρήση φύλλων εργασίας, οι αναλογίες, η ανατροφοδότηση και η επανάληψη των εννοιών και διαδικασιών, που διδάχθηκαν, συντελούν στη διαμόρφωση στρατηγικών μάθησης και στην ανάπτυξη των *μεταγνωστικών στρατηγικών* των διδασκομένων. Η *αξιολόγηση* έχει ως στόχο να εξετάσει το βαθμό εμπέδωσης και εφαρμογής της πειραματικής (ποιοτικής) και της θεωρητικής (μαθηματικής-εννοιολογικής) γνώσης. Χρησιμοποιούνται εναλλακτικοί τρόποι εξέτασης, π.χ. εικόνες, διαγράμματα, ερωτήσεις πολλαπλών επιλογών.

Τέλος, η δι-ερεύνηση θέτει άμεσα τους «*πυλώνες*» του ευρύτερου πλαισίου της ολοκλήρωσης του ατόμου με την ανάπτυξη κριτικού πνεύματος και διάθεσης για ενεργοποίηση και δημιουργία, τόσο σε ατομικό επίπεδο όσο και σε συνεργασία με άλλα άτομα ή ομάδες (*48), στοχεύοντας στην ευαισθητοποίηση σε θέματα ανθρωπίνων δικαιωμάτων, παγκόσμιας ειρήνης και διασφάλισης της ανθρωπίνης αξιοπρέπειας (*49) οικοδομώντας, εν τέλει, έναν πολιτισμό ειρήνης (*50).

*47 Αναλυτικότερη, και με πλήρη βιβλιογραφικά στοιχεία, ανάλυση δες: Νικόλαος Νεράντζης, «Οικοδόμηση των Εννοιών Θερμότητα – Θερμοκρασία», σελ. 6-7, Βόλος, 13 ΜΑΪΟΥ 2006, <http://4myfiles.wordpress.com/2013/09/04/8ermothta-8ermokrasia/>

*48 γενικός σκοπός της εκπαίδευσης, ΔΙΑΘΕΜΑΤΙΚΟ ΕΝΙΑΙΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ ΤΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ, <http://www.pi-schools.gr/programs/depps/>

*49 Γενικές Αρχές της Εκπαίδευσης, σημείο η), ΔΕΠΠΣ-ΑΠΣ Δημοτικού Γυμνασίου, ΦΕΚ 303, 13-03-2003

*50 CULTURE of PEACE, UNESCO, http://www3.unesco.org/iycp/uk/uk_sum_cp.htm και CULTURE of PEACE and NON-VIOLENCE, UNESCO, <http://www.unesco.org/new/en/bureau-of-strategic-planning/themes/culture-of-peace-and-non-violence/>

Επιλεγμένη Βιβλιογραφία

Εκδόσεις στην Ελληνική Γλώσσα

Σ. Βοσνιάδου, **Πώς μαθαίνουν οι μαθητές**, ΔΙΕΘΝΗΣ ΑΚΑΔΗΜΙΑ ΤΗΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ ΔΙΕΘΝΕΣ ΓΡΑΦΕΙΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ ΤΗΣ UNESCO, Ιούνιος 2001, www.ibe.unesco.org

Π. Κουμαράς, "Οδηγός για την πειραματική διδασκαλία της Φυσικής", σελ. **24-27**, Εκδ. Χριστοδουλίδη, ISBN 960-8183-21-9

Ν. Νεράντζης, **«Οικοδόμηση των Εννοιών Θερμότητα – Θερμοκρασία»**, σελ. **6-7**, Βόλος, Μάιος 2006, στο <http://4myfiles.wordpress.com/2013/09/04/8ermothta-8ermokrasia/>

Σ. Παντελιάδου, **Μαθησιακές Δυσκολίες και Εκπαιδευτική Πράξη**, Εκδ.: Ελληνικά Γράμματα στ' έκδοση 2000.

Σ. Παντελιάδου, Α. Πατσιοδήμου, Γ. Μπότσας, (Επιμ.) **Οι Μαθησιακές Δυσκολίες στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση**, Βόλος 2004.

Ν. Παπασταματίου, **Οδηγίες στους καθηγητές δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης για τη χρήση της διερευνητικής μεθόδου και υποστηρικτικό υλικό**, ανάκτηση από <http://www.pi-schools.gr/programs/pathway/index.php?ep=5>, Αθήνα 2011

Γ. Περδίκης, **Οι Αναλογίες στη Μάθηση και τη Διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών**, ISBN 960-631-539-8 Θεσσαλονίκη 2006

Χ. Ραγιαδάκος, **Βασικά χαρακτηριστικά της Διερευνητικής Μεθόδου στη μάθηση και τη διδασκαλία**, Αθήνα 2011, ανάκτηση από την ιστοσελίδα <http://www.pi-schools.gr/programs/pathway/index.php?ep=5>,

ΦΥΣΙΚΗ Β΄ & Γ΄ Γυμνασίου, Παιδαγωγικό Ινστιτούτο

Κ. Ζαχαριάδου, Α. Σκούντος, **ΦΥΣΙΚΗ ΤΗΣ ΡΟΗΣ και ΟΠΤΙΚΗ**, ISBN 978-960-6674-63-1, Σύγχρονη Εκδοτική, Αθήνα 2011

Εκδόσεις στην Αγγλική Γλώσσα

P.J. Aubusson, A.G. Harrison, S.M. Ritchie (Editors) **Metaphor and Analogy in Science Education**, ISBN 978-1-4020-3829-7 Springer 2006

L. Gunther, **The Physics of Music and Color**, ISBN 978-1-4614-0556-6, Springer 2012

P. Levy, P. Lameris, P. McKinney, N. Ford, **PATHWAY, D2.1 The Features of Inquiry Learning: theory, research and practice**, <http://www.pathwayuk.org.uk/what-is-ibse.html>

Eduardo de Campos Valadares , « **Physics , Fun and Beyond** » , Pearson education Inc., ISBN 0-13-185673-1.

