

ΚΦΕ 60

**ΦΥΣΙΚΕΣ ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ ΙΣΤΟΡΙΑ ΕΠΙΣΤΗΜΟΛΟΓΙΑ
ΚΑΙ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΗ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ**

2014-2015

Δημήτριος Κολιόπουλος

5^η ΕΡΓΑΣΙΑ

“η ΙΦΦΕ στη ΔΦΕ”

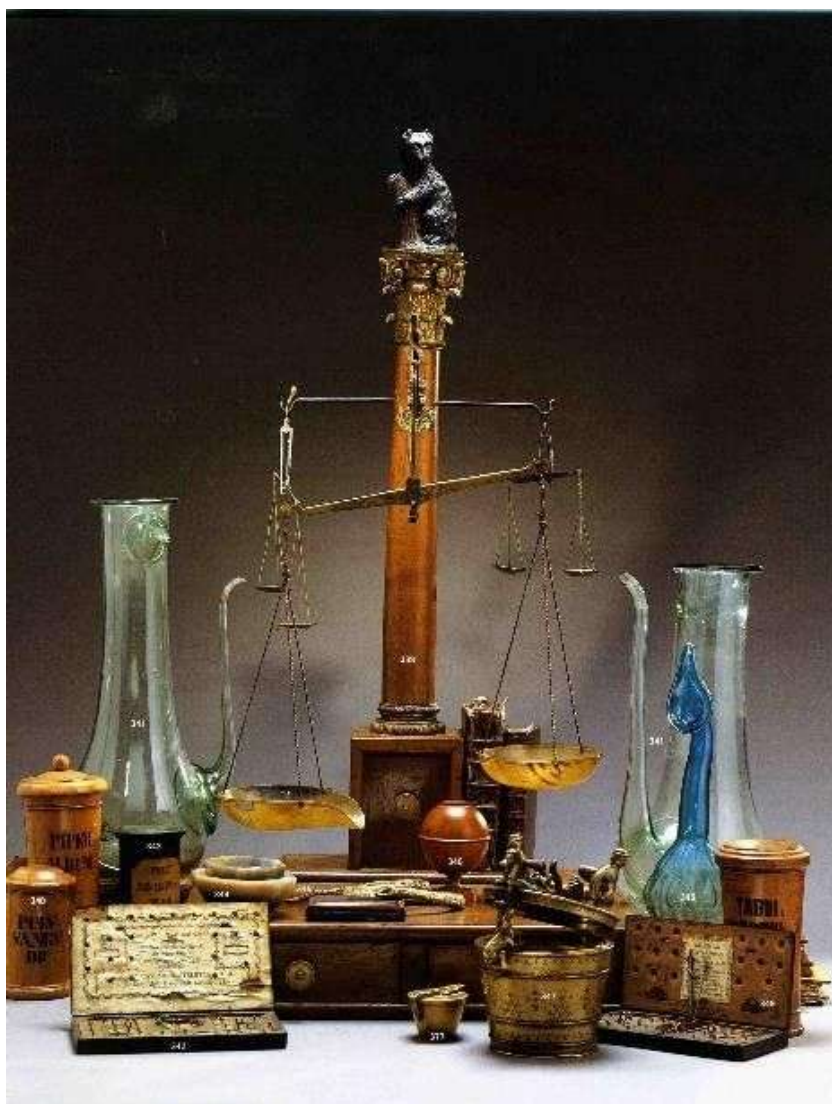


Αναστάσιος Νέζης

ΑΜ: 81717

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Περιεχόμενα	σελ. 2
Θέμα 1 ^ο : “Τα υπέρ και τα κατά της χρήσης της ΙΦΦΕ στη ΔΦΕ”	σελ. 3
Βιβλιογραφία 1 ^{ου} θέματος	σελ. 6
Θέμα 2 ^ο : “ Εισαγωγή στις έννοιες δύναμη και πεδίο με χρήση της ΙΦΦΕ ”	σελ. 7
1 ^ο ΦΕ: Δύναμη	σελ. 8
Σενάριο 1 ^{ου} ΦΕ	σελ.12
2 ^ο ΦΕ: Πεδίο	σελ. 14
Σενάριο 2 ^{ου} ΦΕ	σελ.17



ΘΕΜΑ 1^ο: “Τα υπέρ και τα κατά της χρήσης της ΙΦΦΕ στη ΔΦΕ”

Πολύς λόγος γίνεται τα τελευταία χρόνια για την εισαγωγή ή μη της ΙΦΦΕ στη ΔΦΕ. Επιχειρήματα από τη μια ή την άλλη πλευρά, βιβλία με απολαυστικά μικρά ιστορικά ένθετα ή με κουραστικά μεγάλα κείμενα, συνέδρια, έρευνες, μελέτες, ... Όμως πόσο πρόσφατη είναι μια τέτοια κουβέντα; Ήδη από το 1883, ο θεμελιωτής της ΔΦΕ E. Mach αποπειράται να κάνει τον συσχετισμό: «Για να κατανοήσουμε μια έννοια είναι απαραίτητο να κατανοήσουμε την ιστορική της εξέλιξη» (Mach, 1883). Ας δούμε λοιπόν τα υπέρ και τα κατά της χρήσης της ΙΦΦΕ στη ΔΦΕ:

➤ **Σημείωση:** θα χρησιμοποιήσω τα ακρωνύμια:

- ΙΦΦΕ: ιστορία και φιλοσοφία των φυσικών επιστημών
- ΔΦΕ: διδακτική των φυσικών επιστημών
- ΦΕ: φυσικές επιστήμες
- ΦτΕ: φύση της επιστήμης
- ΑΠΣ: αναλυτικό πρόγραμμα σπουδών

ΥΠΕΡ

Ας ξεκινήσουμε με εμάς: τους εκπαιδευτικούς. Θεωρείται ως απαραίτητο εργαλείο για τους εκπαιδευτικούς η γνώση στοιχείων ΙΦΦΕ. Εμπλουτίζοντας την επαγγελματική τους καλλιέργεια και συμβάλλοντας στην κατανόηση διαφόρων στοιχείων της ΦτΕ (θα αναφερθούμε αναλυτικότερα στη συνέχεια γι' αυτό), τους μετατρέπει σε καλύτερους “πομπούς” της γνώσης προς του “δέκτες” μαθητές.

Η καλύτερη κατανόηση θεμάτων ΦΕ και ειδικότερα ΦτΕ, γίνεται μέσω της ΙΦΦΕ και σε εκπαιδευτικούς που δεν είναι εξειδικευμένοι στις ΦΕ, όμως καλούνται να τις διδάξουν. Τέτοιοι φυσικά είναι οι δάσκαλοι (Κολιόπουλος, 2012). Η ΙΦΦΕ βοηθάει τον κλάδο αυτό να εξοικειωθεί περισσότερο με τις ΦΕ (κάτι που είναι αρκετά δύσκολο, αν αναλογιστεί κανείς το μαθητικό υπόβαθρο αυτών των εκπαιδευτικών, ως μαθητών θεωρητικής, κυρίως, κατεύθυνσης). Και όπως όλοι (ως εκπαιδευτικοί) γνωρίζουμε, αν ξέρεις κάτι σε βάθος, και το αγαπάς και μπορείς να μεταδώσεις αυτή την αγάπη στους μαθητές σου.

Με αφορμή τα παραπάνω περνάμε στους μαθητές: «...με έμφαση στους ανθρώπους και όχι στις εξισώσεις» λέει ο B. Brush, εννοώντας ότι μια ιστορική προσέγγιση των ΦΕ, έλκει και τους μαθητές που παραδοσιακά απωθούνται από αυτές (Brush, 1969). Συχνά παρατηρείται, άλλωστε, ότι τα “φιλοσοφικά κομμάτια” από την ΙΦΦΕ, έλκουν τους μαθητές με θεωρητικό τρόπο και κατεύθυνση σκέψης (Σκορδούλης, ΗΡΡC).

Ας δούμε τώρα τα υπέρ της χρήσης της ΙΦΦΕ για την πλειοψηφία της μαθητικής (και όχι μόνο...) κοινότητας:

Εισάγοντας στοιχεία ΙΦΦΕ στη διδασκαλία γίνεται αντιληπτό στους μαθητές ότι η επιστήμη έχει μια “δυναμική ποιότητα”: οι επιστημονικές ιδέες αλλάζουν συνεχώς και μαζί τους οι έννοιες και φυσικά οι θεωρίες. Επίσης, φαίνεται ότι η προσπάθεια του ανθρώπου για (επιστημονική) πρόοδο είναι συνεχής και αδιάκοπη (Lewis, 1972).

