

ΓΙΩΡΓΟΣ ΕΥΙΜΟΣ

**ΜΙΑ  
ΦΑΡΕΤΡΑ  
ΓΙΑ ΤΟΝ  
ΦΥΣΙΚΟ**



**33 ΦΥΛΛΑ ΕΡΓΑΣΙΑΣ  
ΓΙΑ ΤΗ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑ ΤΗΣ  
ΦΥΣΙΚΗΣ ΣΤΟ ΓΥΜΝΑΣΙΟ**



Ο Γιώργος Έψιμος γεννήθηκε το 1978 στην Αθήνα. Πήρε πτυχίο φυσικής από το Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης και ακολούθησε μεταπτυχιακές σπουδές στη διδακτική των φυσικών επιστημών. Από το 2005 ως το 2013 διετέλεσε μέλος της ομάδας σχεδιασμού διδακτικού υλικού για τις φυσικές επιστήμες, στο πλαίσιο του *"Προγράμματος Για την Εκπαίδευση των Παιδιών της Μειονότητας στη Θράκη"*. Έχει εργαστεί ως επιμορφωτής εκπαιδευτικών του κλάδου ΠΕ04 και έχει συμμετάσχει σε πολυάριθμα projects για την επικοινωνία της επιστήμης. Χρησιμοποιώντας το ψευδώνυμο "Τάκης Πειραματάκης" έχει σχεδιάσει και υλοποιήσει παιδικές παραστάσεις με επιστημονικό περιεχόμενο και εκτέλεση πειραμάτων επί σκηνής. Έχει συμμετάσχει στη συγγραφή των βιβλίων *"Κόσμοι της Φυσικής: Θερμόμετρα, Φωτεινές Ακτίνες και Ηλεκτρικά Κυκλώματα"* και *"Ο Κόσμος του Νερού"* (εκδ. Ελληνικά Γράμματα). Τον Δεκέμβριο του 2020 δημιούργησε την ερασιτεχνική ταινία μικρού μήκους *"Πότε θα κάνω μάθημα;"*.

Ζει στην Ξάνθη από το 2009, όπου διδάσκει φυσικές επιστήμες στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση.

**ΓΙΩΡΓΟΣ ΕΨΙΜΟΣ**

**ΜΙΑ ΦΑΡΕΤΡΑ ΓΙΑ ΤΟΝ ΦΥΣΙΚΟ**

33 φύλλα εργασίας  
για τη διδασκαλία της φυσικής  
στο γυμνάσιο

ΑΚΑΔΗΜΙΑ ΠΟΙΗΣΗΣ  
ΚΑΙ ΠΑΡΑΜΥΘΙΟΥ



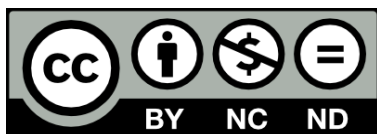


Γιώργος Έψιμος, *Μια φαρέτρα για τον φυσικό*  
E-mail: [gepsimos@gmail.com](mailto:gepsimos@gmail.com)

Ακαδημία Ποίησης και Παραμυθιού  
Website: <http://www.pf-academy.gr>  
E-mail: [pf.academy@yahoo.com](mailto:pf.academy@yahoo.com)

Σχεδιασμός εξωφύλλου: Ναταλία Ζαφέρογλου

ISBN: 978-618-84641-1-7  
Σεπτέμβριος 2022



Άδεια Creative Commons  
Αναφορά Δημιουργού – Μη Εμπορική χρήση  
Όχι Παράγωγα έργα 3.0 Ελλάδα

Επιτρέπεται σε οποιονδήποτε αναγνώστη η αναπαραγωγή του έργου (ολική, μερική ή περιληπτική, με οποιονδήποτε τρόπο, μηχανικό, ηλεκτρονικό, φωτοτυπικό, ηχογράφησης ή άλλο), η διανομή και η παρουσίαση στο κοινό υπό τις ακόλουθες προϋποθέσεις: αναφορά της πηγής προέλευσης, μη εμπορική χρήση του έργου. Επίσης, δεν επιτρέπεται η διανομή του μετά από αλλοίωση, τροποποίηση ή δημιουργία πάνω στο περιεχόμενό του. Αναλυτικές πληροφορίες για τη συγκεκριμένη άδεια Creative Commons, μπορείτε να διαβάσετε στην ηλεκτρονική διεύθυνση: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/gr/>





*Όλα αυτά  
η διάθεσή μας να ανάβουμε πυρκαγιές  
η στοργή, η έμπνευση, ο οίστρος  
αλλά και το ενδιαφέρον για τη μεμονωμένη περίπτωση κάθε ανθρώπου-μαθητή  
όπως και η ενθάρρυνση για τους μαθητές των μικρότερων τάξεων*

*Όλα αυτά  
και ένα σωρό ακόμα  
που είναι σχεδόν αδύνατον να καταγραφούν  
βρίσκονται έξω από τα σύνορα της τυπικής προσφοράς μας  
για την οποία αμειβόμαστε*

*Όλα αυτά  
δεν έχουν τιμή  
δεν τα εξαργυρώνουμε  
«θέλουμε» και τα προσφέρουμε  
είναι ο γεμάτος με ουσία πυρήνας της λειτουργίας μας  
είναι τα ΧΩΡΙΣ ΑΝΤΑΛΛΑΓΜΑ.*

Ανδρέας Ι. Κασσέτας

## Περιεχόμενα

Πρόλογος.....	12
Εισαγωγή.....	16
Ευχαριστίες.....	18
“Creative Commons”; Δηλαδή;.....	19
Μια διδακτική πρόταση.....	20
(1) Γενικές αρχές της ένταξης των φύλλων εργασίας στο μάθημα.....	21
(2) Απαντήσεις σε συχνές ερωτήσεις σχετικά με τα φύλλα εργασίας.....	23
(3) Τι δεν είναι ένα φύλλο εργασίας.....	25
Φύλλα εργασίας για την Α΄ Γυμνασίου.....	30
• A1 - <i>"Η μέτρηση"</i>	
• A2 - <i>"Μετράμε την απόσταση"</i>	
• A3 - <i>"Ο χάρακας"</i>	
• A4 - <i>"Μετράμε τον χρόνο"</i>	
• A5 - <i>"Μετράμε τον όγκο"</i>	
• A6 - <i>"Μετράμε τη μάζα"</i>	
• A7 - <i>"Η πυκνότητα και η πλεύση"</i>	
• A8 - <i>"Η θερμική ισορροπία"</i>	
• A9 - <i>"Κύκλωμα και βραχυκύκλωμα"</i>	
Φύλλα εργασίας για τη Β΄ Γυμνασίου.....	65
• B1 - <i>"Η ταχύτητα"</i>	
• B2 - <i>"Μαθηματικά της ταχύτητας"</i>	
• B3 - <i>"Το διάγραμμα"</i>	
• B4 - <i>"Αλληλεπίδραση"</i>	
• B5 - <i>"Το δυναμόμετρο"</i>	
• B6 - <i>"Δυνάμεις"</i>	

- B7 - *"Το ελατήριο"*
- B8 - *"Ελατήρια στον υπολογιστή"*
- B9 - *"Υδροστατική πίεση"*
- B10 - *"Ατμοσφαιρική πίεση"*
- B11 - *"Η άνωση"*
- B12 - *"Το έργο δύναμης"*
- B13 - *"Δυναμική και κινητική ενέργεια"*

Φύλλα εργασίας για τη Γ' Γυμνασίου.....111

- Γ1 - *"Ένα πείραμα για το ηλεκτρικό φορτίο"*
- Γ2 - *"Ηλέκτριση από απόσταση"*
- Γ3 - *"Η ηλεκτρική δύναμη"*
- Γ4 - *"Φορτίο και ρεύμα"*
- Γ5 - *"Ο νόμος του Ωμ"*
- Γ6 - *"Συνδέσεις κυκλωμάτων"*
- Γ7 - *"Φτιάχνουμε ταλάντωση"*
- Γ8 - *"Μιλάμε για τις ταλαντώσεις"*
- Γ9 - *"Ενέργεια στην ταλάντωση"*
- Γ10 - *"Γώς βλέπουμε;"*
- Γ11 - *"Φτιάχνουμε σκιές"*





## Πρόλογος

Γνωρίζω πολλά χρόνια τον συγγραφέα της «έκδοσης»<sup>1</sup> που έχετε στα χέρια σας. Δε θέλω να θυμάμαι πόσα. Η ηλικία μου δεν το επιτρέπει. Επιπλέον, κάθε φορά που βρίσκομαι αντιμέτωπος με μια δουλειά του Γ. Έψιμου με πιάνει άγχος. Γιατί πρόκειται για δουλειά όπου, κάθε φορά, ο δημιουργός της κινείται πάνω στην κόψη του ξυραφιού που δημιουργεί ένας εκπαιδευτικός με σαφώς αντισυμβατικό προφίλ, ο οποίος όμως έχει την εμμονή η δουλειά του να έχει θετικό αποτέλεσμα στο συμβατικό εκπαιδευτικό πλαίσιο.

Στη συγκεκριμένη περίπτωση, το άγχος αυτής της ισορροπίας άργησε λίγο να υποχωρήσει. Άργησα δηλαδή να καταλάβω τι στην ευχή κάνει, κατασκευάζοντας φύλλα εργασίας: συνηθισμένα, δηλαδή, και συνδεδεμένα με την εργαστηριακή άσκηση εκπαιδευτικά υλικά, από την εποχή των προ αμνημονεύτων χρόνων προπτυχιακών μου σπουδών.

Άρχισα όμως να καταλαβαίνω όταν στάθηκα στις πρώτες προτάσεις του κειμένου κάτω από τον τίτλο «Μια διδακτική πρόταση»:

*Φύλλα εργασίας λοιπόν. Διδακτικό υλικό έτοιμο για εκτύπωση και φωτοτυπίες. Δεν έρχεται μόνο του όμως. Δεν υπάρχει διδακτικό υλικό χωρίς διδακτική πρόταση να το υποστηρίξει.*

Σταμάτησα λοιπόν το ανάποδο διάβασμα που είχα ξεκινήσει, ψάχνοντας ένα-ένα τα φύλλα εργασίας για ατέλειες, ασυνέπειες, άξονα ανάπτυξης κ.λπ. και ξεκίνησα να ψάχνω τη «διδακτική πρόταση».

Και την κατάλαβα. Τη χώρεσα δηλαδή στα δικά μου πλαίσια, έλεγξα αν συμβαδίζει με τη δομή και το περιεχόμενο των φύλλων εργασίας, και έμεινα έκπληκτος. Και στον πρόλογο αυτό θα σας πω, με λίγα λόγια, το γιατί.

Στο εμβληματικό βιβλίο «*A History of Ideas in Science Education. Implications for practice*» (1991, New York: Teachers College Press), ο συγγραφέας του George DeBoer, συνοψίζοντας στα τελικά του συμπεράσματα (σ. 380) την εμπειρία της εκπαίδευσης στις Φυσικές Επιστήμες (ΦΕ), από τα μέσα του 19ου αιώνα μέχρι και πριν τριάντα χρόνια, γράφει:

*Η εκπαίδευση στις Φυσικές Επιστήμες, όπως και όλη η εκπαίδευση[...] πρέπει [...].*

<sup>1</sup> Χρησιμοποιώ τον όρο «έκδοση» γιατί δεν είμαι σίγουρος τι ακριβώς είναι αυτή η δημιουργία· βιβλίο, οδηγός διδασκαλίας, ντοσιέ φύλλων εργασίας...;

*Δεν υπάρχει όμως αυτό που θα λέγαμε «το καλύτερο» πρόγραμμα για όλους. Οι μαθητές διαφέρουν, οι δάσκαλοι διαφέρουν και οι τοπικές κοινότητες διαφέρουν [...]*

Δηλώνει, δηλαδή, την αφετηρία, το «πρέπει», τον ενιαίο σκοπό<sup>2</sup>, που κατευθύνει κάθε μορφής εκπαίδευση (και αυτή στις ΦΕ) και αμέσως μετά διαπιστώνει το κορυφαίο πρόβλημα που αντιμετωπίζει ένας ενιαίος σκοπός που αφορά διαφοροποιημένους πολίτες διαφοροποιημένων κοινοτήτων.

Μέχρι τις μέρες μας, η εκπαίδευση στις ΦΕ μεταφράζει το ενιαίο του σκοπού της στον στόχο τού να κατανοήσουν όλοι οι πολίτες σημαντικά κομμάτια του περιεχομένου (δηλωτικού και διαδικαστικού) από διάφορους κλάδους των ΦΕ. Να κατανοήσουν όλοι κάποιες θεμελιώδεις έννοιες, κάποια μοντέλα/θεωρίες, κάποιες πρακτικές/μεθόδους. Και διαπιστώνει ότι αυτό το «όλοι οι πολίτες» μοιάζει ακατόρθωτο. Γιατί *οι μαθητές διαφέρουν, οι δάσκαλοι διαφέρουν και οι τοπικές κοινότητες διαφέρουν...*

Στις μέρες μας όμως κάτι κινείται. Και αυτό το κάτι έχει να κάνει με το θεμελιώδες ερώτημα της εκπαίδευσης: *πώς μαθαίνει ο άνθρωπος*; Μαθαίνει, για παράδειγμα, έννοιες και μοντέλα; Μαθαίνει πρακτικές και μεθόδους; Μαθαίνει ανατρέποντας και αλλάζοντας αυτά που ήδη γνωρίζει; Μαθαίνει με διαφορετικό τρόπο ο μαθητής από ό,τι ο ενήλικος; Μαθαίνει ό,τι χρειάζεται κάθε φορά για να πετύχει τους διαφορετικούς κάθε φορά στόχους του και μετά το ξεχνάει;

Σε αυτό το ερώτημα, το πρόσφατο (2018) κείμενο των Αμερικανικών National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine «How People Learn II: Learners, Contexts, and Cultures» (Washington, DC: The National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/24783>) απαντά εισάγοντας μια ριζικά διαφορετική υπόθεση:

*Προσωπικά, ο άνθρωπος που μαθαίνει «ενσωματώνει»<sup>3</sup> συνεχώς **πολλούς τύπους μάθησης**, και σκόπιμα και ασυνείδητα, ως απάντηση στις προκλήσεις και τις συνθήκες που συναντά. Ο τρόπος με τον οποίο ένας άνθρωπος ενσωματώνει **μαθησιακές λειτουργίες** διαμορφώνεται από το κοινωνικό και φυσικό του περιβάλλον αλλά διαμορφώνει επίσης τη μελλοντική του μάθηση (σ. 68).*

<sup>2</sup> Για τον DeBoer, αυτός ο ενιαίος σκοπός είναι η ενδυνάμωση των ανθρώπων στην κατεύθυνση του να σκέπτονται και να δρουν ως ανεξάρτητες προσωπικότητες. Δεν τον αναφέρω στο απόσπασμα, γιατί ο σκοπός αυτός αλλάζει κατά εποχές και είναι πολύ πιθανό σήμερα να είναι διαφορετικός από αυτόν της δεκαετίας του 1990.

<sup>3</sup> Ο όρος «ενσωματώνει» (η έμφαση είναι δική μου) είναι εδώ κυριολεκτικός. Η μάθηση δεν αφορά μόνον τον νου, ως εάν ο νους να είναι ένα διαφορετικής φύσης κομμάτι του ανθρώπου από ό,τι το υπόλοιπο σώμα του. Η μάθηση αναφέρεται σε όλο το σώμα (και περιεχόμενο και δεξιότητες και ικανότητες, ταυτόχρονα).

Η υπόθεση αυτή λέει ότι ο άνθρωπος (όχι μόνον ο μαθητής αλλά και ο εκπαιδευτικός) μαθαίνει διάφορους «τύπους μάθησης» (όχι δηλαδή έννοιες, μοντέλα, πρακτικές). Ενσωματώνει διάφορες «μαθησιακές λειτουργίες», που δεν χρειάζεται να τις ξεχάσει για να ενσωματώσει και κάποιες άλλες. Κάτι που για την εκπαίδευση στις ΦΕ μπορεί και να σημαίνει ότι αυτό που πρέπει να διδάξουμε και να μάθουν οι μαθητές μας, δεν είναι το περιεχόμενο και οι μέθοδοι αλλά κάποιοι κατάλληλοι «τρόποι μάθησης», που αν τους ενσωματώσουν θα μάθουν και περιεχόμενο και μεθόδους.

Και, παρά την έκπληξή μου, είμαι περισσότερο από βέβαιος ότι η δημοσίευση-δημιουργία του Γ. Έψιμου κάνει αυτό ακριβώς το πράγμα!

Εντοπίζει, δηλώνει και αντιμετωπίζει το ζήτημα που βάζει η διαφοροποίηση των αναγνωστών του. Εκπαιδευτικών και μαθητών. Και προτείνει μια ενιαία(!) **σταθερή διαδικασία** με *γενικές αρχές της ένταξης των φύλλων εργασίας στο μάθημα*: «*Μείνε δίπλα μου*», «*Πάρε το προσωπικά*», «*Παντού και πάντα*», «*Όχι μόνο το δέντρο αλλά και το δάσος*». Μια διαδικασία που εξαιτίας του σταθερού μοτίβου της είναι βέβαιο ότι διδάσκει έναν τουλάχιστον **τύπο μάθησης**. Καλλιεργεί στους μαθητές αλλά και στους εκπαιδευτικούς που θα την εφαρμόσουν μια τουλάχιστον **μαθησιακή λειτουργία**, με πλήρως διευκρινισμένο (μέσω των απαντήσεων σε συχνές ερωτήσεις και διευκρινίσεων σχετικών με το τι δεν είναι ένα φύλλο εργασίας) πλαίσιο αναφοράς!

Και το κάνει με συνέπεια ανάμεσα στη «διδακτική πρόταση» και τα «φύλλα εργασίας». Το κάνει και αποτελεσματικά; Η προσωπική μου άποψη τείνει προς θετική απάντηση. Και η θετική μου απάντηση στηρίζεται αφενός στη γνώση μου (την έχω ήδη αναφέρει) για την εμμονή του συγγραφέα στην αποτελεσματικότητα των όσων διαφορετικών έχει δοκιμάσει ως εκπαιδευτικός και σχεδιαστής προγραμμάτων, και αφετέρου στο ότι η πρόταση αυτή ωρίμασε και ολοκληρώθηκε παράλληλα (ίσως και ανεξάρτητα) με το ισχυρό νέο και ανατρεπτικό θεωρητικό πλαίσιο που τη στηρίζει ως μαθησιακή πρόταση, πέρα από κάθε αμφιβολία.

Βέβαια, η πορεία αυτής της πρότασης στο πεδίο και στο ταχύτατο στην εποχή μας πέρασμα του χρόνου, μένει να διαπιστωθεί. Θα τη διαπιστώσουν οι αναγνώστες που θα τη δοκιμάσουν στην προσωπική τους πράξη...

Νοέμβριος 2021  
Βασίλης Τσελφές



## Εισαγωγή

Πέρα από μερικούς αυτοσαρκασμούς του συγγραφέα, μια-δυο αιχμές προς το επίσημο αναλυτικό πρόγραμμα φυσικών επιστημών και μερικές γενικόλογες αναφορές στη βιβλιογραφία, όλο το υπόλοιπο υλικό μέσα σε αυτό το βιβλίο αποτελεί έτοιμο διδακτικό υλικό. Φύλλα εργασίας. Είτε προς απόρριψη, είτε προς χρήση.

Αυτά τα φύλλα εργασίας είναι το αποτέλεσμα μιας συνεχούς κυκλικής διαδικασίας δοκιμών, εφαρμογών, διορθώσεων και αλλαγών που έλαβε χώρα από το 2010 μέχρι σήμερα, σε γυμνάσια του νομού Ξάνθης. Εκατοντάδες μαθητές και μαθήτριες συνέβαλαν, άλλοτε με τη συμμετοχή τους, άλλοτε με τις παρατηρήσεις τους και άλλοτε με την αδιαφορία τους, στη διαμόρφωσή τους. Μπορεί να είναι επηρεασμένα από τη βιβλιογραφία και τις προτάσεις της διδακτικής των φυσικών επιστημών, αλλά ο τελικός κριτής τους ήταν πάντοτε η σχολική αίθουσα.

Κάθε φύλλο εργασίας αποτελείται από δύο σελίδες σε μέγεθος A4, με σταθερό μοτίβο και αισθητική. Με διαβαθμίσεις του ασπρόμαυρου, για πιο εύκολη αναπαραγωγή στις συνήθεις συνθήκες του ελληνικού δημόσιου σχολείου -όπου το φωτοτυπικό μηχάνημα είναι πιθανότατα το σημαντικότερο εργαλείο σε όλο το κτίριο. Επιτρέπεται λοιπόν -αν όχι προτείνεται- η αναπαραγωγή, είτε ολόκληρου κάθε φύλλου εργασίας, είτε μερών του, με βασική απαίτηση τη διατήρηση της αναφοράς στον δημιουργό η οποία προϋπάρχει στο υποσέλιδο ("*Μια Φαρέτρα Για Τον Φυσικό*", Έψιμος Γ., εκδ. Ακαδημία Ποίησης και Παραμυθιού)<sup>4</sup>.

Παράλληλα, κάθε φύλλο εργασίας συνοδεύεται από μία ή δύο σελίδες με "οδηγίες για τον εκπαιδευτικό". Σε αυτές τις οδηγίες αρχικά αναφέρονται τα υλικά που απαιτούνται για τη διεξαγωγή του μαθήματος και η προβλεπόμενη χρονική διάρκειά του. Στη συνέχεια διατυπώνονται διευκρινίσεις σχετικά με τις επιλογές που έχουν γίνει κατά τον σχεδιασμό του φύλλου εργασίας, ενδεικτικές απαντήσεις στα κατά περίπτωση ερωτήματα, αλλά και συμβουλές που προέρχονται από τα χωράφια της διδακτικής των φυσικών επιστημών.

Συχνά, στο τέλος του φύλλου εργασίας υπάρχει αναφορά στις σελίδες του σχολικού βιβλίου όπου περιγράφονται τα αντίστοιχα φαινόμενα και έννοιες.

Τα ίδια (και πολλά περισσότερα) βρίσκεις στο σχολικό βιβλίο, **σελ. 19-22.**

<sup>4</sup>Στην ενότητα "*Creative Commons*"; Δηλαδή;" (σελ. 19) μπορείτε να βρείτε περισσότερες λεπτομέρειες σχετικά με τους όρους διανομής και χρήσης του παρόντος διδακτικού υλικού.

Τα σχολικά βιβλία στα οποία γίνεται αναφορά είναι:

- Για τα φύλλα εργασίας της Α΄ Γυμνασίου, το βιβλίο των Γ. Καλκάνη, Ουρ. Γκικοπούλου, Ευστρ. Καπότη, Δ. Γουσόπουλου, Μ. Πατρινόπουλου, Π. Τσάκωνα, Π. Δημητριάδη, Λ. Παπατσιμπα, Κ. Μιτζήθρα, Αθ. Καπόγιαννη, Δ. Σωτηρόπουλου, Σ. Πολίτη κ.α. *"Η φυσική με πειράματα"*, του Ινστιτούτου Τεχνολογίας Υπολογιστών και Εκδόσεων "Διόφαντος".
- Για τα φύλλα εργασίας της Β΄ Γυμνασίου, το βιβλίο των Ν. Αντωνίου, Π. Δημητριάδη, Κ. Καμπούρη, Κ. Παπαμιχάλη και Λ. Παπατσιμπα, *"Φυσική - Β΄ Γυμνασίου"*, του Ινστιτούτου Τεχνολογίας Υπολογιστών και Εκδόσεων "Διόφαντος".
- Για τα φύλλα εργασίας της Γ΄ Γυμνασίου, το βιβλίο των Ν. Αντωνίου, Π. Δημητριάδη, Κ. Καμπούρη, Κ. Παπαμιχάλη και Λ. Παπατσιμπα, *"Φυσική - Γ΄ Γυμνασίου"*, του Ινστιτούτου Τεχνολογίας Υπολογιστών και Εκδόσεων "Διόφαντος".

Τέλος, ανάμεσα στις πληροφορίες που αισθάνομαι ότι πρέπει να συμπεριληφθούν σε αυτή την εισαγωγή είναι και ο λόγος που με ώθησε να ξεκινήσω να φτιάχνω τα δικά μου φύλλα εργασίας, κάπου στα μέσα του 2009. Αισθανόμενος ότι σε κάθε είδους διδακτικό υλικό που έπεφτε στα χέρια μου (βιβλίο, φύλλο εργασίας, παρουσίαση, οτιδήποτε) εγώ τελικά λιγότερο ή περισσότερο "στριμώχνομαι", οδηγήθηκα στην αποδοχή ότι κανένα διδακτικό υλικό δεν ταιριάζει καλύτερα στο μάθημά μου όσο αυτό που έχω φτιάξει μόνος μου. Πρόκειται για μια αποδοχή που είχε μεν σαν επακόλουθο άπειρες ώρες δουλειάς, ενίοτε ξημερώματα, αλλά που τελικά με βοήθησε να καταλάβω καλύτερα τα χαρακτηριστικά της διδασκαλίας μου, τις προτιμήσεις και τις εμμονές μου, τα χούγια μου και τις αδυναμίες μου. Η διαμόρφωση των φύλλων εργασίας με έχει κάνει καλύτερο εκπαιδευτικό.

Εύχομαι λοιπόν αυτό το διδακτικό υλικό, εκτός από το να γίνει άμεσα χρήσιμο και σε άλλους συναδέλφους και συναδέλφισσές μου, να καταφέρει να λειτουργήσει ως έμπνευση, έναυσμα και αφετηρία για τις δικές τους "δημιουργίες".

Καλές εφαρμογές λοιπόν!

Γιώργος Έψιμος

## Ευχαριστίες

Στο εξώφυλλο αυτού του βιβλίου αναφέρεται ένα μόνο ονοματεπώνυμο. Οι παιδαγωγοί όμως γνωρίζουμε πολύ καλά ότι μπορεί να είναι σημαντικά η ατομική πρωτοβουλία και ο προσωπικός μόχθος, όμως κανείς δε μπορεί να προχωρήσει για πολύ αν δεν έχει υποστήριξη από το περιβάλλον του. Αλλά δεν είναι μόνο ο δάσκαλος που λέει ότι *"όλα ξεκινάνε από το σπίτι"*. Είναι κι ο χωρικός που ψιθυρίζει ότι *"οι κάμποι τρέφουν άλογα και τα βουνά λεβέντες"*, είναι κι ο ποιητής που γράφει ότι *"την ιστορία τη γράφουν οι παρέες"*...

Γύρω μου λοιπόν στάθηκαν άνθρωποι και παρέες που βοήθησαν στη συγγραφή αυτού του βιβλίου, ο καθένας με τον τρόπο του. Ανάμεσα τους ξεχωρίζουν:

- Οι μέντορές μου, Πέτρος Καριώτογλου και Βασίλης Τσελφές, οι οποίοι με ενέπνευσαν να εμπιστευτώ και να δουλέψω για τη διδακτική των φυσικών επιστημών, και χρόνια μετά, πάντα βρίσκονται δίπλα μου σε ό,τι σχετικό επιχειρώ.
- Ο Γιώργος Φασουλόπουλος, ένας ακούραστος εργάτης της διδασκαλίας των φυσικών επιστημών που έχω την τιμή να είμαστε φίλοι, συνεργάτες και συνοδοιπόροι και πραγματικά αισθάνομαι πολύ τυχερός για αυτό.
- Οι συνάδελφοι και συναδέλφισσες ΠΕ04 που εργάζονται στην περιοχή της Ξάνθης και είναι πάντα διαθέσιμοι, είτε για να συζητήσουμε ένα σημαντικό πρόβλημα στη διδασκαλία, είτε απλά για να πιούμε μια ακόμα επικοινωνιακή μπύρα, Χριστίνα Παρωτίδου, Θωμάς Αλεξόπουλος, Κατερίνα Καρατζιά, Σοφία Αναστασιάδου και Γιώργος Τσικρικώνης.
- Οι συνάδελφοι και συναδέλφισσες ΠΕ04 που βελτίωσαν με τα σχόλιά τους τις πρώτες εκδοχές των φύλλων εργασίας (όταν αυτές δημοσιεύτηκαν στην ιστοσελίδα ["Υλικό Φυσικής-Χημείας"](#)) Βαγγέλης Κουντούρης, Ελευθερία Νασίκα, Δημήτρης Γκενές, Διονύσης Μάργαρης, Γιάννης Κυριακόπουλος και Πάνος Μουρούζης.
- Οι φίλοι Απόστολος Δομτζίδης και Νατάσα Μιχαηλίδου, για την παρότρυνση τους να προχωρήσω στην έκδοση, για τα πολύ χρήσιμα σχόλια στο αρχικό κείμενο, αλλά φυσικά και για την έμπρακτη υποστήριξη τους, χωρίς την οποία αυτό το βιβλίο δεν θα εκδιδόταν ποτέ.
- Η συναδέλφισσα φιλόλογος Σ. Φ. που αφιέρωσε αφιλοκεδώς και ανώνυμα μπόλικο από το χρόνο της για τη φιλολογική επιμέλεια του βιβλίου.
- Η Ελένη Διαφωνίδου, που χωρίς να γνωρίζει πολλά από τον κόσμο της διδασκαλίας ή/και της φυσικής, βοήθησε όσο κανένας στην τελική ευθεία της συγγραφής αυτού του βιβλίου.

Ευχαριστώ όλες και όλους από τα βάθη της καρδιάς μου.

;:-Γ



## “Creative Commons”; Δηλαδή;

Δηλαδή μπορείς δωρεάν να χρησιμοποιήσεις και να μοιραστείς το παρόν διδακτικό υλικό, τηρώντας όμως κάποιους όρους.

Οι άδειες και τα εργαλεία πνευματικών δικαιωμάτων “Creative Commons” χρησιμοποιούνται ευρύτατα τα τελευταία χρόνια από δημιουργούς κάθε είδους που επιθυμούν να παρέχουν το υλικό τους ελεύθερα μέσω διαδικτύου. Ουσιαστικά επιφέρουν μια ισορροπία στην παραδοσιακή ρύθμιση “διατήρησης πλήρους δικαιώματος” που δημιουργεί η νομοθεσία για τα πνευματικά δικαιώματα. Οι άδειες “Creative Commons” προσφέρουν στον καθένα, από μεμονωμένους δημιουργούς μέχρι μεγάλες εταιρίες και ιδρύματα έναν απλό, προτυποποιημένο τρόπο για να χορηγεί άδειες επί των δικαιωμάτων πνευματικής ιδιοκτησίας των έργων του.

Υπάρχουν διάφορων ειδών άδειες Creative Commons, ανάλογα με τις προτεραιότητες του δημιουργού. Για το συγκεκριμένο υλικό, τα φύλλα εργασίας χορηγούνται σύμφωνα με τους όρους της άδειας “Creative Commons BY-NC-ND 3.0 GR”, σύμφωνα με την οποία μπορείτε να μοιραστείτε, αντιγράψετε και αναδιανείμετε το υλικό με κάθε μέσο και τρόπο, υπό τους ακόλουθους όρους:

- Αναφορά Δημιουργού (BY). Θα πρέπει να καταχωρίσετε αναφορά στον δημιουργό (δηλαδή στο: “*Μια Φαρέτρα Για Τον Φυσικό*”, Έψιμος Γ., εκδ. Ακαδημία Ποίησης και Παραμυθιού), με [σύνδεσμο της άδειας Creative Commons BY-NC-ND 3.0 GR](#), και με αναφορά αν έχουν γίνει αλλαγές. Δε μπορείτε να το κάνετε αυτό με τρόπο που υπονοεί ότι ο δημιουργός αποδέχεται το έργο σας ή τη χρήση που εσείς κάνετε.
- Μη Εμπορική Χρήση (NC). Δεν μπορείτε να χρησιμοποιήσετε το υλικό για εμπορικούς σκοπούς.
- Μη Παραγόμενα (ND). Αν αναμίξετε, τροποποιήσετε, ή δημιουργήσετε πάνω στο υλικό, δεν μπορείτε να διανείμετε το τροποποιημένο υλικό.