Walberg, S.J. Paik, **Effective educational practices**, μετάφραση: Dr. D. Mauros Koufis, INTERNATIONAL ACADEMY OF EDUCATION, INTERNATIONAL BUREAU OF EDUCATION – IBE, UNESCO, EDUCATIONAL PRACTICES SERIES – No 3, 2000, www.ibe.unesco.org

H.D Young, R.A Freedman, **UNIVERSITY PHYSICS**, 11th (International) Edition, Addison-Wesley, ISBN 0-8053-8684-X

A. Zohar, Y.J. Dori (Ed.), **Metacognition in Science Education**, ISBN 978-94-007-2131-9, Springer 2012

Παρατήματα

Παράρτημα Α

Τα τρία (3) Φύλλα Εργασίας που ακολουθούν παρουσιάζονται με λιτότητα ώστε ο διδάσκων να μπορεί να τα τροποποιεί, να τα προσαρμόζει και να τα εξατομικεύει για την επίτευξη του καλύτερο διδακτικού αποτελέσματος.

Ως πλαγιότιτλοι φαίνονται τα βήματα της διερευνητικής μεθόδου.

1^ο ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ ΜΑΘΗΤΩΝ ΓΙΑ ΔΙΕΞΑΓΩΓΗ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗΣ

Τμήμα , Ημερομηνία

Ομάδα

Έρευνα



Στόχοι

Να αναγνωρίσεις και να ονοματίσεις ροές σε διάφορα φαινόμενα (Γνω)

Να υιοθετήσεις την άποψη ότι υπάρχει ροή μάζας, φορτίου και ενέργειας (Συν)

Να κατασκευάσεις πίνακα όπου θα κατατάξεις και να ομαδοποιήσεις ροές με ορισμένα κριτήρια (Ψυχ, Γνω)

Να συγκρίνεις τις ροές με ορισμένα κριτήρια (Γνω)

Να περιγράψεις φαινόμενα ροών (Γνω)

Να υιοθετήσεις τη γενικότητα της έννοιας της ροής (Συν)

Να υιοθετήσεις ότι το φώς και ο ήχος αποτελούν ροές ενέργειας (Συν)

Να συμπληρώσεις τη σχέση στο ανάλογο (Ψυχ)

Να ελέγξεις την επιστημονική ορθότητα της εργασίας σου (Ψυχ)

Να ελέγξεις την ατομική & ομαδική σου εργασία (Ψυχ)

Να ελέγξεις τον τρόπο που σκέφτεσαι και μαθαίνεις (Ψυχ)

Να αναγνωρίσεις φαινόμενα ροών στην καθημερινότητα (Γνω)

Σχεδίαση της έρευνας

- Τι πρόκειται να ερευνήσω; Την έννοια της ροής
- Ποια είναι η άποψη μου; Τι είναι ροή; Ροή = Κίνηση;
- Γιατί το πιστεύω αυτό;

.....

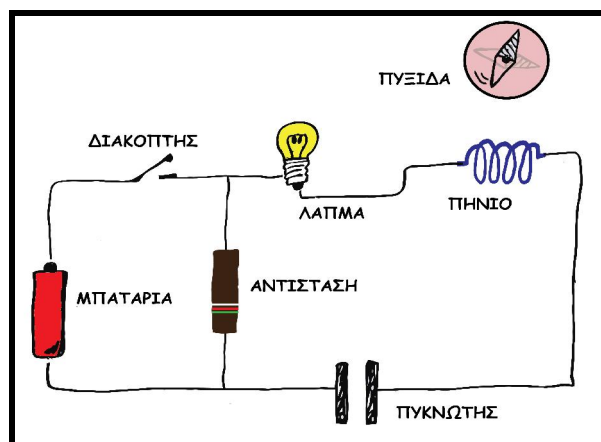
.....

.....

- Τι θα κάνω για να το ερευνήσω;

A. Εξετάζω διάφορα φαινόμενα και «ανακαλύπτω» ροές

κύκλος του νερού \approx ηλεκτρικό κύκλωμα



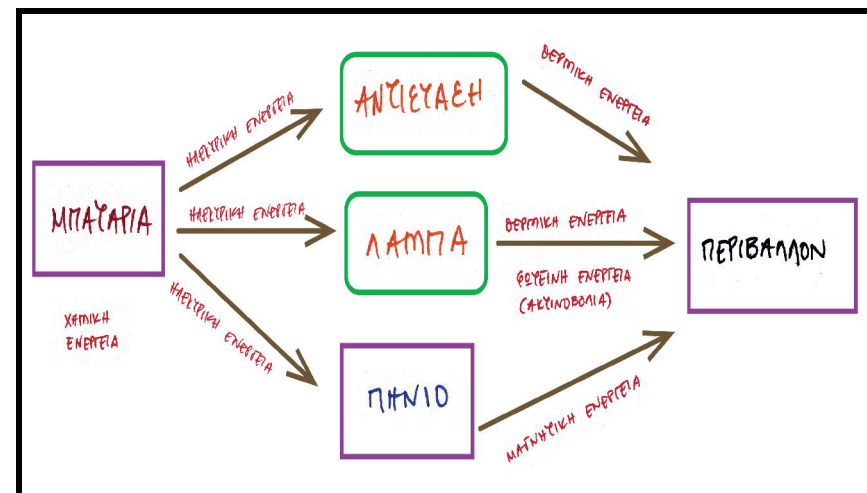
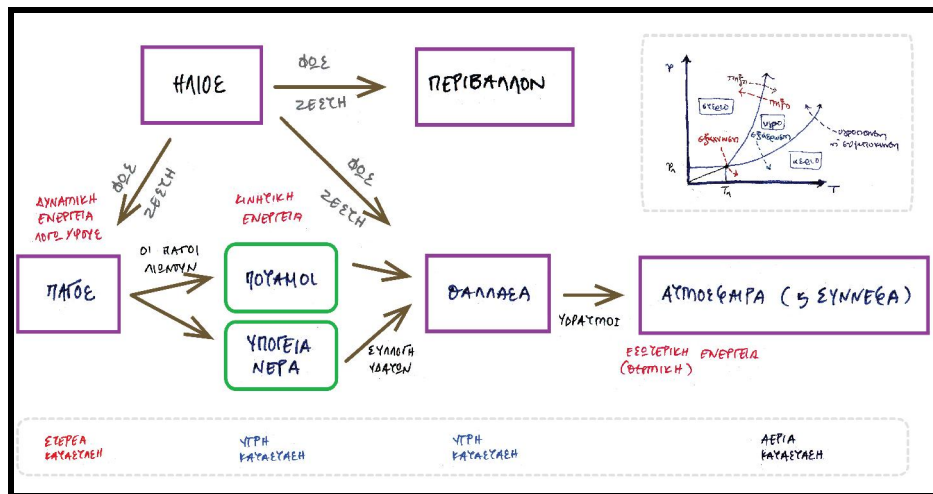
Εκπαίδευση Προϋπάρχουσας Γνώσης