Πολλές φορές παρατηρούμε παρανοήσεις μαθητών όμοιες με αυτές των πρώτων επιστημόνων (πχ η Αριστοτελική αντίληψη για την πτώση των βαρέων σωμάτων ή η συσχέτιση των εννοιών ορμής και κινητικής ενέργειας σε μια κρούση, όμοια με αυτή του Νεύτωνα). Η γνώση και η ενσωμάτωση στη διδασκαλία της ΙΦΦΕ μπορεί να βοηθήσει τον εκπαιδευτικό να ξεδιαλύνει προβλήματα στις ερμηνείες που δίνουν οι μαθητές και να οδηγήσει κατάλληλα τη σκέψη τους (Martinand, 1993).

Φαίνεται, επίσης, ότι η επιστήμη μπορεί να σφάλει. Διαβάζοντας ένα κείμενο μόνο με επιστημονικές αλήθειες (πχ ένα κεφάλαιο στη Φυσική μιας οποιαδήποτε τάξης) δεν διακρίνουμε το ανθρώπινο πρόσωπο της επιστήμης. Δεν φαίνεται το “λάθος”, ούτε οι διαδρομές που τελικά το εξάλειψαν. Κομμάτια (όχι κατ' ανάγκην εκτενή κείμενα) ιστορικού περιεχομένου μέσα σε ένα τέτοιο κείμενο το καθιστούν “ζωντανό” και αναδεικνύουν τον ρόλο του “λάθους”. Αξιοποιώντας το κατάλληλα, ο εκπαιδευτικός μπορεί να μετατρέψει το

“ιστορικό λάθος” σε εργαλείο διδασκαλίας, συνδυάζοντάς το με αυτό που αποκαλείται “λάθος αντιλήψεις μαθητών (misconceptions)”.

Ιστορικά στοιχεία, μπορούν επίσης να αναδείξουν την επίδραση ταξικών, ρατσιστικών, ακόμη και σεξιστικών προτύπων κατά τη διδασκαλία των ΦΕ (Σκορδούλης, 2003).

Η περίπτωση της Lize Meitner είναι ίσως η πιο χαρακτηριστική για την παραπάνω περίπτωση (Frisch, 1996) (Bodanis, 2003).

Η ιστορία των ΦΕ είναι φυσικά τμήμα της Ιστορίας του ανθρώπινου πολιτισμού. Επειδή όμως μέσα στην ανθρώπινη ιστορία έχουν υπάρξει και υπάρχουν πολλά... “κακά”, η ιστορική προσέγγιση των ΦΕ επιβεβαιώνει το μεγαλείο τους και εδραιώνει την ανωτερότητα της επιστημονικής γνώσης, έναντι των άλλων μορφών γνώσης. Θωρακίζει έτσι τη νέα γενιά απέναντι σε κάθε είδους τσαρλατανισμούς των καιρών μας [από την αστρολογία και την “αικίνητη ενέργεια” (free energy) έως την προσπάθεια αντικατάστασης της Εξελικτικής Θεωρίας από την Δημιουργισμό] (Σκορδούλης, 2003).

Εδώ και 40 χρόνια στη Γαλλία έχει ξεκινήσει ένα πρόγραμμα χρήσης αυθεντικών ιστορικών κειμένων στις δύο ανώτερες βαθμίδες της εκπαίδευσης (β/θμια και γ/θμια) καθώς και επιμόρφωση καθηγητών πάνω στην ΙΦΦΕ (“επιστροφή στις πηγές”) (Rosmorduc, 1975). Αντίστοιχα στην Ελλάδα, με διαφορά 6 χρόνων ξεκινάει μια εφαρμογή με τρία βασικά στάδια: α) τον ουμανιστικό προσανατολισμό, β) την κατανόηση της μεθοδολογίας της Φυσικής και γ) την έρευνα στα πλαίσια της Διδακτικής της Φυσικής (Κολιόπουλος, Ψύλλος, 1982). Αλλά ας τα δούμε λίγο πιο αναλυτικά και υπό το πρίσμα των “υπέρ” στα οποία αναφερόμαστε:

α) Η διδασκαλία των ΦΕ αποκτά έναν ουμανιστικό προσανατολισμό: συνεισφέρει στη “γενική καλλιέργεια” του μαθητή, δηλαδή στην “κατανόηση του κόσμου”. Σύμφωνα και με τον P. Langevin, η διδασκαλία των ΦΕ πρέπει να βοηθά στην γενική καλλιέργεια των μαθητών καθιστώντας τους έτοιμους για τη ζωή και την αρμονική τους επαφή με πράγματα και ανθρώπους (Langevin, 1964). Επίσης αναφέρεται ότι η “γενική καλλιέργεια” μέσω της διδασκαλίας της ΙΦΦΕ είναι ένας από τους τρεις πυλώνες του λεγόμενου “επιστημονικού αλφαριθμητισμού”, με τους άλλους δύο να είναι: η κατανόηση εννοιών και αρχών και η κατανόηση της ιστορικής ανάπτυξης της επιστημονικής γνώσης (Klopfer, 1969).

β) Καλύτερη κατανόηση της μεθοδολογίας της Φυσικής μέσω της ΙΦΦΕ: με την εισαγωγή στη διδασκαλία αυθεντικών κειμένων ή μελετών ιστορικών περιπτώσεων (ή σε ακραίες περιπτώσεις σχεδιασμού πειραματικών διαδικασιών παρόμοιων με των αντιστοίχων αυθεντικών – ιστορικών) μπορούμε να πετύχουμε το εξής: οι μαθητές κατανοούν ότι η επιστημονική γνώση (αλήθεια) δεν προέρχεται επαγωγικά και μόνο από τις παρατηρήσεις, αλλά από μια υποθετική κατασκευή ενός συνόλου εννοιών που προσπαθεί να εξηγήσει – ερμηνεύσει τις παρατηρήσεις, χωρίς όμως να προέρχεται αποκλειστικά από αυτές (Hodson, 1988).

Προκειμένου να αρθούν οι επιφυλάξεις λόγω των “στρεβλώσεων” των ιστορικών στοιχείων (θα μιλήσουμε γι’ αυτές εκτενώς στα “κατά”) με την εισαγωγή της ΙΦΦΕ στη ΔΦΕ, έχει προταθεί ένα ενδιάμεσο πλαίσιο: η “Φύση της Επιστήμης” (ΦτΕ), με την εισαγωγή στη ΔΦΕ μόνο των συμφωνηθέντων και κοινά (και από τις δύο πλευρές) αποδεκτών στοιχείων της ΙΦΦΕ. Το μοντέλο της ΦτΕ έχει διδακτικό χαρακτήρα για τους μαθητές, λειτουργεί όμως και ως επιμόρφωση για τους εκπαιδευτικούς. Θεμελιώδη στοιχεία της ΦτΕ για τους μαθητές, και επομένως στοιχεία υπέρ της χρήσης στην ΔΦΕ είναι:

- i) Η απόκτηση της ικανότητας διάκρισης μεταξύ της παρατήρησης και του συμπεράσματος
- ii) Η απόκτηση της ικανότητας διάκρισης μεταξύ θεωρίας και νόμου
- iii) Η κατανόηση ότι η επιστημονική γνώση δεν είναι μόνο αποτέλεσμα παρατήρησης. Έχει στοιχεία από την ανθρώπινη δημιουργικότητα αλλά και τη φαντασία