Το πλήρες νομικό κείμενο της άδειας “Creative Commons BY-NC-ND 3.0 GR” είναι διαθέσιμο στον σύνδεσμο:

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/gr/legalcode>

## Μια διδακτική πρόταση

Τριάντα τρία φύλλα εργασίας λοιπόν. Διδακτικό υλικό, έτοιμο για εκτύπωση και φωτοτυπίες. Δεν έρχεται μόνο του όμως. Δεν υπάρχει διδακτικό υλικό χωρίς διδακτική πρόταση να το υποστηρίξει. Ρητά ή άρρητα, με σαφήνεια ή χωρίς, οποιοδήποτε βιβλίο, φύλλο εργασίας, παρουσίαση powerpoint, φωτογραφία, αντικείμενο, οτιδήποτε, από τη στιγμή που προτείνεται να ενταχθεί στη μαθησιακή διαδικασία, θα το κάνει επηρεαζόμενο από τα διδακτικά "θέλω" και "προτιμώ" του σχεδιαστή του. Θα αντικατοπτρίζει την εικόνα που ο σχεδιαστής έχει στον νου του ως "διδασκαλία". Δεν υπάρχει "ουδέτερο" διδακτικό υλικό. Το καθένα είναι φορτισμένο με τις προτιμήσεις του σχεδιαστή του και το καλύτερο που μπορεί αυτός να κάνει είναι να προσπαθήσει να περιγράψει τη διδακτική πρόταση "πίσω" από το υλικό του όσο γίνεται πιο ειλικρινά και ξεκάθαρα. Από κει και πέρα, ο διδάσκων είναι αυτός που θα πάρει τις τελικές αποφάσεις. Και καλά θα κάνει. Μπορεί να παθιαστεί με το σύνολο της διδακτικής πρότασης, μπορεί να υιοθετήσει ορισμένα χαρακτηριστικά της, ή μπορεί να απορρίψει συνολικά την πρόταση και να εντάξει το διδακτικό υλικό στο μάθημά του με τρόπο ολότελα διαφορετικό.

Από την πλευρά μου βέβαια, θεωρώ ότι η αναλυτική περιγραφή της διδακτικής πρότασης πίσω από τα φύλλα εργασίας που φτιάχνω αποτελεί υποχρέωση. Όστε να γνωρίζει ο συνάδελφος και η συναδέλφισσα που θα επιχειρήσουν να εφαρμόσουν τα φύλλα εργασίας, ποια είναι η λογική στην οποία έχει βασιστεί ο σχεδιασμός τους. Έτσι θα έχει καλύτερα αποτελέσματα η εφαρμογή τους. Ταυτόχρονα, η διατύπωση της διδακτικής πρότασης είναι σημαντική και για εμένα και για την προσπάθειά μου να με καταλαβαίνω ως εκπαιδευτικό.

Στις παρακάτω παραγράφους λοιπόν θα αιτιολογήσω μερικές από τις επιλογές που έχω κάνει γράφοντας τα φύλλα εργασίας που περιλαμβάνονται σε αυτό το βιβλίο. Καταρχάς θα αποσαφηνίσω τι εννοώ λέγοντας "φύλλο εργασίας". Θα απαντήσω σε μερικά συνηθισμένα ερωτήματα που έχω δεχθεί από συνάδελφους και συναδέλφισσες εκπαιδευτικούς. Και τέλος, θα υποστηρίξω μία πρόταση ένταξης φύλλου εργασίας σε *κάθε* μάθημα.

(1)

## Γενικές αρχές της ένταξης των φύλλων εργασίας στο μάθημα

Ο τρόπος που εντάσσω τα φύλλα εργασίας στο μάθημά μου είναι σταθερός. Είτε το μάθημα βασίζεται στη χρήση μιας προσομοίωσης, είτε στην υλοποίηση ενός πειράματος, είτε στη μεθοδολογία επίλυσης κάποιων ασκήσεων, κάποια στοιχεία παραμένουν αναλλοίωτα. Ας ξεκινήσουμε λοιπόν την κουβέντα μας από αυτά.

α)

### Μείνε δίπλα μου

Ένας λόγος που προτείνω τη συχνή ένταξη φύλλων εργασίας στη διδασκαλία είναι η δοκιμασμένη δυνατότητα ενός καλά σχεδιασμένου φύλλου εργασίας να κρατάει τους περισσότερους μαθητές της τάξης "μέσα" στο μάθημα. Αν δηλαδή τα τεκμήριά μου περιορίζονταν στη βιβλιογραφία της διδακτικής (όπου για πρώτη φορά άκουσα για φύλλα εργασίας), μπορεί και να μην τα πρότεινα. Όμως η εμπειρία της εφαρμογής τους στην τάξη με έχει πείσει: στα μαθήματα που υπάρχει φύλλο εργασίας, το ποσοστό των μαθητών που δείχνουν ενδιαφέρον για το σύνολο γεγονότων που ονομάζουμε "μάθημα" είναι μεγαλύτερο.

Στη διδακτική πρόταση που προτείνω, το φύλλο εργασίας εκτός από μέσο υλοποίησης του μαθήματος αποτελεί και *σκοπό* του. Κάθε μαθητής ή μαθήτρια δηλαδή, αυτό "που έχει να κάνει" είναι να ολοκληρώσει τη συμπλήρωση του φύλλου εργασίας κατά τη διάρκεια του μαθήματος. Μπορεί να το κάνει ίσως με το δικό του ρυθμό, σίγουρα θα το κάνει με τα δικά του λόγια, σκίτσα και χρώματα, ίσως να συνεργαστεί και με κάποιο συμμαθητή ή συμμαθήτριά του. Αλλά θα πρέπει να το κάνει.

Θα μπορούσε να ισχυριστεί κανείς ότι μια παρόμοια "υποχρέωση" ισχύει και όταν οι μαθητές κρατούν σημειώσεις από τον πίνακα, σε ένα μάθημα που δεν βασίζεται σε φύλλο εργασίας. Ναι, ισχύει, όμως εδώ προχωράμε ένα βήμα παραπάνω. Πρόκειται μάλιστα για ένα βήμα που σχετίζεται με όφελος μαθησιακό. Το φύλλο εργασίας προσκαλεί τον μαθητή να διατυπώσει τη συνολική διαδρομή ενός μαθήματος -όχι απλά τις καταγεγραμμένες στον πίνακα στιγμές του- και κατά συνέπεια να επιχειρήσει μια νοητική διαχείρισή της.

**β)****Πάρε το προσωπικά**

Κάθε φορά που εντάσσεται φύλλο εργασίας στη διδασκαλία, σε κάθε μαθητή μοιράζεται από ένα. Του υπενθυμίζεται μάλιστα πως, από τη στιγμή που γράφει το όνομά του στο φύλλο εργασίας, είναι ο "ιδιοκτήτης" του: είναι υπεύθυνος να το συμπληρώσει κατά τη διάρκεια του μαθήματος, να το διατηρήσει σε καλή κατάσταση σε όλη τη διάρκεια της χρονιάς, να ζητήσει από τον διδάσκοντα ένα κενό φύλλο εργασίας σε περίπτωση απώλειάς του κτλ.

Το φύλλο εργασίας είναι λοιπόν ατομικό. Όπως είναι το βιβλίο. Όπως είναι και τα (όποια) μαθησιακά αποτελέσματα. Από εκεί και πέρα, αυτό που αποτελεί επιλογή του διδάσκοντα είναι το αν το ατομικό φύλλο εργασίας θα συμπληρωθεί από τον καθένα ξεχωριστά, αν θα συμπληρωθεί στο πλαίσιο της ομάδας μαθητών, ή αν θα συμπληρωθεί από το σύνολο της τάξης. Η επιλογή εξαρτάται από αρκετούς παράγοντες, με κυρίαρχους το περιεχόμενο του μαθήματος, το επίπεδο των μαθητών και (φυσικά) τις προτιμήσεις του διδάσκοντα.

Την ατομικότητα του φύλλου εργασίας ο διδάσκων μπορεί να τη βοηθήσει, επιδιώκοντας να βρει τρόπους ώστε κάθε μαθητής να αναγνωρίσει το φύλλο εργασίας ως «δικό του». Για παράδειγμα, μπορούμε να επιτρέπουμε την παρέμβαση των μαθητών (ζωγραφιές κτλ.) σε κάθε φύλλο εργασίας -αρκεί η παρέμβαση αυτή να μην καταστρέφει τη λειτουργικότητα του φύλλου εργασίας. Επίσης, μπορούμε να επιτρέπουμε στους μαθητές (ή ακόμα καλύτερα, να τους παροτρύνουμε) να διακοσμήσουν το δικό τους εξώφυλλο του ντοσιέ όπου φυλάσσουν τα φύλλα εργασίας. Αν έχουμε το χρονικό περιθώριο, ίσως αξίζει να αφιερώσουμε μία ολόκληρη διδακτική ώρα για κάτι τέτοιο.

**γ)****Παντού και πάντα**

Τα φύλλα εργασίας δεν αφορούν μόνο την εργαστηριακή διδασκαλία. Ο αναγνώστης αυτού του βιβλίου γρήγορα θα διαπιστώσει ότι τα φύλλα εργασίας του αφορούν και σε μαθήματα που δεν έχουν εργαστηριακό χαρακτήρα. Για παράδειγμα, φύλλα εργασίας στα οποία καταγράφονται τα βασικά σημεία ενός μαθήματος που γίνεται με τη χρήση powerpoint. Ή άλλα που αφορούν στο πώς επιλύουμε μια άσκηση. Ή στο πώς διαφοροποιούμε δύο θεωρητικές έννοιες των φυσικών επιστημών.

Σύμφωνα με μια πιο παραδοσιακή προσέγγιση για την ένταξη φύλλων εργασίας στη διδασκαλία φυσικών επιστημών, τα φύλλα εργασίας χρησιμοποιούνται κυρίως στις

περιπτώσεις που στο μάθημα περιλαμβάνεται κάποια εργαστηριακή δραστηριότητα (πείραμα, κατασκευή κτλ). Αυτή η προσέγγιση είναι ο "απόγονος" των σημειώσεων από τα εργαστήρια, στα μαθήματα φυσικής του πανεπιστημίου.

Σε αυτό το βιβλίο προτείνω αυτή την προσέγγιση να την προσπεράσουμε. Ή ακριβέστερα, να τη συμπληρώσουμε. Προτείνω το φύλλο εργασίας να αποτελεί διδακτικό εργαλείο στα περισσότερα μαθήματα φυσικών επιστημών (στην ιδανική περίπτωση, σε όλα). Ακόμα κι αν αυτά δεν περιλαμβάνουν την αγαπημένη "βόλτα στο εργαστήριο". Να έχουμε στον νου μας τα φύλλα εργασίας και σαν "απογόνους" των σημειώσεων από τις προφορικές παραδόσεις των θεωρητικών μαθημάτων του πανεπιστημίου. Που, φυσικά, είχαν άλλα χαρακτηριστικά.

δ)

**Όχι μόνο το δέντρο, αλλά και το δάσος**

Όταν τα φύλλα εργασίας αποτελούν συχνό εργαλείο στο μάθημα, αναδεικνύεται μία σημαντική δυνατότητά τους. Να αποτελούν, όλα μαζί, ένα αρχείο καταγραφής της "δικής μας" διδακτικής διαδικασίας, όπως αυτή έχει εξελιχθεί μέχρι τη συγκεκριμένη χρονική στιγμή. Το σύνολο δηλαδή των φύλλων εργασίας δεν αντανakλά απλά την πορεία "κάποιων μαθημάτων π.χ. φυσικής", αλλά την πορεία των μαθημάτων που έχουν γίνει στη συγκεκριμένη αίθουσα, με τον συγκεκριμένο διδάσκοντα και τους συγκεκριμένους μαθητές και μαθήτριες.

Τα συμπληρωμένα φύλλα εργασίας, αποτυπώνοντας *"αυτά που είπαμε και κάναμε εδώ μέσα"* σχηματοποιούν *"αυτά που πρέπει να έχουμε μάθει"*. Μπορούμε να ανατρέξουμε σε οποιοδήποτε μάθημα της χρονιάς και να είμαστε σίγουροι ότι μιλάμε για το ίδιο γεγονός - εκείνο που είδαμε μια Τετάρτη του Οκτωβρίου, τέταρτη ώρα στην αίθουσα 4. Αυτή μάλιστα είναι μία δυνατότητα που δύσκολα την έχει ένα τετράδιο με τα *"αντιγράψτε το από τον πίνακα"* (καθώς κανείς μας δεν μπορεί να γράφει στον πίνακα τόσα πολλά -και μάλιστα δομημένα και πάντοτε καλαίσθητα). Και φυσικά δεν την έχει το σχολικό βιβλίο (γιατί αποκλείεται η ίδια σελίδα ενός βιβλίου να περιγράφει πώς έγινε το μάθημα και στις 5000 δευτέρες γυμνασίου της χώρας). Επομένως αποκτά σημασία να επιδιώκουμε συχνή χρήση φύλλων εργασίας στο μάθημα.

Προς αυτή την κατεύθυνση, έχω επιχειρήσει να διατηρήσω κοινά χαρακτηριστικά στην εμφάνιση των φύλλων εργασίας (γραμματοσειρά, μέγεθος φύλλου εργασίας, τρόπος έκφρασης κ.α.). Από κει και πέρα, ο διδάσκων μπορεί να ενισχύσει το εγχείρημα:

(α) παροτρύνοντας τους μαθητές να προμηθευτούν ντοσιέ και διαφανείς θήκες για να φυλάσσουν τα φύλλα εργασίας,

(β) διευκολύνοντας την αρχειοθέτηση των φύλλων εργασίας (σελιδομέτρηση των φύλλων εργασίας, προσθήκη πίνακα περιεχομένων που συμπληρώνεται βαθμιαία από τους μαθητές κ.α.) και

(γ) αναρτώντας στον χώρο της τάξης λίστα με τους τίτλους των φύλλων εργασίας που έχουν δουλευτεί στα προηγούμενα μαθήματα, αλλά και φωτοτυπίες κενών φύλλων εργασίας, που, εκπαιδευτικοί είμαστε, ξέρουμε ότι θα χρειαστούν...

(2)

## Απαντήσεις σε συχνές ερωτήσεις σχετικά με τα φύλλα εργασίας

*Κάθε φύλλο εργασίας αφορά σε μία διδακτική ώρα;*

Κατά κάποιο τρόπο, ναι. Τα περισσότερα φύλλα εργασίας περιγράφουν διαδικασίες που έχω δοκιμάσει στην πράξη και εκτιμώ ότι μπορούν να ολοκληρωθούν μέσα σε μία διδακτική ώρα, σε μια τυπική τάξη. Όμως αυτό δε χρειάζεται να είναι περιοριστικό: Ο διδάσκων μπορεί να επιλέξει ένα κομμάτι από το φύλλο εργασίας και να εισαγάγει κάτι διαφορετικό στον διδακτικό χρόνο που απομένει. Ή να επεκτείνει την ολοκλήρωση του φύλλου εργασίας σε περισσότερες διδακτικές ώρες.

*Δηλαδή φύλλο εργασίας πριν από κάθε μάθημα; Πώς θα προλαβαίνω;*

Υποστηρίζω ότι η ένταξη φύλλου εργασίας σε κάθε μάθημα είναι μια κατεύθυνση προς την οποία θα έχουμε κέρδος αν κινηθούμε. Μία κατεύθυνση, όχι ένας στόχος που πρέπει να κατακτήσουμε. Ας ξεκινήσουμε να χρησιμοποιούμε φύλλα εργασίας, και το πόσο συχνά θα το κάνουμε είναι μια δεύτερη απόφαση. Ειδικά κατά τις πρώτες μας προσπάθειες, η εκπαιδευτική πραγματικότητα δεν μας αφήνει περιθώρια: οι ώρες διδασκαλίας στις οποίες πρέπει να ανταποκριθεί ένας εκπαιδευτικός είναι πολλές και συχνά σε διαφορετικά μαθήματα και τάξεις, ακόμα και σε διαφορετικά σχολεία. Ο χρόνος για καθημερινή ετοιμασία φύλλου εργασίας μοιάζει με πολυτέλεια.

Από ό,τι όμως δείχνει η εμπειρία, η σταθερή συχνότητα στην ένταξη των φύλλων εργασίας στο μάθημα αρκεί. Ανάμεσα δηλαδή στο δίπολο "φύλλα εργασίας ποτέ - φύλλα εργασίας πάντα", κάθε εκπαιδευτικός μπορεί να εντοπίσει μια σταθερή συχνότητα που έχει τα

περιθώρια να εφαρμόσει. Για παράδειγμα, ένα φύλλο εργασίας κάθε 2 βδομάδες μπορεί να είναι ένας εφικτός στόχος. Επίσης, ας έχουμε στον νου μας ότι ένα φύλλο εργασίας είναι μια επένδυση. Μπορεί για την πρώτη του εφαρμογή να χρειάστηκε να σπαταλήσουμε ώρες για να το γράψουμε, ίσως και πριν τη δεύτερη εφαρμογή να αφιερώσουμε κάποιο χρόνο για να το τροποποιήσουμε. Από κάποια στιγμή όμως και μετά, η επένδυση χρόνου που κάναμε θα αρχίσει να μας επιστρέφεται. Έχοντας στον σκληρό μας έτοιμα φύλλα εργασίας που ταιριάζουν ακριβώς στον τρόπο που διδάσκουμε, η προετοιμασία των μαθημάτων γίνεται πολύ πιο γρήγορα και εύκολα.

***Όταν είμαστε στο εργαστήριο, το φύλλο εργασίας συμπληρώνεται κατά τη διάρκεια της πειραματικής δραστηριότητας. Ή μήπως καλύτερα στο τέλος της;***

Δεν υπάρχει κανόνας σε αυτό. Αν σε μία δραστηριότητα μας ενδιαφέρει να καταγράψουμε μια παρατήρηση, το να το κάνουμε επιτόπου σε ένα φύλλο εργασίας ακούγεται πρακτικό. Από την άλλη, αν περισσότερο μας ενδιαφέρει να βελτιωθούμε στις πρακτικές δεξιότητες διεξαγωγής πειραμάτων, μπορούμε να βάλουμε το φύλλο εργασίας στην άκρη και να το συμπληρώσουμε μετά: τώρα τα χέρια μας έχουν δουλειά. Και φυσικά υπάρχει και η περίπτωση να επιλέξουμε να ξεκινήσουμε από το φύλλο εργασίας, αν π.χ. μας ενδιαφέρει να καταγράψουμε την υπόθεσή μας για το πώς θα εξελιχθεί το πείραμα.

***Γιατί τόσο συχνά ζητείται από τους μαθητές να ζωγραφίσουν κάτι; Ζωγράφοι θέλουμε να γίνουν;***

Το να παροτρύνω τους μαθητές και τις μαθήτριάς μου να χρησιμοποιούν το σχέδιο σαν τρόπο έκφρασης στα φύλλα εργασίας, είναι μια επιλογή που κάνω συχνά στα μαθήματά μου. Αυτό έχει όντως επηρεάσει σε μεγάλο βαθμό τα φύλλα εργασίας που φτιάχνω και προτείνω. Έχω δύο επιχειρήματα.

Πρώτον, εκτιμώ πως το σχέδιο μπορεί να είναι ένα πρώτο βήμα στην έκφραση των μαθητών και στην αποδοχή ότι σε αυτή την έκφραση ο καθένας μας μπορεί να έχει τον προσωπικό του τρόπο. Το ίδιο θα συνεχίσει να ισχύει και όταν αρχίσουμε να μιλάμε για αυτό που ζωγραφίσαμε: θα χρησιμοποιούμε ο καθένας τα "δικά του λόγια". Το να αναγνωρίσουμε ότι καθένας έχει τον προσωπικό του τρόπο να περιγράφει, είναι απαραίτητη προϋπόθεση ώστε στη συνέχεια να συμφωνήσουμε να εκφραστούμε με έναν



κοινό τρόπο περιγραφής: τον επιστημονικά αποδεκτό. Τη "γλώσσα των φυσικών επιστημών".

Δεύτερον, βλέπω τη διαδικασία του σχεδιασμού στα φύλλα εργασίας σαν εισαγωγή στη διδασκαλία των τρόπων αναπαράστασης των φυσικών επιστημών. Έχουμε δηλαδή ο καθένας τον τρόπο του, οκ, αλλά όταν θα φτάσουμε στο λύκειο θα μας ζητήσουν να σχεδιάζουμε τα φαινόμενα με άλλο τρόπο, τον τρόπο της φυσικής, ο οποίος μάλιστα είναι ιδιαίτερα συγκεκριμένος. Θα πρέπει για παράδειγμα να ξέρουμε ότι ο φυσικός που σχεδιάζει ένα αεροπλάνο στον ουρανό, δεν ενδιαφέρεται ούτε για τα βουνά από πίσω, ούτε για την εταιρία αερομεταφορών, πολλές φορές ούτε καν για το σχήμα του αεροπλάνου. Μπορεί να ζωγραφίσει απλά ένα σημείο! Και να θεωρεί απολύτως απαραίτητο να προσθέσει μόνο βελάκια και αριθμούς. Όλη αυτή η γνώση περί σχεδίου στις φυσικές επιστήμες καλό είναι μέχρι το τέλος του γυμνασίου να έχει κατακτηθεί. Τα φύλλα εργασίας φιλοδοξούν να συμβάλλουν σε αυτό.

**Κάθε φύλλο εργασίας περιγράφει μια πολύ συγκεκριμένη διαδρομή!  
Δεν θα αφήσουμε καθόλου χώρο για το "αυθόρμητο";  
Οι αυθόρμητες επιλογές είναι αυτές που πολλές φορές  
απογειώνουν ένα μάθημα!**

Δεν θα διαφωνήσω. Πολλές φορές μια εξέλιξη "της στιγμής", που συμπληρώνει (ή αναιρεί) τον αρχικό σχεδιασμό, μπορεί να έχει πολύ θετικά αποτελέσματα. Εδώ μπορώ να σχολιάσω ότι εξίσου θετικά αποτελέσματα μπορεί να έχει και ένα καλοσχεδιασμένο μάθημα, αλλά δεν είναι αυτό το βασικό επιχείρημα. Περισσότερη σημασία έχει το ότι δεν βλέπω ένα φύλλο εργασίας σαν περιορισμό στα περιθώρια αυθορμητισμού που μπορεί να επιτρέπει το μάθημά μας. Στην τελική, μπορούμε οποιαδήποτε στιγμή να αφήσουμε το φύλλο εργασίας στην άκρη και να το ξαναπιάσουμε την επόμενη φορά. Ή να το συμπληρώσουμε, γράφοντας πράγματα που εμείς θεωρήσαμε σημαντικά στο μάθημα.

**(3)**

**Τι δεν είναι ένα φύλλο εργασίας**

Το ενδιαφέρον μου για τη χρήση φύλλων εργασίας στο μάθημα έχει σαν αποτέλεσμα να αναζητώ συχνά φύλλα εργασίας άλλων εκπαιδευτικών. Αρκετές φορές εντοπίζω εξαιρετικά φύλλα εργασίας που δεν θα κατάφερα να δημιουργήσω ούτε στα όνειρά μου! Όμως συχνά έρχομαι αντιμέτωπος με υλικό που ναι μεν είναι αξιόλογο και ενδιαφέρον να δοκιμαστεί στην τάξη, αλλά σε καμία περίπτωση δεν θα το ονόμαζα "φύλλο εργασίας".

Παρακάτω θα προσπαθήσω να αποσαφηνίσω τι θεωρώ πως είναι ένα φύλλο εργασίας, αναφερόμενος στο τι *δεν* είναι.

**Ένα φύλλο εργασίας δεν είναι ένα "σχέδιο μαθήματος"**

Το φύλλο εργασίας δεν είναι η "αναφορά" μας προς κάποιον που θέλει να ενημερωθεί πώς κάναμε ή πώς σκοπεύουμε να κάνουμε το μάθημα. Για παράδειγμα, περιγραφές της διδακτικής μεθόδου που επιλέξαμε (π.χ. "ομαδοσυνεργατική"), των στόχων του αναλυτικού προγράμματος στους οποίους ανταποκρίνεται το φύλλο εργασίας ή του απαιτούμενου υλικοτεχνικού εξοπλισμού, δεν έχουν χώρο στο φύλλο εργασίας. Το φύλλο εργασίας απευθύνεται σε μαθητές - όχι σε συναδέλφους, συντονιστές εκπαίδευσης ή επιμορφωτές. Για τον ίδιο λόγο, οι εκφράσεις και οι λέξεις που χρησιμοποιούνται στο φύλλο εργασίας επιλέγονται λαμβάνοντας υπόψη ότι απευθύνονται σε μαθητές και όχι σε ενήλικες.

**Ένα φύλλο εργασίας δεν είναι ένα "βιβλίο"**

Το φύλλο εργασίας δεν είναι, και δεν επιδιώκει να γίνει, ένα "βιβλίο" που περιέχει τις γνώσεις και τις πληροφορίες που συχνά περιγράφονται ως "η ύλη που βγήκε σήμερα". Ένα βιβλίο είναι πληρέστερο, καλύτερα δομημένο, περισσότερο συμβατό με την επιστημονική ορολογία, έγχρωμο. Το φύλλο εργασίας "χωράει" λιγότερα, είναι περισσότερο αποσπασματικό, περισσότερο συμβατό με την καθημερινή γλώσσα, ασπρόμαυρο.

Το φύλλο εργασίας δεν είναι βιβλίο φυσικής για να στριμώξουμε μέσα του ολόκληρες παραγράφους. Έχει άλλο σκοπό. Κάνουμε ζημιά στην αμεσότητα του φύλλου εργασίας, όταν επιχειρούμε να εντάξουμε σε αυτό πληροφορίες που μπορούμε κάλλιστα να περιγράψουμε προφορικά στην τάξη. Μπορούμε κάλλιστα να παραπέμψουμε στις αντίστοιχες σελίδες του σχολικού βιβλίου. Αυτή είναι μια επιλογή που εμφανίζεται συχνά στα φύλλα εργασίας αυτού του βιβλίου.

**Ένα φύλλο εργασίας δεν είναι "τεστ", "διαγώνισμα" ή "σετ ερωτήσεων"**

Διαφοροποιώ μια σειρά ερωτήσεων που πρέπει να απαντηθούν από τους μαθητές, από αυτό που περιγράφω ως "φύλλο εργασίας". Ακόμα κι αν τελικά τις ερωτήσεις τις απαντάμε όλοι μαζί. Το φύλλο εργασίας καταγράφει τη *διαδικασία* που οδηγεί στο αποτέλεσμα

"απάντηση". Σχεδιάζεται λοιπόν ώστε να εστιάζει περισσότερο στο "τι σκεφτόμαστε ή κάνουμε για να μάθουμε κάτι", παρά στο ίδιο το "κάτι". Ακόμα και όταν αυτό που πρέπει να κάνουμε έχει χαρακτηριστικά που θυμίζουν τεστ (όταν π.χ. ζητείται η λύση κάποιας άσκησης), το φύλλο εργασίας εκτός από το ίδιο το αποτέλεσμα καταγράφει και τη γνωσιακή διαδικασία που ακολουθούμε για να φτάσουμε σε αυτό.

Συνολικά αντιμετωπίζω το φύλλο εργασίας σαν μια φόρμα στην οποία οι μαθητές και οι μαθήτριες διευκολύνονται και μαθαίνουν να κρατούν "σημειώσεις" από μια διαδικασία που βιώνουν - **το μάθημα**.



# Φύλλα Εργασίας

για την

**A'**

Γυμνασίου

**A1**

*"Η μέτρηση"*

**A2**

*"Μετράμε την απόσταση"*

**A3**

*"Ο χάρακας"*

**A4**

*"Μετράμε τον χρόνο"*

**A5**

*"Μετράμε τον όγκο"*

**A6**

*"Μετράμε τη μάζα"*

**A7**

*"Η πυκνότητα και η πλεύση"*

**A8**

*"Η θερμική ισορροπία"*

**A9**

*"Κύκλωμα και βραχυκύκλωμα"*



Σε αυτό το μάθημα θα μιλήσουμε για αυτό που οι φυσικοί ονομάζουν **"μετρώ"**

→ **Διάβασε** την παρακάτω ιστορία.

Ο Χρήστος, η Έλλη και ο Μάρκος είναι μαθητές στο γυμνάσιο. Προσπαθούν να λύσουν ένα πρόβλημα που τους έβαλε ο κύριος της Φυσικής. Το πρόβλημα λέει:

"Πρέπει να βρείτε έναν τρόπο να μου πείτε **πόσο αέρα χωράνε τα πνευμόνια** του καθένα από εσάς. Θα πρέπει δηλαδή να βρείτε τρεις αριθμούς:

- α) έναν αριθμό για τα πνευμόνια του Χρήστου,
- β) έναν αριθμό για τα πνευμόνια της Έλλης και
- γ) έναν αριθμό για τα πνευμόνια του Μάρκου.

Έχετε στη διάθεσή σας μόνο τα παρακάτω **υλικά**: ένα κομμάτι σπάγκο (σκοινί), ένα λάστιχο, ένα χαρτόνι, ένα κουτί γεμάτο οδοντογλυφίδες και ένα μπαλόνι. Δεν είναι αναγκαστικό να χρησιμοποιήσετε όλα τα υλικά – διαλέξτε όποια νομίζετε".

→ Με ποιο τρόπο θα έλυνες εσύ αυτό το πρόβλημα; **Παρακολούθησε** τη συζήτηση στην τάξη και **πάρε μέρος** σε αυτήν.

→ **Συμπλήρωσε** παρακάτω:

Ένας τρόπος να βρούμε έναν αριθμό που θα δείχνει πόσο αέρα χωράνε τα πνευμόνια κάποιου είναι να .....

.....  
 .....  
 .....

→ **Ζωγράφισε** τι πρέπει να κάνουμε για να βρούμε έναν αριθμό για τον αέρα που χωράνε τα πνευμόνια:

→ **Συμπλήρωσε** την πρόταση:

Στο τέλος θα μπορούμε να λέμε:

Αέρας που χωρά      =  
στα πνευμόνια

Γενικότερα στη φυσική λέμε:

Φυσικό μέγεθος =

→ Τι εννοούμε στη φυσική όταν λέμε "μετρώ"; **Σημείωσε:**

"Μετρώ" κάτι σημαίνει .....

→ Τι είναι αυτό που ονομάζουμε "μονάδα μέτρησης"; **Σημείωσε:**

Μονάδα μέτρησης είναι .....

→ Τι είναι αυτό που ονομάζουμε "φυσικό μέγεθος"; **Σημείωσε:**

Φυσικό μέγεθος είναι .....

→ **Παρακολούθησε** τη συζήτηση στην τάξη και **πάρε μέρος** σε αυτήν.

→ **Συμπλήρωσε** τον παρακάτω πίνακα:

Φυσικό μέγεθος	Μονάδα μέτρησης
Μήκος [s]	
Μάζα [m]	
Χρόνος [t]	



## A1 - "Η μέτρηση"

### Οδηγίες για τον εκπαιδευτικό

#### α) Τεχνικές λεπτομέρειες

Υλικά: Σπάγκος, οδοντογλυφίδες, μπαλόνια και 1-2 άλλα υλικά (π.χ. λάστιχο, χαρτόνι)

Διάρκεια: Μία διδακτική ώρα

#### β) Εφαρμογή του υλικού - Μια πρόταση

Στο συγκεκριμένο μάθημα δεν εστιάζουμε στη διαδικασία μιας μέτρησης (π.χ. *"παίρνουμε το χάρακα και ..."*), αλλά στην ουσία της. Δηλαδή στο γεγονός ότι σε έναν κόσμο που όλοι αντιλαμβανόμαστε μέσω των 5 αισθήσεών μας, εμείς οι φυσικοί έχουμε βρει τρόπους και εργαλεία για να του αποδίδουμε και αριθμούς. Ότι πριν ξεκινήσουμε να μετράμε οτιδήποτε, πρέπει πρώτα να κατασκευάσουμε το όργανο της μέτρησης. Είναι το μάθημα που γίνεται για να ανακαλυφθεί ο χάρακας.