Εμπλοκή / Ενασχόληση

τομέας ΒΑΣΗ	ΣΧΕΣΕΙΣ	τομέας ΣΤΟΧΟΣ
νερό		φόρτια (e-)
κυλάει	ροή	ηλεκτρικό ρεύμα
λόγω ύψους, λόγω πίεσης	διαφορά δυναμικού	διαφορά δυναμικού (τάση)
σιωλίνες	μεταφορά	καλοί αγωγοί
βάνες	έναρξη, τερματισμός ροής	διακόπτες
φράγμα	αποθήκη	μπαταρίες, πυκνωτές
μύλος, υδροηλεκτρικό εργοστάσιο	μετατροπή	πηνίο , αντίσταση, λάμπα

Β. Εξετάζω ενεργειακά διαγράμματα και «ανακαλύπτω» ροές

Εμπλοκή / Ενασχόληση



Γ. Πείραμα με απλά υλικά (δες παρακάτω)

Εμπλοκή / Ενασχόληση

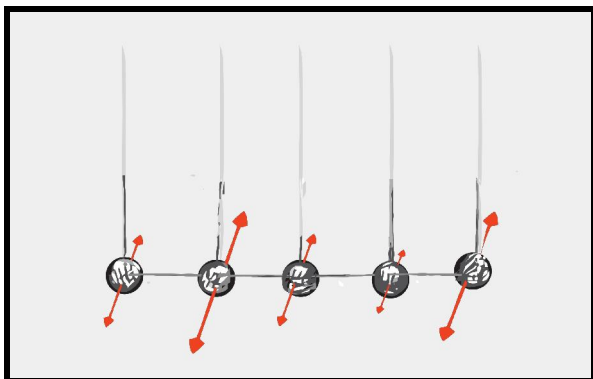
- Τι αλλάζω; **A.** Τα φαινόμενα, **B.** Τα ενεργειακά διαγράμματα

Τι κρατώ ίδιο; **Γ.** Την πειραματική διάταξη

Τι ελέγχω; **A. B. Γ.** Τις ροές

- Τι υλικά θα χρειαστώ; Εικόνες, χρώματα, απλά υλικά (παρέχονται από τον διδάσκοντα)

- Ποιο πείραμα, ποια δραστηριότητα προτείνω; μπαλάκια από φελιζόλ ή μπαλάκια του πινγκ-πονγκ είτε ακόμη και μπαλόνια ενωμένα με ελαφρύ νήμα (π.χ. πετονιά) είναι ενωμένα «γραμμικά» και στηρίζονται από «ψηλά» :



Πραγματοποίηση της έρευνας

- Τι κάνω; **A. B.** Ζωγραφίζω (προσδιορίζω/βλέπω/κατανοώ ροές). Χρησιμοποιώ διαφορετικό χρώμα για κάθε ροή. **Γ.** Παρατηρώ και περιγράφω κινήσεις 'συζευγμένων εκκρεμών'
- Μετρήσεις/Παρατηρήσεις/Καταγραφές **A. B.** Χωρίζω, καταγράφω και κατατάσσω τις ροές (Πίνακας ΚΑΤΑΓΡΑΦΗΣ ΡΟΩΝ) . **Γ.** Παρατηρώ και περιγράφω κινήσεις 'συζευγμένων εκκρεμών'

Εμπλοκή / Ενασχόληση

Επεξεργασία

Πίνακας ΚΑΤΑΓΡΑΦΗΣ ΡΟΩΝ

α/α		τί ρέει;	πώς είναι η ροή; (συνεχής, κλειστή-βρόχος, ...)	η ροή μετατρέπεται; (αλλάζει)	η ροή αποθηκεύεται; (και πού;)	παρατηρήσεις

Επεξεργασία

Πως συμπεριφέρονται τα σώματα στα εκκρεμή; Βλέπω ομοιότητες και διαφορές μεταξύ των σωμάτων;

.....

.....

Διαπιστώσεις – Συμπληρώσεις

- Τι διαπίστωσα από την έρευνα που έκανα;

.....

.....

.....

.....

.....

Επεξεργασία

- Αυτό/ά που διαπίστωσα ήταν αυτό/ά που περίμενα; Ναι ή Όχι; Γιατί;

.....

.....

.....

.....

.....

Αξιολόγηση

Αξιολόγηση - Μεταγνώση

- Τι μου άρεσε σε αυτή την έρευνα;

- Τι ήταν δύσκολο για μένα σε αυτή την έρευνα;

- Πως δούλεψα;

Αξιολόγηση

- Είμαι ικανοποιημένος από την επίδοσή μου;

.....

.....

.....

Αξιολόγηση

- Είμαι ικανοποιημένος από την επίδοση της ομάδας μου;

.....

.....

.....

Εργασία για το σπίτι

- 1) Να συμπληρώσουν το «τελευταίο» μέρος Αξιολόγηση-Μεταγνώση από το 1^ο Φύλλο Εργασίας .
- 2) Με θέμα τη ροή να συλλέξεις υλικό από βιβλία, περιοδικά ή το διαδίκτυο, να εντοπίσεις ροές και κυματικές συμπεριφορές και να καταγράψεις απόψεις & απορίες.

"Ο χώρος και ο χρόνος δεν είναι συνθήκες-όροι στους οποίους ζούμε, αλλά τρόποι με τους οποίους σκεφτόμαστε."

Albert Einstein

2^ο ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ ΜΑΘΗΤΩΝ ΓΙΑ ΔΙΕΞΑΓΩΓΗ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗΣ

Τμήμα , Ημερομηνία

Ομάδα

.....