- iv) Σε συνέχεια του προηγούμενου... η επιστήμη είναι υποκειμενική και “θεωρητικά φορτισμένη”
- v) Και επιπλέον... η επιστήμη είναι μια ανθρώπινη δραστηριότητα. Έτσι είναι λογικό να επηρεάζεται από το κοινωνικοπολιτισμικό γίνεσθαι της εκάστοτε γεωγραφικής περιοχής ή της εκάστοτε ιστορικής περιόδου.
- vi) Τέλος η κατανόηση ότι η επιστημονική γνώση δεν είναι ούτε βέβαιη, ούτε απόλυτη. Και φυσικά δεν είναι αιώνια! (Lederman, 2007).
- γ) Έρευνα στα πλαίσια της διδακτικής των ΦΕ: η χρήση της ΙΦΦΕ βοηθάει τους ερευνητές να κατανοήσουν καλύτερα τις νοητικές παραστάσεις των μαθητών για τη φύση και τα φαινόμενα. Έτσι, μπορούν να σχεδιαστούν και στη συνέχεια να υλοποιηθούν, αναλυτικά προγράμματα, πιο οικεία στους μαθητές με αποτέλεσμα την άνοδο του επιπέδου τους. Να αναφέρουμε, τέλος, ότι σύμφωνα με το HPPC η Ιστορία της Επιστήμης μπορεί να γίνει γέφυρα ανάμεσα στις ΦΕ και στις Ανθρωπιστικές Επιστήμες υλοποιώντας προγράμματα διεπιστημονικότητας και διαθεματικότητας (Σκορδούλης, HPPC). Κλείνοντας, αξίζει να πούμε ότι εμπειρικές μελέτες έχουν δείξει πως μια διδακτική προσέγγιση των ΦΕ μέσω της ΙΦΦΕ δίνει καλύτερα αποτελέσματα όσον αφορά στη μάθηση. Η ιστορική προσέγγιση, όμως, έχει και έναν ακόμη ρόλο: την ανάπτυξη (από πλευράς μαθητή) μιας κριτικής ματιάς απέναντι στο θετικιστικό οικοδόμημα και μιας κριτικής στάσης έναντι του “επιστημονισμού και του τεχνοκρατισμού” (Σκορδούλης, 2003).

ΚΑΤΑ

Οι Στρεβλώσεις: κατά τον μετασηματισμό των ιστορικών και φιλοσοφικών στοιχείων σε σχολική γνώση (σε εκπαιδευτικό υλικό) υπάρχουν στρεβλώσεις. Σύμφωνα με τον M. Klein: «η μόνη ιστορία η οποία είναι δυνατή κατά τη διδασκαλία της Φυσικής, είναι η “ψευδοϊστορία”». Προκειμένου να πετύχουν το σκοπό τους, που είναι η κατάκτηση της επιστημονικής γνώσης από τους μαθητές, οι καθηγητές χρησιμοποιούν υλικό από την Ιστορία, πολλές φορές σε “ανιστορική βάση”. Έχουμε δηλαδή στρέβλωση της ιστορικής αλήθειας χάριν της διδακτικής πράξης (Klein, 1972). Ας δούμε μερικά παραδείγματα τέτοιων στρεβλώσεων:

- Αναφέρεται στα σχολικά βιβλία ότι ο O. Roemer ήταν αυτός που πρώτος έκανε μια αξιόπιστη μέτρηση της ταχύτητας του φωτός (μελέτη των αποκρύψεων των δορυφόρων του Δία). Πρώτο λάθος: ήταν ο C. Huygens που μέτρησε πρώτος την ταχύτητα του φωτός και δεύτερο λάθος: δεν αναφέρεται ότι ο Roemer έδειξε ποιοτικά ότι το φως έχει πεπερασμένη ταχύτητα (κάτι που θεωρείται σημαντικότερο από την ίδια τη μέτρηση της ταχύτητάς του) (Lewis, 1972).
- Η χρήση του πειράματος των Michelson-Morley ως προεισαγωγή για την Ειδική Θεωρία της Σχετικότητας. Μελέτες έδειξαν ότι ο A. Einstein όταν έγραφε την εργασία του, ίσως και να μην γνώριζε το πείραμα. Ακόμα και αν το γνώριζε, δεν του είχε δώσει τη σημασία που του αποδίδεται σήμερα (Γαβρόγλου, 2003).
- Η περίφημη φράση “*Errur si Muove*” του Γαλιλαίου, που όμως δεν ειπώθηκε ποτέ (Russel, 1963).
- Η ταυτόχρονη πτώση των σωμάτων από τον Πύργο της Πίζας, από τον Γαλιλαίο: ο επίσημος βιογράφος του αναφέρει ότι ο Γαλιλαίος είδε το ελαφρύ σώμα να ξεκινάει πρώτο και στη συνέχεια το βαρύ να το προλαβαίνει και να φτάνει αυτό πρώτο στο έδαφος. Επανάληψη του πειράματος από τους T. Settle και D. Miklich στη δεκαετία του '80, και υπό τη βοήθεια κάμερας υψηλής ανάλυσης αργής κίνησης, έδειξε ότι πράγματι αυτό συμβαίνει: κρατώντας τη βαριά μπάλα πολύ σφιχτά (λόγου βάρους) οι μύες του χεριού δυσκολεύονταν αρχικά να την αφήσουν, σε αντίθεση με την ελαφριά. Έτσι η ελαφριά ξεκινούσε πρώτη. Στη συνέχεια για λόγους αντίστασης του αέρα και

υπό το πρίσμα της οριακής ταχύτητας, η βαριά μπάλα αποκτούσε λίγο μεγαλύτερη οριακή ταχύτητα και τελικά έφτανε πρώτη (Lienhard). Πολύ ωραία η πραγματική ιστορία. Και πολύ διδακτική. Αλλά πως θα την πει κάποιος σε μαθητές που διδάσκονται για πρώτη φορά *Ελεύθερη Πτώση*; Πως θα τους πείσει στη συνέχεια ότι τα αντικείμενα πέφτουν ανεξάρτητα από το βάρος τους; Μάλλον αδύνατον...

Ερχόμαστε λοιπόν στον Kuhn ο οποίος λέει ότι η ιστορία των ΦΕ δρ αρνητικά στους μαθητές, αφού υπονομεύει τις βεβαιότητες του επιστημονικού δόγματος. Ενός δόγματος που θεωρείται αναγκαίο για την ενίσχυση του ενθουσιασμού του μαθητή (Kuhn, 1977). Υπερθεματίζοντας στον Kuhn, ο Whitaker αναφέρει πως οι συγγραφείς των σχολικών βιβλίων γράφουν ξανά την ιστορία της Φυσικής έτσι ώστε να ταιριάζει στη Φυσική που θέλουν να διδάξουν (Whitaker, 1979).

Ακόμα και τα ίδια τα εκπαιδευτικά συστήματα εμφανίζεται να αντιτίθενται στη εισαγωγή της ΙΦΦΕ στη ΔΦΕ, υποστηρίζοντας ότι έτσι αλλοιώνεται το εννοιολογικό και μεθοδολογικό περιεχόμενο των ΦΕ και επέρχονται προσμειξίς. Η άποψη αυτή στηρίζεται στη λεγόμενη “καθαρότητα” της γνώσης, δηλαδή στον πλήρη διαχωρισμό ΙΦΦΕ από ΔΦΕ. Όμως η σχολική γνώση από τη φύση της αποτελείται από μετασχηματισμούς διαφόρων ειδών επιστημονικής και διεπιστημονικής γνώσης. Έτσι «εμφανίζει τέτοια χαρακτηριστικά που την καθιστούν αυτόνομη και ποιοτικά διαφορετική, από τις γνώσεις προέλευσής τους» (Κολιόπουλος, 2012). Είναι, λοιπόν, φυσικό η σχολική γνώση να είναι περισσότερο “μιγάς” παρά “άρια”, μιας και αυτή η λογική έχει αποδειχθεί πιο αποτελεσματική, δηλαδή πιο εύληπτη από τους μαθητές.

Μια δεύτερη λύση στο πρόβλημα, που όπως είπαμε τέθηκε αρχικά από τον Kuhn και μετά από τον Whitaker, προσπαθεί να δώσει ο S. Brush υποστηρίζοντας πως η Ιστορία της Φυσικής θα πρέπει να διδάσκεται μόνο σε ώριμα ακροατήρια. Τι εννοούμε μ’ αυτό; Ακροατήρια που θα έχουν πρώτα μνηθεί στις έννοιες της Φυσικής και δεν θα αλλάξει η στάση τους, γνωρίζοντας τις διάφορες ιστορικές αλήθειες (Brush, 1974).

Μακροσκελείς αφηγήσεις ή αναφορές σε αυθεντικά κείμενα έχουν πια εγκαταλειφτεί από τα ΑΠΣ διαφόρων χωρών, ως μη προνομιακές μορφές εισαγωγής της ΙΦΦΕ στη ΔΦΕ. Προκαλούσαν κούραση και αποπροσανατολισμό των μαθητών. Αντίθετα πιο στοχευμένες “τοπικές” παρεμβάσεις με συγκεκριμένους εκπαιδευτικούς στόχους, έχουν κάνει την εμφάνισή τους σε ΑΠΣ και βιβλία ΦΕ (Κολιόπουλος, 2012).