Το όργανο μέτρησης που επιδιώκουμε να ανακαλύψουν οι μαθητές και οι μαθήτριές μας, βασίζεται στις οδοντογλυφίδες. Στη συζήτηση αναμένουμε να αναδειχθούν οι τρεις διαδικασίες που αποτελούν τη δική μας "λύση":

α) εισπνέουμε όσο πιο πολύ αέρα μπορούμε και τον εκπνέουμε όλον μέσα στο μπαλόνι, φουσκώνοντάς το.

β) τυλίγουμε το φουσκωμένο μπαλόνι με το σκοινί και σημειώνουμε πόσο σκοινί χρειάζεται για να το κάνουμε αυτό (κάνοντας π.χ. έναν κόμπο στο σκοινί).

γ) απλώνουμε το σκοινί σε οριζόντια επιφάνεια και μετράμε πόσες οδοντογλυφίδες χρειάζονται για να καλύψουν το μήκος του σκοινιού μέχρι τον κόμπο (ή το σημάδι του μαρκαδόρου).

Προτείνουμε η διαδικασία να επαναληφθεί για περισσότερα από ένα μπαλόνια, φουσκωμένα από διαφορετικούς μαθητές. Με αυτόν τον τρόπο περιμένουμε οι μαθητές να διαπιστώσουν ότι έχουμε βρει μια κοινή διαδικασία που παράγει διαφορετικούς αριθμούς. Η εμπειρία μάς έχει δείξει ότι ο χειρισμός της διαδικασίας και της παράλληλης συζήτησης απαιτεί προσεκτικές κινήσεις, ώστε η τάξη αφενός να κατανοήσει το ερώτημα, αφετέρου να παραμείνει εστιασμένη σε αυτό. Για αυτό το λόγο προτείνουμε η διαδικασία να πραγματοποιηθεί ως πείραμα επίδειξης (και όχι σε ομάδες).

Προαιρετικά, ο διδάσκων μπορεί να προτείνει περισσότερα από τα απαραίτητα για τη λύση υλικά. Είναι μία επιλογή που συμπαθώ, καθώς περιγράφει καλύτερα τον τρόπο που δουλεύει ένας επιστήμονας. Δηλαδή κάποιος που έχει ένα ερώτημα, αλλά άπειρα πιθανά εργαλεία στη διάθεσή του. Που πρέπει όλα να δοκιμαστούν μέχρι να εντοπιστεί το κατάλληλο. Όσο περισσότερα "έξτρα" υλικά προτείνουμε στους μαθητές, τόσο πιθανότερο

είναι να ακούσουμε περισσότερες από μία "λύσεις". Προφανώς, όσες από αυτές ανταποκρίνονται στην επιδίωξή μας να "ανακαλύψουμε τρόπο μέτρησης", είναι αποδεκτές (π.χ. κάποιος μπορεί -ορθά- να προτείνει να κόψουμε το λάστιχο σε ισομεγέθη κομματάκια και να χρησιμοποιήσουμε αυτά αντί των οδοντογλυφίδων).

Τα κενά της 2ης σελίδας του φύλλου εργασίας θα μπορούσαν να συμπληρώνονται κάπως έτσι:

- *Αέρας που χωρά στα πνευμόνια = Αριθμός \* Οδοντογλυφίδες που χρειάζονται*

- *Φυσικό μέγεθος = Αριθμός \* Μονάδα μέτρησης*

*"Μετράω" κάτι σημαίνει ότι λέω σε πόσες μονάδες μέτρησης αντιστοιχεί αυτό το κάτι.*

*"Μονάδα μέτρησης" είναι η λέξη που γράφω δίπλα στον αριθμό, μετά τη μέτρηση.*

*"Φυσικό μέγεθος" είναι αυτό το "κάτι" που μέτρησα.*

Σε αυτό το μάθημα θα φτιάξουμε τρόπους να μετράμε την **απόσταση**

→ **Ζωγράφισε** στο κουτάκι ένα απλό σχέδιο της τάξης σου.

→ Μπορείς να μετρήσεις πόση είναι η απόσταση από τον έναν τοίχο της τάξης στον άλλο, χωρίς όμως να χρησιμοποιήσεις κανένα όργανο μέτρησης (χάρακα, μεζούρα κτλ.);

→ Πώς μπορούμε να μετρήσουμε μια τέτοια απόσταση χωρίς να χρησιμοποιήσουμε κάποιο όργανο μέτρησης; **Γράψε:**

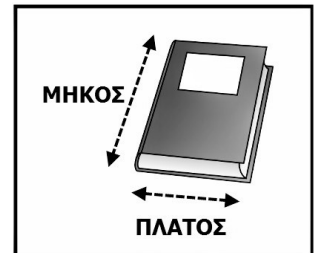
.....  
 .....  
 .....



→ **Σημείωσε** πάνω στο σχέδιό σου το αποτέλεσμα της μέτρησης.

→ Χρησιμοποίησε τους συνδετήρες που θα σου δώσει ο καθηγητής σου και **μέτρησε** τις δύο αποστάσεις ενός βιβλίου (μήκος και πλάτος).

→ **Συμπλήρωσε** τις προτάσεις:



Μέτρησα την απόσταση «μήκος» του βιβλίου και βρήκα .....

Μέτρησα την απόσταση «πλάτος» του βιβλίου και βρήκα .....

→ **Φτιάξε** έναν χάρακα που θα μετράει κάθε απόσταση σε συνδετήρες!

→ **Γράψε** τα υλικά που θα χρησιμοποιήσεις:

.....

→ **Χρησιμοποίησε** τον χάρακα που έφτιαξες για να μετρήσεις διάφορες αποστάσεις. **Γράψε** τα αποτελέσματα των μετρήσεών σου στην πίσω πλευρά αυτής της σελίδας.

→ **Παρακολούθησε** τη συζήτηση στην τάξη και **πάρε μέρος** σε αυτήν.

→ Τι αξίζει να θυμόμαστε από το σημερινό μάθημα; **Γράψε:**

.....  
 .....  
 .....  
 .....

## A2 - "Μετράμε την απόσταση"

### Οδηγίες για τον εκπαιδευτικό

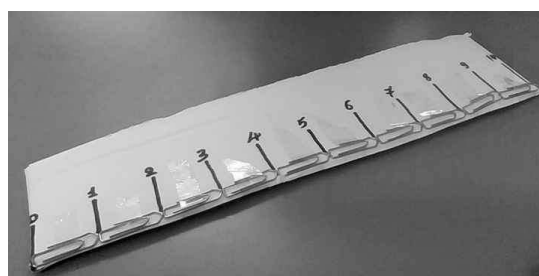
#### α) Τεχνικές λεπτομέρειες

Υλικά: Συνδετήρες, χαρτόνι κομμένο σε λωρίδες, σελοτέιπ, χάρακας (προαιρετικά)

Διάρκεια: Μία διδακτική ώρα

#### β) Εφαρμογή του υλικού - Μια πρόταση

Το φύλλο εργασίας έχει σχεδιαστεί προκειμένου να συνοδέψει τη συνήθως χρονοβόρα εργαστηριακή διαδικασία κατασκευής ενός "χάρακα" που έχει ως μονάδα μέτρησης τον συνδετήρα (βλ. φωτογραφία). Χρειάζεται λοιπόν προσοχή ώστε να μη σπαταληθεί πολύς διδακτικός χρόνος στο αρχικό σκέλος του μαθήματος (συζήτηση γύρω από πιθανούς τρόπους μέτρησης της απόστασης από τοίχο σε τοίχο).



Σε αυτή τη συζήτηση, αναμένουμε να ακούσουμε από τους μαθητές ότι η απόσταση μπορεί να μετρηθεί με βήματά τους ή με το άνοιγμα των χεριών τους ή με "ποδαράκια" ή με κάποια άλλη ανεπίσημη μονάδα μέτρησης. Σε κάθε περίπτωση, προτείνεται να εστιάσουμε στη σημασία που έχει το να αναφέρουμε κάθε φορά, πέραν του αριθμού, τη μονάδα μέτρησης που χρησιμοποιούμε (π.χ. *"Σκέτο πέντε δεν μας λέει κάτι: 5 βήματα είναι διαφορετική απόσταση από 5 ανοίγματα των χεριών"*).

Το βασικό λοιπόν σημείο του μαθήματος είναι η σημασία της εκάστοτε μονάδας μέτρησης. Σκοπός μας είναι να μάθουμε *"μαζί με τον αριθμό να λέμε πάντα και μια λέξη"*. Άλλα ζητήματα που σχετίζονται με τη διαδικασία της μέτρησης (π.χ. η αναφορά σε τρόπους να αποφύγουμε τα λάθη στις μετρήσεις μας, βλ. σελ 2 του σχολικού βιβλίου) εκτιμούμε ότι μπορούν να θιχτούν αν υπάρχει ο απαραίτητος διδακτικός χρόνος. Αν όμως όχι, προτείνουμε να μετατεθούν για τα επόμενα μαθήματα, καθώς εκτιμούμε ότι στο συγκεκριμένο μάθημα έχουν δευτερεύουσα σημασία.

Ουσιαστικά, αντιμετωπίζουμε αυτό το φύλλο εργασίας σαν συνέχεια του φύλλου εργασίας "A1 - Η μέτρηση". Μπορεί παρόλα αυτά να χρησιμοποιηθεί και χωρίς αυτό να έχει προηγηθεί. Εκτιμούμε πάντως ότι σίγουρα αξίζει να αναφερθούν οι ομοιότητες των δύο ανεπίσημων μονάδων μέτρησης (οδοντογλυφίδες και συνδετήρες). Ότι δηλαδή και στις δύο περιπτώσεις:

- α) έχουμε στη διάθεσή μας επαρκή ποσότητα (πολλές οδοντογλυφίδες, πολλούς συνδετήρες)
- β) έχουμε εξασφαλίσει ότι κάθε οδοντογλυφίδα (ή συνδετήρας) είναι ακριβώς ίδια με τις υπόλοιπες.
- γ) έχουμε επιλέξει οδοντογλυφίδες και συνδετήρες με μέγεθος επαρκώς μικρότερο από τις αποστάσεις που επιδιώκουμε να μετρήσουμε.

Σε αυτό το μάθημα θα μάθουμε να χρησιμοποιούμε καλύτερα τον **χάρακα**

→ **Μέτρησε** με τον χάρακα διάφορες αποστάσεις, όπως το μήκος και το πλάτος του βιβλίου σου, το μήκος ενός στιλό κτλ.

→ Συμπλήρωσε τον παρακάτω πίνακα με τα αποτελέσματα των μετρήσεών σου, όπως δείχνει το παράδειγμα:

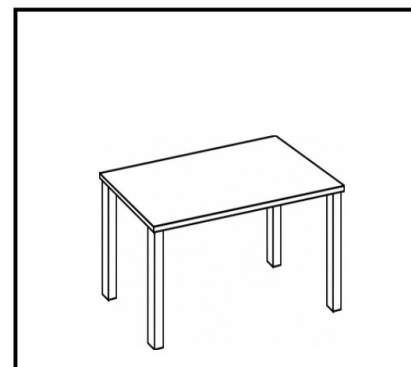
Μέτρησα	Βρήκα	Γράφω
<i>Μέτρησα το μήκος του θρανίου</i>	<i>Βρήκα ότι είναι ίσο με 116cm</i>	$s = 116\text{cm}$

→ Χρησιμοποίησε έναν χάρακα για να **μετρήσεις** στο θρανίο σου:

α) την απόσταση "μήκος" και β) την απόσταση "πλάτος".

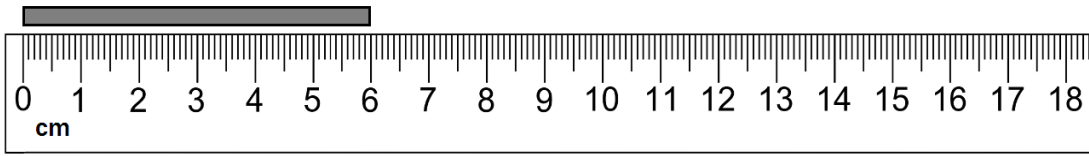
→ **Γράψε** τα αποτελέσματα των μετρήσεων στο σχήμα.

→ **Συμπλήρωσε** τον πίνακα με τα αποτελέσματα των μετρήσεων που έκαναν στα άλλα θρανία οι συμμαθητές σου:

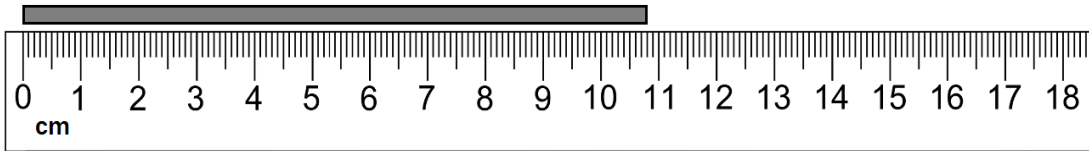


Όνόματα μαθητών	Μήκος	Πλάτος

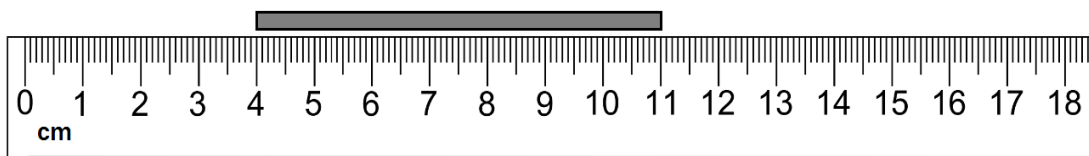
→ Στις παρακάτω εικόνες χρησιμοποιούμε έναν χάρακα για να μετρήσουμε το μήκος της γκρι μπάρας. Πόσο είναι το μήκος της μπάρας σε κάθε περίπτωση; **Συμπλήρωσε**.



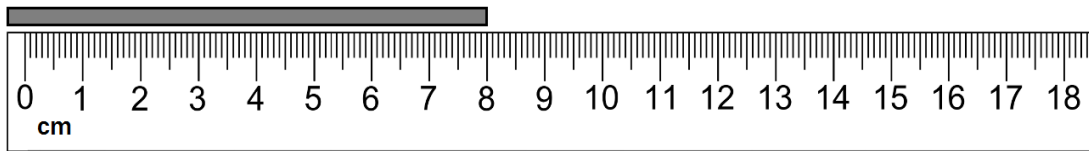
Το μήκος της μπάρας είναι .....



Το μήκος της μπάρας είναι .....



Το μήκος της μπάρας είναι .....



Το μήκος της μπάρας είναι .....

→ **Παρακολούθησε** τη συζήτηση στην τάξη και **πάρε μέρος** σε αυτήν.

→ Τι πρέπει να θυμόμαστε όταν μετράμε με τον χάρακα; **Σημείωσε** παρακάτω:

.....  
.....  
.....  
.....  
.....

Τα ίδια (και πολλά περισσότερα)  
βρίσκεις στο σχολικό βιβλίο, **σελ. 1-4**

## A3 - "Ο χάρακας"

### Οδηγίες για τον εκπαιδευτικό

#### α) Τεχνικές λεπτομέρειες

Υλικά: Χάρακες

Διάρκεια: Μία διδακτική ώρα

#### β) Εφαρμογή του υλικού - Μια πρόταση

Αυτό το φύλλο εργασίας έχει σχεδιαστεί ώστε να αποτελεί φυσική συνέχεια του φύλλου εργασίας A2 - "Μετράμε την απόσταση". Μετά δηλαδή από την εξοικείωση των μαθητών με τη χρήση διαφορετικών μονάδων για τη μέτρηση της απόστασης (είτε των συμβατικών του S.I., είτε των δικών μας "ανεπίσημων" μονάδων μέτρησης), στρεφόμαστε προς τις επίσημα αναγνωρισμένες μονάδες μέτρησης του S.I.. Προτείνουμε λοιπόν η έναρξη του μαθήματος να περιλαμβάνει αναφορά του διδάσκοντα στην παγκόσμια (σχεδόν) συμφωνία των φυσικών να χρησιμοποιούν ως μονάδες μέτρησης της απόστασης το μέτρο (m) και τα (υπο)πολλαπλάσιά του.

Στην πρώτη δραστηριότητα, σκοπός μας είναι η εξοικείωση των μαθητών με τη χρήση του χάρακα και τη διαδικασία της μέτρησης. Ταυτόχρονα όμως εστιάζουμε και στον τρόπο που στη φυσική *γράφουμε* το αποτέλεσμα μιας μέτρησης. Πρόκειται για το βήμα ανάμεσα στην πρακτική της μέτρησης και στην καταγραφή του αποτελέσματος στο χαρτί. Ένα βήμα που για τους περισσότερους φυσικούς είναι αυτονόητο, για τους μαθητές και τις μαθήτριες όμως, μάλλον όχι. Δείχνει να δυσκολεύει ορισμένους μαθητές μας το γεγονός ότι δεξιά και αριστερά του "116" που διάβασαν στον χάρακα ξαφνικά εμφανίζονται διάφορες λέξεις και σύμβολα, οπότε προκύπτει το " $s=116\text{cm}$ ". Προτείνουμε λοιπόν στον διδάσκοντα να τονίσει στους μαθητές το γεγονός ότι στη φυσική είμαστε αρκετά αυστηροί στον τρόπο που καταγράφουμε τις μετρήσεις μας, καθώς ακολουθούμε απαρέργκλιτα τον τρόπο:

$$[\text{Φυσικό μέγεθος}] = [\text{Αριθμός}] [\text{Μονάδα μέτρησης}]$$

Η συνέχεια του φύλλου εργασίας εστιάζει σε άλλα ζητήματα της διαδικασίας μέτρησης, όπως η διαχείριση των μετρήσεων που διαφέρουν μεταξύ τους (σύγκριση με συμμαθητές) ή το σωστό "διάβασμα" του χάρακα (δραστηριότητα 2<sup>ης</sup> σελίδας).

Επισημαίνουμε ότι η τέταρτη γκρι μπάρα στην δραστηριότητα της 2<sup>ης</sup> σελίδας έχει σκοπίμως σχεδιαστεί να ξεκινά από την αρχή του χάρακα (και όχι από την ένδειξη για το μηδέν). Αυτό γίνεται προκειμένου να διευκολύνει μια συζήτηση σχετικά με τις πιθανές πηγές λάθους στη χρήση του χάρακα. Αφήνουμε στην κρίση του διδάσκοντα την απόφαση σχετικά με το πόσο θα εμβαθύνει.



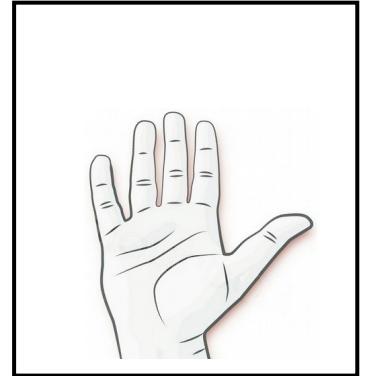


Σε αυτό το μάθημα θα γνωρίσουμε τρόπους να μετράμε τον **χρόνο**

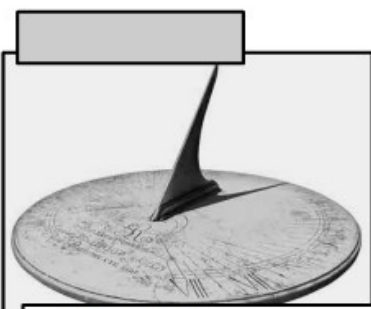
→ Παρακολούθησε την ταινία<sup>5</sup> και **πάρε μέρος** στη συζήτηση στην τάξη.

→ Τι εννοούμε όταν λέμε ότι "η μέτρηση του χρόνου βασίζεται στο εξηνταδικό σύστημα αρίθμησης"; Γιατί οι αρχαίοι Σουμέριοι διάλεξαν αυτό το σύστημα; **Συμπλήρωσε:**

Το εξηνταδικό σύστημα αρίθμησης .....  
 Για παράδειγμα, .....  
 .....  
 Οι αρχαίοι Σουμέριοι διάλεξαν αυτό το σύστημα γιατί .....  
 .....



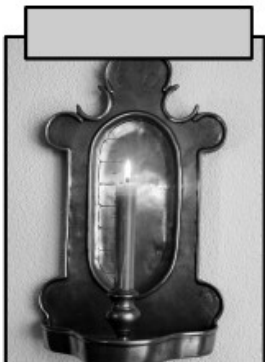
→ Στις φωτογραφίες βλέπεις μερικά όργανα μέτρησης του χρόνου. Πώς ονομάζονται; Με ποιον τρόπο καταφέρνουν να μετρούν τον χρόνο; **Συμπλήρωσε:**



Χρησιμοποιεί .....

.....

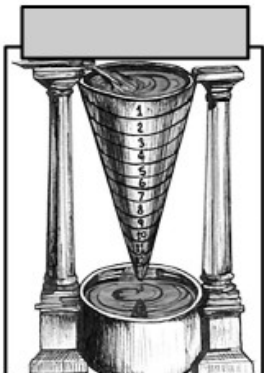
.....



Χρησιμοποιεί .....

.....


.....



Χρησιμοποιεί .....

.....


.....



Χρησιμοποιεί .....

.....

.....

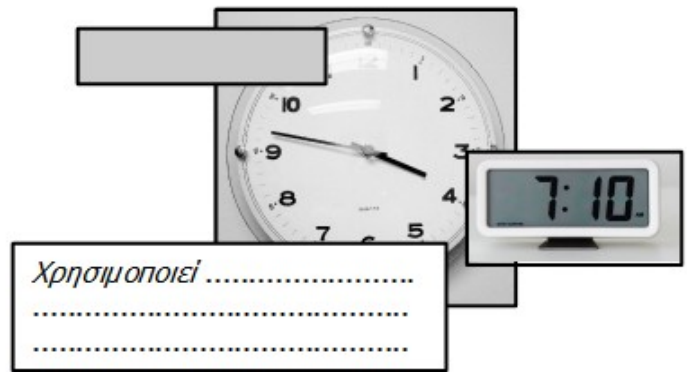
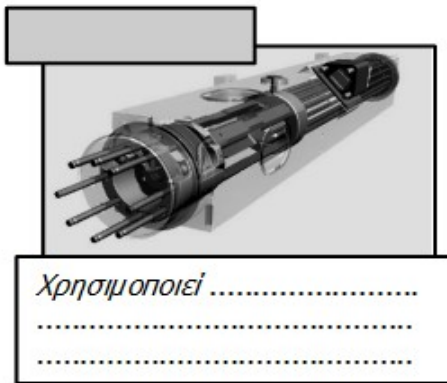


Χρησιμοποιεί .....

.....

.....

<sup>5</sup> "A Brief Introduction To The History Of Timekeeping Devices", διαθέσιμη στο [youtube.com/watch?v=At5atF4mKiU](https://www.youtube.com/watch?v=At5atF4mKiU)



→ Τώρα ήρθε η σειρά σου! **Χρησιμοποίησε** το χρονόμετρο που έχεις και **μέτρησε** τον χρόνο που χρειάζεσαι για να πεις την αλφαβήτα!

→ Πόσο χρόνο χρειάζεται ο καθηγητής σου για να πει την αλφαβήτα; **Συνεργάσου** με τους υπόλοιπους μαθητές στην ομάδα σου και **μετρήστε** τον!

→ **Γράψε** στον πίνακα τα αποτελέσματα των μετρήσεων όλων των ομάδων:

Ομάδα	Χρόνος

→ **Παρακολούθησε** τη συζήτηση στην τάξη και **πάρε μέρος** σε αυτήν.

→ Πόσο χρόνο χρειάστηκε τελικά ο καθηγητής σου για να πει την αλφαβήτα;  
**Συμπλήρωσε:**

.....

.....

.....

Τα ίδια (και πολλά περισσότερα)  
βρίσκεις στο σχολικό βιβλίο, **σελ. 5-7**

## A4 - "Μετράμε τον χρόνο"

### Οδηγίες για τον εκπαιδευτικό

#### α) Τεχνικές λεπτομέρειες

Υλικά: Βιντεοπροβολέας, αρχείο [ταινίας](#), χρονόμετρο για κάθε ομάδα μαθητών (προαιρετικά: κλεψύδρα, ρολόι, χρονόμετρο, εκκρεμές)

Διάρκεια: Δύο διδακτικές ώρες

#### β) Εφαρμογή του υλικού - Μια πρόταση

Το περιεχόμενο αυτού του μαθήματος είναι αρκετά μεγάλο για να χωρέσει σε μία διδακτική ώρα. Σίγουρα χρειάζεται δύο. Ο χωρισμός του πάντως μάλλον δεν θα είναι δύσκολος, καθώς το φύλλο εργασίας είναι δομημένο σε δύο μέρη. Η πρώτη του σελίδα αφορά την ιστορική αναδρομή στα όργανα μέτρησης του χρόνου, ενώ η δεύτερη τη χρήση χρονομέτρων από τους μαθητές και τις μαθήτριες.

Θεωρούμε ότι η οκτάλεπτη ταινία με τίτλο "*A Brief Introduction To The History Of Timekeeping Devices*" είναι άψογη για διδακτική χρήση. Σύντομη, περιεκτική και με επίπεδο αισθητικής υψηλό. Θα χρειαστεί βέβαια ο διδάσκων να μεταφράζει την αφήγηση (ή κάποια σημεία της), όμως αυτή δεν περιλαμβάνει ιδιαίτερα δύσκολη ορολογία.

Ένας προτεινόμενος τρόπος να συμπληρωθούν οι πρώτες προτάσεις της 1<sup>ης</sup> σελίδας είναι: *Το εξηνταδικό σύστημα αρίθμησης βασίζεται στον αριθμό 60. Για παράδειγμα, λέμε ότι ένα λεπτό έχει 60 δευτερόλεπτα ή ότι 60 λεπτά είναι μια ώρα. Οι αρχαίοι Σουμέριοι διάλεξαν αυτό το σύστημα γιατί είναι εύκολο να αναπαραστήσουμε μεγάλους αριθμούς στο εξηνταδικό σύστημα με τα χέρια μας.*

Τα είδη ρολογιών που περιγράφονται στη συνέχεια, αναφέρονται στην ταινία ή/και περιγράφονται σε άλλες πηγές στο ίντερνετ. Αν ο διδάσκων έχει τη δυνατότητα να έχει και πραγματικά δείγματα από κάποια από αυτά, τότε ακόμα καλύτερα. Ένας ενδεικτικός τρόπος συμπλήρωσης των κενών είναι ο εξής:

- *Ηλιακό ρολόι: Χρησιμοποιεί τον σταθερό ρυθμό που έχει η κίνηση του ήλιου στον ουρανό.*
- *Ρολόι κεριού: Χρησιμοποιεί τον σταθερό ρυθμό με τον οποίο καίγεται ένα κερι.*
- *Ρολόι νερού: Χρησιμοποιεί τον σταθερό ρυθμό με τον οποίο κυλά το νερό από μια μικρή τρύπα.*
- *Ρολόι εκκρεμούς: Χρησιμοποιεί τον σταθερό ρυθμό με τον οποίο κάνει ταλάντωση ένα εκκρεμές.*

- *Κλεψύδρα: Χρησιμοποιεί τον σταθερό ρυθμό με τον οποίο κυλά η άμμος από μια μικρή τρύπα.*
- *Ρολόι quartz: Χρησιμοποιεί τον σταθερό ρυθμό με τον οποίο κάνει ταλάντωση ένας κρύσταλλος τύπου quartz.*
- *Ατομικό ρολόι: Χρησιμοποιεί τον σταθερό ρυθμό με τον οποίο κάνουν ταλάντωση τα άτομα ενός υλικού.*

Όσον αφορά το δεύτερο μέρος του φύλλου εργασίας, στην ιδανική περίπτωση κάθε μαθητής έχει στη διάθεσή του το δικό του χρονόμετρο. Μέχρι όμως να επιτραπεί η χρήση των κινητών τηλεφώνων των μαθητών στη διδακτική πράξη, κάτι τέτοιο θα είναι αρκετά δύσκολο. Μπορούμε όμως να αρκεστούμε σε ένα χρονόμετρο ανά ομάδα μαθητών και να δώσουμε τον χρόνο που απαιτείται ώστε όλα τα μέλη της ομάδας να το χρησιμοποιήσουν. Μετά από αυτό το εισαγωγικό βήμα, ζητάμε από τις ομάδες να χρονομετρήσουν ταυτόχρονα ένα κοινό γεγονός: την απαγγελία του αλφάβητου από τον διδάσκοντα. Προς μέτρηση θα μπορούσε να προταθεί και κάποιο άλλο γεγονός, αρκεί να είναι κοινό για όλους τους παρευρισκόμενους στην τάξη (π.χ. το σβήσιμο των φώτων της τάξης).

Είναι σίγουρο ότι οι μετρήσεις θα διαφέρουν μεταξύ τους, παρά το γεγονός ότι αφορούν το ίδιο γεγονός. Η διαπίστωση έχει ιδιαίτερο ενδιαφέρον, καθώς άπτεται της συζήτησης για τη διαχείριση των εργαστηριακών δεδομένων. Πώς χειριζόμαστε μια μέτρηση που δείχνει να "βρίσκεται" πιο μακριά από τις υπόλοιπες; Ποια είναι η απάντηση που τελικά δίνουμε στην ερώτηση "*σε πόσο χρόνο λέει ο κύριος την αλφαβήτα;*";

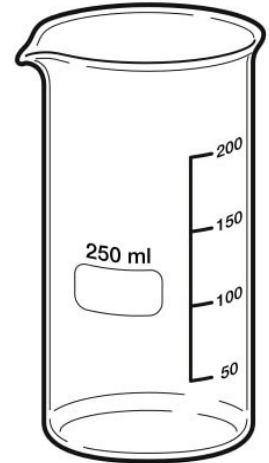
Σε αυτό το μάθημα θα μάθουμε το **ογκόμετρο**, το όργανο που μετράει πόσο χώρο πιάνει κάτι

→ **Παρατήρησε** το ογκόμετρο στο διπλανό σχήμα (το λέμε και "ογκομετρικό δοχείο").

→ Πόσο νερό χωράει το ογκόμετρο που φαίνεται στο σχήμα;  
**Διάλεξε** την απάντηση που θεωρείς σωστή:

*Το ογκόμετρο που φαίνεται στο σχήμα χωράει περίπου όσο νερό χωράει:*

- α) σε 5 κουταλιές
- β) σε μισό κουτάκι αναψυκτικού
- γ) σε δύο μεγάλα μπουκάλια εμφιαλωμένου νερού
- δ) σε μία πισίνα κολύμβησης

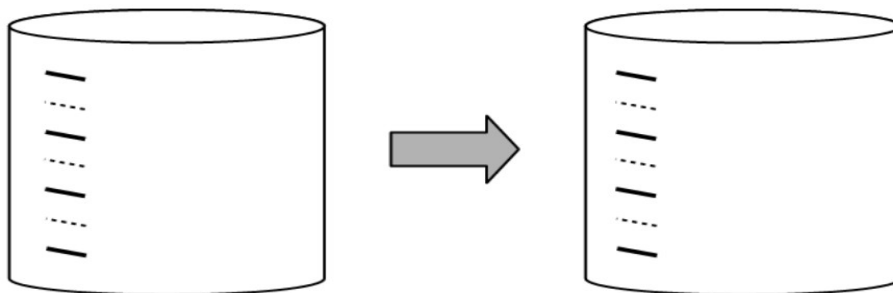


→ Ποια είναι τελικά η σωστή απάντηση; **Παρακολούθησε** τη συζήτηση στην τάξη και **πάρε μέρος** σε αυτήν.

→ Πώς χρησιμοποιούμε το ογκόμετρο; **Σημείωσε** παρακάτω:

*Για να μετρήσουμε τον όγκο κάποιου υγρού* .....  
.....  
.....

→ **Ζωγράφισε** ένα σχέδιο που θα δείχνει τον τρόπο με τον οποίο μετράμε τον όγκο ενός υγρού:



→ **Συμπλήρωσε** την πρόταση:

*Βρήκαμε ότι ο όγκος του υγρού είναι ..... . Στη "γλώσσα της Φυσικής" γράφουμε:*

..... =

→ **Πάρε** τα δύο αντικείμενα που θα σου δώσει ο καθηγητής σου. **Μέτρησε** τον όγκο τους, χρησιμοποιώντας το κατάλληλο ογκόμετρο.