Έρευνα



Στόχοι

Να κατασκευάσεις πειραματική διάταξη σύμφωνα με τις οδηγίες του διδάσκοντα (Ψυχ)

Να περιγράψεις φαινόμενα ταλάντωσης (Γνω)

Να προσδιορίσεις ομοιότητες και διαφορές σε φαινόμενα ταλάντωσης (Γνω)

Να αναγνωρίσεις κυματικά φαινόμενα (Γνω)

Να κατασκευάσεις πίνακα όπου θα κατατάξεις και να ομαδοποιήσεις κυματικά φαινόμενα με ορισμένα κριτήρια (Ψυχ, Γνω)

Να υιοθετήσεις τη διάκριση ανάμεσα στα μηχανικά και ηλεκτρομαγνητικά κύματα, όσον αφορά στο μέσο μεταφοράς (Συν)

Να συμπληρώσεις τη σχέση στο ανάλογο (Ψυχ)

Να ελέγξεις την επιστημονική ορθότητα της εργασίας σου (Ψυχ)

Να ελέγξεις την ατομική & ομαδική σου εργασία (Ψυχ)

Να ελέγξεις τον τρόπο που σκέφτεσαι και μαθαίνεις (Ψυχ)

Να υιοθετήσεις την ορθή επιστημονική άποψη για τα κύματα (Συν)

Να εφαρμόσεις τη γνώση που κατέκτησες σε καταστάσεις της καθημερινής ζωής (Συν)

Σχεδίαση της έρευνας

- Τι πρόκειται να ερευνήσω; Την έννοια του κύματος

Εκμείευση Προϋπάρχουσας Γνώσης

- Ποια είναι η άποψη μου; Τι είναι κύμα;

Παρατηρώ κύματα ύλης ή κύματα ενέργειας;

- Γιατί το πιστεύω αυτό;

.....

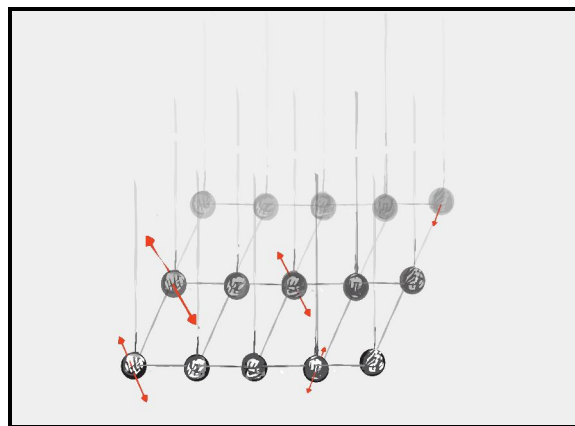
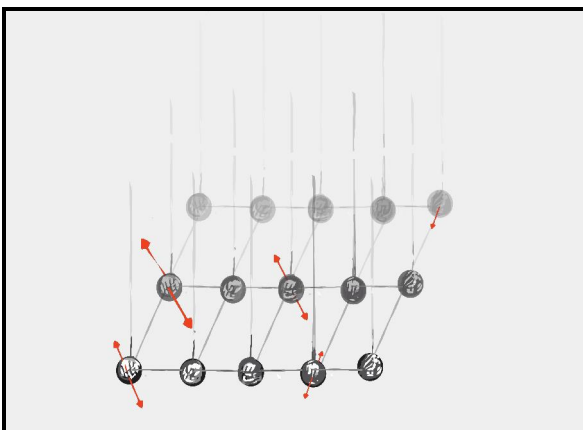
.....

.....

- Τι θα κάνω για να το ερευνήσω;

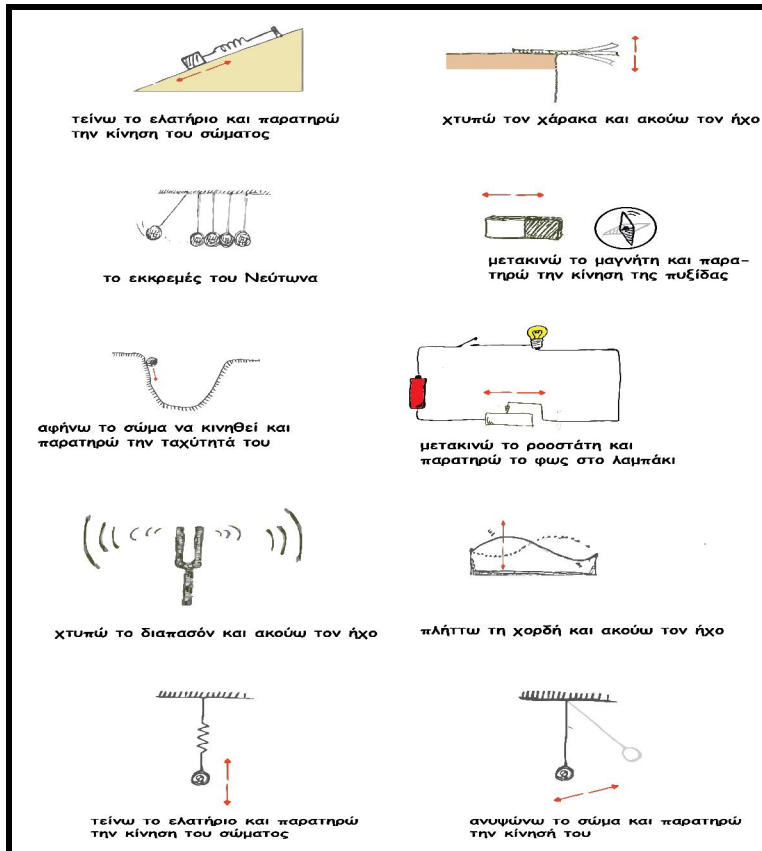
A. Εξετάζω και «ανακαλύπτω» κύματα στις παρακάτω διατάξεις

Εμπλοκή / Ενασχόληση



Β. Εξετάζω και «ανακαλύπτω» κύματα στις διατάξεις που υλοποιώ

Εμπλοκή / Ενασχόληση



Εμπλοκή / Ενασχόληση

Γ. Εξετάζω και «ανακαλύπτω» σχέσεις στην αναλογία ύλη \approx ενέργεια

- Τι αλλάζω; **A.** 2D/3D

Τι κρατώ ίδιο;

Τι ελέγχω; **A. B.** Αναζητώ κύματα ύλης ή/και ενέργειας

Εμπλοκή / Ενασχόληση

- Τι υλικά θα χρειαστώ; απλά υλικά (παρέχονται από τον διδάσκοντα)

- Ποιο πείραμα, ποια δραστηριότητα προτείνω; Τις διατάξεις του **B.** (βλ. προηγούμενη σελίδα)

Πραγματοποίηση της έρευνας

- Τι κάνω; **A.** Ανακαλύπτω τρόπους ώστε να κινηθεί το πλέγμα **B.** Αναγνωρίζω κυματικά φαινόμενα στον πίνακα «ΚΑΤΑΓΡΑΦΗΣ ΚΥΜΑΤΩΝ».. **Γ.** Αναζητώ σχέσεις στην αναλογία

Εμπλοκή / Ενασχόληση

- Μετρήσεις/Παρατηρήσεις/Καταγραφές **A. B.** Καταγράφω και να σχολιάζω κυματικά φαινόμενα στον πίνακα «ΚΑΤΑΓΡΑΦΗΣ ΚΥΜΑΤΩΝ».. **Γ.** Καταγράφω σχέσεις (ομοιότητες διαφορές) στον πίνακα της αναλογίας

Επεξεργασία

Πίνακας ΚΑΤΑΓΡΑΦΗΣ ΚΥΜΑΤΩΝ

α/α	τί ...κυματίζει;	παρατηρήσεις

Επεξεργασία

Πως συμπεριφέρονται αυτά που... κυματίζουν; Βλέπω ομοιότητες και διαφορές μεταξύ των διαφόρων τύπων κυμάτων;

.....