Κλείνοντας λοιπόν τα ζητήματα των “υπέρ” και των “κατά” για την εισαγωγή της ΙΦΦΕ στη ΔΦΕ, γίνεται φανερό ότι δεν υπάρχουν “κατά”. Δεν υπάρχουν αμιγή “κατά” για να είμαστε ακριβείς, μιας και για κάθε ένα υπάρχει λύση που τελικά μπορεί να το ακυρώσει. Μην ξεχνάμε ότι οι απόψεις εκφράζονται από πρόσωπα, και τα πρόσωπα εντάσσονται σε χρονική περίοδο, σε χώρα, σε κοινωνία και κυρίως σε πολιτικές που θέλουν να περάσουν [βλέπε Kuhn σε συνάρτηση με τον Copnant (Σκορδούλης, ΗΡΡC, σ.13)]. Έχουμε λοιπόν τα “υπέρ” και τα “κατά” που γίνονται “υπέρ”. *Η άποψη του γράφοντος είναι σαφώς υπέρ των “υπέρ”, όπως και αν προκύπτουν αυτά...*

Βιβλιογραφία 1^{ου} Θέματος:

- Κολιόπουλος Δ., 2012: «*Εισαγωγή της Ιστορίας και Φιλοσοφίας των Φυσικών Επιστημών στο πρόγραμμα σπουδών των Φυσικών Επιστημών: θεωρητικές αφητηρίες και διδακτικές προσεγγίσεις*» στο Μ. Ευαγόρου & Λ. Αβρααμίδου (Επιμ.) *Θεωρητικές και διδακτικές προσεγγίσεις στις φυσικές επιστήμες*. Εκδ. Διάδραση, 28-51.
- Σκορδούλης Κ., 2003: «*Η Συμβολή της Ιστορίας και Φιλοσοφίας της Φυσικής στη Διδασκαλία της Φυσικής*», *Φυσικός Κόσμος*, 170, 6-12.
- Σκορδούλης Κ., ΗΡΡC: «*Το Harvard Project Physics Course και η συμβολή της ιστορίας και της φιλοσοφίας της Φυσικής στη διδασκαλία της Φυσικής*», από τη βιβλιογραφία της εργασίας

- Γαβρόγλου Κ., 2003: «*Ιστορία της Φυσικής και της Χημείας*», τόμος Α, εκδ. ΕΑΠ, Πάτρα 2003
- Frisch O., 1996: «*Τα λίγα που θυμάμαι*», εκδ. Διάυλος, Αθήνα 1996
- Bodanis D., 2003: « *$E=mc^2$, η βιογραφία της πιο διάσημης εξίσωσης στον κόσμο*», εκδ. Λιβάνη, Αθήνα 2003
- Russel B., 1963: «*Η επιστήμη και ο άνθρωπος*», εκδ. Αρσενίδης, Αθήνα 1963
- Lienhard J.H.H., «*Galileo's Experiment*», <http://www.uh.edu/engines/epi166.htm>

Εσωτερική Βιβλιογραφία 1^{ου} Θέματος:

❖ Οι παρακάτω αναφορές βρίσκονται στο: “Κολιόπουλος Δ., 2012”

- Lewis J., 1972: «*Teaching school physics*», London: Penguin Books-Unesco
- Martinand, J.L., 1993: «*Historie et didactique de la physique et de la chimie: Quelles relations?*» *Didaskalia*, 2, 89-99
- Rosmorduc J., 1975: «*Retour aux sources. Pour l'histoire des Sciences dans l'enseignement scientifique francais*», Universite de Bretagne Occidentale
- Κολιόπουλος Δ., Ψύλλος Δ., 1982: «*Ένα πολυδιάστατο εργαλείο της διδασκαλίας και της μάθησης της Φυσικής: η ιστορία της Φυσικής*», Σύγχρονη Εκπαίδευση, 9, 85-92
- Langevin P., 1964: «*La valeur educative de l'histoire des sciences*» in P. Laberene (Ed.) “*La Pensee et l'Action*”, Paris, Les editeurs Francais Reunis, 193-208
- Klopfer L., 1969: «*The teaching of science and the history of science*», *Journal of Research in Science Teaching*, 6(1), 87-95
- Hodson D., 1988: «*Toward a philosophically more valid science curriculum*», *Science Education*, 72(1), 19-40
- Lederman N., 2007: «*Nature of Science: Past present and future*» in S. Abell & N. Lederman (Eds.) “*Handbook of Research of Science Education*”, NY: Routledge, 831-879

❖ Οι παρακάτω αναφορές βρίσκονται στο: “Σκορδούλης Κ., 2003”

- Mach E., 1883: «*Science of Mechanics*», Open Court Publishing, σ.316
- Klein M.J., 1972: «*Use and abuse of historical teaching in Physics*» in S.G. Brush & A.L. King (Eds.) “*History in the teaching of Physics*”, University Press of New England
- Kuhn T.S., 1977: «*Concepts of Cause in the Development of Physics*» in his “*The Essential Tension*”, University of Chicago Press, pp. 21-30
- Whitaker M.A.B., 1979: «*History and Quasi-History in Physics Education Pts I, II*», *Physics Education* 14, 108-112, 239-242

❖ Η παρακάτω αναφορά βρίσκεται στο: “Σκορδούλης Κ., HPPC”

- Brush S.G., 1969: «*The role of history in the teaching of physics*», *The Physics Teacher*, May 1969, p. 271



ΘΕΜΑ 2^ο: “Εισαγωγή στις έννοιες δύναμη και πεδίο με χρήση της ΙΦΦΕ ”

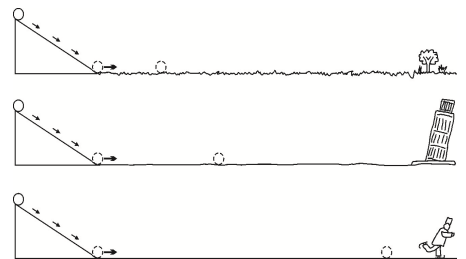
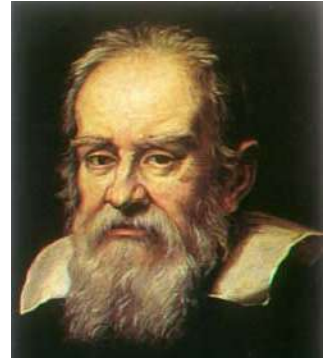
➤ Ένα αρχικό σχόλιο: Θεωρώ ότι οι έννοιες “δύναμη” και “πεδίο” είναι τεράστιες μέσα στη Φυσική, είτε τις δούμε από τη σύγχρονη είτε από την ιστορική τους πλευρά. Έτσι, λοιπόν, επιλέγω να ασχοληθώ και στα δύο φύλλα εργασίας (ΦΕ) με δύο συγκεκριμένες πλευρές τους: στο 1^ο ΦΕ για τη δύναμη, διαπραγματεύομαι την έννοια “βαρυτική δύναμη” και τη συσχετίζω με την “Σεληνιακή Κίνηση”. Οικοδομώ τις έννοιες της αδρανειακής ευθύγραμμης κίνησης και της βαρυτικής έλξης, ώστε να καταλήξω στον τρόπο κίνησης της Σελήνης. Στο 2^ο ΦΕ ασχολούμαι με το “μαγνητικό πεδίο” γύρω από ευθύγραμμο ρευματοφόρο αγωγό, ως εξήγηση του πειράματος του Oersted από τον Faraday. Και εδώ οικοδομείται η έννοια του πεδίου μέσω της δύναμης και νοητικών αναπαραστάσεων.

Όνοματεπώνυμο: _____ / Τμήμα: ____ / Ημ/νία: _____

➤ *Μελετήστε τα παρακάτω ιστορικά αφηγήματα και απαντήστε στις ερωτήσεις:*

A. Πίζα/1596 μΧ/Γαλιλαίος

...Έτσι λοιπόν άφησε μια μπαλίτσα από την κορυφή ενός ξύλινου κεκλιμένου επιπέδου. Αυτή, φτάνοντας στη βάση, συνέχισε ευθύγραμμο στον χωματόδρομο μέχρι που σταμάτησε. Στη συνέχεια επανέλαβε το ίδιο πείραμα, μόνο που τώρα το ευθύγραμμο έδαφος ήταν το μαρμάρινο προαύλιο του Πανεπιστημίου της Πίζας. Η μπαλίτσα σταμάτησε λίγο μακρύτερα. Σκέφτηκε... «Τώρα που είναι χειμώνας, ευκαιρία για μια εκδρομούλα...» Πήρε λοιπόν το γαϊδουράκι του, τον βοηθό του και όλα του τα σύνεργα και πήγε βόρεια. Βρήκε μια λίμνη που είχε παγώσει. Ωραίο, λείο και μεγάλο οριζόντιο επίπεδο. Επανέλαβε το πείραμα με το ίδιο κεκλιμένο επίπεδο και την ίδια μπαλίτσα. Τώρα η απόσταση που έκανε η μπαλίτσα μέχρι να σταματήσει ήταν πολύ μεγαλύτερη...