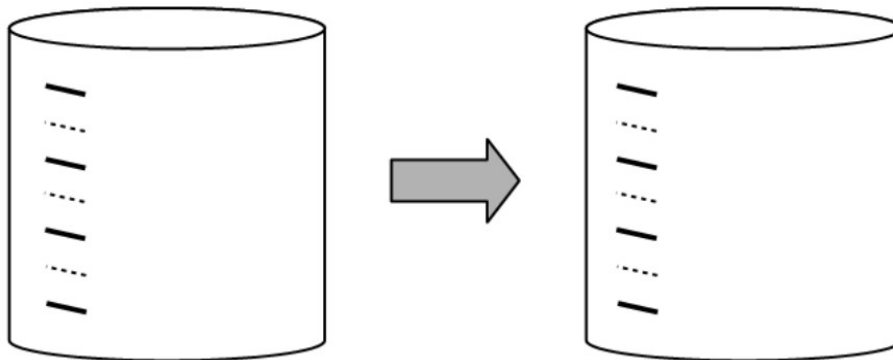
→ Πώς χρησιμοποιούμε το ογκόμετρο; **Σημείωσε** παρακάτω:

Για να μετρήσουμε τον όγκο κάποιου στερεού .....

.....

.....

→ **Ζωγράφισε** ένα σχέδιο που θα δείχνει πώς χρησιμοποιήσες το ογκόμετρο για να μετρήσεις τον όγκο του αντικειμένου:



→ **Συμπλήρωσε** τις προτάσεις:

Βρήκαμε ότι ο όγκος του πρώτου αντικειμένου είναι .....

Στη "γλώσσα της Φυσικής" γράφουμε:

..... =

Βρήκαμε ότι ο όγκος του δεύτερου αντικειμένου είναι .....

Στη "γλώσσα της Φυσικής" γράφουμε:

..... =

→ **Παρακολούθησε** τη συζήτηση στην τάξη και **πάρε μέρος** σε αυτήν.

→ Τι πρέπει να θυμόμαστε για τη μέτρηση του όγκου; **Σημείωσε** παρακάτω:

.....

.....

.....

.....

Τα ίδια (και πολλά περισσότερα)  
βρίσκεις στον εργαστ. οδηγό, **σελ. 22-24**

## A5 - "Μετράμε τον όγκο"

### Οδηγίες για τον εκπαιδευτικό

#### α) Τεχνικές λεπτομέρειες

Υλικά: (Προαιρετικά) δοχεία καθημερινής χρήσης διαφορετικής χωρητικότητας και (ανά ομάδα μαθητών) 1 ογκομετρικό δοχείο, 2 αντικείμενα προς μέτρηση, νερό, χαρτί κουζίνας  
Διάρκεια: Μία διδακτική ώρα

#### β) Εφαρμογή του υλικού - Μια πρόταση

Τα πυρά της επιστημονικής κοινότητας εναντίον μας έχουν ήδη εκτοξευθεί: *"Πού ακριβώς εντοπίσατε κύριε τον όρο "ογκόμετρο"; Δε γνωρίζετε ότι ο σωστός όρος είναι ογκομετρικό δοχείο;"*. Ας απαντήσουμε. Δεν θα προχωρούσαμε σε μια τέτοια επιλογή, αν δεν είχαμε σοβαρούς (διδακτικούς) λόγους για να το κάνουμε. Οι όροι "ογκομετρικό δοχείο" (και ακόμα περισσότερο οι όροι "ογκομετρικός κύλινδρος" και "ογκομετρική φιάλη"), όσο κι αν είναι οικείοι και εύκολα διαχειρίσιμοι από τους καθηγητές φυσικών επιστημών, δείχνουν να δυσκολεύουν τους μαθητές που μόλις μπήκαν στο Γυμνάσιο, χωρίς να υπάρχει ιδιαίτερο διδακτικό όφελος από τη χρήση τους.

Από την άλλη, ο όρος "ογκόμετρο" είναι ουσιαστικό, μία λέξη, και κυρίως δείχνει με μεγαλύτερη αμεσότητα και σαφήνεια τη λειτουργία του οργάνου (*"αυτό που μετρά τον όγκο"*), με τον ίδιο τρόπο που το κάνουν και οι όροι "χρονόμετρο", "πιεσόμετρο" κτλ.. Υπενθυμίζουμε ότι η διδακτική των φυσικών επιστημών όχι απλώς διαπιστώνει, αλλά συχνά υποστηρίζει την τροποποίηση φυσικών εννοιών προς διδασκαλία, ανάλογα με το επίπεδο του μαθητικού πληθυσμού. Ο όρος που έχει επικρατήσει στη σχετική βιβλιογραφία είναι "μετασχηματισμός περιεχομένου". Υποστηρίζουμε λοιπόν ότι ο όρος "ογκόμετρο" αποτελεί μία από αυτές τις περιπτώσεις.

Το φύλλο εργασίας ξεκινά ζητώντας από τους μαθητές και τις μαθήτριες να διατυπώσουν τις υποθέσεις τους σχετικά με το ερώτημα *"πόσος χώρος είναι 250ml;"*. Προτείνεται στον διδάσκοντα να τους εμφανίσει ογκομετρικά δοχεία των 250ml (ή και διαφορετικού μεγέθους), αφού αυτοί έχουν επιλέξει την απάντησή τους. Δόκιμο θα ήταν κατά τη διάρκεια της συζήτησης να παρουσιαστούν και δοχεία καθημερινής χρήσης διαφορετικής χωρητικότητας (κουτάκι αναψυκτικού 330ml, μπουκάλι εμφιαλωμένου νερού 1500ml κτλ.).

Ένα ογκομετρικό δοχείο μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να μετρηθεί είτε ο όγκος ποσότητας υγρού σώματος, είτε ο όγκος ενός στερεού. Το φύλλο εργασίας είναι σχεδιασμένο ώστε να τονίζει αυτή τη διπλή χρήση και παροτρύνουμε τον διδάσκοντα να την υποστηρίξει. Στην 1<sup>η</sup> σελίδα επιδιώκεται η εξοικείωση με τη μέτρηση που αφορά σε υγρό σώμα, στη 2<sup>η</sup> αυτή

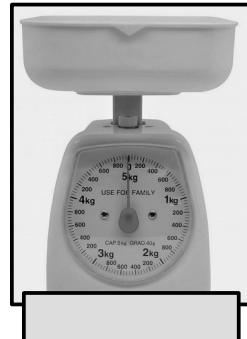
που αφορά σε στερεό. Τα στερεά αντικείμενα που θα επιλεγούν προς μέτρηση του όγκου τους μπορεί να είναι πέτρες, κομμάτια πλαστελίνης ή κάτι άλλο. Βασική προϋπόθεση είναι αφενός να χωράνε μέσα στα ογκομετρικά δοχεία και αφετέρου να είναι αρκετά μεγάλα ώστε να προκαλούν παρατηρήσιμη ανύψωση της στάθμης του νερού στο ογκομετρικό δοχείο. Επίσης, ο διδάσκων θα αποφασίσει αν θα επιλέξει και στερεά αντικείμενα που επιπλέουν, καθώς σε αυτή την περίπτωση τίθεται μια επιπλέον παράμετρος δυσκολίας στον χειρισμό του ογκομετρικού δοχείου.

Η συζήτηση που ακολουθεί μπορεί να αφορά σε πολλά ζητήματα που άπτονται της ογκομέτρησης. Για παράδειγμα, το ζήτημα της διακριτικής ικανότητας ενός ογκομετρικού δοχείου και το πλεονέκτημα του (πιο στενού) ογκομετρικού κύλινδρου. Τη δυνατότητα μέτρησης του όγκου ενός ορθογώνιου στερεού με τη χρήση χάρακα και στη συνέχεια πολλαπλασιασμού. Τις μονάδες μέτρησης του όγκου και τη σύγκριση μεταξύ τους. Το ερώτημα *"πώς μπορούμε να μετρήσουμε τον όγκο του αέρα μέσα σε ένα μπαλόνι;"*. Και άλλα. Ο διδάσκων θα αποφασίσει.



Σε αυτό το μάθημα θα μετρήσουμε τη **μάζα**

→ Στις φωτογραφίες βλέπεις διάφορες ζυγαριές. Πώς ονομάζονται; **Συμπλήρωσε.**



→ Με την ομάδα σου, **χρησιμοποιήστε** τις ζυγαριές για να μετρήσετε τις μάζες μερικών αντικειμένων.

→ **Γράψε** το αποτέλεσμα που βρήκατε:

Μετρήσαμε τη μάζα ..... με τη ..... και βρήκαμε ότι είναι ίση με ..... . Στη φυσική γράφουμε:

Μετρήσαμε τη μάζα ..... με τη ..... και βρήκαμε ότι είναι ίση με ..... . Στη φυσική γράφουμε:

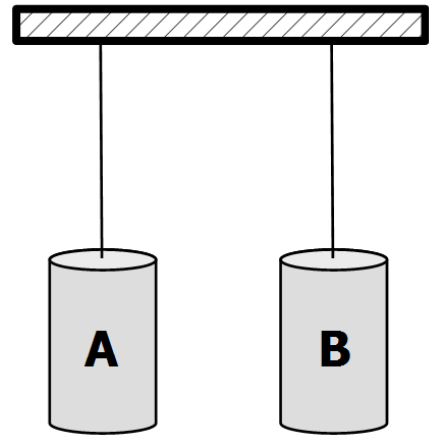
Μετρήσαμε .....

→ **Παρακολούθησε** τη συζήτηση στην τάξη και **πάρε μέρος** σε αυτήν.

→ Ποιο από τα αντικείμενα που μέτρησες είναι φτιαγμένο από περισσότερο υλικό; **Γράψε:**

.....

→ Στο διπλανό σχέδιο βλέπεις δύο κουτάκια αλουμινίου (A και B), που κρέμονται με ένα σκοινί από ένα σταθερό σημείο.



→ Το ένα από τα δύο κουτάκια έχει μέσα του κάποιο υλικό (π.χ. άμμο). Όμως δεν γνωρίζουμε ποιο είναι αυτό το κουτάκι!

→ Μπορείς να σκεφτείς έναν τρόπο να καταλάβεις ποιο από τα δύο κουτάκια έχει μέσα του άμμο, χωρίς όμως να το ακουμπήσεις; **Γράψε:**

*Ένας τρόπος ώστε να καταλάβουμε ποιο από τα δύο κουτάκια έχει μέσα του άμμο, είναι*

.....  
.....  
.....

→ **Παρακολούθησε** τη συζήτηση στην τάξη και **πάρε μέρος** σε αυτήν.

→ Ποιο από τα αντικείμενα που μέτρησες νωρίτερα είναι πιο εύκολο να το κάνεις να κινηθεί; **Γράψε:**

.....  
.....

→ Ποιο από τα αντικείμενα που μέτρησες νωρίτερα είναι πιο δύσκολο να το σταματήσεις, αν κάποιος το πετάξει προς το μέρος σου; **Γράψε:**

.....  
.....

→ **Συμπλήρωσε** τα κενά στο κείμενο:

*Η λέξη που έχουμε διαλέξει στη Φυσική για να περιγράψουμε πόσο υλικό έχει ένα αντικείμενο είναι η λέξη ".....". Μπορούμε να μετρήσουμε τη μάζα ενός σώματος χρησιμοποιώντας μια ..... . Οι πιο συνηθισμένες μονάδες μέτρησης της μάζας είναι το ..... (...) και το ..... (...). Επίσης, η μάζα ενός αντικειμένου μας δείχνει και πόσο αυτό μας δυσκολεύει να το μετακινήσουμε: ένα σώμα με μεγάλη μάζα είναι ..... να μετακινηθεί, ενώ ένα σώμα με μικρή μάζα είναι ..... να μετακινηθεί.*

## Α6 - "Μετράμε τη μάζα"

### Οδηγίες για τον εκπαιδευτικό

#### α) Τεχνικές λεπτομέρειες

Υλικά: Ζυγαριές, αντικείμενα προς μέτρηση, σπάγκος, κουτάκια αλουμινίου, άμμος (ή άλλο υλικό, π.χ. ρύζι), ορθοστάτης και βάση στήριξης

Διάρκεια: Μία διδακτική ώρα

#### β) Εφαρμογή του υλικού - Μια πρόταση

Ένας φυσικός, ένας χημικός και ένας ζαχαροπλάστης μάλλον θα συμφωνούσαν ότι η μέτρηση της μάζας είναι μια σχετικά απλή διαδικασία. Εντούτοις, ο δάσκαλος της φυσικής γνωρίζει ότι συνολικότερα το χτίσιμο της *έννοιας* "μάζα" δεν είναι και τόσο εύκολη υπόθεση, καθώς πρέπει να περιλαμβάνει και τις τρεις πτυχές της έννοιας:

α) η μάζα ενός σώματος περιγράφει την αντίσταση που εκδηλώνει το σώμα σε κάθε απόπειρα για μετακίνηση ή φρενάρισμά του

β) η μάζα σχετίζεται με την ποσότητα υλικού που εμπεριέχει ένα σώμα

γ) η μάζα κάθε σώματος είναι ανάλογη προς το βάρος του (ένα σώμα με τριπλάσιο βάρος από ένα άλλο, έχει και τριπλάσια μάζα).

Όταν κανείς σχεδιάζει ένα μάθημα μέτρησης της μάζας, η συνηθέστερη επιλογή είναι να χρησιμοποιήσει ζυγό. Ουσιαστικά δηλαδή να βασιστεί στην πτυχή (γ), καθώς ένας ζυγός μετρά το βάρος ενός σώματος. Τη δύναμη με την οποία η Γη το έλκει. Αυτό είναι το σημείο που αρχίζουν τα δύσκολα. Μπορεί να είναι πρακτικά εύκολη διαδικασία, όμως η χρήση του ζυγού εκτιμούμε ότι επιτείνει την εννοιακή σύγχυση των διδασκομένων ότι η μάζα και το βάρος είναι κάτι παρόμοιο (ή ακόμα και το ίδιο). Εν ολίγοις, διαφωνούμε με την επιλογή του σχολικού βιβλίου να εστιάζει στις πτυχές (β) και (γ), χωρίς να επισημαίνει τον συσχετισμό της έννοιας "μάζα" με την αδράνεια ενός σώματος, με την αντίστασή του δηλαδή στην αλλαγή της κινητικής του κατάστασης.

Επιλέγουμε λοιπόν να ξεκινήσουμε αυτό το μάθημα από τη χρήση του ζυγού, αφιερώνουμε όμως αρκετό χρόνο και στο χαρακτηριστικό της αδράνειας. Προς αυτή την κατεύθυνση προτείνεται και η δραστηριότητα με τα δύο κουτάκια αλουμινίου (2<sup>η</sup> σελίδα του φύλλου εργασίας). Η δραστηριότητα αυτή μπορεί να γίνει και υποθετικά, χωρίς δηλαδή την ύπαρξη των αντικειμένων μέσα στη σχολική αίθουσα. Θα το αποφεύγαμε όμως, καθώς η ύπαρξη των υλικών μπροστά μας και η δυνατότητα έμπρακτων δοκιμών των υποθέσεων των μαθητών, βοηθά περισσότερο το χτίσιμο της έννοιας "μάζα (αδράνειας)". Η συνηθέστερη σωστή απάντηση-λύση που λαμβάνουμε από τους μαθητές για το πρόβλημα με τα δύο

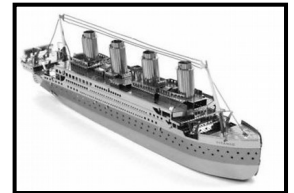
κουτάκια είναι "να φυσήξουμε και τα δύο και να δούμε αν κάποιο κινείται περισσότερο - αυτό θα είναι το κουτάκι με τη λιγότερη άμμο".

Ένας προτεινόμενος τρόπος συμπλήρωσης των κενών στο τελικό κείμενο είναι:

Η λέξη που έχουμε διαλέξει στη Φυσική για να περιγράψουμε πόσο υλικό έχει ένα αντικείμενο είναι η λέξη "μάζα". Μπορούμε να μετρήσουμε τη μάζα ενός σώματος χρησιμοποιώντας μια ζυγαριά. Οι πιο συνηθισμένες μονάδες μέτρησης της μάζας είναι το κιλό (kg) και το γραμμάριο (g). Επίσης, η μάζα ενός αντικειμένου μάς δείχνει και πόσο αυτό μας δυσκολεύει να το μετακινήσουμε: ένα σώμα με μεγάλη μάζα είναι δύσκολο να μετακινηθεί, ενώ ένα σώμα με μικρή μάζα είναι εύκολο να μετακινηθεί.

Σε αυτό το μάθημα θα γνωρίσουμε καλύτερα τη λέξη **“πυκνότητα”**

→ Πόσο πιστεύεις ότι θα έδειχνε μια ζυγαριά αν ζυγίζαμε: α) ένα καρφί και β) ένα πλοίο;



**Συμπλήρωσε.**

Πιστεύω ότι η μάζα ενός καρφιού είναι περίπου .....

Πιστεύω ότι η μάζα ενός πλοίου είναι περίπου .....

→ **Παρακολούθησε** τη συζήτηση στην τάξη και **πάρε μέρος** σε αυτήν.

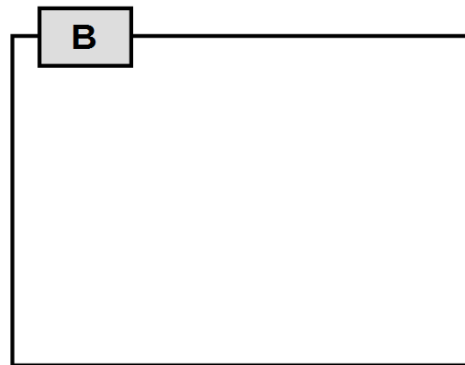
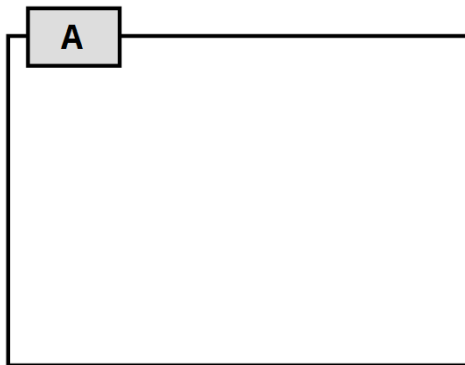
→ Γιατί ένα καρφί ηγαίνει στον πάτο της θάλασσας, αλλά ένα πλοίο επιπλέει; **Γράψε:**

.....  
 .....  
 .....

→ Στο σημερινό μάθημα θα δεις ένα πείραμα. **Γράψε** τα υλικά που θα χρησιμοποιηθούν:

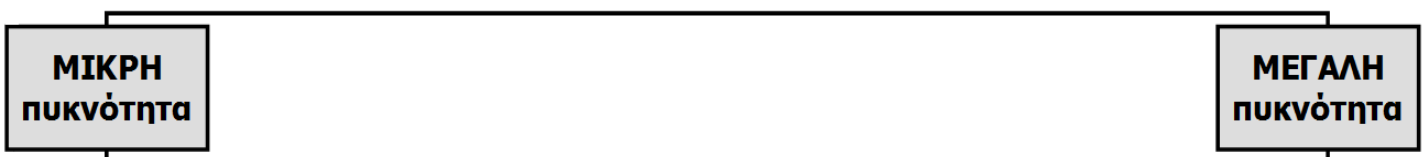
.....

→ Τι πιστεύεις ότι θα δούμε αν τοποθετήσουμε όλα τα υλικά μέσα σε ένα δοχείο; **Ζωγράφισε** στο κουτάκι (Α) τη γνώμη σου.



→ **Παρακολούθησε** το πείραμα. **Ζωγράφισε** στο κουτάκι (Β) αυτό που βλέπεις να γίνεται στο πείραμα.

→ **Γράψε** στην κατάλληλη θέση τα υλικά που χρησιμοποιήθηκαν στο πείραμα:



→ Στη συνέχεια θα χρησιμοποιήσεις όργανα που γνωρίζεις για να κάνεις κάποιες μετρήσεις.

→ Ποια είναι τα υλικά που θα χρησιμοποιηθούν στο πείραμα; **Γράψε:**

.....

→ Πώς υπολογίζουμε την πυκνότητα του νερού; **Κάνε** τις απαραίτητες μετρήσεις και **συμπλήρωσε** τις παρακάτω προτάσεις:

Χρησιμοποιούμε ..... για να μετρήσουμε τη ..... του νερού.

Βρίσκουμε:

Χρησιμοποιούμε ..... για να μετρήσουμε τον ..... του νερού.

Βρίσκουμε:

Υπολογίζουμε την ..... του νερού χρησιμοποιώντας τα μαθηματικά:

→ Πώς υπολογίζουμε την πυκνότητα του λαδιού; **Κάνε** τις απαραίτητες μετρήσεις και **συμπλήρωσε** τις παρακάτω προτάσεις:

Χρησιμοποιούμε ..... για να μετρήσουμε τη ..... του λαδιού. Βρίσκουμε:

Χρησιμοποιούμε ..... για να μετρήσουμε τον ..... του λαδιού. Βρίσκουμε:

Υπολογίζουμε την ..... του λαδιού χρησιμοποιώντας τα μαθηματικά:

→ Τι συμπεράσματα μπορούμε να βγάλουμε από το σημερινό μάθημα; **Σημείωσε:**

.....  
.....  
.....

Τα ίδια (και πολλά περισσότερα)  
βρίσκεις στον εργαστ. οδηγό, **σελ. 26-28**

## A7 - "Η πυκνότητα και η πλεύση"

### Οδηγίες για τον εκπαιδευτικό

#### α) Τεχνικές λεπτομέρειες

Υλικά: Λάδι, νερό, οινόπνευμα, απορρυπαντικό πιάτων, γάλα, (προαιρετικά: χρώμα ζαχαροπλαστικής), κομματάκια φελλού, λάστιχου, κεριού, ένα καρφί

Διάρκεια: Δύο διδακτικές ώρες

#### β) Εφαρμογή του υλικού - Μια πρόταση

Όταν ισχυριζόμαστε ότι *"δεν είναι όλα τα γνωστικά αντικείμενα τα ίδια"*, δεν περιοριζόμαστε μόνο στην οπτική των μαθητών (εννοώντας π.χ. ότι κάποια μπορεί να τους δυσκολεύουν περισσότερο). Αναφερόμαστε και στην οπτική του διδάσκοντα. Υπάρχουν μαθήματα που τα αγαπάς πιο πολύ, που ανυπομονείς περισσότερο να έρθουν. Μέσα στα μαθήματα που ο γράφων αγαπά περισσότερο είναι και αυτά που αφορούν τη διδασκαλία της έννοιας "πυκνότητα". Γιατί παίζουν όμορφα με τις εναλλακτικές ιδέες των μαθητών, γιατί μεταφέρονται εύκολα και φθηνά στο σχολικό εργαστήριο, γιατί αποσαφηνίζουν τη σχέση ανάμεσα στη μέτρηση και τη μαθηματική επεξεργασία, γιατί γεννούν ωραία ερωτήματα, αλλά και γιατί από την πυκνότητα έτυχε να ξεκινήσει ο γράφων να μαθαίνει διδακτική φυσικών επιστημών.

Σε αυτό το φύλλο εργασίας, ξεκινάμε από εκεί που πιο εύκολα αναδεικνύονται οι εναλλακτικές ιδέες που αφορούν την πυκνότητα. Από την πλεύση. Το μεγαλύτερο ποσοστό των μαθητών και μαθητριών της Α' γυμνασίου εκτιμά ότι ένα αντικείμενο βυθίζεται στο νερό *"όταν είναι βαρύ"*, *"όταν ζυγίζει πολύ"*, *"όταν έχει μεγάλη μάζα"*. Τονίζουμε αυτή την πεποίθηση συγκρίνοντας τη μάζα ενός καρφιού και ενός πλοίου.

Ένα καρφί ζυγίζει μερικά γραμμάρια, ένα πλοίο ζυγίζει χιλιάδες τόνους. Δεν έχουν σημασία τα ακριβή νούμερα, αφού έτσι κι αλλιώς η διαφορά είναι τεράστια. Αυτό που έχει σημασία είναι η συζήτηση σχετικά με την πλεύση του πλοίου και τη βύθιση του καρφιού να καταλήξει στη διαπίστωση ότι *"η ζυγαριά μόνη της δε μπορεί να δώσει την απάντηση στο ποιος θα βυθιστεί/επιπλεύσει"*.

Το πείραμα επίδειξης που ακολουθεί είναι το κλασικό πείραμα της "στήλης πυκνοτήτων", το οποίο κυκλοφορεί με διάφορες παραλλαγές στο διαδίκτυο (ένα παράδειγμα υπάρχει [εδώ](#)). Για την επιτυχία του αρκούν τρία από τα υγρά υλικά. Συνήθως επιλέγονται το νερό, το οινόπνευμα και το λάδι. Προτείνουμε όμως την υλοποίησή του με περισσότερα. Προτείνουμε επίσης και την ένταξη μικρών στερεών σωμάτων (φελλός, κεριό κτλ.). Επισημαίνουμε ότι χρειάζεται προσοχή προκειμένου η σειρά με την οποία μπαίνουν τα

υγρά στο δοχείο να είναι τέτοια ώστε να αποφεύγεται η επαφή υγρών που δημιουργούν ομογενές μείγμα (π.χ. νερό και οινόπνευμα). Επίσης, για πιο εμφανές αποτέλεσμα το νερό μπορεί να χρωματιστεί με χρώμα ζαχαροπλαστικής.

Η διαπραγμάτευση της έννοιας "πυκνότητα" στην 1<sup>η</sup> σελίδα του φύλλου εργασίας παραμένει σε ποιοτικό επίπεδο. Στη 2<sup>η</sup> σελίδα ζητείται από τους μαθητές να πραγματοποιήσουν μετρήσεις όγκου και μάζας δύο διαφορετικών υγρών (νερό και λάδι) και στη συνέχεια να χρησιμοποιήσουν τη γνωστή μαθηματική σχέση για να υπολογίσουν την πυκνότητα του καθενός. Εκτιμούμε ότι, αν και δεν αποτελεί επίκεντρο του μαθήματος, η διαδικασία βοηθά στον διαχωρισμό των εννοιών "μάζα" και "όγκος", τις οποίες συχνά συγχέουν οι μαθητές. Μάζα είναι αυτό που μετρά ο ζυγός, όγκος αυτό που μετράει το ογκομετρικό δοχείο.

Ο διδάσκων θα αποφασίσει πού θα εστιάσει η τελική συζήτηση και ποια θα είναι τα βασικά συμπεράσματα του μαθήματος. Σε αυτά πάντως σίγουρα θα πρέπει να συμπεριλαμβάνεται η ικανότητα της έννοιας "πυκνότητα" να απαντά στο ερώτημα που δεν μπορούσε να απαντήσει η έννοια "μάζα", δηλαδή στο αν ένα σώμα θα επιπλεύσει σε ένα υγρό ή αν θα βυθιστεί σε αυτό.

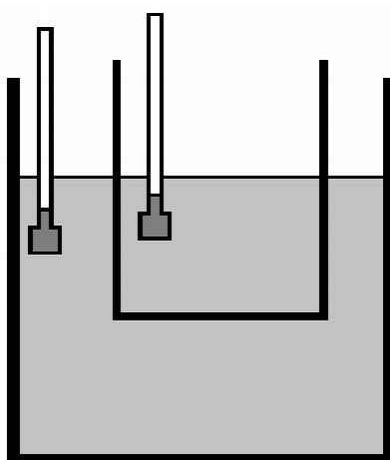


Σε αυτό το μάθημα θα κάνουμε ένα πείραμα για να μάθουμε τη λέξη **“θερμική ισορροπία”**

→ **Γράψε** τα υλικά που θα χρησιμοποιήσουμε στο πείραμα.

.....  
 .....

→ **Γράψε** στο σχήμα τις λέξεις που περιγράφουν τα βασικά μέρη του πειράματος.



→ **Παρακολούθησε** τη συζήτηση στην τάξη και **πάρε μέρος** σε αυτήν.

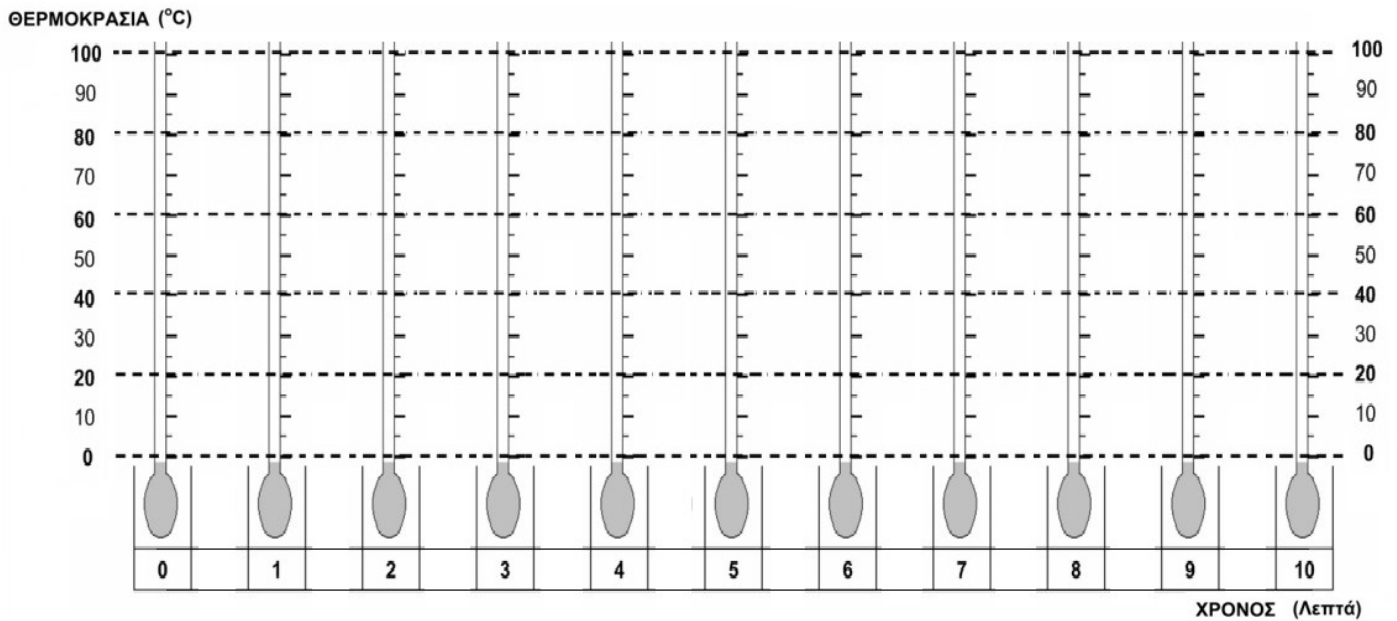
→ Τι ακριβώς θα κάνουμε σε αυτό το πείραμα; **Σημείωσε:**

.....  
 .....  
 .....