.....

Αναλογία ύλη \approx ενέργεια

τομέας ΒΑΣΗ	ΣΧΕΣΕΙΣ	τομέας ΣΤΟΧΟΣ
ύλη		ενέργεια
μετακίνηση	ροή	κύμα
λόγω ύψους, δύναμης, ...	διαφορά δυναμικού	διαφορά δυναμικού
μέσο (μάζα)	μεταφορά	κενό & μάζα
	μετατροπή	
	αποθήκευση	
ήχοι	ταλάντωση	ακτινοβολία

Επεξεργασία

Διαπιστώσεις – Συμπληρώσεις

- Τι διαπίστωσα από την έρευνα που έκανα;

.....

.....

.....

.....

.....

Επεξεργασία

- Αυτό/ά που διαπίστωσα ήταν αυτό/ά που περίμενα; Ναι ή Όχι; Γιατί;

.....

.....

.....

.....

.....

Αξιολόγηση

Αξιολόγηση - Μεταγνώση

- Τι μου άρεσε σε αυτή την έρευνα;

- Τι ήταν δύσκολο για μένα σε αυτή την έρευνα;

- Πως δούλεψα;

Αξιολόγηση

- Είμαι ικανοποιημένος από την επίδοσή μου;

.....

.....

.....

Αξιολόγηση

- Είμαι ικανοποιημένος από την επίδοση της ομάδας μου;

.....

.....

.....

Εργασία για το σπίτι

- 1) Να συμπληρώσεις το «τελευταίο» μέρος Αξιολόγηση-Μεταγνώση από το 2^ο Φύλλο Εργασίας .
- 2) Να ερευνήσεις (σε πηγές όπως βιβλία, περιοδικά ή το διαδίκτυο) και για άλλες χρήσεις της λέξης «κύμα» ή/και «ταλάντωση» και να εκφράσεις απόψεις & απορίες.
- 3) Να καταστρώσεις το ενεργειακό διάγραμμα της διάταξης που υλοποίησες.

Επέκταση

"Βαρύτητα λέμε το χέρι τ' ουρανού που επιστρέφει τους
αλεξιπτωτιστές."

Μιχάλης Γκανάς

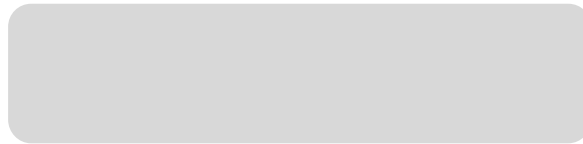
3^ο ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ ΜΑΘΗΤΩΝ ΓΙΑ ΔΙΕΞΑΓΩΓΗ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗΣ

Τμήμα , Ημερομηνία

Ομάδα

.....

Έρευνα



Στόχοι

- Να κατασκευάσεις πειραματική διάταξη σύμφωνα με τις οδηγίες του διδάσκοντα (Ψυχ)
- Να λάβεις μετρήσεις χρόνου, αλλάζοντας τα δεδομένα, στην πειραματική διάταξη που υλοποίησες (Ψυχ)
- Να κατασκευάσεις πίνακα τιμών (Ψυχ)
- Να εισάγεις τον πίνακα τιμών στον Η/Υ (Ψυχ)
- Να σχολιάσεις τα επιστημονικά αποτελέσματα που προέκυψαν από τις μετρήσεις (Ψυχ)
- Να ελέγξεις την επιστημονική ορθότητα της εργασίας σου (Ψυχ)
- Να ελέγξεις την ατομική & ομαδική σου εργασία (Ψυχ)
- Να ελέγξεις τον τρόπο που σκέφτεσαι και μαθαίνεις (Ψυχ)
- Να υιοθετήσεις την ορθή επιστημονική άποψη για τα κύματα (Συν)
- Να εφαρμόσεις τη γνώση που κατέκτησες σε καταστάσεις της καθημερινής ζωής (Συν)

Σχεδίαση της έρευνας

- Τι πρόκειται να ερευνήσω; Τη σχέση της περιόδου ενός εκκρεμούς συναρτήσει της μάζας του

Εμπλοκή / Ενασχόληση

- Ποια είναι η άποψη μου; Εξαρτάται η περίοδος του εκκρεμούς από τη μάζα του; Ναι ή Όχι και Γιατί;

- Γιατί το πιστεύω αυτό;

.....
.....

- Τι θα κάνω για να το ερευνήσω;