A. Ερωτήσεις:

1. Γιατί νομίζετε ότι ο Γαλιλαίος χρησιμοποιεί πάντα το ίδιο κεκλιμένο επίπεδο; Δεν θα μπορούσε να ρίχνει τη μπαλίτσα οριζόντια με το χέρι;

2. Τι νομίζετε ότι αλλάζει από έδαφος σε έδαφος;

3. Γιατί η μπάλα σταματάει όλο και μακρύτερα;

B. Το νοητικό άλμα του Γαλιλαίου

...επέστρεψε λοιπόν στην Πίζα και άρχισε να σκέφτεται... «Αν..., αν λέω είχα μια παγωμένη λίμνη ακόμη πιο λεία; Η μπάλα;... Η μπάλα θα πήγαινε μακρύτερα! Και αν..., αν λέω, είχα μια απολύτως λεία λίμνη; Τι θα έκανε η μπάλα; Που θα σταμάταγε; Ή μήπως...»

B. Ερωτήσεις:

4. Πως πιστεύετε ότι θα ολοκλήρωνε τη φράση του ο Γαλιλαίος;

5. Πως θα διατυπώναμε έναν γενικό νόμο που θα προέκυπτε από τα παραπάνω πειράματα του Γαλιλαίου και φυσικά από το νοητικό του άλμα;

6. Μπορείτε να διατυπώσετε την αιτία σταματήματος της μπάλας γενικότερα, και όχι σε σχέση με το κάθε έδαφος;

➤ΑΣ ΣΥΖΗΤΗΣΟΥΜΕ ΛΙΓΑΚΙ ΠΡΙΝ ΣΥΝΕΧΙΣΟΥΜΕ ΣΤΟΝ ΝΕΥΤΩΝΑ...

7. Δουλεία για το σπίτι: το “όνειρο” του Γαλιλαίου, το νοητικό του άλμα θα λέγαμε καλύτερα, έγινε τελικά πραγματικότητα περίπου 400 χρόνια αργότερα. Ψάξτε στο διαδίκτυο πληροφορίες για το διαστημόπλοιο *Pioneer-10*.

Γ. Κέμπριτζ/1708 μΧ/Νεύτωνας

«...μια μέρα, με ήλιο και ελαφρύ αεράκι, καθόμουν στο κτήμα μου και διάβαζα αποσπάσματα από την Βίβλο. Ξαφνικά ένα μήλο (έχουμε πολλές μηλιές στο κτήμα) ώριμο, κόκκινο και ζουμερό έπεσε από το κλαδί στο χώμα, ή μήπως ήταν στο κεφάλι μου; Δεν θυμάμαι, έχουν περάσει και τόσα χρόνια... Σκέφτηκα γιατί... Θυμήθηκα τον Γαλιλαίο, χρόνια πριν... Με απλές μεθόδους είχε καταρρίψει πια την Αριστοτελική σκέψη... Όχι, το μήλο δεν πήγαινε να “συναντήσει” τη Γη. Κάτι άλλο έπρεπε να συμβαίνει...»



Γ. Ερωτήσεις:

8. Τι συνέβαινε; Ποια ήταν η “αιτία” της πτώσης του μήλου;

9. Ποιος ή τι προκάλεσε αυτήν την “αιτία” της πτώσης;

Δ. Νεύτωνας

«...η Βαρύτητα! Ναι, η βαρύτητα! Εύρηκα που θα έλεγε και ο Αρχιμήδης. Η Γη, ο πλανήτης, ασκεί μια δύναμη στο μήλο και στην πέτρα και στα πάντα... Και στα πάντα; Τότε το βλέμμα μου στράφηκε στον ουρανό. Ήταν από κείνες τις φορές που βλέπει κανείς το Φεγγάρι και την ημέρα. Λευκό, σχεδόν διάφανο, χωρίς τη βραδινή του λάμψη. Το Φεγγάρι γυρνάει γύρω από τη Γη. Ναι γυρνάει... Αλλά γιατί δεν πέφτει; Αν υπάρχει βαρύτητα, γιατί δεν υπάρχει μέχρι το Φεγγάρι; Και αν δεν υπάρχει μέχρι το Φεγγάρι, ποια δύναμη το κρατάει σε τροχιά;...»

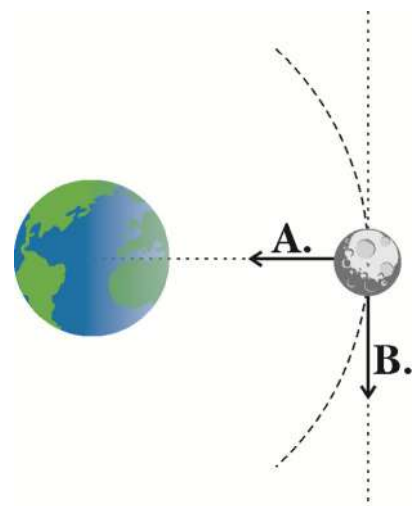


Δ. Ερωτήσεις:

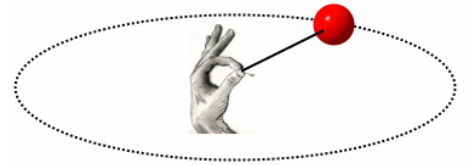
Βλέπουμε τις σκέψεις του Νεύτωνα να δίνουν πολλαπλά ερωτήματα. Συνδυάζοντας τα αποτελέσματα που βγάλαμε από τα πειράματα του Γαλιλαίου...

10. Επιλέξτε την πορεία του Φεγγαριού αν δεν υπήρχε βαρύτητα: Α. ή Β.

11. Αν όμως δεν υπήρχε ταχύτητα, αλλά υπήρχε βαρύτητα, τότε πως θα κινιόταν το Φεγγάρι; Α. ή Β.

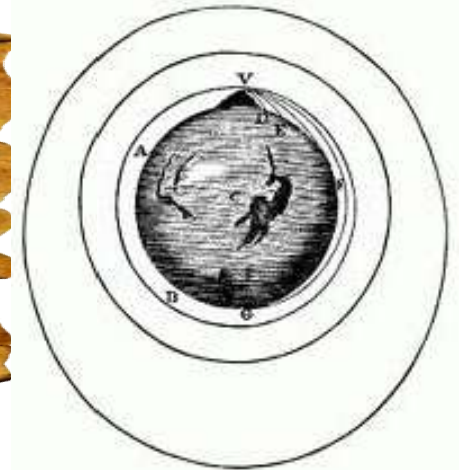


12. Σχολιάστε τη διπλανή εικόνα. Γιατί είναι απαραίτητο το σχοινάκι για την κίνηση; Τι θα συμβεί αν κοπεί;



Ε. Νεύτωνας

«...μιαν άλλη φορά είχα δει μια γκραβούρα που έδειχνε μια μάχη μεταξύ Άγγλων και Γάλλων. Έδειχνε μικρά κανόνια να χτυπάνε σε κοντινή απόσταση και μεγάλα σε μακρινή. Έτσι μου ήρθε μια ιδέα: αν είχαμε ένα κανόνι, σε ένα ψηλό βουνό, που θα εκτόξευε βλήματα με όλο και μεγαλύτερη ταχύτητα τότε... Έφτιαξα ένα σχήμα...»



Ε. Ερωτήσεις:

13. Τι είναι αυτό που τελικά «κατεβάζει» τα βλήματα στο έδαφος;

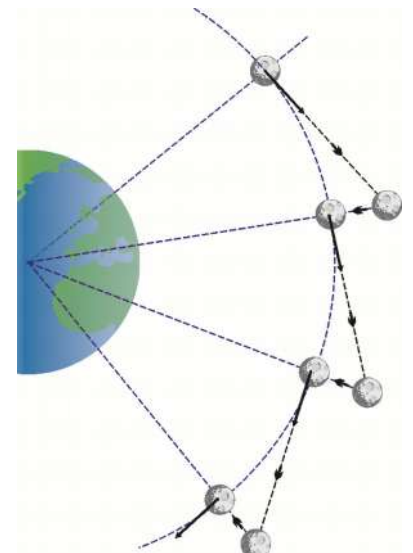
14. Τι είναι αυτό που τα «πάει» όλο και μακρύτερα;

15. Τι νομίζετε ότι σημαίνουν οι κλειστές καμπύλες γύρω από τη Γη;

➤ΑΣ ΣΥΖΗΤΗΣΟΥΜΕ ΛΙΓΑΚΙ ΠΡΙΝ ΚΑΤΑΛΗΞΟΥΜΕ...