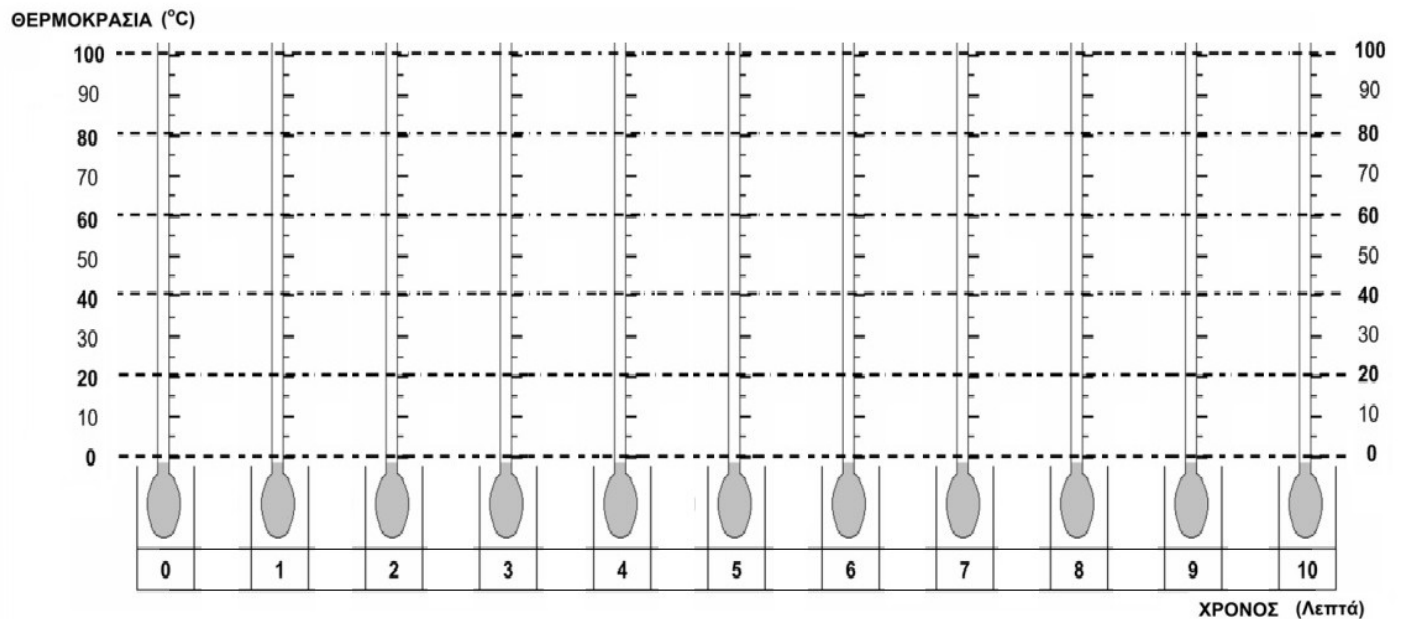
→ **Κάνε** το πείραμα. **Συμπλήρωσε** τον πίνακα με τα αποτελέσματα των μετρήσεων:

Χρόνος (min)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Θερμοκρασία στο μεγάλο δοχείο											
Θερμοκρασία στο μικρό δοχείο											

→ **Ζωγράφισε** σε κάθε θερμοόμετρο τη μέτρηση που έκανες (στο μεγάλο δοχείο):



→ **Ζωγράφισε** σε κάθε θερμοόμετρο τη μέτρηση που έκανες (στο μικρό δοχείο):



→ Τι συμπέρασμα μπορούμε να βγάλουμε από αυτό το πείραμα; **Σημείωσε:**

.....  
.....

→ Τι είναι αυτό που οι φυσικοί ονομάζουν "θερμική ισορροπία"; **Γράψε:**

.....  
.....  
.....

Τα ίδια (και πολλά περισσότερα) βρίσκεις στο σχολικό βιβλίο, **σελ. 19-22.**

## A8 - "Η θερμική ισορροπία"

### Οδηγίες για τον εκπαιδευτικό

#### α) Τεχνικές λεπτομέρειες

Υλικά: Δύο θερμόμετρα, νερό, μικρό δοχείο, μεγάλο δοχείο, καμινέτο, μπρίκι

Διάρκεια: Μία διδακτική ώρα

#### β) Εφαρμογή του υλικού - Μια πρόταση

Το φύλλο εργασίας συνοδεύει την υλοποίηση της πειραματικής διαδικασίας που περιγράφεται και στο σχολικό βιβλίο. Σε αυτήν, δύο δοχεία περιέχουν νερό διαφορετικής θερμοκρασίας: το μεγάλο δοχείο περιέχει νερό σε θερμοκρασία δωματίου, ενώ το μικρό περιέχει νερό που έχουμε νωρίτερα θερμάνει. Το πείραμα ξεκινά όταν το μικρό δοχείο (ζεστό) τοποθετείται μέσα στο μεγάλο (κρύο). Στη συνέχεια, στον πίνακα της 1<sup>ης</sup> σελίδας του φύλλου εργασίας καταγράφονται οι θερμοκρασίες του νερού στα δύο δοχεία.

Για λόγους ασφαλείας προτείνουμε το πείραμα αυτό να πραγματοποιείται από τον διδάσκοντα ως επίδειξη. Προτείνουμε επίσης το πείραμα να έχει δοκιμαστεί από τον διδάσκοντα, καθώς οι ποσότητες νερού που θα επιλεγούν επηρεάζουν τις χρονικές απαιτήσεις της διαδικασίας. Αν οι ποσότητες νερού είναι αρκετά μικρές, η μεταβολή των θερμοκρασιών λόγω μεταφοράς θερμότητας θα πραγματοποιηθεί γρήγορα και ο χρόνος για την παρατήρηση του φαινομένου θα είναι μικρός. Από την άλλη, αν οι ποσότητες είναι αρκετά μεγάλες, η ολοκλήρωση του φαινομένου (θερμική ισορροπία) μπορεί να μη χωρέσει μέσα στον διδακτικό χρόνο.

Στη 2<sup>η</sup> σελίδα του φύλλου εργασίας επιλέγουμε να ζητήσουμε από τους μαθητές, αντί της δημιουργίας διαγράμματος, την αναπαράσταση των θερμομέτρων. Υποστηρίζουμε αυτή την επιλογή, θεωρώντας ότι είναι ένα απαραίτητο βήμα για την εξοικείωση με τα διαγράμματα και τη δημιουργία τους. Σε αυτό το πλαίσιο, ο διδάσκων μπορεί να επιχειρήσει την αναφορά σε ένα διάγραμμα θερμοκρασίας-χρόνου και στις ομοιότητες με την αναπαράσταση που έχει επιλεγεί στο φύλλο εργασίας.

Πρόκειται για ένα πείραμα που το τέλος του έχει την ίδια σημασία με τη διαδικασία, ίσως και περισσότερη. Αναφερόμαστε φυσικά στη θερμική ισορροπία. Επισημαίνουμε ότι είναι αρκετοί οι μαθητές που δεν προβλέπουν τη θερμική ισορροπία και εκτιμούν ότι αν αφήσουμε το πείραμα να εξελιχθεί, οι θερμοκρασίες του νερού στα δύο δοχεία δεν θα εξισορροπηθούν αλλά θα αντιστραφούν.

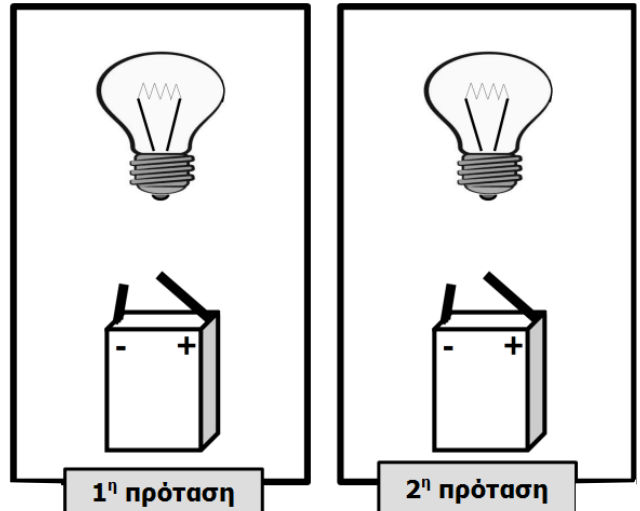
Σε αυτό το μάθημα θα μάθουμε τι σημαίνει "**βραχυκύκλωμα**"

→ **Γράψε** τα υλικά που θα χρειαστούμε:  
.....  
.....

→ Ένας μαθητής χρησιμοποιεί αυτά τα υλικά για να κάνει ένα λαμπάκι να ανάψει. Πώς πιστεύεις ότι πρέπει να συνδεθούν;

→ **Σχεδίασε** στο διπλανό σχήμα πού νομίζεις ότι χρειάζεται να συνδεθεί κάποιο καλώδιο (αν θες μπορείς να σχεδιάσεις 2 προτάσεις).

→ **Δοκίμασε** αυτό που πρότείνεις.



→ Πώς ανάβει το λαμπάκι; **Συμπλήρωσε:**  
Για να ανάψει το λαμπάκι .....  
.....  
.....

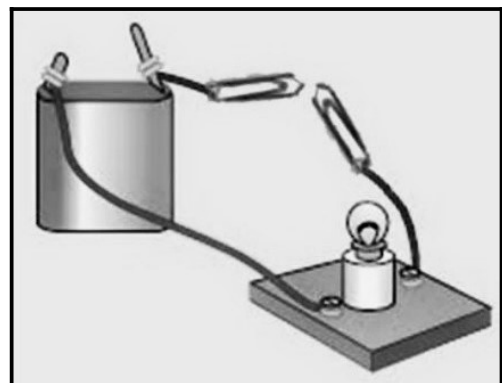
→ **Σχεδίασε** τι γίνεται και ανάβει το λαμπάκι.

→ **Παρακολούθησε** τη συζήτηση στην τάξη και **πάρε μέρος** σε αυτήν.

→ Τι είναι ένα "ηλεκτρικό κύκλωμα"; **Συμπλήρωσε:**  
Ηλεκτρικό κύκλωμα είναι .....  
.....

→ Στο διπλανό σχήμα βλέπεις ένα κύκλωμα. Πώς νομίζεις ότι λειτουργεί; **Κύκλωσε** την απάντησή σου θεωρείς σωστή:

1. Όταν οι συνδετήρες δεν είναι ενωμένοι:
  - α) το λαμπάκι ανάβει
  - β) το λαμπάκι δεν ανάβει
2. Όταν ενώνουμε τους συνδετήρες:
  - α) το λαμπάκι ανάβει
  - β) το λαμπάκι δεν ανάβει



→ **Φτιάξε** το κύκλωμα και **δοκίμασε** τις απαντήσεις σου.

→ Τι συμπέρασμα βγάζεις; **Γράψε**.

.....  
.....

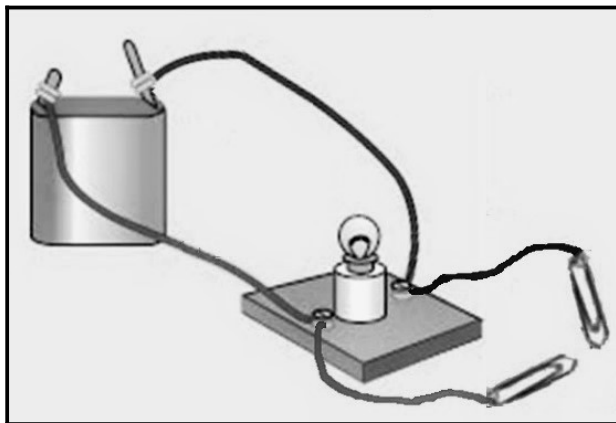
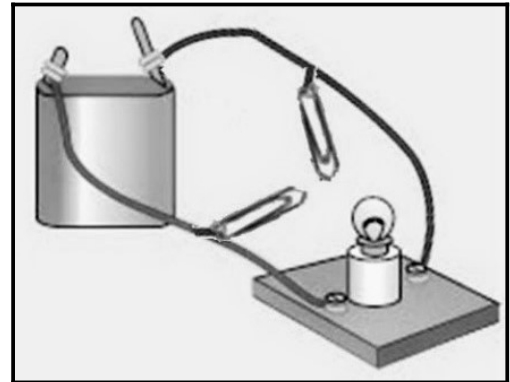
→ Στο διπλανό σχήμα βλέπεις ένα άλλο κύκλωμα.  
Πώς πιστεύεις ότι λειτουργεί; **Κύκλωσε**:

1. Όταν οι συνδετήρες δεν είναι ενωμένοι:

- α) το λαμπάκι ανάβει
- β) το λαμπάκι δεν ανάβει

2. Όταν ενώνουμε τους συνδετήρες:

- α) το λαμπάκι ανάβει
- β) το λαμπάκι δεν ανάβει



→ Πώς πιστεύεις ότι λειτουργεί αυτό το κύκλωμα; **Κύκλωσε**:

1. Όταν οι συνδετήρες δεν είναι ενωμένοι:

- α) το λαμπάκι ανάβει
- β) το λαμπάκι δεν ανάβει

2. Όταν ενώνουμε τους συνδετήρες:

- α) το λαμπάκι ανάβει
- β) το λαμπάκι δεν ανάβει

→ **Φτιάξε** τα παραπάνω κυκλώματα και **δοκίμασε** τις απαντήσεις σου.

→ **Παρακολούθησε** τη συζήτηση στην τάξη και **πάρε μέρος** σε αυτήν.

→ Τι συμπέρασμα μπορούμε να βγάλουμε από τις δοκιμές; **Γράψε**.

.....  
.....

→ Τι είναι αυτό που ονομάζουμε "βραχυκύκλωμα"; Πώς μπορούμε να γλιτώσουμε ένα επικίνδυνο βραχυκύκλωμα; **Σημείωσε** παρακάτω.

Βραχυκύκλωμα είναι .....

Τα ίδια (και πολλά περισσότερα) βρίσκεις στο σχολικό βιβλίο, **σελ. 45-46**.

## A9 - "Κύκλωμα και βραχυκύκλωμα"

### Οδηγίες για τον εκπαιδευτικό

#### α) Τεχνικές λεπτομέρειες

Υλικά: Μπαταρίες πλακέ 4,5V (ή 9V), αντίστοιχα λαμπάκια, καλώδια

Διάρκεια: Μία διδακτική ώρα

#### β) Εφαρμογή του υλικού - Μια πρόταση

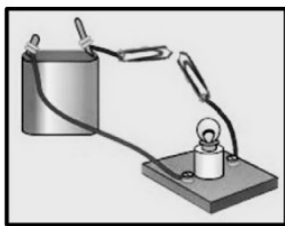
Η πρώτη ερώτηση που θέτει το φύλλο εργασίας αποσκοπεί στο να αναδείξει εναλλακτικές ιδέες των μαθητών σχετικά με τον ενδεδειγμένο τρόπο σύνδεσης με τη μπαταρία ώστε να ανάψει το λαμπάκι. Η εμπειρία μας στη σχολική τάξη επιβεβαιώνει τη βιβλιογραφία της διδακτικής των φυσικών επιστημών, ότι οι συχνότερες απαντήσεις που δίνουν οι μαθητές είναι οι εξής:



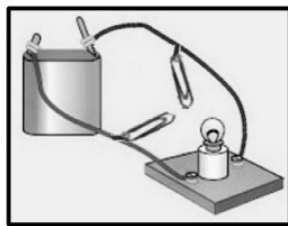
Αν έπρεπε να περιοριστούμε σε μόνο μία συμβουλή σχετικά με αυτό το μάθημα, αυτή θα ήταν: *"οι προβλέψεις πρώτα!"*. Προτείνεται στον διδάσκοντα να διατυπώσει το παραπάνω ερώτημα στους μαθητές και τις μαθήτριες πριν τους δοθούν τα υλικά για να το δοκιμάσουν στην πράξη. Η αποτύπωση κάθε εναλλακτικής απάντησης είναι το πρώτο βήμα για το ξεπέρασμά της.

Η ίδια συμβουλή ισχύει και για τις υπόλοιπες υποθέσεις που ζητά το φύλλο εργασίας. Αυτές είναι δομημένες με τρόπο που να προχωρά τη διαπραγμάτευση από την έννοια του κυκλώματος σε αυτή του βραχυκυκλώματος. Ενώ δηλαδή στην πρώτη σελίδα του φύλλου εργασίας επιδιώκουμε να αναδείξουμε τη σημασία μιας κυκλικής διαδρομής για το ηλεκτρικό ρεύμα, στη δεύτερη διαχειριζόμαστε κυκλώματα με δύο διαθέσιμες κυκλικές διαδρομές και αναζητούμε ποια είναι αυτή που το ηλεκτρικό ρεύμα "προτιμά".

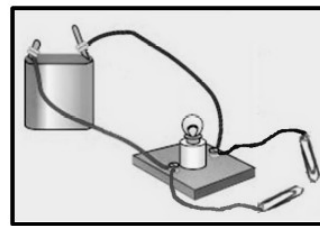
Οι απαντήσεις για κάθε κύκλωμα είναι οι εξής:



Όταν δεν είναι ενωμένοι το λαμπάκι δεν ανάβει ( **$\beta$** ), ενώ όταν τους ενώνουμε το λαμπάκι ανάβει ( **$\alpha$** )



Όταν δεν είναι ενωμένοι το λαμπάκι ανάβει ( **$\alpha$** ), ενώ όταν τους ενώνουμε το λαμπάκι δεν ανάβει ( **$\beta$** )



Όταν δεν είναι ενωμένοι το λαμπάκι ανάβει ( **$\alpha$** ), ενώ όταν τους ενώνουμε το λαμπάκι δεν ανάβει ( **$\beta$** )

# Φύλλα Εργασίας

για τη **Β'** Γυμνασίου

**B1**

*"Η ταχύτητα"*

**B2**

*"Μαθηματικά της ταχύτητας"*

**B3**

*"Το διάγραμμα"*

**B4**

*"Αλληλεπίδραση"*

**B5**

*"Το δυναμόμετρο"*

**B6**

*"Δυνάμεις"*

**B7**

*"Το ελατήριο"*

**B8**

*"Ελατήρια στον υπολογιστή"*

**B9**

*"Υδροστατική πίεση"*

**B10**

*"Ατμοσφαιρική πίεση"*

**B11**

*"Η άνωση"*

**B12**

*"Το έργο δύναμης"*

**B13**

*"Δυναμική και κινητική ενέργεια"*





Όνομα: .....

Ημερομηνία: ...../...../.....

Σε αυτό το μάθημα θα μάθουμε να υπολογίζουμε την **ταχύτητα**

→ **Πήγαινε** μαζί με τους συμμαθητές σου και τον καθηγητή σου σε κάποιον ανοικτό χώρο. Βρείτε μια διαδρομή που μπορεί κάποιος να τρέξει.

→ **Ζωγράφισε** τη διαδρομή αυτή στο διπλανό πλαίσιο.

→ **Μέτρησε** όλες τις αποστάσεις της διαδρομής.

→ **Γράψε** τα αποτελέσματα των μετρήσεων πάνω στο σχήμα.

→ Πόση είναι η απόσταση που θα κάνει όποιος τρέξει όλη τη διαδρομή; **Συμπλήρωσε:**

Έτσι το διαβάζουμε:

ΑΠΟΣΤΑΣΗ =

Έτσι το γράφουμε:

→ **Μέτρησε** τον χρόνο που χρειάζεσαι για να τρέξεις όλη τη διαδρομή. **Συμπλήρωσε:**

Διαβάζουμε:

ΧΡΟΝΟΣ =

Γράφουμε:

→ Πόση ήταν η ταχύτητα σου; **Υπολόγισε:**

Διαβάζουμε:

$$\text{ΤΑΧΥΤΗΤΑ} = \frac{\text{ΑΠΟΣΤΑΣΗ}}{\text{ΧΡΟΝΟΣ}} =$$

Γράφουμε:

→ Πόση ήταν η ταχύτητα άλλων μαθητών; **Συμπλήρωσε** τον παρακάτω πίνακα με τις ταχύτητες τριών συμμαθητών σου.

Όνομα μαθητή	Απόσταση	Χρόνος	Ταχύτητα
	$s=$	$t=$	$u=$
	$s=$	$t=$	$u=$
	$s=$	$t=$	$u=$

→ **Διάβασε** την παρακάτω ιστορία.

Ένας μαθητής, ο Κώστας, έτρεξε από το σπίτι του μέχρι το σχολείο:



Σπίτι



Σχολείο



Η απόσταση από το σπίτι του Κώστα μέχρι το σχολείο είναι 200m. Ο Κώστας μέτρησε το χρόνο που χρειάστηκε για να φτάσει. Στην εικόνα βλέπεις τι έδειχνε το χρονόμετρό του όταν έφτασε.

→ **Απάντησε** στις παρακάτω ερωτήσεις:

1) Πόση ήταν η απόσταση της διαδρομής; Πόσο χρόνο χρειάστηκε ο Κώστας;

Διαβάζουμε:

ΑΠΟΣΤΑΣΗ =

ΧΡΟΝΟΣ =

Γράφουμε:

2) Πόση ήταν η ταχύτητα του Κώστα από το σπίτι μέχρι το σχολείο;

Διαβάζουμε:

Γράφουμε:

→ **Υπολόγισε** την ταχύτητα και σε αυτή την ιστορία:

Την επόμενη ημέρα ο Κώστας αποφάσισε να πάρει το ποδήλατό του:



Σπίτι



Σχολείο



Ο Κώστας πάλι μέτρησε τον χρόνο που χρειάστηκε για να φτάσει. Στην εικόνα βλέπεις τι έδειχνε το χρονόμετρό του όταν έφτασε στο σχολείο.

Τα ίδια (και πολλά περισσότερα)  
βρίσκεις στο σχολικό βιβλίο, **σελ. 29 - 30**

## B1 - "Η ταχύτητα"

### Οδηγίες για τον εκπαιδευτικό

#### α) Τεχνικές λεπτομέρειες

Υλικά: Μετροταινία, χρονόμετρο, πρόσβαση σε ανοικτό χώρο

Διάρκεια: Μία ή δύο διδακτικές ώρες

#### β) Εφαρμογή του υλικού - Μια πρόταση

Εκτιμούμε ότι η ολοκλήρωση του φύλλου εργασίας μπορεί να ολοκληρωθεί σε μία ή δύο διδακτικές ώρες, ανάλογα με το επίπεδο των μαθητών. Το τελευταίο ερώτημα, αν δεν υπάρχει ο χρόνος για να γίνει η διαπραγμάτευσή του στην τάξη, μπορεί να ανατεθεί και ως εργασία για το σπίτι.

Η διαδικασία της μέτρησης της μέσης ταχύτητας πολλές φορές προτείνεται να γίνεται με εργαστηριακό τρόπο (χρήση αμαξιδίου, ταινίας κτλ). Μια τέτοια επιλογή εκτιμούμε ότι συχνά αφαιρεί από το επίκεντρο του μαθήματος την κατανόηση της έννοιας "(μέση) ταχύτητα", καθώς προσθέτει πολλές παραμέτρους από το εργαστηριακό πλαίσιο (ρύθμιση διάταξης, συνθήκες κτλ.). Από την άλλη, η προτεινόμενη μέτρηση απόστασης και χρόνου στο προαύλιο του σχολείου είναι μια διαδικασία που δεν απαιτεί από τους μαθητές και τις μαθήτριες ιδιαίτερη προσπάθεια στην κατανόησή της, αφήνοντας όλες τις απαιτήσεις για το γνωστικό κομμάτι της διδασκαλίας που ακολουθεί.

Ο συνάδελφος φυσικός, το πιθανότερο είναι μέχρι τώρα να έχει αντιληφθεί ότι στο συγκεκριμένο φύλλο εργασίας εμπεριέχονται επιλογές που απλοποιούν αρκετά το περιεχόμενο. Ως "ταχύτητα" εννοείται η "μέση γραμμική ταχύτητα". Αντί της "μετατόπισης ( $\Delta x$ )" χρησιμοποιείται η "απόσταση ( $s$ )". Η επιλογή μας είναι συνειδητή: ανάμεσα στο να διασώσουμε την "επιστημονικότητα" στα φύλλα εργασίας του ή στο να διατηρήσουμε ένα επίπεδο επικοινωνίας με τους μαθητές και τις μαθήτριες που τα χρησιμοποιούν, επιλέγουμε το δεύτερο.

Μια δεύτερη επιλογή που έχει γίνει κατά τον σχεδιασμό του φύλλου εργασίας είναι η έμφαση στη διάκριση ανάμεσα στην προφορική και τη γραπτή (συμβολική) διαχείριση των εμπλεκόμενων εννοιών (απόσταση, χρόνος, ταχύτητα). Στη φυσική λέμε ότι "*η ταχύτητα είναι 12 μέτρα ανά δευτερόλεπτο*", όμως αυτό που γράφουμε είναι το συνοπτικότερο " $u=12m/s$ ". Αυτή είναι μια διάκριση που σπάνια τονίζουμε στη διδασκαλία στο γυμνάσιο, όμως βλέπουμε τα αποτελέσματα στο λύκειο: εκεί η έννοια της ταχύτητας συχνά καταλήγει να είναι "το βε" και η έννοια του χρόνου "το τε".

Σε αυτό το μάθημα θα μάθουμε τα μαθηματικά για να λύνουμε **ασκήσεις** για την ταχύτητα

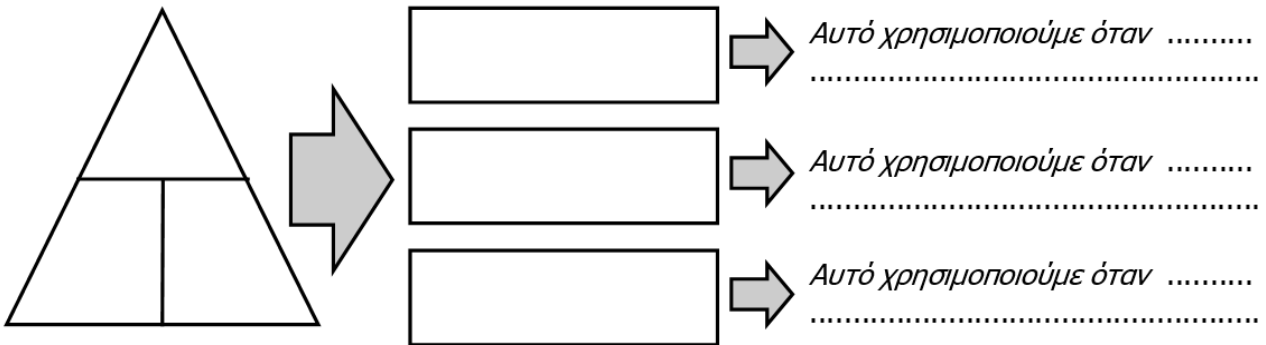
→ **Γράψε** στο διπλανό κουτάκι, στη γλώσσα των μαθηματικών, την πρόταση:

«Ένα αυτοκίνητο τρέχει με σταθερή ταχύτητα. Κάνει απόσταση ( $x$ ) μέσα σε χρόνο ( $t$ ). Για να βρω πόση είναι η ταχύτητα του, πρέπει να διαιρέσω την απόσταση διά τον χρόνο»

→ **Άκουσε** τις οδηγίες του καθηγητή σου. **Γράψε:**

α) το "τρίγωνο των μαθηματικών" που χρησιμοποιούμε σε απλές ασκήσεις με την ταχύτητα

β) τα μαθηματικά που προκύπτουν από αυτό το τρίγωνο.



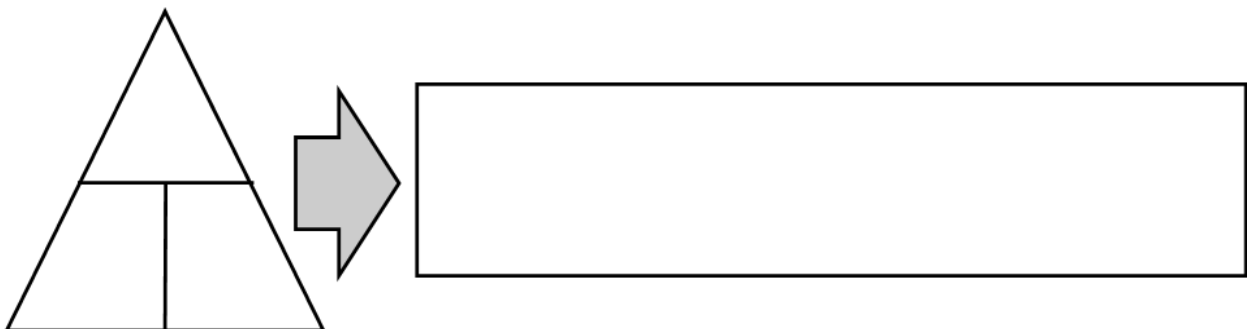
Αυτό χρησιμοποιούμε όταν .....

Αυτό χρησιμοποιούμε όταν .....

Αυτό χρησιμοποιούμε όταν .....

→ **Χρησιμοποίησε** το "τρίγωνο των μαθηματικών" και **λύσε** την παρακάτω άσκηση:

Ένα αυτοκίνητο κινείται σε έναν ίσιο δρόμο με σταθερή ταχύτητα ίση με  $50\text{m/s}$ . Πόση **απόσταση** θα έχει διανύσει μέσα σε 5 δευτερόλεπτα;



→ Με τον ίδιο τρόπο, **λύσε** την παρακάτω άσκηση:

Ένα αυτοκίνητο κινείται σε έναν ίσιο δρόμο με σταθερή ταχύτητα ίση με  $80\text{m/s}$ . Πόσο χρόνο χρειάζεται για να διανύσει απόσταση  $400\text{m}$ ;

→ Με τον ίδιο τρόπο, **λύσε** την παρακάτω άσκηση:

Ένας μαθητής, ο Αλέκος, ξεκίνησε από το σπίτι του για να πάει με το ποδήλατο μέχρι το σχολείο:



Στην αρχή έτρεξε για  $100$  δευτερόλεπτα μέχρι να φτάσει στην πηγή, καλύπτοντας έτσι μια απόσταση  $200$  μέτρων. Στην πηγή έκανε μια στάση για νερό. Μετά συνέχισε με ταχύτητα  $5\text{m/s}$  για  $60$  δευτερόλεπτα μέχρι να φτάσει στο σχολείο.

Προσπάθησε να υπολογίσεις:

- Πόση ήταν η ταχύτητα του Αλέκου από το σπίτι μέχρι την πηγή;
- Πόση είναι η απόσταση από την πηγή μέχρι το σχολείο;

## B2 - "Μαθηματικά" της ταχύτητας"

### Οδηγίες για τον εκπαιδευτικό

#### α) Τεχνικές λεπτομέρειες

Υλικά: -

Διάρκεια: Μία διδακτική ώρα

#### β) Εφαρμογή του υλικού - Μια πρόταση

*"Μα καλά, ένα φύλλο εργασίας για να μάθουμε... να λύνουμε ασκήσεις;"*

Εύλογη η ερώτηση. Δεν τυχαίνει συχνά. Τα φύλλα εργασίας συνήθως αφορούν δουλειά στο εργαστήριο. Κάπως σαν φύλλα οδηγιών, κάπως σαν αναφορές εργαστηρίου. Ας μην περιοριζόμαστε όμως στο "συνήθως", ας ενδιαφερθούμε και για διδακτικές προτάσεις που υποστηρίζονται σπανιότερα. Αρκεί να τις έχουμε δοκιμάσει και να πιστεύουμε στη διδακτική τους αξία. Υποστηρίζουμε λοιπόν ότι και η επίλυση ασκήσεων είναι μια δεξιότητα που μπορεί να υποστηριχθεί από ένα φύλλο εργασίας.

Ξεκινάμε από τη θέση ότι η "γλώσσα των ασκήσεων" είναι μια γλώσσα από μόνη της. Σίγουρα μια γλώσσα μακριά από τη γλώσσα της καθημερινότητας, μερικές φορές διαφορετική ακόμα και από τη γλώσσα "της θεωρίας". Μια γλώσσα γεμάτη "έστω", "δίδεται" και "ζητείται", μια γλώσσα που κάποιες φορές αποφεύγει τα άρθρα, ενώ σχεδόν πάντα συμπαθεί τα μαθηματικά. Από εκεί ξεκινά το φύλλο εργασίας: από τη δεξιότητα της μετάφρασης των λέξεων της επιστήμης στη "γλώσσα των μαθηματικών".

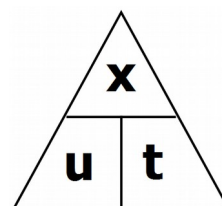
Η έκφραση: *"Ένα αυτοκίνητο τρέχει με σταθερή ταχύτητα. Κάνει απόσταση (x) μέσα σε χρόνο (t). Για να βρω πόση είναι η ταχύτητα του, πρέπει να διαιρέσω την απόσταση διά το χρόνο"*, στη γλώσσα των μαθηματικών γράφεται:

$$\begin{array}{l} x=\text{απόσταση} \\ t=\text{χρόνος} \\ u=\text{ταχύτητα} \end{array} \Rightarrow u = \frac{x}{t}$$

Το "τρίγωνο των μαθηματικών" που αναφέρεται στη συνέχεια, είναι ένας από τους τρόπους που έχουν προταθεί για τη διδασκαλία της μαθηματικής μεθοδολογίας. Το τρίγωνο συμπληρώνεται όπως δείχνει το διπλανό σχήμα.