A. Κατασκευάζω ένα εκκρεμές και παίρνω μετρήσεις χρόνου καθώς αλλάζω την μάζα του

B. Εισάγω τα δεδομένα μου στον Η/Υ και εξάγω στατιστικά συμπεράσματα

Εμπλοκή / Ενασχόληση

- Τι αλλάζω; **A.** Τη μάζα του εκκρεμούς

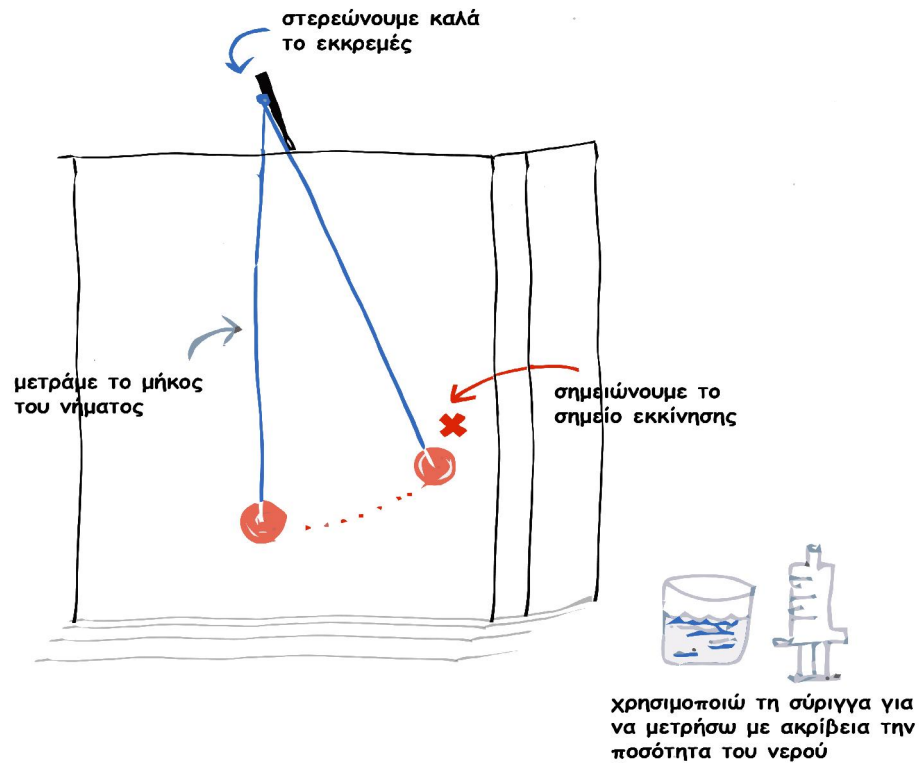
Τι κρατώ ίδιο; **A.** Το μήκος του εκκρεμούς και το σημείο εκκίνησης

Τι ελέγχω; **A.** Την περίοδο του εκκρεμούς. **B.** Τα στατιστικά συμπεράσματα

- Τι υλικά θα χρειαστώ; απλά υλικά, Η/Υ και αρχείο EXCEL (παρέχονται από τον διδάσκοντα),

Εμπλοκή / Ενασχόληση

- Ποιο πείραμα, ποια δραστηριότητα προτείνω; Οι μετρήσεις μπορούν να επαναληφθούν είτε με την ίδια διάταξη είτε με διαφορετική



Πραγματοποίηση της έρευνας

(Α.)

- Τι κάνω; **Α.** Αλλάζω τη μάζα του εκκρεμούς

Επεξεργασία

- Μετρήσεις/Παρατηρήσεις/Καταγραφές **Α.** Χρονομετρώ το εκκρεμές μου και συμπληρώνω τον παρακάτω Πίνακα

ΠΕΡΙΟΔΟΣ ΕΚΚΡΕΜΟΥΣ & ΜΑΖΑ						
α/α	χρόνος (sec)	αριθμός ταλαντώσεων	μάζα νερού	$X_i = \text{περίοδος (sec)}$	$(X_i - X_{ave})$	$(X_i - X_{ave})^2$
1				#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
2				#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
3				#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
4				#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
5				#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
				$X_{ave} (4gr) =$		$\sigma (4gr) =$
				#DIV/0!		#DIV/0!
1				#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
2				#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
3				#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
4				#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
5				#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
				$X_{ave} (12gr) =$		$\sigma (12gr) =$
				#DIV/0!		#DIV/0!
1				#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
2				#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
3				#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
4				#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
5				#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
				$X_{ave} (22gr) =$		$\sigma (22gr) =$
				#DIV/0!		#DIV/0!

Συνολικά Αποτελέσματα	μάζα νερού (gr)	περίοδος (sec)	σ

Πως συμπεριφέρεται το εκκρεμές καθώς αλλάζω τη μάζα του ;

.....

.....

.....

Επεξεργασία

(B.)

- Τι κάνω; **B.** Εισάγω τις μετρήσεις μου στο ηλεκτρονικό αρχείο EXCEL.
- Μετρήσεις/Παρατηρήσεις/Καταγραφές **B.** Σχολιάζω τα στατιστικά συμπεράσματα

Επεξεργασία

Τί στατιστικά συμπεράσματα έχω ;

.....

.....

.....

Διαπιστώσεις – Συμπληρώσεις

- Τι διαπίστωσα από την έρευνα που έκανα;

.....

.....

.....

.....

.....

Επεξεργασία

- Αυτό/ά που διαπίστωσα ήταν αυτό/ά που περίμενα; Ναι ή Όχι; Γιατί;

.....

.....

.....

.....

.....

Αξιολόγηση

Αξιολόγηση - Μεταγνώση

- Τι μου άρεσε σε αυτή την έρευνα;

Αξιολόγηση

- Τι ήταν δύσκολο για μένα σε αυτή την έρευνα;

- Πως δούλεψα;

- Είμαι ικανοποιημένος από την επίδοσή μου;

.....

.....

.....

Αξιολόγηση

- Είμαι ικανοποιημένος από την επίδοση της ομάδας μου;

.....

.....

.....

Εργασία για το σπίτι

- 1) Γράψε ένα μικρό κείμενο ερμηνεύοντας και να σχολιάζοντας τα αποτελέσματα των μετρήσεων του ανωτέρω πειράματος.

Παράρτημα Β

Στον ακόλουθο πίνακα φαίνεται μία ‘πρώτη επιλογή’ από τις δραστηριότητες στο «εμπλουτισμένο» ΔΕΠΣ-ΑΠΣ, οι οποίες μπορούν να ενταχθούν στην παρούσα διδακτική πρόταση. Θεματικά «ανήκουν» στη 2^η διδακτική ώρα, μπορούν όμως – είτε ως πρόκληση ενδιαφέροντος και προκαταβολικοί οργανωτές είτε ως εργασία για το σπίτι – να ενταχθούν σε οποιοδήποτε σημείο της παρέμβασης – κάτι το οποίο συστήνεται. Επί παραδείγματι, στη 2^η διδακτική ώρα ως εργασία για το σπίτι έχει δοθεί η αναζήτηση και άλλων «καθημερινών» χρήσεων των λέξεων *κύμα* / *ταλάντωση*. Χρήσιμες (και προτεινόμενες) πηγές θα αποτελέσουν και τα βίντεο της Εκπαιδευτικής Τηλεόρασης ‘Δονήσεις’ και ‘Κύματα’. Επίσης, στο βήμα 4., αντί να υλοποιηθούν πειραματικές διατάξεις από τους μαθητές μπορούν να δειχθούν τα gif animations (^{*51}) ‘ατμομηχανή’, ‘δύχρονος κινητήρας’, επίσης οι εφαρμογές του Selias ‘εγκάρσια και διαμήκη κύματα’ και του Flash Animation for Physics ‘Φυσική της μουσικής’.