➤ΓΕΝΙΚΟ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ:

Μετά από όλα αυτά, η εικόνα για την κίνηση της Σελήνης έγινε πλέον ξεκάθαρη. Δύο αιτίες συνδυάζονταν. Προσπαθήστε με λίγα λόγια να εξηγήσετε την κίνηση σε συνδυασμό με το διπλανό σχήμα:



Σε αυτό το ΦΕ χρησιμοποιώ την έννοια του “ιστορικού αφηγήματος”: κείμενα τα οποία υποτίθεται ότι έχουν γραφεί την εποχή διεξαγωγής των πειραμάτων, είτε από τους ίδιους τους επιστήμονες (όπως ο Νεύτωνας) είτε από κοντινά σε αυτούς πρόσωπα όπως ο μαθητής – βιογράφος του Γαλιλαίου). Τα κείμενα αυτά περιέχουν “ψευδοϊστορία” (ένα από τα “κατά” της χρήσης της ΙΦΦΕ στη ΔΦΕ), δηλαδή αλλοιωμένα ιστορικά στοιχεία και καταστάσεις. Φυσικά δεν ξέρουμε αν ο Γαλιλαίος “είχε γαϊδουράκι” και σίγουρα ξέρουμε πως “κανένα μήλο δεν έπεσε στο κεφάλι του Νεύτωνα”. Η χρήση αυτών των κειμένων αντλεί νομιμοποίηση από έναν και μόνο σκοπό: να μάθουν οι μαθητές! Συμμαχία ακόμα και με το διάβολο, που θα έλεγε και κάποιος... Είναι, λοιπόν, κείμενα που “πατάνε” πάνω σε ιστορικά γεγονότα, αλλά είναι έτσι φτιαγμένα ώστε να μπορούν οι μαθητές μας να καταλήξουν σε αυτά που τους ζητάμε στη συνέχεια. Μια μικρή δόση χιούμορ έχει προστεθεί γιατί μην ξεχνάμε ότι απευθυνόμαστε σε παιδιά. Τέλος να πούμε ότι μια τέτοια ιστορική προσέγγιση και σε συνάρτηση με την αισθητική του ΦΕ έλκει και μαθητές/τριες που δεν είναι θετικά προδιατεθειμένοι προς τη Φυσική, μιας και βλέπουν κάτι πιο κοντά στα δικά τους (θεωρητικά) ενδιαφέροντα.

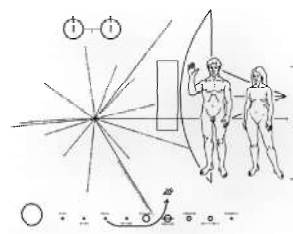
A.B. Ξεκινάμε με τον Γαλιλαίο και τη σταδιακή οικοδόμηση της έννοιας “ευθύγραμμη αδρανειακή κίνηση”. Σκοπός μας είναι να χρησιμοποιήσουμε αυτή την έννοια αργότερα, σε συνδυασμό με τη βαρύτητα.

Ως πρώτο ερώτημα, άσχετο με το υπόλοιπο ΦΕ και τους σκοπούς του, έχουμε κάτι που θεωρούμε αρκετά σημαντικό: τις ίδιες αρχικές συνθήκες για τον έλεγχο μιας ποσότητας σε ένα πείραμα. Αν και αυτονόητο σε εμάς, τα παιδιά φαίνεται να το κατανοούν μόνο όταν μπουν στη διαδικασία να το απαντήσουν. Το ποσοστό των σωστών απαντήσεων εδώ είναι πολύ μεγάλο.

Στη συνέχεια προσπαθούμε μέσα από ερωτήσεις να μεταφερθούμε από την τριβή (που εύκολα συμπεραίνεται) στη γενική έννοια της δύναμης, ως αιτίας επιβράδυνσης και τελικά στην απουσία δύναμης, ως αιτίας σταθερής κίνησης (ευθύγραμμης και ομαλής).

Εδώ (στη γενίκευση) φαίνεται πως οι μαθητές δυσκολεύονται λίγο, γι’ αυτό και στο ΦΕ μετά την ερώτηση 6 σταματάμε και συζητάμε όλοι μαζί στην τάξη, όπου ο εκπαιδευτικός ξεδιαλύνει τις όποιες παρανοήσεις. Σε αυτό το σημείο να τονίσουμε ότι η φράση “*νοητικό άλμα του Γαλιλαίου*” πρέπει να επισημανθεί ιδιαίτερα από τον εκπαιδευτικό και σε συνάρτηση με την εποχή του (και τις γνώσεις που υπήρχαν μέχρι τότε) να αναδειχθεί η σπουδαιότητα της προσωπικότητάς του. Καλλιεργούμε έτσι στους μαθητές πρότυπα, που τόσο ανάγκη έχουμε στις δύσκολες εποχές που ζούμε, και ο Γαλιλαίος είναι ένα πολύ καλό, τέτοιο πρότυπο.

Μια μικρή διαδικτυακή αναζήτηση (για όσους μαθητές έχουν τη διάθεση να το κάνουν) θα μας δώσει το πρώτο ανθρώπινο κατασκευάσμα που κάνει πραγματικά αυτό που, ο Γαλιλαίος, είχε υποθέσει: ευθύγραμμη ομαλή κίνηση. Πρόκειται για το διαστημόπλοιο *Pioneer-10* και αν κάποιος μαθητής ανακαλύψει και την επιγραφή που είχε σχεδιάσει ο Carl Sagan μπορεί σε επόμενα μαθήματα να ανοίξει μια άκρως ενδιαφέρουσα (άλλη!) κουβέντα μέσα στην τάξη.



Γ.Δ.Ε. Περνάμε στον Νεύτωνα, που 100 περίπου χρόνια μετά “τρώνει” ένα μήλο στο... κεφάλι! Τονίσαμε και στην αρχή ότι κάτι τέτοιο δεν συνέβη ποτέ, όμως χάριν της εκπαιδευτικής διαδικασίας θα το χρησιμοποιήσουμε. Είναι μια “γνωστή” ιστορία, σχεδόν από όλους, και δεν θα μπορούμε στον πειρασμό να αποκαλύψουμε ότι είναι ψέμα,

παρά μόνο σε μεταγενέστερα μαθήματα, αφού δηλαδή έχουμε πετύχει τους σκοπούς μας.

Αρχικά οικοδομείται η ιδέα της βαρύτητας (Ερ. 8) και του “πλανήτη” που γεννά αυτή τη βαρύτητα (Ερ. 9). Στη συνέχεια (όταν ο Νεύτωνας στρέφει το βλέμμα του στον ουρανό και αντικρίζει το Φεγγάρι) βάζουμε στους μαθητές την ιδέα ότι η επιστήμη δεν είναι πάντα απόλυτη. Πολλές φορές έχει αφορμή τυχαία γεγονότα, είναι συνυφασμένη με τον ανθρώπινο παράγοντα και φυσικά με το κοινωνικοπολιτικό περιβάλλον και τη συγκεκριμένη εποχή. Αρκεί εδώ ο εκπαιδευτικός να πει στους μαθητές ότι ο Νεύτωνας έκανε όλες αυτές τις ανακαλύψεις, στο κτήμα του, που είχε πάει προσπαθώντας να προστατευθεί από τον λοιμό που έπληττε εκείνη την εποχή το Λονδίνο...

Με τις ερωτήσεις για την κίνηση του Φεγγαριού αν δεν υπήρχε βαρύτητα ή αν δεν υπήρχε ταχύτητα προσπαθούμε να οικοδομήσουμε άλλη μια βασική ιδέα στην επιστημονική διαδικασία: την αρχή της επαλληλίας. Με το παράδειγμα της μπάλας που κάνει κυκλική κίνηση με τη βοήθεια νήματος, επιχειρούμε να συνδυάσουμε όλες αυτές τις ιδέες μέσα στο μυαλό των μαθητών. Φυσικά η Ερ. 12 σχετίζεται περισσότερο με την Ερ. 10 και έμμεσα με την Ερ. 11.