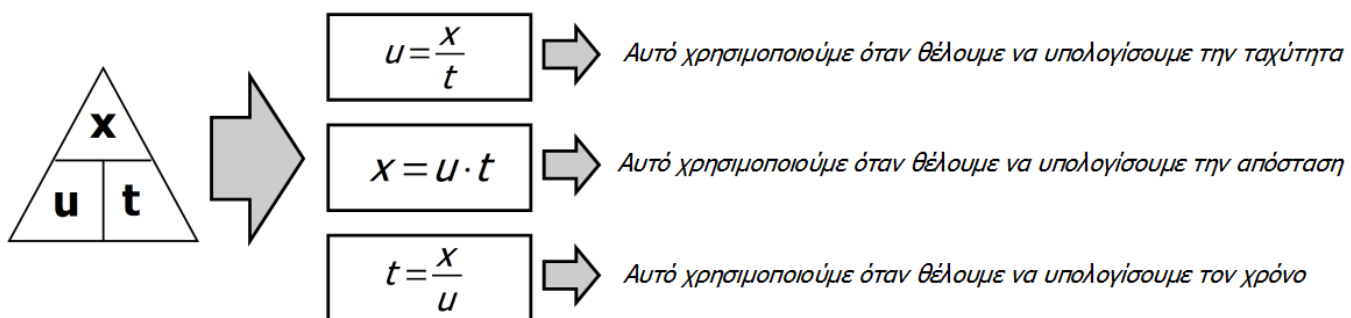
Η χρήση του τριγώνου είναι απλή και διατυπώνεται σε 3 βήματα:

- 1) *θυμάμαι* σε ποια θέση γράφεται κάθε φυσικό μέγεθος
- 2) *κρύβω* το φυσικό μέγεθος που δεν γνωρίζω στη συγκεκριμένη άσκηση



3) βλέπω τι απομένει στο τρίγωνο, δηλαδή ποια είναι η πράξη που πρέπει να κάνω.

Σύμφωνα με τα παραπάνω, τα κενά στην 1<sup>η</sup> σελίδα συμπληρώνονται ως εξής:



Στη συνέχεια του φύλλου εργασίας, οι μαθητές καλούνται να εφαρμόσουν την παραπάνω μεθοδολογία.



Όνομα: .....

Ημερομηνία: ...../...../.....

Σε αυτό το μάθημα θα γνωρίσουμε ένα βασικό “εργαλείο” της φυσικής: το **διάγραμμα**

→ **Διάβασε** τη διπλανή ιστορία.

→ Τι σημαίνει ο αριθμός που βλέπει ο μικρός Μάρκος; **Συμπλήρωσε:**

Όταν ο Μάρκος βλέπει τον αριθμό 24, σημαίνει ότι .....

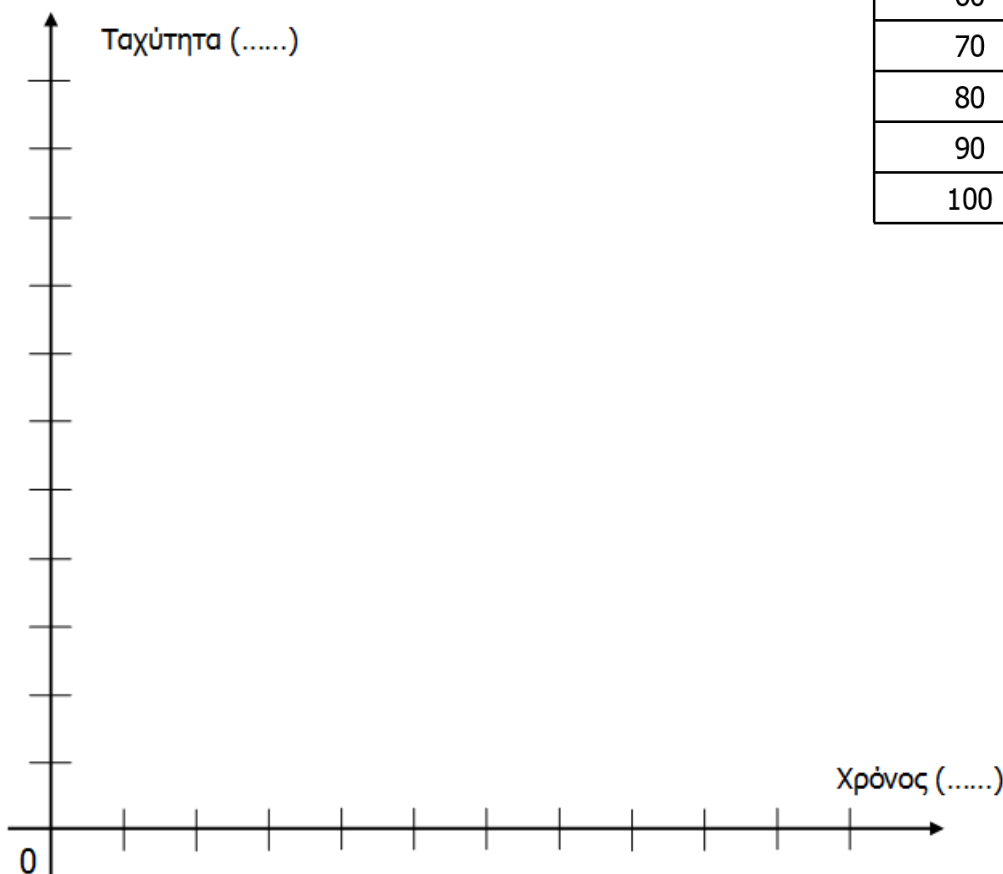
.....

*Μια Κυριακή, ο κύριος Χρήστος και ο γιος του ο Μάρκος πηγαίνουν εκδρομή με το αυτοκίνητο. Ξεκίνησαν από την Ξάνθη για να πάνε στη Δράμα. Καθώς ο κύριος Χρήστος οδηγεί, ο μικρός Μάρκος κοιτάει το ταχύμετρο (κοντέρ) του αυτοκινήτου και σημειώνει σε ένα χαρτί τον αριθμό που βλέπει.*

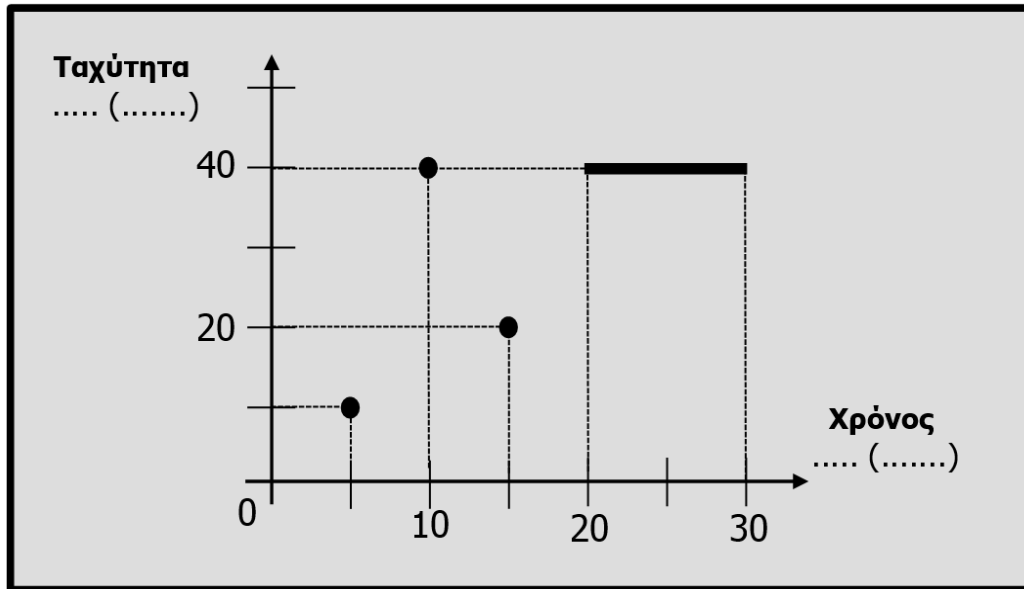
→ Ο Μάρκος συνέχισε να γράφει αριθμούς, κοιτάζοντας το κοντέρ κάθε 10 λεπτά. Όλοι οι αριθμοί που έγραψε φαίνονται στον διπλανό πίνακα.

→ Χρησιμοποιώντας τις μετρήσεις του Μάρκου, **σχεδίασε** ένα διάγραμμα ταχύτητας-χρόνου για την κίνηση του αυτοκινήτου:

Χρόνος (σε min)	Ταχύτητα (σε km/h)
10	30
20	60
30	60
40	50
50	90
60	80
70	0
80	100
90	80
100	40



→ Παρατήρησε το παρακάτω διάγραμμα. Συμπλήρωσε τα κενά.



→ Παρακολούθησε τη συζήτηση στην τάξη και **πάρε μέρος** σε αυτήν. Συμπλήρωσε:

Το διάγραμμα αυτό δείχνει την ..... ενός αυτοκινήτου .....  
.....  
Είναι ένα διάγραμμα "....." .....

→ Τι συμπεράσματα μπορούμε να βγάλουμε μελετώντας το διάγραμμα; Συμπλήρωσε:

"Όταν το χρονόμετρο έδειχνε 10 δευτερόλεπτα, η ταχύτητα που είχε το αυτοκίνητο ήταν ....."

"Όταν η ταχύτητα ήταν 10m/s, το χρονόμετρο έδειχνε χρόνο ....."

"Όταν το χρονόμετρο ....., η ταχύτητα του αυτοκινήτου ....."

"....."

→ Παρακολούθησε την προσομοίωση "Κινούμενος Άνδρας"<sup>6</sup>. Για κάθε κίνηση του άνδρα:

α) Σχεδίασε ένα διάγραμμα της κίνησης β) Περιγράψε με λόγια την κίνηση αυτή.

Τα ίδια (και πολλά περισσότερα) βρίσκεις στο σχολικό βιβλίο, σελ. 34 – 37.

<sup>6</sup> Διαθέσιμη στο <https://phet.colorado.edu/el/simulation/moving-man>

## B3 - "Το διάγραμμα"

### Οδηγίες για τον εκπαιδευτικό

#### α) Τεχνικές λεπτομέρειες

Υλικά: Βιντεοπροβολέας & υπολογιστής με ίντερνετ (ή εγκατεστημένη την [εφαρμογή Phet](#))

Διάρκεια: Μία διδακτική ώρα

#### β) Εφαρμογή του υλικού - Μια πρόταση

Ένα μάθημα σχετικά με τα διαγράμματα και τα "μυστικά" τους είναι από τα σημαντικότερα που θα μπορούσε να περιλαμβάνει η διδασκαλία της φυσικής στο Γυμνάσιο. Ο λόγος είναι ότι τα διαγράμματα συνιστούν ιδιαίτερα σημαντικό στοιχείο της επιστημονικής γλώσσας. Ανεξάρτητα λοιπόν από το περιεχόμενο που προτείνεται κάθε χρονιά να διδαχθεί, εκτιμούμε ότι κάποιες από τις ώρες διδασκαλίας της φυσικής πρέπει να αποσκοπούν στην εξοικείωση με τα διαγράμματα.

Αυτό που επιχειρεί να αναδείξει το παρόν φύλλο εργασίας είναι ότι ένα διάγραμμα είναι ένας ακόμα τρόπος να περιγράψουμε ένα φαινόμενο. Ότι δηλαδή, πέραν των λέξεων που χρησιμοποιούμε στην καθημερινή μας ζωή για να περιγράψουμε κάτι που γίνεται, υπάρχει και ο τρόπος των διαγραμμάτων. Ως εκ τούτου, η εξοικείωση με τα διαγράμματα αντιμετωπίζεται σαν εξοικείωση με τις δύο όψεις μιας αμφίδρομης πορείας, από τον καθημερινό λόγο στο διάγραμμα (και τούμπαλιν). Σκοπός λοιπόν αυτού του φύλλου εργασίας είναι:

- α) να εξοικειωθούν οι μαθητές και οι μαθήτριες με τη μετάβαση από τον καθημερινό λόγο στον λόγο των διαγραμμάτων (1<sup>η</sup> σελίδα του φύλλου εργασίας) και
- β) να εξοικειωθούν οι μαθητές και οι μαθήτριες και με την αντίστροφη μετάβαση, από τον λόγο των διαγραμμάτων στον καθημερινό λόγο (2<sup>η</sup> σελίδα του φύλλου εργασίας).

Στη διδασκαλία των διαγραμμάτων υπάρχουν αρκετά σημεία όπου οι μαθητές μπορεί να μπερδευτούν. Μερικά από αυτά που επιχειρεί να αναδείξει το φύλλο εργασίας είναι:

- ο σχεδιασμός σημείου που αντιστοιχεί σε δεδομένα με τετμημένη ή τεταγμένη ίση με το μηδέν (βλ. έβδομη μέτρηση του μικρού Μάρκου),
- η επιλογή του κατάλληλου τρόπου αρίθμησης κάθε άξονα του διαγράμματος ανάλογα με τα δεδομένα (βλ. διάγραμμα 1<sup>ης</sup> σελίδας),
- η "ανάγνωση" μιας ευθείας σε διάγραμμα σαν μια ακολουθία σημείων (βλ. διάγραμμα 2<sup>ης</sup> σελίδας για  $20s < t < 30s$ ).

Βέβαια οι αποκλίσεις ανάμεσα σε διαφορετικά τμήματα ή σχολεία, σε σχέση με το επίπεδο που μπορεί να φτάσει η διδασκαλία περί διαγραμμάτων, μπορεί να είναι τεράστιες. Ο

διδάσκων μπορεί να κρίνει αν θα χρειαστεί να τροποποιήσει το φύλλο εργασίας προκειμένου να ανταποκρίνεται στις ανάγκες της δικής του τάξης.

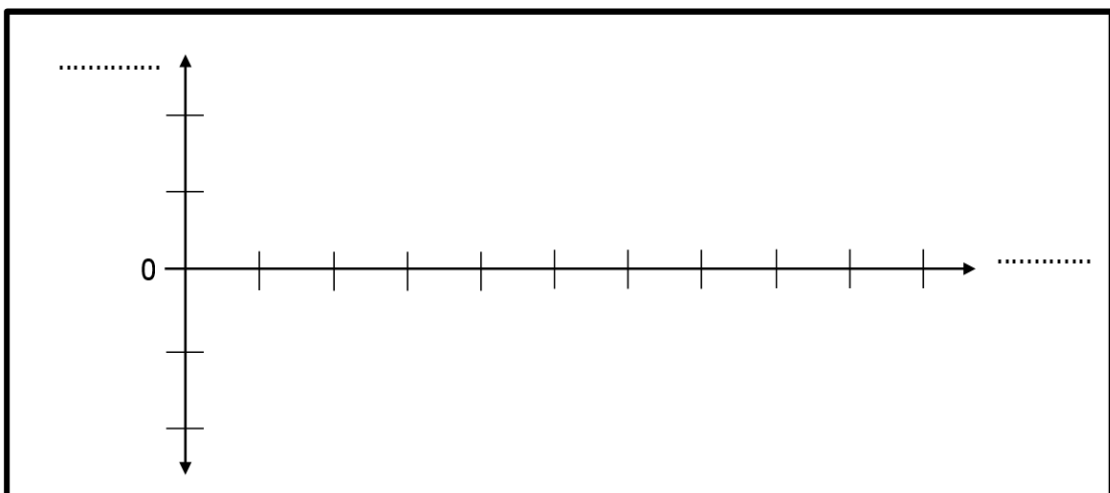
Τα κενά στη 2<sup>η</sup> σελίδα θα μπορούσαν να συμπληρώνονται και έτσι:

- "Όταν το χρονόμετρο έδειχνε χρόνο 10 δευτερόλεπτα, η ταχύτητα ήταν  $40\text{m/s}$ ".
- "Όταν η ταχύτητα ήταν  $10\text{m/s}$ , το χρονόμετρο έδειχνε χρόνο  $5\text{s}$ ".
- "Όταν το χρονόμετρο έδειχνε χρόνο 15 δευτερόλεπτα, η ταχύτητα ήταν  $20\text{m/s}$ ".
- "Η ταχύτητα του αυτοκινήτου ήταν ίση με  $40\text{m/s}$ , από τη στιγμή που το χρονόμετρο έδειξε  $20\text{s}$  μέχρι τη στιγμή που έδειξε  $30\text{s}$ ".

Η προσομοίωση που χρησιμοποιείται στο τέλος του μαθήματος ονομάζεται "Κινούμενος άνδρας" (διαθέσιμη στο <https://phet.colorado.edu/el/simulation/moving-man>). Πρόκειται για προσομοίωση με πολλές δυνατότητες. Η πρότασή μας είναι να χρησιμοποιηθεί κυρίως η καρτέλα "Διαγράμματα", ως εξής:

Την προσομοίωση τη χειρίζεται ο διδάσκων και οι μαθητές παρακολουθούν στον βιντεοπροβολέα της τάξης. Αρχικά ο διδάσκων περιγράφει στους μαθητές πώς λειτουργεί η προσομοίωση. Μετά τους δηλώνει ακριβώς με ποιο τρόπο θα μετακινήσει τον "κινούμενο άνδρα" και για πόσο χρόνο (π.χ. "θα τον μετακινήσω μέχρι το σημείο  $+6\text{m}$ , θα τον αφήσω εκεί για  $5\text{s}$ , μετά θα τον μετακινήσω στο σημείο  $-2\text{m}$ , μετά... κοκ."). Στη συνέχεια κλείνει τα διαγράμματα, ώστε αυτά να μη φαίνονται καθώς εξελίσσεται η (καθοδηγούμενη από τον διδάσκοντα) κίνηση του "Κινούμενου άνδρα". Οι μαθητές και οι μαθήτριες πρέπει να σχεδιάσουν το διάγραμμα που περιγράφει την κίνηση που είδαν. Αφού το κάνουν, ο διδάσκων αποκαλύπτει τα διαγράμματα όπως τα έχει καταγράψει η προσομοίωση. Η σύγκριση και συζήτηση που ακολουθεί μπορεί να είναι πολύ εποικοδομητική.

Αν ο διδάσκων το κρίνει απαραίτητο, μπορεί να ζητήσει από τους μαθητές και τις μαθήτριες να καταγράψουν τις υποθέσεις τους σε έτοιμες φόρμες διαγραμμάτων, όπως η παρακάτω:



Σε αυτό το μάθημα θα γνωρίσουμε μια αγαπημένη λέξη της φυσικής: την **“αλληλεπίδραση”**

→ **Κράτησε** στα χέρια σου δύο μαγνήτες και **παιξε** με αυτούς.

→ **Ζωγράφισε** τι είναι αυτό που συμβαίνει ανάμεσα στους δύο μαγνήτες:



→ **Διάβασε** την παρακάτω ιστορία.

*Δύο παιδιά, ο Γιώργος και η Λουίζα, μία μέρα που έκανε πολύ κρύο πήγαν μια μεγάλη βόλτα μέσα στο δάσος. Κάποια στιγμή, συνάντησαν μία μεγάλη λίμνη που ήταν όλη παγωμένη! Ήταν τόσο παγωμένη που μπορούσες εύκολα να περπατήσεις πάνω της.*

*Οι δύο φίλοι το διασκέδασαν πολύ: ξεκίνησαν να κάνουν βόλτες πάνω στη λίμνη και να παίζουν!*

*Κάποια στιγμή, ενώ βρίσκονταν στο κέντρο της λίμνης, οι δύο φίλοι στάθηκαν πρόσωπο με πρόσωπο. Ένωσαν τα χέρια τους και τότε... έσπρωξαν ο ένας τον άλλο!*

→ Τι νομίζεις ότι έγινε όταν το ένα παιδί έσπρωξε το άλλο; **Σημείωσε** παρακάτω:

.....  
.....

→ **Ζωγράφισε** τι είναι αυτό που συνέβη ανάμεσα στα δύο παιδιά:



→ Παρακολούθησε τη συζήτηση στην τάξη και **πάρε μέρος** σε αυτήν.

→ Τι σημαίνει η λέξη "αλληλεπίδραση"; **Συμπλήρωσε** τις παρακάτω προτάσεις:


«Αλληλεπίδραση» είναι κάτι που συμβαίνει .....

«Αλληλεπίδραση» είναι όταν .....

Μερικά είδη αλληλεπίδρασης είναι .....

→ Πώς περιγράφουμε το ίδιο με τις λέξεις της φυσικής; **Διάβασε** στο σχολικό βιβλίο (σελ. 57) την πρόταση που ονομάζουμε «*τρίτο νόμο του Νεύτωνα*». **Αντίγραψε** την εδώ:

→ Παρατήρησε τα παρακάτω σκίτσα. Ποια είναι η αλληλεπίδραση που δείχνουν; **Γράψε** δίπλα από κάθε σκίτσο:

 .....


και την ίδια στιγμή .....


Αυτή είναι μια αλληλεπίδραση .....


.....

και την ίδια στιγμή .....

Αυτή είναι μια αλληλεπίδραση .....



 .....

 .....

και την ίδια στιγμή .....

Είναι μια αλληλεπίδραση .....

Τα ίδια (και πολλά περισσότερα) βρίσκεις στο σχολικό βιβλίο, **σελ. 44-45**.

## B4 - "Αλληλεπίδραση"

### Οδηγίες για τον εκπαιδευτικό

#### α) Τεχνικές λεπτομέρειες

Υλικά: Δύο μαγνήτες για κάθε ομάδα

Διάρκεια: Μία διδακτική ώρα

#### β) Εφαρμογή του υλικού - Μια πρόταση

Στη δραστηριότητα με τους μαγνήτες οι μαθητές και οι μαθήτριες χωρίζονται σε ομάδες. Σε κάθε ομάδα παρέχεται ένα ζευγάρι μαγνητών. Οι μαγνήτες προτείνονται διότι αφενός εξυπηρετούν το παράδειγμα ταυτόχρονης ανάδειξης και των δύο ειδών αλληλεπίδρασης (έλξη και άπωση), αφετέρου είναι εύκολο να βρεθούν στο σχολικό εργαστήριο ή στην αγορά.

Είναι προτιμότερο να χρησιμοποιηθούν μαγνήτες στους οποίους δεν είναι άμεσα εμφανές πού βρίσκονται οι μαγνητικοί πόλοι (όπως π.χ. οι μονόχρωμοι μαγνήτες σε σχήμα σφαίρας που κυκλοφορούν στην αγορά). Με αυτόν τον τρόπο δίνεται στους μαθητές και τις μαθήτριες μεγαλύτερο "πεδίο προς ανακάλυψη". Τους καλούμε λοιπόν να διερευνήσουν αν υπάρχουν σημεία του μαγνήτη που ξεχωρίζουν από τα υπόλοιπα και να επιχειρηματολογήσουν σχετικά στην απάντησή τους.



Συνήθως οι μαθητές αναγνωρίζουν εύκολα την έλξη ανάμεσα στους μαγνήτες, αλλά δυσκολότερα την άπωση. Επομένως, ίσως χρειαστούν βοήθεια από τον διδάσκοντα ("*δοκιμάστε να κρατήσετε τον ένα μαγνήτη σταθερό και να περιστρέψετε τον άλλο. Τι γίνεται τότε;*"). Στα πλαίσια επιδιώκουμε οι μαθητές με κάποιο τρόπο να σχεδιάσουν, στο ένα την έλξη και στο άλλο την άπωση. Η ιστορία που ακολουθεί επιχειρεί να προσθέσει στη συζήτηση τις αλληλεπιδράσεις επαφής, για τις οποίες οι μαθητές διαθέτουν μεγαλύτερη εμπειρία.

Οι προτάσεις που περιγράφουν "τι σημαίνει η λέξη αλληλεπίδραση", θα μπορούσαν να συμπληρώνονται κάπως έτσι:

- "*Αλληλεπίδραση*" είναι κάτι που συμβαίνει ανάμεσα σε δύο πράγματα.
- "*Αλληλεπίδραση*" είναι όταν το ένα ασκεί δύναμη στο άλλο και την ίδια στιγμή το άλλο ασκεί δύναμη στο ένα.

- Μερικά είδη αλληλεπίδρασης είναι οι αλληλεπιδράσεις από απόσταση (μαγνητική, ηλεκτρική, βαρυτική) και οι αλληλεπιδράσεις από επαφή (τριβή, σπρώξιμο, σύγκρουση κτλ.).

Στο τέλος του φύλλου εργασίας περιγράφονται μερικά χαρακτηριστικά παραδείγματα αλληλεπιδράσεων. Ένας ενδεικτικός τρόπος συμπλήρωσης των κενών προτάσεων είναι:

"Το χέρι του παιδιού ασκεί δύναμη στον τοίχο και την ίδια στιγμή ο τοίχος ασκεί ίση δύναμη στο χέρι. Αυτή είναι μια αλληλεπίδραση από επαφή".

"Το φορτηγό ασκεί δύναμη στο αυτοκίνητο και την ίδια στιγμή το αυτοκίνητο ασκεί ίση δύναμη στο φορτηγό. Αυτή είναι μια αλληλεπίδραση από επαφή".

"Η Γη ασκεί δύναμη στη Σελήνη και την ίδια στιγμή η Σελήνη ασκεί ίση δύναμη στη Γη. Αυτή είναι μια αλληλεπίδραση βαρυτική".

Τα σημεία που εκτιμούμε ότι είναι σημαντικό να περιλαμβάνονται στη συζήτηση είναι:

- α) ότι κάθε αλληλεπίδραση εμφανίζει τα αποτελέσματά της σε δύο διαφορετικές οντότητες ταυτόχρονα (με τη μορφή ζεύγους δυνάμεων),
- β) ότι οι δυνάμεις αυτές είναι μεταξύ τους ίσες και αντίθετες,
- γ) ότι μια αλληλεπίδραση μπορεί να είναι είτε έλξη είτε άπωση.



Όνομα: .....

Ημερομηνία: ...../...../.....

Σε αυτό το μάθημα θα γνωρίσουμε ένα αγαπημένο "εργαλείο" της φυσικής: το **δυναμόμετρο**



→ **Παρατήρησε** το δυναμόμετρο που θα σου δώσει ο καθηγητής σου.

→ **Ζωγράφισε** στο διπλανό πλαίσιο ένα δυναμόμετρο. Προσπάθησε να φαίνονται στο σχέδιό σου τα σημαντικότερα μέρη του δυναμόμετρου.

→ Πόση είναι η δύναμη που ασκεί στο χέρι σου ένα βαρίδι, όταν το κρατάς ακίνητο στον αέρα; **Μέτρησέ** τη με το κατάλληλο δυναμόμετρο!

→ **Ζωγράφισε** στο διπλανό πλαίσιο πώς χρησιμοποιήσες το δυναμόμετρο για να μετρήσεις αυτή τη δύναμη.

→ **Σημείωσε** παρακάτω το αποτέλεσμα που βρήκες:

Η δύναμη που ασκεί στο χέρι μου ένα βαρίδι όταν .....

.....

→ **Βάλε** το βαρίδι πάνω σε ένα ξύλο.

→ Πόση είναι η δύναμη που χρειάζεται να ασκείς στο ξύλο για να προχωράει οριζόντια με σταθερή ταχύτητα; **Μέτρησε** τη με το δυναμόμετρο και **σημείωσε** το αποτέλεσμα:

Η δύναμη που χρειάζεται να ασκώ στο ξύλο για να .....

.....

→ **Μέτρησε** με το δυναμόμετρό σου διάφορες δυνάμεις και **συμπλήρωσε** τις προτάσεις:

Η δύναμη που ..... είναι .....

Η δύναμη που ..... είναι .....

Η δύναμη που ..... είναι .....

Τα ίδια (και πολλά περισσότερα) βρίσκεις στο σχολικό βιβλίο, **σελ. 45-46**.

## B5 - "Το δυναμόμετρο"

### Οδηγίες για τον εκπαιδευτικό

#### α) Τεχνικές λεπτομέρειες

Υλικά (ανά ομάδα μαθητών): 1 δυναμόμετρο, 1 βαρίδι, 1 κομμάτι ξύλο, σελοτέιπ (ή σπάγκος), προαιρετικά γυαλόχαρτο

Διάρκεια: Μία διδακτική ώρα

#### β) Εφαρμογή του υλικού - Μια πρόταση

Το μάθημα ξεκινά με μια διαδικασία εξοικείωσης των μαθητών με το δυναμόμετρο, όπου καλούνται να αναγνωρίσουν τα βασικά του μέρη. Προτείνεται η χρήση διάφανων (εκπαιδευτικών) δυναμόμετρων, καθώς σε αυτά είναι εύκολος ο εντοπισμός του βασικού στοιχείου ενός δυναμόμετρου, του ελατηρίου. Οι περισσότεροι μαθητές δε διαθέτουν εμπειρία χρήσης δυναμόμετρου, έχουν όμως χειριστεί ελατήρια. Δεν αναμένονται λοιπόν ιδιαίτερες δυσκολίες στην αναγνώριση του μηχανισμού λειτουργίας. Άλλες λέξεις που περιγράφουν μέρη του δυναμόμετρου και θεωρούμε απαραίτητο να υπάρχουν στα σχέδια των μαθητών είναι οι λέξεις "κλίμακα" και "γάντζος".

Στο δεύτερο μέρος του μαθήματος οι μαθητές και οι μαθήτριες χρησιμοποιούν το δυναμόμετρο ξεκινώντας από την απλή περίπτωση της μέτρησης της δύναμης που ασκείται σε ακίνητο αναρτώμενο αντικείμενο (βαρίδι). Στη συνέχεια τους ζητείται να μετρήσουν τη δύναμη που απαιτείται για να διατηρηθεί ομαλή η οριζόντια κίνηση ενός αντικειμένου (ξύλο). Σε αυτή την περίπτωση η κίνηση προσθέτει βαθμούς δυσκολίας στη μέτρηση και συχνά εμφανίζονται διαφωνίες μεταξύ των μαθητών όσον αφορά το ποια ακριβώς είναι η δύναμη που πρέπει να μετρήσουν. Εκτιμούμε ότι πρόκειται για διαφωνίες διδακτικά χρήσιμες, καθώς εμπλέκουν τις έννοιες της τριβής, της αλλαγής κινητικής κατάστασης κ.α. Ο διδάσκων μπορεί να αποφασίσει το βάθος στο οποίο θα προχωρήσει η συζήτηση.

Το φύλλο εργασίας αφήνει ανοικτό το ποιες δυνάμεις θα μετρήσουν οι μαθητές και οι μαθήτριες με το δυναμόμετρο. Μία πρόταση είναι να συνεχιστεί η μέτρηση της απαραίτητης δύναμης για οριζόντια ομαλή κίνηση, αλλά για διαφορετικά αντικείμενα και σε διαφορετικά δάπεδα (π.χ. πάνω σε γυαλόχαρτο).

Όνομα: .....

Ημερομηνία: ...../...../.....