Τέλος, το λογισμικό *Interactive Physics* (<http://e-yliko.gr/Lists/List40/DispForm.aspx?ID=4>) χαρακτηρίζεται ως λογισμικό διερευνητικού χαρακτήρα Interactive Physics είναι ένα «ανοιχτό» περιβάλλον μάθησης και ένα πλήρες εργαστήριο που προσομοιώνει τις βασικές αρχές της Κλασσικής Μηχανικής του Νεύτωνα. Υπάρχουν διαθέσιμα ελατήρια, σχοινιά, αποσβεστήρες, μετρητές και μια ποικιλία άλλων σχηματικών αντικειμένων. Κάνοντας κλικ στην Εκτέλεση, η προσομοίωση τίθεται σε κίνηση. Η ισχυρή μηχανή προσομοίωσης του Interactive Physics ορίζει πώς θα κινηθούν τα αντικείμενα και παρουσιάζει μια πολύ ρεαλιστική κίνηση. Οι μαθητές μπορούν να κάνουν προβλέψεις, να εκτελούν προσομοιώσεις και να βλέπουν άμεσα τα αποτελέσματα. Επίσης, το Interactive Physics διαθέτει ένα ενσωματωμένο σύστημα προγραμματισμού (scripting) που επεκτείνει τις δυνατότητές του και πλήθως διαθέσιμων διαδικτυακών ‘πηγών’ διάφορων προσομοιώσεων (^{*52}).


^{*51} πολύ χρήσιμα gif animations βρίσκονται και στην ιστοσελίδα <http://en.wikipedia.org/wiki/Wave>

^{*52} όπως παραδείγματος χάριν στο www.design-simulation.com

ΕΝΟΤΗΤΑ 2: Ταλαντώσεις - Κύματα


Εκπαιδευτικό υλικό⁵:
πειράματα/προσομοιώσεις

1. Φυσική Γ Γυμνασίου⁵
Δραστηριότητες που περιγράφονται στις λεζάντες των Εικόνων 4.1 & 4.6, σελ. 89/91: Περιοδική κίνηση-ταλάντωση

2. Royal mechanical > Steam engine in action: 
Παλινδρομική κίνηση
εμβόλου [ατμομηχανής](#) (gif animation)


3. **Royal mechanical** > Two strokes cylinder:
Παλινδρομική κίνηση ✓
εμβόλου δίχροου
κινητήρα (gif animation)

4. Ψηφιακό Σχολείο >
Φυσική Γ Γυμνασίου>
Υποστηρικτικό Υλικό> [Φως](#)
(εκπ. λογισμικό)> fws_gym
>shadow> shadow
simulation>
sun_earth_lunar.exe>
επιλογή: Κίνηση Γης –
Σελήνης γύρω από τον Ήλιο

5.  Δονήσεις (video)
Επιλογή: 00:40-01:45
Περιοδικές κινήσεις ✓

1.Εργαστηριακή άσκηση*
8: Ταλάντωση ελατηρίου

2. Selias >Φυσική>
Ταλαντώσεις και κύματα>
Ταλάντωση σε κατακόρυφο επίπεδο> επιλογές: $m=1\text{ kg}$,
τριβές μηδενικές

3.  [Δονήσεις](#) (video)
Επιλογή: 03:50-07:15
Ταλάντωση και μεγέθη που τη χαρακτηρίζουν

1.Εργαστηριακή άσκηση*
7: Πειραματικός έλεγχος των νόμων του απλού εκκρεμούς

2. Selias >Φυσική>
Ταλαντώσεις και κύματα>
Ταλάντωση εκκρεμούς


3. Java Applets on Physics>
επιλογή γλώσσας:
ελληνικά> [Μαθηματικό](#)
εκκρεμές


1. [YouTube](#) [Newton's cradle:](#)
Εκκρεμές του Νεύτωνα
(video)

2. PhET> επιλογή γλώσσας:
ελληνικά> Παίξτε με τις
προσομοιώσεις>Φυσική>
Ήχος & Κύματα> Wave-on-
a-string > επιλογή: χειρο-
κίνητο, χαλαρή άκρη (...)

1. Φυσική γ γυμνασίου,
Δραστηριότητες που
περιγράφονται στη λεζάντα
της Εικόνας 5.2 σελ. 98: Το
κύμα μεταφέρει ενέργεια


2. PhET> επιλογή γλώσσας:
ελληνικά> **Παίξτε με τις
προσομοιώσεις** >Φυσική>
Ήχος & Κύματα> Wave-on-
a-string > επιλογή:
χειροκίνητο, χαλαρή άκρη
(...)

3.  Κύματα (video)
Επιλογή: 03:08-05:43
Μηχανισμός διάδοσης
κύματος


4.  Κύματα (video)
Επιλογή: 00:40-03:05
Δημιουργία κύματος-
Τσουνάμι ✓

1. Φυσική Γ Γυμνασίου[§],
Δραστηριότητα σελ. 101:
Δημιουργία εγκαρσίων και
στάσιμων κυμάτων

2. Selias >Φυσική>
Ταλαντώσεις και κύματα>
Εγκάρσια και διαμήκη
κύματα ✓

3.  [Κύματα](#) (video)
Επιλογή: 05:44-06:42
Εγκάρσια και διαμήκη κύματα

1.Εργαστηριακή άσκηση*
9: Μελέτη κυμάτων

2.  [Κύματα](#) (video)
Επιλογή: 06:44-08:12
Ανάκλαση και διάθλαση
κύματος

1. Φυσική γ γυμνασίου,
Δραστηριότητα σελ. 102:
Ταχύτητα διάδοσης
κύματος

1. . Φυσική Γ Γυμνασίου
Δραστηριότητα σελ. 104:
Παραγωγή ήχου

2. PhET> επιλογή γλώσσας:
ελληνικά> **Παίξτε με τις
προσομοιώσεις** >Φυσική>
Ήχος & Κύματα> Ηχητικά
κύματα> επιλογή:
Ακούγοντας μια πηγή (...)