Λίγο πριν το τελικό συμπέρασμα, δείχνουμε το περίφημο σχέδιο του Νεύτωνα με τις τροχιές βλημάτων από κανόνι σε ψηλό βουνό. Ζητάμε από τους μαθητές να διακρίνουν την αιτία μεγάλου βεληνεκούς (αρχική ταχύτητα) από την αιτία πτώσης (βαρύτητα). Τέλος ζητάμε (Ερ. 15) να αναγνωρίσουν τις πρώτες σκέψεις που έκανε ποτέ ο άνθρωπος για την έννοια της τροχιάς δορυφόρου γύρω από τη Γη. Εδώ έχει παρατηρηθεί δυσκολία στην κατανόηση, γι’ αυτό και προτείνεται σ’ αυτό το σημείο μια δεύτερη διακοπή και διασαφήνιση, από τον διδάσκοντα, των όποιων παρανοήσεων.

Είμαστε πλέον έτοιμοι να αφήσουμε τους μαθητές να καταλήξουν στην έννοια της τροχιάς της Σελήνης. Αρχικά οικοδομήσανε τις έννοιες: α) της δύναμης, ως αιτία επιβράδυνσης, β) της απουσίας δύναμης, ως αιτίας ομαλής κίνησης, γ) της (βαρυτικής) δύναμης, ως αιτίας πτώσης στο έδαφος και δ) της εμβέλειας της βαρύτητας της Γης έως την απόσταση που βρίσκεται η Σελήνη. Στη συνέχεια είναι σε θέση να συνδυάσουν όλα αυτά και να καταλήξουν στο τελικό συμπέρασμα: *η Σελήνη κινείται ευθύγραμμα και ταυτόχρονα πέφτει προς τη Γη. Ο συνδυασμός των δύο αυτών κινήσεων, δίνει την καμπύλη τροχιά γύρω από τη Γη.*

Έχουμε επομένως ένα ΦΕ που εισάγει ιστορικά τους μαθητές στην έννοια της δύναμης (ως τριβή, επιβραδύνουσα αιτία, αιτία ομαλής κίνησης, εν τι απουσία της, και ως βαρύτητα) με έναν ακόμη τελικό σκοπό: να κατανοηθεί πως ο συνδυασμός όλων αυτών έδωσε στον Νεύτωνα (και σε εμάς κατ’ επέκταση) τη δυνατότητα να κατανοήσει ένα (μέχρι τότε) μυστήριο: πως και γιατί η Σελήνη γυρνάει γύρω από τη Γη. Οι σκοποί αυτού του ΦΕ είναι οι μαθητές να αντιληφθούν όλα όσα προαναφέρθηκαν και να συνδυάσουν στο μυαλό τους έννοιες που πολλές φορές απέχουν χρονικά αρκετά κατά τη διδασκαλία της Φυσικής στο Λύκειο.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ 1^{ου} ΦΕ:

Δαπόντες Ν., Κασσέτας Α., κ.α., «Φυσική Α΄ Λυκείου, ΕΠΛ, ΓΕΛ, ΤΕΛ», ΟΕΔΒ, Αθήνα 1997

Γαβρόγλου Κ. «Το Παρελθόν των Επιστημών ως Ιστορία», ΠΕΚ, Ηράκλειο 2004

Hewitt P. «Οι Έννοιες της Φυσικής», ΠΕΚ, Ηράκλειο 1992

Κασσέτας Α. «Το μακρόν Φυσική, προ του βραχέος Διδάσκω», εκδ. Σαββάλας, Αθήνα 1996

Κασσέτας Α. «Η Άρκτος, η Πρέσπα, η Παρασκευή», εκδ. Κάτοπτρο, Αθήνα 1992

Φυσική Β' Λυκείου

ΓΕΝΙΚΗΣ ΠΑΙΔΕΙΑΣ

Όνοματεπώνυμο: _____

Τμήμα: _____ / Ημερομηνία: _____



Η έννοια του
ΜΑΓΝΗΤΙΚΟΥ ΠΕΔΙΟΥ
ρευματοφόρου αγωγού

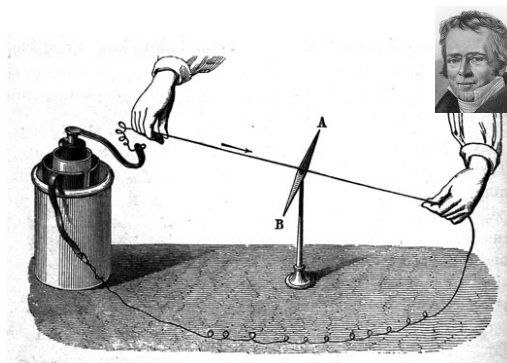
Φύλλο Εργασίας

➤ Παρακολουθήστε το απόσπασμα: "5:14-20:15" από το ντοκιμαντέρ:

«How Einstein Discovered Famous Equation $E=mc^2$ » <https://www.youtube.com/watch?v=kbP6E6Ddqf4>

1. Βλέπουμε ότι ο M. Faraday ήταν ένας ταπεινός καταγωγής νέος που κατάφερε να γίνει ένας σπουδαίος επιστήμονας. Τι νομίζετε ότι τον "τράβηξε" από αυτή την ταπεινή του καταγωγή και τον έβαλε στην κορυφή της επιστημονικής κοινότητας της εποχής του (και σε μια εκ των κορυφαίων, όλων των εποχών);

2. Το πείραμα με το καλώδιο και την πυξίδα (12:18) που αναπαρίσταται στο εργαστήριο που δούλευε ο Faraday είναι γνωστό ως πείραμα του Oersted. Περιγράψτε με λίγα λόγια τι συνέβαινε:



3. Από τις κουβέντες που ακολούθησαν φαίνεται ότι μέχρι εκείνη τη στιγμή θεωρούσαν τον ηλεκτρισμό – ηλεκτρικό ρεύμα μια δύναμη που "υπήρχε" κατά μήκος του καλωδίου (όπως ακριβώς "κινούνταν" και το ρεύμα). Στην προσπάθειά του να εξηγήσει το φαινόμενο, ο Faraday (13:37), προτείνει...

4. Μάλιστα, μπροστά στην αντίρρηση ενός εκ των παρευρισκομένων, σχετικά με το αν η "δύναμη" του ηλεκτρικού ρεύματος ασκείται δια μέσου του καλωδίου (*through the wire*) και όχι πλευρικά του (*side ways*) ο Faraday ενίσταται λέγοντας: «Ναι! Μα αυτό δεν εξηγεί τι συμβαίνει μπροστά στα μάτια μας» (13:47). Παρατηρούμε εδώ ένα σημαντικό τμήμα της επιστημονικής μεθόδου. Μπορείτε να διακρίνεται πιο είναι αυτό και να γράψετε λίγα λόγια;

ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗ

↓
ΥΠΟΘΕΣΗ

↓
ΠΕΙΡΑΜΑ

↓
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ

← ΟΧΙ

↓ ΝΑΙ

5.

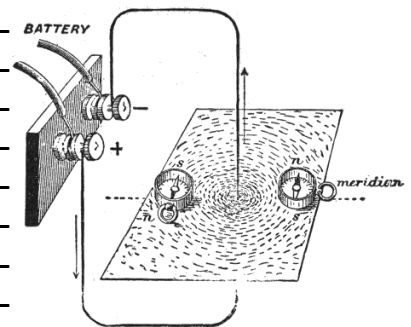


Η ιδέα είχε για τα καλά εδραιωθεί στο μυαλό του Faraday και τελικά (15:12) κάνει ένα πείραμα έτσι ώστε να την αποδείξει. Δώστε μια μικρή περιγραφή:

6. Στη συνέχεια προσπαθεί να “σχηματίσει” κάτι σαν τον περιβάλλοντα, του καλωδίου, χώρο (15:16). Αυτό το κάτι, το ονομάζουμε σήμερα μαγνητικό πεδίο ευθύγραμμου ρευματοφόρου αγωγού. Προσπαθώντας να δώσουμε μια σύντομη περιγραφή θα λέγαμε ότι το πεδίο είναι ο χώρος γύρω από το καλώδιο...