Σε αυτό το μάθημα θα γνωρίσουμε καλύτερα τις δυνάμεις

→ **Ζύγισε** το βαρίδι που έχεις στη διάθεσή σου. **Συμπλήρωσε:**

Το βαρίδι έχει ..... ίση με ..... . Δηλαδή γράφουμε:

$$m_{\text{βαρίδι}} = \dots\dots\dots$$

→ Πόση δύναμη ασκεί σε αυτό το βαρίδι η Γη; **Χρησιμοποίησε** ένα δυναμόμετρο για να μετρήσεις αυτή τη δύναμη.→ **Συμπλήρωσε:**

Η Γη ασκεί στο βαρίδι δύναμη ίση με ..... . Δηλαδή γράφουμε:

$$F_{\text{βαρίδι}} = \dots\dots\dots$$

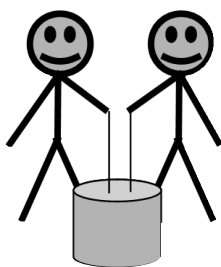
→ Στο διπλανό κουτάκι **κάνε ένα σχέδιο** που θα δείχνει:

- α) το βαρίδι
- β) τη Γη
- γ) τις δυνάμεις που εκφράζουν την αλληλεπίδραση ανάμεσα στο βαρίδι και στη Γη

→ Πώς αλλιώς ονομάζεται η δύναμη που ασκεί η Γη στο βαρίδι; **Συμπλήρωσε** παρακάτω:

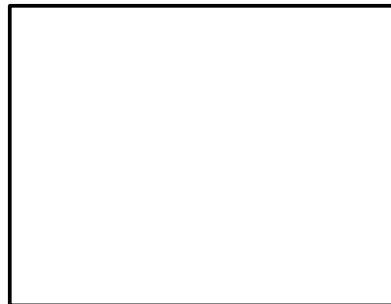
Η δύναμη που ασκεί η Γη στο βαρίδι ονομάζεται και ".....".  
 Τις περισσότερες φορές συμβολίζουμε τη δύναμη "....." με το γράμμα .....

→ Στο παρακάτω σχήμα φαίνεται το βαρίδι, καθώς το κρατάνε δύο μαθητές.



→ Στο διπλανό κουτάκι **κάνε ένα σχέδιο** που θα δείχνει μόνο το βαρίδι και όσες δυνάμεις ασκούνται σε αυτό.

→ **Παρακολούθησε** τη συζήτηση στην τάξη και **πάρε μέρος** σε αυτήν.



→ **Σχεδιάσε** ένα αντικείμενο στο οποίο ασκούνται δύο δυνάμεις με την ίδια κατεύθυνση.

→ **Σχεδιάσε** ένα αντικείμενο στο οποίο ασκούνται δύο δυνάμεις με αντίθετη κατεύθυνση.

→ **Σχεδιάσε** ένα αντικείμενο στο οποίο ασκούνται δύο δυνάμεις με την ίδια κατεύθυνση αλλά διαφορετικό μέτρο.

→ **Σχεδιάσε** ένα αντικείμενο στο οποίο ασκούνται δύο δυνάμεις με διαφορετική κατεύθυνση αλλά ίδιο μέτρο.

→ **Συμπλήρωσε** τις προτάσεις:

Όλες οι δυνάμεις εκφράζουν κάποια ..... μεταξύ διαφορετικών σωμάτων.  
Δηλαδή .....  
Στη φυσική, συχνά σχεδιάζουμε .....

Κατεύθυνση μιας δύναμης είναι .....  
Μέτρο μιας δύναμης είναι .....  
Για παράδειγμα: .....

Τα ίδια (και πολλά περισσότερα)  
βρίσκεις στο σχολικό βιβλίο, **σελ. 44-46**

## B6 - "Δυνάμεις"

### Οδηγίες για τον εκπαιδευτικό

#### α) Τεχνικές λεπτομέρειες

Υλικά: Βαρίδια, δυναμόμετρα

Διάρκεια: Μία διδακτική ώρα

#### β) Εφαρμογή του υλικού - Μια πρόταση

Ο παρατηρητικός συνάδελφος θα εντοπίσει ότι σε αυτό το φύλλο εργασίας ξεκινάμε με... δύσκολα. Η διαφοροποίηση των εννοιών "μάζα" και "βάρος" έχει ταλαιπωρήσει αρκετούς διδάσκοντες φυσικών επιστημών (και ακόμα περισσότερους μαθητές και μαθήτριες). Δεν αποτελεί επίκεντρο του συγκεκριμένου μαθήματος, όμως σχετίζεται με αυτό, καθώς το πρώτο χαρακτηριστικό των δυνάμεων που θέλουμε να επισημάνουμε είναι ότι μια δύναμη είναι μια οντότητα άυλη. Η διάκριση "η *μάζα είναι το υλικό, το βάρος είναι η δύναμη*" ευελπιστούμε ότι βοηθάει προς αυτή την κατεύθυνση.

Ακολουθεί το δεύτερο χαρακτηριστικό των δυνάμεων που θέλουμε να επισημάνουμε. Ότι κάθε δύναμη εκφράζει κάποια αλληλεπίδραση. Συχνά, ακόμα και σε πολύ αξιόλογα βιβλία φυσικής, βλέπουμε να υποβιβάζεται η διαπίστωση ότι κάθε δύναμη είναι η μισή εικόνα της πραγματικότητας. Ότι με τη ματιά της φυσικής, ο κόσμος μας είναι ένας κόσμος αλληλεπιδράσεων, δηλαδή δυνάμεων *σε ζεύγη*. Το σχέδιο λοιπόν που περιλαμβάνει το βαρίδιο, τη Γη και τη μεταξύ τους αλληλεπίδραση είναι μια αφορμή για να συζητήσουμε αφενός για αυτή την εικόνα του κόσμου, αφετέρου για τη μεταξύ μας παραδοχή ότι πολύ συχνά σχεδιάζουμε μόνο τη μία από τις δύο δυνάμεις μιας αλληλεπίδρασης, αυτή που μας ενδιαφέρει περισσότερο.

Τα σχέδια που ζητούνται στη 2<sup>η</sup> σελίδα του φύλλου εργασίας επιδιώκουν την εξοικείωση των μαθητών με τους όρους "κατεύθυνση" και "μέτρο" μιας δύναμης. Ένας προτεινόμενος τρόπος να συμπληρωθούν οι προτάσεις που ακολουθούν είναι:

*Όλες οι δυνάμεις εκφράζουν κάποια αλληλεπίδραση (έλξη ή άπωση) μεταξύ διαφορετικών σωμάτων. Δηλαδή κάθε δύναμη είναι το "μισό" μιας αλληλεπίδρασης. Στη φυσική, συχνά σχεδιάζουμε μόνο τη μία από τις δύο δυνάμεις μιας αλληλεπίδρασης. Κατεύθυνση μιας δύναμης είναι το "προς τα πού" ασκείται μια δύναμη. Μέτρο μιας δύναμης είναι ο αριθμός που δείχνει πόσο μεγάλη είναι μια δύναμη. Για παράδειγμα: η δύναμη που με τραβάει η Γη έχει μέτρο 520N και κατεύθυνση προς τα κάτω.*

Όνομα: .....

Ημερομηνία: ...../...../.....

Σε αυτό το μάθημα θα γνωρίσουμε ένα αγαπημένο εργαλείο της φυσικής: το **ελατήριο**

→ **Πάρε** από τον καθηγητή σου τα υλικά που θα σου χρειαστούν σε αυτό το μάθημα. **Συμπλήρωσε**:

*Τα υλικά που θα χρησιμοποιήσουμε είναι:*

.....  
 .....  
 .....

→ **Μέτρησε** τη δύναμη που ασκεί το μικρό βαρίδιο όταν το κρατάμε στον αέρα. **Ζωγράφισε** στο διπλανό πλαίσιο πώς έκανες τη μέτρηση.

→ **Κόλλησε** πάνω στο μικρό βαρίδιο ένα χαρτί με τη φράση: "Ασκή ΔΥΝΑΜΗ ..... N".

→ **Γράψε** πάνω σε όλα τα βαρίδια πόση δύναμη ασκούν όταν τα κρατάμε στον αέρα.

→ Πόσο μεγάλο είναι το ελατήριο κάθε φορά που του κρεμάμε διαφορετικά βαρίδια; **Χρησιμοποίησε** τα υλικά που έχεις, **κάνε** τις μετρήσεις και **συμπλήρωσε** τον πίνακα:

Δύναμη που ασκείται στο ελατήριο	Μέγεθος του ελατηρίου
0 N	
0,5 N	
1 N	
1,5 N	
2 N	
2,5 N	
3 N	

→ **Σχεδίασε** στο πλαίσιο μία ζωγραφιά που θα δείχνει πώς έκανες το πείραμα.

→ **Κάνε** την ίδια διαδικασία και για το δεύτερο ελατήριο που θα σου δώσει ο καθηγητής σου.

→ **Συμπλήρωσε** τον πίνακα με τα αποτελέσματα και από τα δύο ελατήρια:

Δύναμη που ασκείται στο ελατήριο	Μέγεθος του ελατηρίου 1	Μέγεθος του ελατηρίου 2
0 N		
0,5 N		
1 N		
1,5 N		
2 N		
2,5 N		
3 N		

→ **Παρακολούθησε** τη συζήτηση στην τάξη και **πάρε μέρος** σε αυτήν.

→ Τι συμπεράσματα μπορούμε να βγάλουμε από τις μετρήσεις; **Συμπλήρωσε** παρακάτω:

Τα ελατήρια .....



.....

.....

.....

.....

→ Ποιο ελατήριο είναι κατάλληλο για κάθε δουλειά; **Συμπλήρωσε** τα κενά:

ελατήριο <b>σκληρό</b> 	Το <b>k</b> του είναι ..... αριθμός	Κατάλληλο για να μετρά ..... δυνάμεις	Κατάλληλο για να ξεχωρίζει τη δύναμη .....N από τη δύναμη .....N
ελατήριο <b>μαλακό</b> 	Το <b>k</b> του είναι ..... αριθμός	Κατάλληλο για να μετρά ..... δυνάμεις	Κατάλληλο για να ξεχωρίζει τη δύναμη .....N από τη δύναμη .....N

Τα ίδια (και πολλά περισσότερα) βρίσκεις στο σχολικό βιβλίο, **σελ. 45-46.**

## B7 - "Το ελατήριο"

### Οδηγίες για τον εκπαιδευτικό

#### α) Τεχνικές λεπτομέρειες

Υλικά: Σετ για κάθε ομάδα, το οποίο περιέχει: Δυναμόμετρο των 2N, σελοτέιπ, χαρτί, ψαλίδια, 2 ελατήρια διαφορετικής σταθεράς, 2 βαρίδια 50g, 2 βαρίδια 150g, βάση στήριξης, χάρακας

Διάρκεια: Μία ή δύο διδακτικές ώρες

#### β) Εφαρμογή του υλικού - Μια πρόταση

Οι μαθητές και οι μαθήτριες χωρίζονται σε ομάδες και κάθε ομάδα έχει στη διάθεσή της ένα σετ υλικών. Ο καθένας έχει το δικό του φύλλο εργασίας και το συμπληρώνει βασισμένος στα αποτελέσματα της ομάδας του.

Σε αυτό το μάθημα μας ενδιαφέρει να εστιάσουμε στη δυνατότητα των ελατηρίων να "δίνουν εικόνα και μορφή" στις δυνάμεις. Και όχι να εστιάσουμε στη διαφοροποίηση μάζας και βάρους. Ως εκ τούτου προτείνεται:

- αρχικά τα βαρίδια να περιγράφονται με όρους όπως "μικρό/μεγάλο" και όχι με όρους μάζας (π.χ. "των 50g")
- στη συνέχεια κάθε βαρίδι να ονοματοδοτηθεί από τους μαθητές με όνομα τη δύναμη που αυτό ασκεί σε κατακόρυφη ανάρτηση (δηλ. το βάρος του). Δηλαδή το μάθημα πλέον γίνεται με "το βαρίδι που όταν το κρατάμε στον αέρα μας ασκεί δύναμη 0,5N" και "το βαρίδι που ασκεί δύναμη 1,5N".

Προκειμένου κάθε φορά να επιτευχθεί το κατάλληλο μέτρο συνολικής δύναμης που απαιτείται να εφαρμοστεί στο ελατήριο, οι μαθητές χρειάζεται να "ανακαλύψουν" τον κατάλληλο συνδυασμό βαριδίων (βλ. πίνακα). Ο διδάσκων μπορεί να κρίνει αν θα δώσει κατευθείαν τις "απαντήσεις" στους μαθητές ή αν θα τους δώσει τον χρόνο να τις ανακαλύψουν μόνοι τους.

Δύναμη	Απαιτούμενα βαρίδια
0 N	κανένα
0,5 N	1 των 50g
1 N	2 των 50g
1,5 N	1 των 150g
2 N	1 των 150g + 1 των 50g
2,5 N	1 των 150g + 2 των 50g
3 N	2 των 150g

Τα συμπεράσματα σε σχέση με τα ελατήρια προτείνεται να εστιάζουν σε όσα γίνεται από τα εξής τρία σημεία:

- Τα ελατήρια έχουν τη δυνατότητα να "δίνουν εικόνα και μορφή" στις δυνάμεις.
- Κάποια ελατήρια είναι καταλληλότερα να δείχνουν και να διαφοροποιούν μικρές δυνάμεις και άλλα είναι καταλληλότερα για μεγαλύτερες δυνάμεις.



γ) Στη φυσική αποδίδουμε έναν αριθμό σε κάθε ελατήριο με βάση την παραπάνω δυνατότητα.

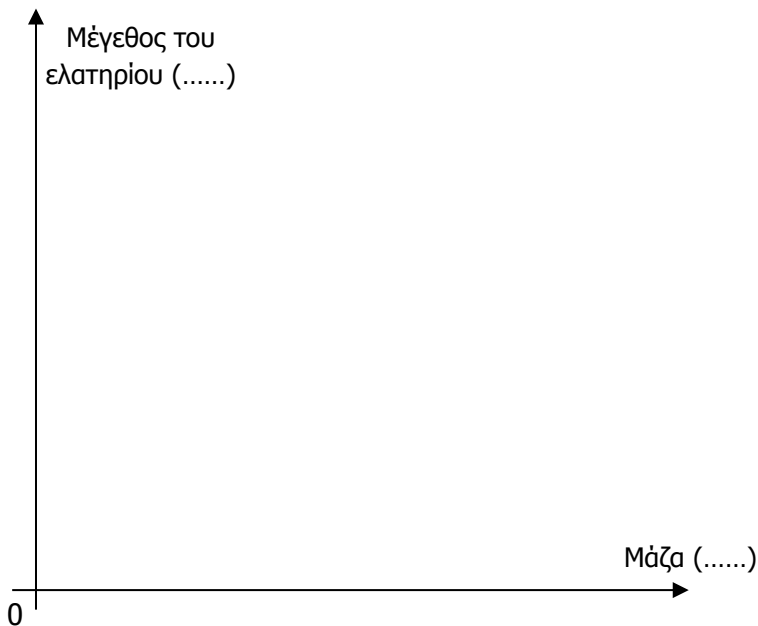
Επισημαίνεται ότι η αναφορά στη σταθερά  $k$  των ελατηρίων προτείνεται να γίνεται μόνο μέχρι το σημείο ότι *"υπάρχει ένας αριθμός για κάθε ελατήριο"*. Περαιτέρω επεξεργασία (π.χ.  $F=kx$ ) ξεπερνά και τους σκοπούς του φύλλου εργασίας αλλά και τους προτεινόμενους στόχους στο αναλυτικό πρόγραμμα του Γυμνασίου.

Σε αυτό το μάθημα θα γνωρίσουμε καλύτερα τα ελατήρια, χρησιμοποιώντας μια **προσομοίωση**

→ **Άνοιξε** στον υπολογιστή την προσομοίωση που θα χρησιμοποιήσουμε.

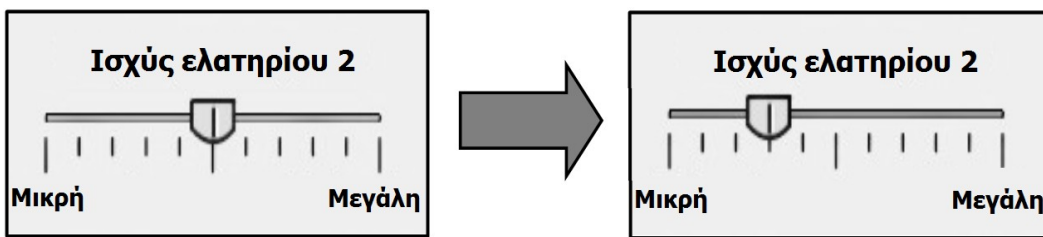
→ **Δοκίμασε** στο ελατήριο (1) τα βαρίδια που έχεις στη διάθεσή σου και **συμπλήρωσε** τον παρακάτω πίνακα.

Μάζα βαριδίου	Μέγεθος του ελατηρίου



→ **Σχεδίασε** στο διπλανό σχήμα ένα διάγραμμα "μέγεθος ελατηρίου - μάζα βαριδίου" για το ελατήριο (1).

→ **Άλλαξε** τις ρυθμίσεις για το ελατήριο (2), κάνοντάς το πιο μαλακό:



→ **Συμπλήρωσε** τον πίνακα δοκιμάζοντας με τον ίδιο τρόπο τα ελατήρια (1) και (2).

Μάζα βαριδίου	Μέγεθος του ελατηρίου (1)	Μέγεθος του ελατηρίου (2)

→ **Σχεδιάσε** ένα διάγραμμα "μέγεθος ελατηρίου - μάζα βαριδίου" και για τα δύο ελατήρια μαζί (ελατήρια 1 και 2).



→ **Παρακολούθησε** τη συζήτηση στην τάξη και **πάρε μέρος** σε αυτήν.

→ Τι συμπέρασμα μπορείς να βγάλεις μελετώντας το διάγραμμα που έφτιαξες; **Σημείωσε:**

*Μελετώντας το διάγραμμα που έφτιαξα, συμπεραίνω ότι .....*  
.....  
.....  
.....  
.....

## B8 - "Ελατήρια στον υπολογιστή"

### Οδηγίες για τον εκπαιδευτικό

#### α) Τεχνικές λεπτομέρειες

Υλικά: Υπολογιστές με πρόσβαση στο ίντερνετ (ή εγκατεστημένη την εφαρμογή [Phet](#))

Διάρκεια: Μία διδακτική ώρα

#### β) Εφαρμογή του υλικού - Μια πρόταση

Η προσομοίωση που χρησιμοποιείται στο μάθημα είναι η "βαρίδια και ελατήρια: τα βασικά" (διαθέσιμη στο <https://phet.colorado.edu/el/simulations/masses-and-springs-basics>). Πιο συγκεκριμένα, χρησιμοποιείται η πρώτη λειτουργία της προσομοίωσης ("τέντωμα"). Ανάλογα και με τον βαθμό εξοικείωσης των μαθητών με προσομοιώσεις, ο διδάσκων θα κρίνει αν χρειάζεται κάποια διαδικασία εισαγωγής στη χρήση της προσομοίωσης. Σημειώνεται ότι η ιστοσελίδα [Phet](#) περιλαμβάνει πολλές εξαιρετικές προσομοιώσεις για εκπαιδευτικούς σκοπούς, αρκετές από τις οποίες είναι μεταφρασμένες στα ελληνικά. Τις προτείνουμε ανεπιφύλακτα.

Το φύλλο εργασίας, πέραν των στόχων που σχετίζονται με τις ιδιότητες των ελατηρίων, περιλαμβάνει διαδικασίες δημιουργίας διαγράμματος (βαθμονόμηση αξόνων, σχεδιασμός κτλ.). Παρόμοιους στόχους περιλαμβάνει και το φύλλο εργασίας "B3 – Το διάγραμμα". Πρόκειται για ένα σημαντικό κομμάτι των γνώσεων φυσικής, το οποίο όμως συχνά παραμελείται, θεωρώντας ότι οι μαθητές μπορούν εύκολα να μεταφέρουν στα μαθήματα φυσικής τις δεξιότητες που έχουν αποκτήσει (;) στα μαθήματα των μαθηματικών. Η πραγματικότητα όμως δείχνει να μας διαψεύδει. Συνεπώς, ορισμένα μαθήματα εστιασμένα στη δημιουργία διαγραμμάτων είναι, κατά την άποψη μας, ιδιαίτερα σημαντικά.

*Μελετώντας το διάγραμμα που έφτιαξα, συμπεραίνω ότι ένα διάγραμμα μπορεί να μας δίνει πληροφορίες για ένα φαινόμενο με συνοπτικό τρόπο. Αυτό το διάγραμμα μας δίνει δύο πληροφορίες: α) όσο μεγαλύτερη μάζα κρεμάμε σε ένα ελατήριο, τόσο μεγαλύτερο γίνεται το μέγεθος του ελατηρίου και β) όταν κρεμάμε την ίδια μάζα από δύο διαφορετικά ελατήρια, θα αυξηθεί περισσότερο το μέγεθος του ελατηρίου που έχει μικρότερη σταθερά ( $k$ ).*

Σε αυτό το μάθημα θα γνωρίσουμε αυτό που στη φυσική ονομάζουμε **“υδροστατική πίεση”**

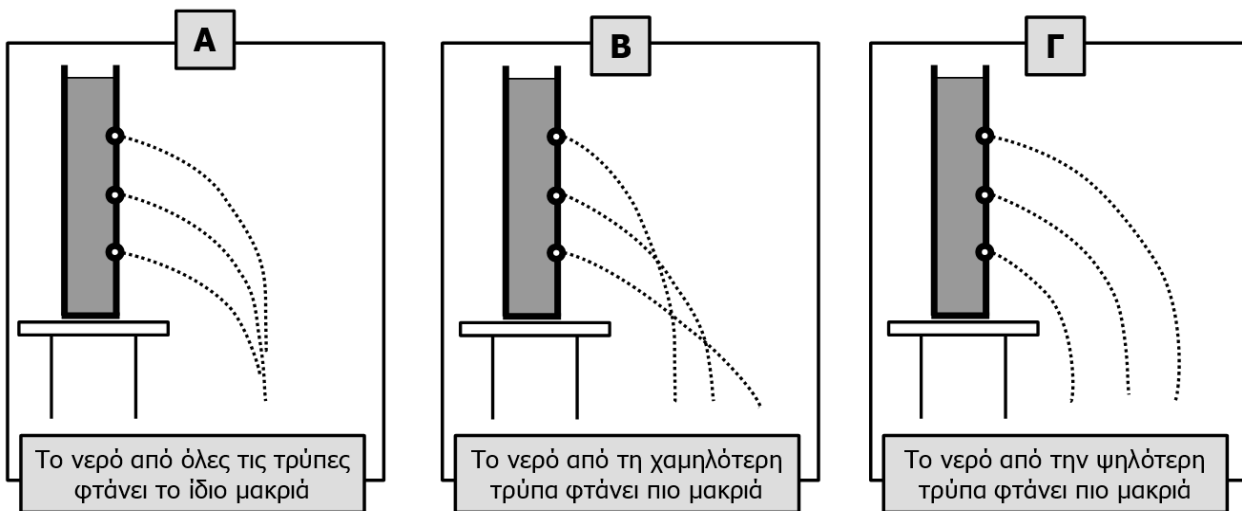
→ Σε αυτό το μάθημα θα παρακολουθήσεις ένα πείραμα. Τι θα κάνουμε σε αυτό; **Γράψε:**

Σε αυτό το πείραμα .....

.....

.....

→ Τι θα γίνει τελικά στο πείραμα; **Παρατήρησε** τις παρακάτω ζωγραφιές και **κύκλωσε** αυτήν που είναι πιο κοντά σε αυτό που πιστεύεις ότι θα γίνει.



→ **Παρακολούθησε** τη συζήτηση στην τάξη και **πάρε μέρος** σε αυτήν.

→ Τι συμπέρασμα μπορούμε να βγάλουμε από το πείραμα; **Σημείωσε:**

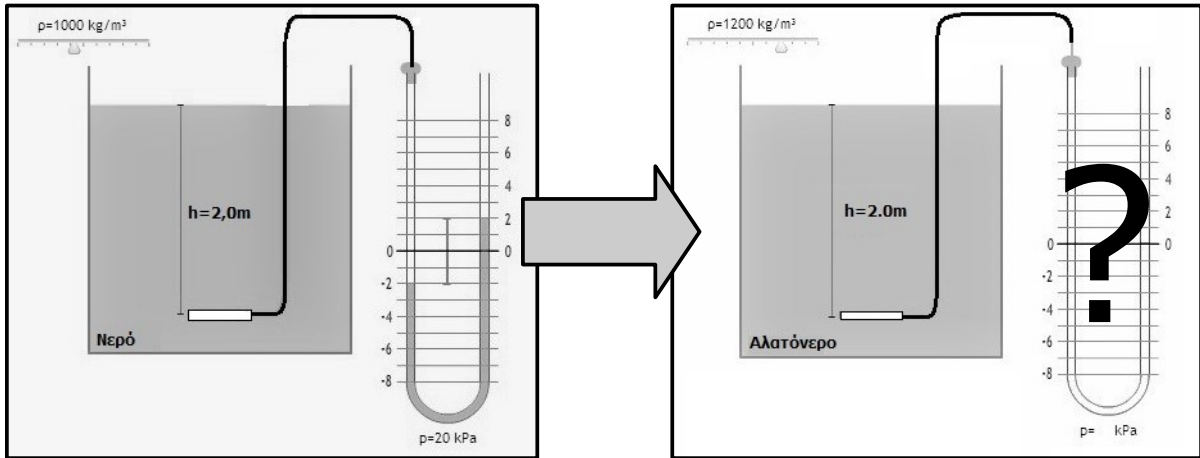
Από αυτό το πείραμα συμπεραίνουμε ότι .....

.....

.....

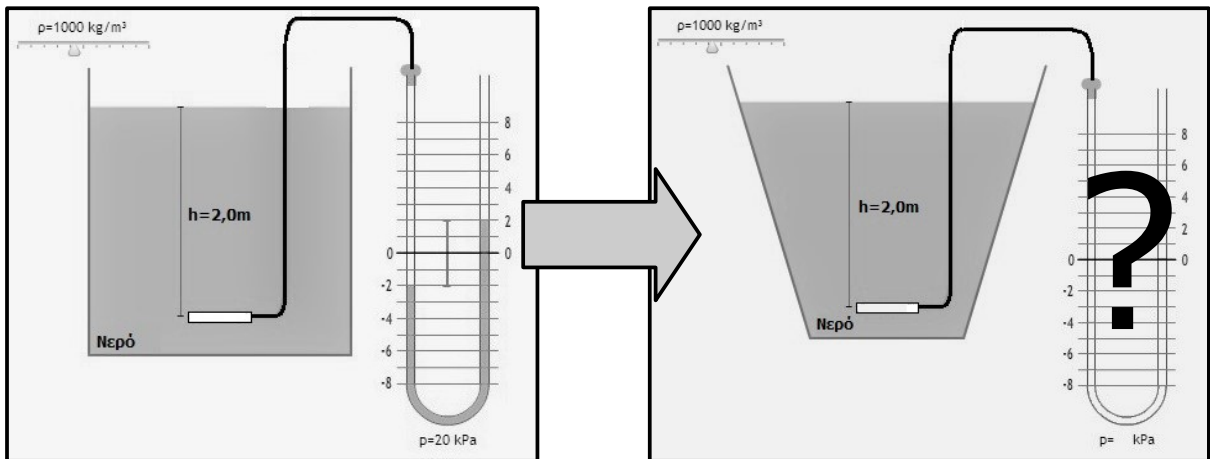
→ Στη συνέχεια θα δούμε κάτι παρόμοιο στον υπολογιστή. Θα χρησιμοποιήσουμε μια προσομοίωση που δείχνει την πίεση μέσα στο νερό.

→ Τα σχέδια στην επόμενη σελίδα είναι εικόνες από την προσομοίωση. **Παρατήρησέ** τα και μετά **διάλεξε** την απάντηση που θεωρείς σωστή.



Η πίεση στο ποτήρι με το αλατόνερο θα είναι:

- α) μικρότερη από την πίεση στο ποτήρι με το νερό
- β) ίση με την πίεση στο ποτήρι με το νερό
- γ) μεγαλύτερη από την πίεση στο ποτήρι με το νερό



Η πίεση στο ποτήρι με το διαφορετικό σχήμα θα είναι:

- α) μικρότερη από την πίεση στο κανονικό ποτήρι
- β) ίση με την πίεση στο κανονικό ποτήρι
- γ) μεγαλύτερη από την πίεση στο κανονικό ποτήρι

→ Παρακολούθησε τη συζήτηση στην τάξη και **πάρε μέρος** σε αυτήν. Από τι εξαρτάται αν η υδροστατική πίεση θα είναι μεγάλη ή μικρή; **Συμπλήρωσε:**

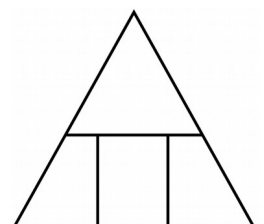
Η υδροστατική πίεση .....

.....

.....

→ Πώς το γράφουμε αυτό στη γλώσσα των μαθηματικών; **Συμπλήρωσε:**

Τα ίδια (και πολλά περισσότερα) βρίσκεις στο σχολικό βιβλίο, **σελ. 68-71.**



## B9 - "Υδροστατική πίεση"

### Οδηγίες για τον εκπαιδευτικό

#### α) Τεχνικές λεπτομέρειες

Υλικά: Πλαστικό μπουκάλι (ή κυλινδρικό δοχείο) με ισομεγέθεις τρύπες, λεκάνη, νερό, χρώμα ζαχαροπλαστικής, μονωτική ταινία (προαιρετικά, υπολογιστής με πρόσβαση στο ίντερνετ και βιντεοπροβολέας)

Διάρκεια: Μία διδακτική ώρα

#### β) Εφαρμογή του υλικού - Μια πρόταση

Η πρώτη δραστηριότητα προτείνεται να γίνει από τον διδάσκοντα ως πείραμα επίδειξης. Ο λόγος είναι αφενός η εξοικονόμηση διδακτικού χρόνου, αφετέρου το γεγονός ότι το πείραμα αυτό δεν περιλαμβάνει κατασκευαστική διαδικασία που θα μπορούσε να έχει ενδιαφέρον ώστε να πραγματοποιείται από τους ίδιους τους μαθητές. Πρόκειται για ένα κλασικό πείραμα στη διδασκαλία της υδροστατικής.

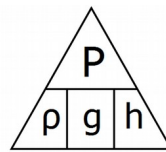
Απαιτείται προσοχή ώστε το νερό που φεύγει από τις τρύπες να είναι ορατό και από μακριά. Για αυτόν το λόγο προτείνεται η προσθήκη χρώματος ζαχαροπλαστικής (ή άλλης χρωστικής ουσίας). Έχει επίσης σημασία να είναι μονόχρωμο το φόντο του πειράματος. Η μονωτική ταινία βολεύει στο να υπάρχουν από πριν τρύπες στο μπουκάλι και να ανοιχτούν ταυτόχρονα (τραβώντας τη μονωτική ταινία). Προτείνεται οι μαθητές και οι μαθήτριες να κληθούν να μαντέψουν το αποτέλεσμα του πειράματος (Α, Β ή Γ) πριν από την πραγματοποίησή του. Η συμπλήρωση της ερμηνείας του πειράματος πρέπει με κάποιο τρόπο να εμπλέκει την έννοια "πίεση". Για παράδειγμα θα μπορούσε να είναι κάτι σαν *"Από αυτό το πείραμα συμπεραίνουμε ότι η πίεση που έχει το νερό είναι πιο μεγάλη στα βαθιά και πιο μικρή στα ρηχά"*.

Το υπόλοιπο του φύλλου εργασίας βασίζεται στη χρήση της προσομοίωσης "[Ρευστό σε ισορροπία](#)", η οποία είναι διαθέσιμη στην ιστοσελίδα [www.seilias.gr](http://www.seilias.gr). Πρόκειται για μία από τις πολλές εξαιρετικές προσομοιώσεις του Ηλία Σιτσενλή που μπορείτε να βρείτε στην ίδια ιστοσελίδα. Πριν από τις περιπτώσεις που πραγματεύεται στη συνέχεια το φύλλο εργασίας (αλατόνερο και διαφορετικό δοχείο), προτείνεται στον διδάσκοντα να αναφερθεί με τη χρήση της προσομοίωσης και στη σύγκριση μετρήσεων σε διαφορετικά βάθη στο ίδιο ποτήρι με νερό. Κάτι τέτοιο αφενός εξασφαλίζει τη συνέχεια της ροής του μαθήματος, αφετέρου επιβεβαιώνει στους μαθητές και στις μαθήτριες ότι η προσομοίωση κάνει αυτό που ισχυριζόμαστε ότι κάνει.