1. Flash Animations for Physics > Φυσική της μουσικής (στην αγγλική) ✓

Παράρτημα Γ

Κατ' αρχήν παραθέτουμε τους τίτλους ειδικού & προσβάσιμου εκπαιδευτικού λογισμικού που προμηθεύτηκε το Παιδαγωγικό Ινστιτούτο στο πλαίσιο του έργου «δράσεις υποστήριξης μαθητών ΑΜΕΑ» το οποίο μπορεί κατά περίπτωση να ενταχθεί στη διδακτική διαδικασία των Φυσικών Επιστημών (βλ. http://www.pi-schools.gr/special_education_new/html/gr/8emata/ekp_yliko/gr_logismika/gr_logismika.htm)

ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ ΓΙΑ ΣΧΟΛΙΚΕΣ ΜΟΝΑΔΕΣ ΕΙΔΙΚΗΣ ΑΓΩΓΗΣ & ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ

α/α	Ειδική εκπαιδευτική ανάγκη	Τίτλος Λογισμικού
1	Μέτρια και Ελαφριά Νοητική Καθυστέρηση	Ακτίνες
2	Βαριά Νοητική Καθυστέρηση	Το σπίτι και το σχολείο μου
3	Προβλήματα Ακοής	Μαθαίνω με νοήματα
4	Αυτισμός	ΕΚΤΟ!ΝΟΥΣ: Leaps and Bound switch
5	Μέτρια και Ελαφριά Νοητική Καθυστέρηση	Βαριά και ελαφριά νοητική καθυστέρηση
6	Κινητικές αναπηρίες	Εκπαιδευτικό λογισμικό για μαθητές με κινητικές αναπηρίες

ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ ΓΙΑ ΣΧΟΛΕΙΑ ΜΕ ΤΜΗΜΑΤΑ ΕΝΤΑΞΗΣ

α/α	Γνωστικό αντικείμενο	Τάξεις	Βαθμίδα	Ειδική εκπαιδευτική ανάγκη	Τίτλος Λογισμικού
1	Φυσικά	Ε-ΣΤ	Δημοτικό	Κινητικά Προβλήματα	Φυσικά Ε – ΣΤ Δημοτικού
2	Φυσικά	Ε-ΣΤ	Δημοτικό	Προβλήματα Ακοής	Ταξίδι στη φύση με νόημα
3	Φυσικά	Ε-ΣΤ	Δημοτικό	Προβλήματα Όρασης	Starlight
4	Φυσική	Β-Γ	Γυμνάσιο	Προβλήματα Όρασης	Starlight Φυσική Β-Γ Γυμνασίου

Ακολουθούν ο Πίνακας με τα λογισμικά και τις προσομοιώσεις, που προτείνονται στο «εμπλουτισμένο» ΔΕΠΠΣ-ΑΠΣ, σημειώνοντας ποια μπορούν να χρησιμοποιηθούν στην παρούσα διδακτική πρόταση (Ν. ΠΑΠΑΣΤΑΜΑΤΙΟΥ, *Οδηγίες στους καθηγητές δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης για τη χρήση της διερευνητικής μεθόδου και υποστηρικτικό υλικό*, σελ. 34, <http://www.pi-schools.gr/programs/pathway/index.php?ep=5>, Αθήνα 2011)

Λογισμικό	Κατηγορία λογισμικού	Περιεχόμενο
Φυσική β'-γ' Γυμνασίου	Λογισμικό πολυμεσικών εφαρμογών και παραμετρικών προσομοιώσεων. Συνοδευτικό των βιβλίων Φυσικής Γυμνασίου.	Θερμότητα Ηλεκτρισμός Πυρηνική
ΜΕΤΑβιβλίο	Ηλεκτρονικό βιβλίο (e-book) με πολύμεσικές εφαρμογές και εικονικά εργαστήρια. Φύλλα εργασίας κλασικού εργαστηρίου.	Εισαγωγή Θερμότητα Οπτική
Μ.Α.Θ.Η.Μ.Α.	Λογισμικό πολυμεσικών εφαρμογών και εικονικών εργαστηρίων.	Μηχανική Θερμότητα Ηλεκτρισμός Οπτική
Α.ΜΑ.Π.	Λογισμικό δημιουργίας πολυμεσικών εφαρμογών, εικονικών εργαστηρίων και μοντελοποίησης. Φύλλα εργασίας.	Ηλεκτρισμός Μαγνητισμός Οπτική
Ενέργεια	Λογισμικό πολυμεσικών εφαρμογών και εικονικών εργαστηρίων. Φύλλα εργασίας.	Ενέργεια Ηλεκτρισμός
Φως	Λογισμικό πολυμεσικών εφαρμογών. Φύλλα εργασίας.	Ταλαντώσεις ✓ Οπτική
Σ.Ε.Π.	Σύνθετο εργαστηριακό περιβάλλον δημιουργίας εικονικών πειραμάτων Θερμότητας-Θερμοδυναμικής. Φύλλα εργασίας.	Θερμότητα
Edison	Εργαστηριακό περιβάλλον σύνθεσης κυκλωμάτων Ηλεκτρισμού-Ηλεκτρονικής.	Ηλεκτρισμός
PhET Colorado	Διαδραστικές προσομοιώσεις (ελληνική έκδοση).	Μηχανική Θερμότητα Ηλεκτρισμός Ταλαντώσεις ✓ Οπτική
Java Applets on Physics	Διαδραστικές προσομοιώσεις (ελληνική έκδοση).	Μηχανική Ηλεκτρισμός Ταλαντώσεις Οπτική
Seillias	Διαδραστικές προσομοιώσεις.	Μηχανική Θερμότητα Ηλεκτρισμός Ταλαντώσεις ✓ Οπτική
Ψηφιακό Σχολείο, υποστηρικτικό υλικό	Διαδραστικές προσομοιώσεις (για τη β' τάξη Γυμνασίου).	Μηχανική Θερμότητα
Flash animation on Physics	Διαδραστικές προσομοιώσεις (ελληνική έκδοση).	Ταλαντώσεις (ήχος) ✓
Royal mechanical	Κινούμενες εικόνες/σχέδια (gif animation).	Ταλαντώσεις ✓

Τέλος, το υλικό της όλης πρότασης θα αναρτηθεί στις ακόλουθες ιστοσελίδες :

1. ΕΚΦΕ Σερρών – <http://ekfe.ser.sch.gr/>
2. ΔΔΕ Σερρών – <http://dide.ser.sch.gr/portal/index.php>
3. Τ.Ε.Ε. Ειδικής Αγωγής Α΄ Βαθμ. & Ειδ. ΕΠΑ.Λ. Σερρών
– [http://tee-serron.ser.sch.gr /autosch/joomla15/](http://tee-serron.ser.sch.gr/autosch/joomla15/)
4. <http://4myfiles.wordpress.com/>