7. Γιατί όμως ο Faraday ζωγραφίζει κύκλους γύρω από το καλώδιο, ως πεδίο; Συνδυάζοντας τις δύο προηγούμενες εικόνες με μια μεταγενέστερη απεικόνιση, της εξήγησης του Faraday πάνω στο πείραμα του Oersted, εξηγήστε τη μορφή του πεδίου γύρω από το σύρμα:



8. Η έννοια της δύναμης, φυσικά εξηγεί τη στρέψη της μαγνητικής βελόνας. Όμως η εισαγωγή της έννοιας του πεδίου μας βοηθάει να αποδώσουμε το φαινόμενο, όχι σε δύναμη από κάτι (καλώδιο – ρεύμα) αλλά σε ιδιότητα του χώρου (το πεδίο ασκεί δυνάμεις). Για να εξασκηθείτε στην έννοια του πεδίου, δώστε σύντομες περιγραφές στα παρακάτω φαινόμενα, χρησιμοποιώντας όρους πεδίου και όχι δυνάμεων από τα αντικείμενα:

A. Λειτουργία της ναυτικής πυξίδας:

Το σενάριο απευθύνεται σε μαθητές Β΄ Λυκείου που σίγουρα κάπου, σε προηγούμενες τάξεις, έχουν ακούσει τη λέξη “πεδίο” και ίσως έχουν εξοικειωθεί και με την έννοια. Προσεγγίζοντας όμως την ιστορική πλευρά της έννοιας, μέσω ενός περιστατικού από τη ζωή του Faraday μπορούμε να βάλουμε τους μαθητές και σε κάποιες παράπλευρες έννοιες όπως αυτές της επιστημονικής μεθόδου ή των νοητικών αναπαραστάσεων.

1. Ξεκινάμε με μια ερώτηση που οδηγεί τους μαθητές να αναγνωρίσουν ότι η επιμονή και η αγάπη για ένα αντικείμενο, όποιο και να είναι αυτό (εν προκειμένω η επιστήμη / φυσική) μπορεί να απογειώσει και τον πιο ταπεινό άνθρωπο. Μέσω αυτού του λαμπρού ιστορικού παραδείγματος (του νεαρού, αμόρφωτου, χαμηλής καταγωγής Faraday που τελικά “κατακτά” τον επιστημονικό κόσμο) καλλιεργούμε στους μαθητές μια συγκεκριμένη νοοτροπία: *«προσπαθήστε, προσπαθήστε και ξανά προσπαθήστε... τίποτα δεν είναι αδύνατο!»*.
2. Συνεχίζουμε με το ίδιο το πείραμα του Oersted (το οποίο μπορούμε με πάρα πολύ λίγα, απλά υλικά να αναπαραστήσουμε και ζωντανά μέσα στην τάξη). Ίσως θα έπρεπε να τονίσουμε ότι ξεκινώντας από αυτό το απλό πείραμα και χάριν της οξυδέρκειας επιστημόνων όπως ο Faraday και πολύ αργότερα ο Tesla, έχουμε αυτό που σήμερα αποκαλούμε σύγχρονο τεχνολογικό πολιτισμό.
3. 4. Ο Faraday ξεφεύγει από τα καθιερωμένα. Προτείνει μια εναλλακτική ιδέα για τη “δύναμη” που ασκεί το ρεύμα στην μαγνητική βελόνα, ώστε να εξηγήσει την παρατήρηση. Εδώ οι μαθητές οδηγούνται σε δύο πολύ σημαντικές ιδέες: α) θα πρέπει το μυαλό μας να είναι ανοικτό και να μπορεί να δεχθεί και άλλες ιδέες, όσο παράξενες και να φαίνονται στην αρχή, β) αν το πείραμα δεν επιβεβαιώνει την υπόθεση, τότε πρέπει (όσο και αν δεν φαίνεται λογικό) να πάμε σε νέα υπόθεση. Είναι το “ΟΧΙ” στην επιστημονική μέθοδο που μας γυρνάει πίσω σε νέα υπόθεση.
5. 6. Εδώ βλέπουμε πως η ιδέα του Faraday μετασηματίζεται, αρχικά σε νέο πείραμα και τελικά σε μια νοητική – ζωγραφική αναπαράσταση (το μαγνητικό πεδίο). Γίνεται πλέον κατανοητό πως πρέπει να οριστεί το πεδίο: ως ο χώρος μέσα στον οποίο ασκούνται δυνάμεις. Μια προστιθέμενη αξία του συγκεκριμένου σημείου του Φ.Ε. είναι πως οδηγούμε τους μαθητές να πιάσουν το μολύβι και να ζωγραφίσουν μια νέα ιδέα τους: έτσι όχι απλά την βλέπουν να αποτυπώνεται, αλλά ταυτόχρονα μπορούν να την ελέγξουν και φυσικά να τη βελτιώσουν. Ο τρόπος που προτείνεται είναι παλιός, αλλά πάντα επιτυχημένος: *«σκέψου, σχεδίασε, διόρθωσε, κατέληξε σε συμπέρασμα!»*
7. Εδώ γίνεται ακόμα πιο κατανοητή η εικόνα του πεδίου (ομόκεντροι κύκλοι, με κέντρο τον αγωγό) και ο τρόπος προσανατολισμού των πυξίδων. Αν μάλιστα οι μαθητές προσέξουν καλύτερα την γκραβούρα, θα δουν ότι οι βόρειοι πόλοι των πυξίδων δείχνουν αντίθετα και με αυτή την πληροφορία (και τη βοήθεια του διδάσκοντα) μπορούν να καταλήξουν και στη έννοια της διανυσματικότητας του πεδίου.
8. Το μεγαλύτερο πρόβλημα που αντιμετωπίζουμε ως εκπαιδευτικοί είναι να πείσουμε τους μαθητές για την αναγκαιότητα της εισαγωγής της έννοιας “πεδίο”. Σε σχολικό επίπεδο “όλα” λύνονται με δύναμη, άρα πράγματι το πεδίο είναι μια περιττή έννοια, η οποία κουράζει και φυσικά δυσκολεύει τους μαθητές. Η αναγκαιότητα της έννοιας γίνεται κατανοητή σε μας, περίπου στο 3^ο έτος των πανεπιστημιακών μας σπουδών. Καλούμαστε λοιπόν να διδάξουμε μια έννοια που οι μαθητές απορρίπτουν ως άχρηστη. Η αξία της ιστορικής προσέγγισης εδώ είναι σημαντική. Μέσα από τα πραγματικά περιστατικά και τον βίο του Faraday, οι μαθητές διδάσκονται (ίσως πιο εύκολα, σίγουρα όμως με περισσότερο ενδιαφέρον) την έννοια του πεδίου ως ένας χώρος γύρω από κάτι (σύρμα) που κάτι άλλο (πυξίδα) δέχεται δυνάμεις.

Τέλος καλούμε τους μαθητές να εξασκηθούν στην έννοια με δύο απλά και ένα πιο δύσκολο (αλλά άκρως ενδιαφέρον) παράδειγμα.

Μετά το τέλος της διδακτικής ώρας περιμένουμε από τους μαθητές να:

- i) έχουν αναπτύξει έναν θαυμασμό για το πρόσωπο και κυρίως για το πάθος του Faraday
- ii) έχουν κατανοήσει το πείραμα του Oersted
- iii) γνωρίζουν ότι ανεξάρτητα από τη ροή του ρεύματος, η μαγνητική δύναμη είναι κάθετη σε αυτό
- iv) κατανοούν ότι μετά από μια αποτυχημένη υπόθεση, η επόμενη μπορεί να είναι τελείως διαφορετική
- v) αποκτήσουν μια αίσθηση του τι είναι πεδίο και πως αυτό επιδρά στα αντικείμενα γύρω του
- vi) κατανοήσουν ότι το πεδίο έχει διανυσματικό χαρακτήρα
- vii) μπορούν να “μιλάνε” με όρους πεδίου (και όχι μόνο με όρους δύναμης).

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ 2^{ου} ΦΕ:

- Bodanis D., 2003: « $E=mc^2$, η βιογραφία της πιο διάσημης εξίσωσης στον κόσμο», εκδ. Λιβάνη, Αθήνα 2003
- How Einstein Discovered Famous Equation $E=mc^2$ (youtube video)
<https://www.youtube.com/watch?v=kbP6E6Ddqf4>

❖ σημείωση: το συγκεκριμένο video, το έχω στην κατοχή μου σε DVD με ελληνικούς υπότιτλους, και επομένως κατά τη διάρκεια της διδακτικής ώρας θα προβληθεί, στο τμήμα, με αυτόν τον τρόπο.