Στην περίπτωση που δεν υπάρχει διαθέσιμος υπολογιστής και βιντεοπροβολέας, προτείνεται η διαπραγμάτευση να γίνει με βάση τις εικόνες του φύλλου εργασίας. Σε αυτή την περίπτωση όμως, καλό είναι ο διδάσκων να έχει χρησιμοποιήσει την προσομοίωση και να έχει εξασφαλίσει φωτογραφίες των "απαντήσεων" τις οποίες θα μπορούν να δουν οι μαθητές και οι μαθήτριες.

Το τελευταίο κομμάτι του φύλλου εργασίας (η "γλώσσα των μαθηματικών") αφορά τη μαθηματική διατύπωση του νόμου της υδροστατικής πίεσης. Το "τρίγωνο των μαθηματικών" για τον νόμο της υδροστατικής πίεσης λειτουργεί με παρόμοιο τρόπο με αυτόν που προτάθηκε για την έννοια της ταχύτητας (βλ. φύλλο εργασίας *B2* - "*Τα μαθηματικά της ταχύτητας*"). Ο τρόπος, λοιπόν, με τον οποίο μπορεί να συμπληρωθεί το τελευταίο μέρος του φύλλου εργασίας θα μπορούσε να είναι:

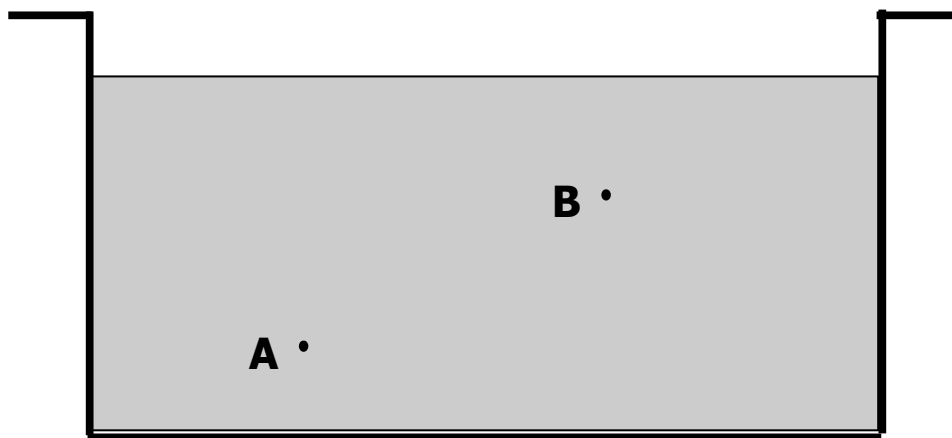
$$P = \rho \cdot g \cdot h$$





Σε αυτό το μάθημα θα γνωρίσουμε την **“ατμοσφαιρική πίεση”**

→ Στο σχήμα βλέπεις ένα δοχείο γεμάτο με νερό.



→ Θυμήσου όσα έχουμε συζητήσει στα προηγούμενα μαθήματα και **απάντησε** στις παρακάτω ερωτήσεις:

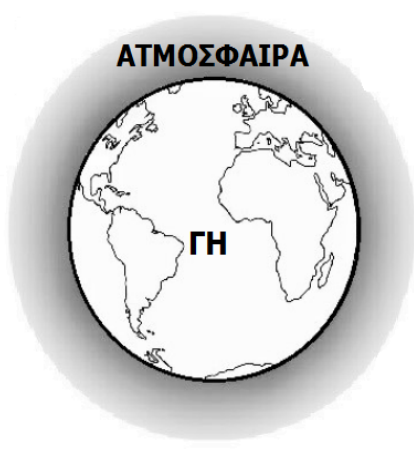
- Πώς ονομάζεται η πίεση που υπάρχει στα διάφορα σημεία του νερού; .....
  - Σε ποιο από τα δύο σημεία (Α και Β) υπάρχει μεγαλύτερη πίεση; .....
  - Πού οφείλεται η πίεση που υπάρχει σε κάθε σημείο του νερού; .....
- .....
- .....

→ **Διάβασε** το παρακάτω κείμενο που μιλά για την ατμόσφαιρα.

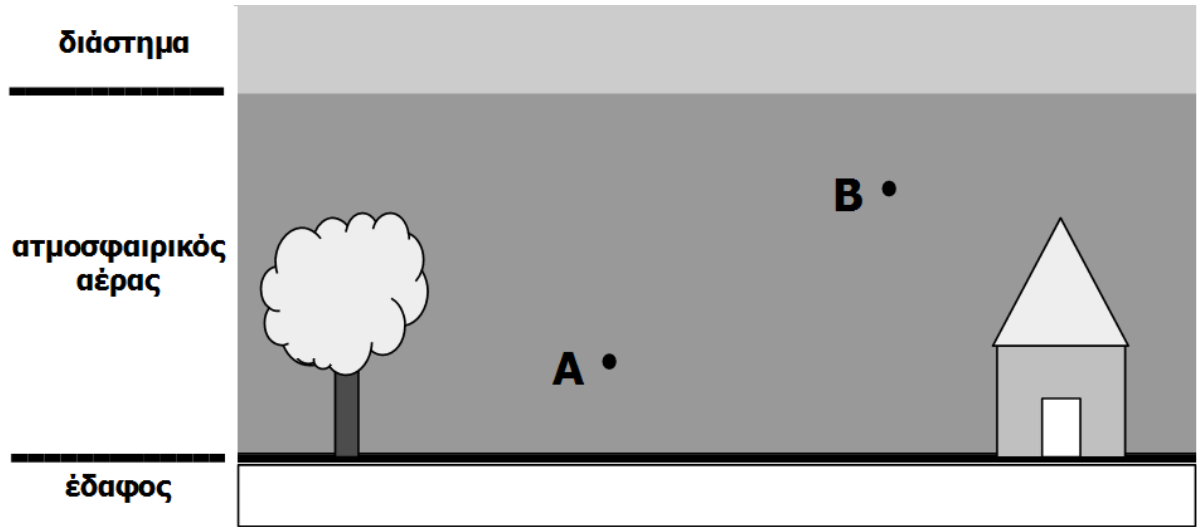
Γύρω από τη Γη υπάρχει η ατμόσφαιρα. Όπως γύρω από ένα πορτοκάλι υπάρχει η φλούδα. Η ατμόσφαιρα όμως δεν είναι φλούδα! Είναι ένα μείγμα από αέρια, που το ονομάζουμε “ατμοσφαιρικός αέρας”.

Στα πιο ψηλά σημεία της ατμόσφαιρας, ο ατμοσφαιρικός αέρας είναι πολύ αραιός. Στα πιο χαμηλά, δηλαδή κοντά στο έδαφος, ο ατμοσφαιρικός αέρας είναι πυκνός.

Σε κάθε περίπτωση, εμείς που ζούμε πάνω στη Γη, έχουμε συνεχώς πάνω από τα κεφάλια μας μπόλικο ατμοσφαιρικό αέρα. Στην πραγματικότητα, ζούμε στον πάτο ενός ωκεανού από ατμοσφαιρικό αέρα!



→ Παρατήρησε το επόμενο σχήμα. Δείχνει μια αναπαράσταση της ατμόσφαιρας που υπάρχει γύρω από τη Γη.



→ Παρακολούθησε τη συζήτηση στην τάξη και **πάρε μέρος** σε αυτήν.

→ **Απάντησε** στις παρακάτω ερωτήσεις:

- Πώς ονομάζεται η πίεση που υπάρχει στα διάφορα σημεία του αέρα; .....
  - Σε ποιο από τα δύο σημεία (A και B) υπάρχει μεγαλύτερη πίεση; .....
  - Πού οφείλεται η πίεση που υπάρχει σε κάθε σημείο του αέρα; .....
- .....
- .....

→ Παρακολούθησε το πείραμα που θα γίνει στη τάξη.

→ **Ζωγράφισε** ένα σχέδιο που θα δείχνει αυτό το πείραμα:



→ Πώς μπορούμε να εξηγήσουμε αυτό που βλέπουμε στο πείραμα; **Σημείωσε.**

.....

.....

.....

Τα ίδια (και πολλά περισσότερα) βρίσκεις στο σχολικό βιβλίο, **σελ. 72-74.**

## B10 - "Ατμοσφαιρική πίεση"

### Οδηγίες για τον εκπαιδευτικό

#### α) Τεχνικές λεπτομέρειες

Υλικά: Ποτήρι, πλαστικό πιάτο, λεκάνη, νερό

Διάρκεια: Μία διδακτική ώρα

#### β) Εφαρμογή του υλικού - Μια πρόταση

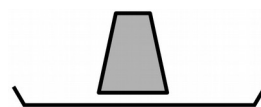
Το πρώτο μέρος του φύλλου εργασίας αφορά μια επανάληψη των βασικών σημείων όσων έχουν ειπωθεί κατά τη διδασκαλία της υδροστατικής πίεσης. Προτείνεται στον διδάσκοντα να επισημάνει τα 2 σημεία που θα χρειαστούν για τη συνέχεια του μαθήματος:

α) ότι η πίεση σε σημείο εντός υγρού οφείλεται στην ποσότητα του υγρού που βρίσκεται άνωθεν του σημείου, και

β) ότι (συνεπώς) η πίεση σε σημεία που βρίσκονται βαθύτερα είναι μεγαλύτερη.

Η σημαντικότερη φράση σε όλο το φύλλο εργασίας είναι η *"ζούμε στον πάτο ενός ωκεανού από ατμοσφαιρικό αέρα"*. Αυτό διότι όλη η λογική του σχεδιασμού του φύλλου εργασίας βασίζεται στην υπόθεση ότι οι μαθητές μπορούν να ανταποκριθούν στο κάλεσμα να φανταστούν τη ζωή πάνω στη Γη σαν ζωή στον πάτο μιας δεξαμενής ατμοσφαιρικού αέρα. Προς αυτή την κατεύθυνση μπορεί να είναι χρήσιμη η σύγκριση των δύο σχεδίων του φύλλου εργασίας (ποτήρι με νερό και αναπαράσταση δρόμου με σπίτι). Αν η νοητική σύνδεση επιτευχθεί, η ερμηνεία πολλών φαινομένων που σχετίζονται με την ατμοσφαιρική πίεση ακολουθεί τους ίδιους δρόμους που ακολουθεί και η ερμηνεία των φαινομένων υδροστατικής.

Το τελευταίο κομμάτι του μαθήματος αφορά το κλασικό πείραμα επίδειξης "το πιάτο που δεν πέφτει". Δηλαδή το αναποδογύρισμα ποτηριού γεμάτου με νερό που είναι σκεπασμένο με πιάτο (βλ.



σχήμα) και τη διαπίστωση ότι το πιάτο παραμένει στη θέση του. Τονίζεται ότι ο διδάσκων καλό είναι να επισημάνει στους μαθητές ότι ο τρόπος που ερμηνεύουμε το πείραμα δεν σχετίζεται τόσο με το τι υπάρχει μέσα στο ποτήρι (νερό), αλλά με ό,τι υπάρχει έξω από αυτό (ατμοσφαιρικός αέρας). Κατά συνέπεια, ένας από τους τρόπους να εκφραστεί η ερμηνεία του πειράματος στο φύλλο εργασίας είναι και ο εξής: *"βλέπουμε το πιάτο να μένει στη θέση του, αφού η πίεση του ατμοσφαιρικού αέρα το κρατάει εκεί"*.

Όνομα: .....

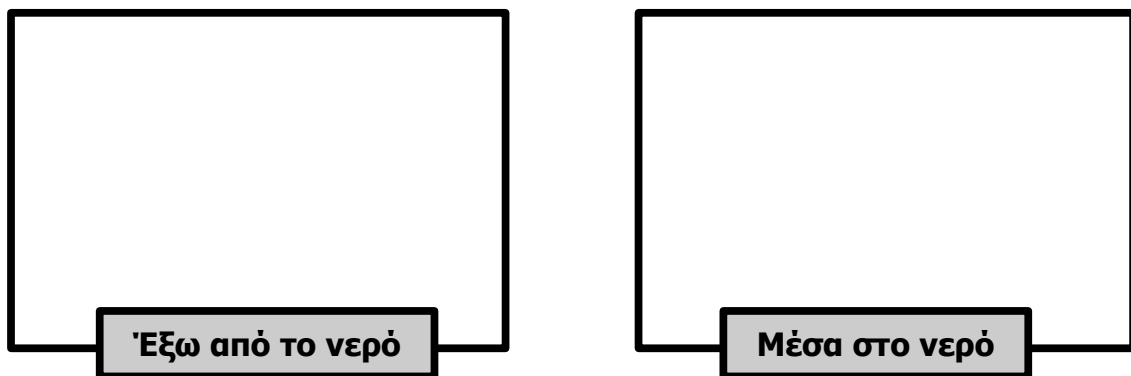
Ημερομηνία: ...../...../.....

Σε αυτό το μάθημα θα γνωρίσουμε τη δύναμη που ονομάζεται **άνωση**

→ **Πάρε** το αντικείμενο που θα σου δώσει ο καθηγητής σου. Χρησιμοποίησε ένα δυναμόμετρο για να **μετρήσεις** το βάρος του. **Γράψε**:

*Το βάρος του αντικειμένου είναι .....*

→ **Σχεδίασε** παρακάτω, στο αριστερό κουτάκι, πώς έκανες τη μέτρηση:



→ Θα αλλάξει κάτι, αν κάνουμε την ίδια μέτρηση ενώ το αντικείμενο είναι βυθισμένο σε νερό; **Γράψε** την άποψή σου:

*Αν το αντικείμενο είναι βυθισμένο σε νερό, πιστεύω ότι το δυναμόμετρο .....*  
 .....

→ **Παρακολούθησε** τη συζήτηση στην τάξη και **πάρε μέρος** σε αυτήν.

→ **Δοκίμασε** την πρόβλεψή σου χρησιμοποιώντας ένα ποτήρι νερό.

*Τελικά όταν το αντικείμενο είναι βυθισμένο σε νερό, το δυναμόμετρο .....*  
 .....

→ **Σχεδίασε** στο δεξί κουτάκι τον τρόπο με τον οποίο έγινε η μέτρηση. Αν έχεις χρόνο, δοκίμασε να κάνεις παρόμοιες μετρήσεις και για άλλα αντικείμενα.

→ Τελικά ποιο είναι το συμπέρασμα που βγήκε από το πείραμα; **Σημείωσε** παρακάτω.

.....  
 .....

→ **Παρακολούθησε** τη συζήτηση στην τάξη και **πάρε μέρος** σε αυτήν.

→ **Συμπλήρωσε** τις παρακάτω προτάσεις:

Η άνωση είναι .....

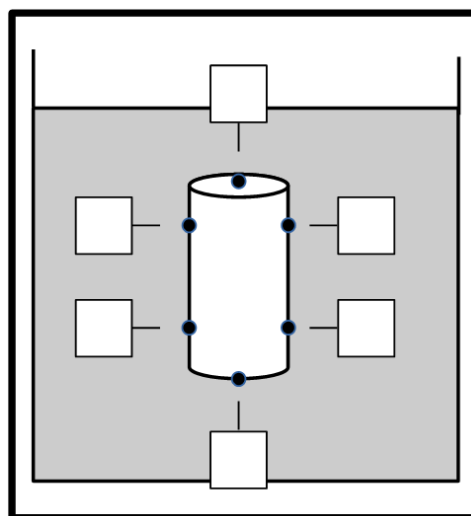
Στο παράδειγμα της πέτρας που χρησιμοποιήσαμε, η άνωση είναι ίση με .....

Σε κάθε περίπτωση, η άνωση είναι ίση με .....

→ Στο διπλανό σχήμα βλέπεις ένα κουτάκι που είναι γεμάτο αναψυκτικό να βρίσκεται βυθισμένο μέσα στο νερό.

→ Μετρήσαμε την πίεση σε 6 διαφορετικά σημεία και βρήκαμε τις τιμές:

4,7kP	4,1kP	4,1kP	3,2kP	5kP	4,7kP
-------	-------	-------	-------	-----	-------



→ Σε ποιο σημείο έγινε η κάθε μέτρηση; **Συμπλήρωσε** κάθε κουτάκι του σχήματος την κατάλληλη μέτρηση.

→ **Παρακολούθησε** τη συζήτηση στην τάξη και **πάρε μέρος** σε αυτήν.

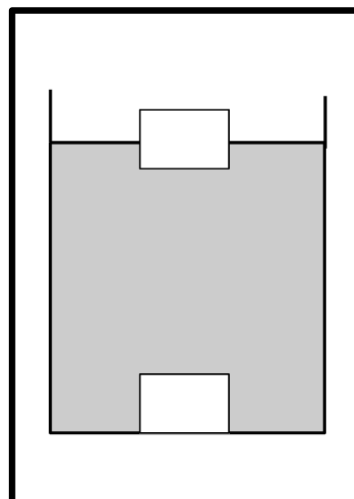
→ Πώς εξηγείται η άνωση; **Συμπλήρωσε** την πρόταση:

Για να εξηγήσουμε τη δύναμη της άνωσης, σκεφτόμαστε ότι .....

→ Στο διπλανό σχήμα βλέπεις ένα κομμάτι ξύλο και ένα κομμάτι σίδηρο μέσα σε ένα ποτήρι με νερό.

→ **Σχεδίασε** τις δυνάμεις που ασκούνται σε κάθε υλικό.

Τα ίδια (και πολλά περισσότερα) βρίσκεις στο σχολικό βιβλίο, **σελ. 77-79**.



## B11 - "Η άνωση"

### Οδηγίες για τον εκπαιδευτικό

#### α) Τεχνικές λεπτομέρειες

Σετ υλικών ανά ομάδα: Δοχείο, νερό, δυναμόμετρο, σπάγκος, αντικείμενα προς μέτρηση

Διάρκεια: Μία διδακτική ώρα

#### β) Εφαρμογή του υλικού - Μια πρόταση

Η πρώτη δραστηριότητα προτείνεται να γίνει από τους μαθητές σε ομάδες. Κάθε ομάδα λαμβάνει ένα σετ υλικών. Κάθε μαθητής έχει το δικό του φύλλο εργασίας, το οποίο συμπληρώνει με βάση τις παρατηρήσεις της ομάδας του. Προτείνεται στον διδάσκοντα να παροτρύνει τους μαθητές να εκφράσουν γραπτά την πρόβλεψή τους για τη μέτρηση μέσα στο νερό, πριν τη δοκιμάσουν. Στην περίπτωση που ο διδάσκων κρίνει ότι υπάρχει διαθέσιμος διδακτικός χρόνος, προτείνεται οι μαθητές να μετρήσουν και άλλα αντικείμενα (μέσα και έξω από το νερό).

Η πρώτη δραστηριότητα κατευθύνεται προς τη διαπίστωση ότι *"υπάρχει ακόμα μια δύναμη"*. Αυτό δεν είναι αυτονόητο: αρκετοί μαθητές θεωρούν ότι στο νερό δεν εμφανίζεται κάποια άλλη δύναμη, αλλά ότι *"στο νερό το βάρος γίνεται μικρότερο"*. Η συζήτηση προτείνεται να αναπτυχθεί γύρω από τη σύγκριση των δύο τρόπων ερμηνείας.

Στη δεύτερη σελίδα του φύλλου εργασίας, οι κενές προτάσεις θα μπορούσαν να συμπληρωθούν ως εξής:

*Η άνωση είναι μια δύναμη που ασκείται σε κάθε πράγμα που βυθίζεται σε νερό. Ασκείται πάντα προς τα πάνω.*

*Σε κάθε περίπτωση, η άνωση είναι ίση με το βάρος του νερού που "διώχνει" η πέτρα.*

Φυσικά, ο διδάσκων μπορεί να επιλέξει πόση πληροφορία σχετικά με τα χαρακτηριστικά της άνωσης θα επιδιώξει να καταγραφεί στην πρόταση *"Η άνωση είναι..."*. Πάντως, το φύλλο εργασίας έχει σχεδιαστεί επιλέγοντας να προχωρά στην *ερμηνεία* της άνωσης στη συνέχεια (σχήμα με κουτάκι αναψυκτικού). Στη δραστηριότητα αυτή, προτείνεται να αποφευχθεί η χρήση διανυσμάτων (που παραπέμπουν σε δύναμη και όχι πίεση). Εκτιμούμε ότι οι περισσότεροι μαθητές μπορούν να ερμηνεύσουν την άνωση χρησιμοποιώντας τις τιμές των μετρούμενων πιέσεων.

Σε αυτό το μάθημα θα γνωρίσουμε αυτό που οι φυσικοί ονομάζουν “**έργο δύναμης**”

→ **Διάβασε** την παρακάτω ιστορία.

*Ο Αντώνης και ο μικρότερος αδερφός του ο Τάσος παίζουν στη βεράντα του σπιτιού τους. Ο Αντώνης έχει δέσει με ένα σκοινί ένα ξύλινο κουτί και το τραβάει προς το μέρος του, με μία δύναμη που είναι ίση με 25N. Ο Τάσος τραβάει το κουτί προς την αντίθετη κατεύθυνση με μία δύναμη που είναι ίση με 10N. Το βάρος του κουτιού είναι ίσο με 8N.*

*Παρά τις προσπάθειες του Τάσου, ο Αντώνης καταφέρνει να μετακινήσει το κουτί προς την πλευρά του, κάνοντας μία απόσταση δύο μέτρων (2m).*

→ **Σχεδιάσε** παρακάτω μια ζωγραφιά που θα δείχνει την **αρχή** και το **τέλος** της ιστορίας.

→ **Σημείωσε** στη ζωγραφιά σου και τις δυνάμεις που ασκούνται στο ξύλινο κουτί.



→ Ποιος δίνει ενέργεια στο κουτί που κινείται; Ποιος του παίρνει ενέργεια; Με ποιο τρόπο; **Συζήτησε** με τους συμμαθητές σου και **γράψε** την απάντησή σου:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

→ **Παρακολούθησε** τη συζήτηση στην τάξη και **πάρε μέρος** σε αυτήν.

→ Στη συνέχεια θα χρειαστεί να **υπολογίσεις** το έργο καθεμιάς από τις δυνάμεις που ασκούνται στο ξύλινο κουτί:

- α) Το έργο της δύναμης που ασκεί ο Αντώνης
- β) Το έργο της δύναμης που ασκεί ο Τάσος
- γ) Το έργο της δύναμης "βάρους"

→ Ποιος είναι ο μαθηματικός τύπος που χρησιμοποιούμε για να υπολογίσουμε το έργο δύναμης; **Σημείωσε:**

**Έργο Δύναμης =**

**$W =$**

→ **Υπολόγισε:**

α) το έργο της δύναμης που ασκεί ο Αντώνης:

β) το έργο της δύναμης που ασκεί ο Τάσος:

γ) το έργο της δύναμης "βάρους":

→ Τι συμπεράσματα μπορούμε να βγάλουμε για το έργο μιας δύναμης; **Σημείωσε:**

**1**

Όταν .....

.....

.....

.....

**2**

Όταν .....

.....

.....

.....

**3**

Όταν .....

.....

.....

.....

Τα ίδια (και πολλά περισσότερα) βρίσκεις στο σχολικό βιβλίο, **σελ. 89-92.**



## B12 - "Το έργο δύναμης"

### Οδηγίες για τον εκπαιδευτικό

#### α) Τεχνικές λεπτομέρειες

Υλικά: -

Διάρκεια: Μία διδακτική ώρα

#### β) Εφαρμογή του υλικού - Μια πρόταση

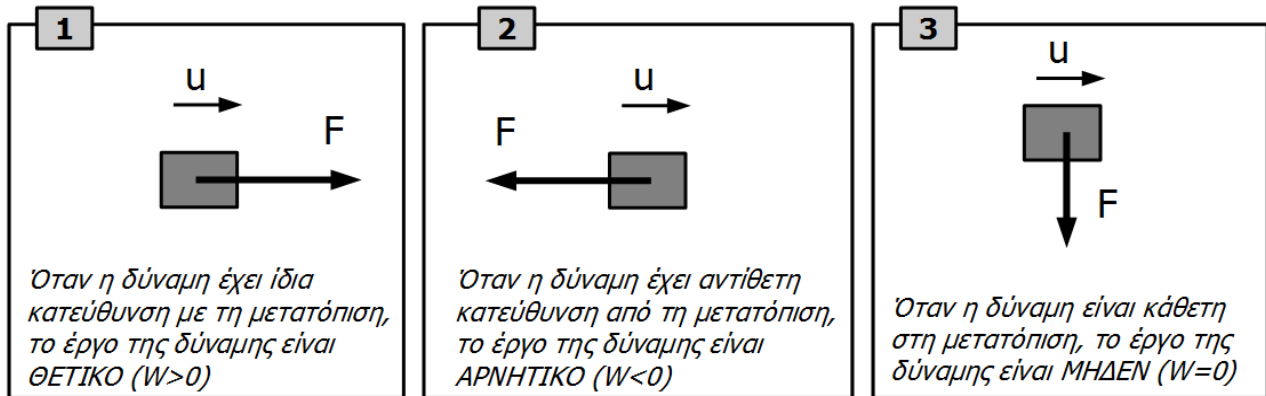
Όλο το φύλλο εργασίας βασίζεται στην αρχική ιστορία με τα δύο αδέρφια. Σε σχέση με αυτή την ιστορία προτείνεται τόσο η διαπραγμάτευση της φυσικής σημασίας της έννοιας "έργο" (1<sup>η</sup> σελίδα), όσο και η διδασκαλία της μαθητικής μεθοδολογίας που χρησιμοποιείται για τον υπολογισμό του έργου μιας δύναμης (2<sup>η</sup> σελίδα). Γνωρίζοντας ότι η λέξη "έργο" χρησιμοποιείται από τους μαθητές συχνά και με πολύ διαφορετικό νόημα (π.χ. "είδα χθες ένα έργο"), η διαπραγμάτευσή της δεν θα είναι παιχνιδάκι. Προτείνουμε στον διδάσκοντα να επιμένει στη χρήση του όρου "έργο δύναμης", δηλαδή όχι απλά "έργο".

Κατά τη διάρκεια της δημιουργίας του σχεδίου, προτείνουμε στον διδάσκοντα να επισημάνει ότι μας ενδιαφέρει να αποτυπωθούν η αρχή και το τέλος της διαδρομής του ξύλινου κουτιού. Η αναφορά αυτή μπορεί να είναι ένα πρώτο βήμα στη διαπίστωση ότι για το έργο δεν έχει σημασία μόνο η δύναμη που ασκείται αλλά και η μετατόπιση που πραγματοποιείται.

Όσον αφορά τις ερωτήσεις "ποιος παίρνει/δίνει ενέργεια στο ξύλινο κουτί;", επισημαίνουμε ότι περιλαμβάνουν και τον αφανή ρόλο της Γης στην ιστορία. Ένας ενδεικτικός τρόπος απάντησης θα μπορούσε να είναι ο εξής:

*Ενέργεια στο ξύλινο κουτί δίνει ο Αντώνης, μέσα από τη δύναμη που του ασκεί και το κάνει να προχωρά. Ο Τάσος, αντίθετα, παίρνει ενέργεια από το κουτί, μέσα από τη δύναμη που του ασκεί και το φρενάρει. Η Γη ασκεί τη δύναμη "βάρους", αλλά το βάρος ούτε βοηθά ούτε εμποδίζει την κίνηση. Έτσι η Γη ούτε δίνει, ούτε παίρνει ενέργεια από το κουτί.*

Οι τρεις περιπτώσεις/συμπεράσματα που ζητείται να συνοψιστούν στο τέλος του φύλλου εργασίας, θα μπορούσαν να διατυπωθούν ως εξής:



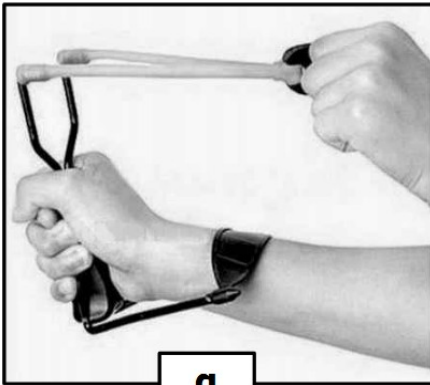
Σε αυτό το μάθημα θα γνωρίσουμε δύο **μορφές ενέργειας**, τη δυναμική και την κινητική

→ **Παρατήρησε** τις παρακάτω εικόνες:

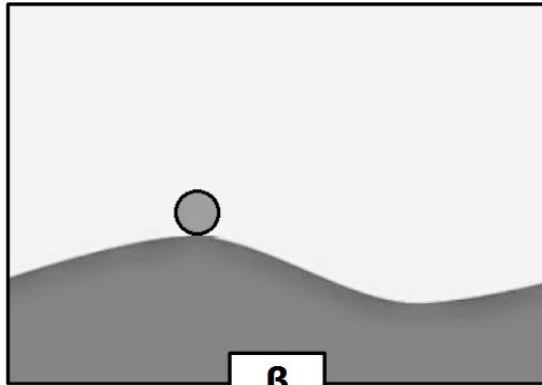
α) Μία πέτρα, τη στιγμή που βρίσκεται σε μια σφεντόνα και είναι "έτοιμη να φύγει".

β) Μία μπάλα, που βρίσκεται στην κορυφή ενός λόφου.

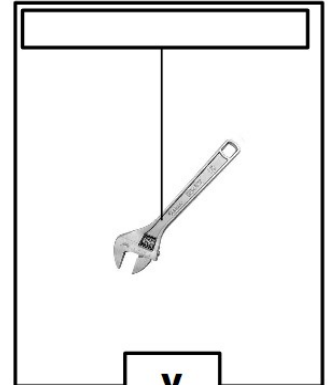
γ) Ένα μεταλλικό εργαλείο, που κρέμεται από μια κλωστή από το ταβάνι.



**α**



**β**



**γ**

→ Ποιο από τα αντικείμενα θα έλεγες ότι έχει "αποθηκευμένη ενέργεια"; Γιατί; **Γράψε:**

Η πέτρα .....

Η μπάλα .....

Το εργαλείο .....

→ **Παρακολούθησε** τη συζήτηση στην τάξη και **πάρε μέρος** σε αυτήν.

→ **Συμπλήρωσε:**

Δυναμική ενέργεια είναι .....

Ειδικότερα, βαρυτική δυναμική ενέργεια είναι .....

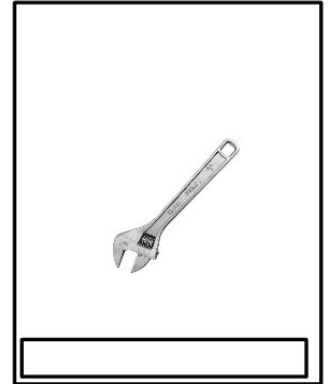
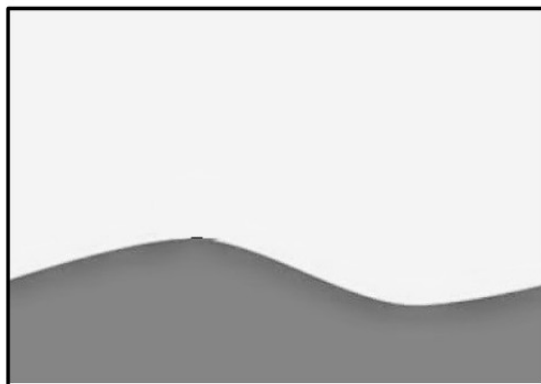
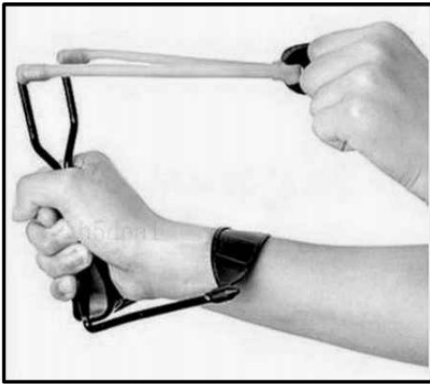
**Δυναμική ενέργεια**  
=  $U =$

→ **Ζωγράφισε** τώρα στις εικόνες:

α) Την πέτρα τη στιγμή που φεύγει από τη σφεντόνα.

β) Την μπάλα όταν κατακυλάει προς τη βάση του λόφου.

γ) Το μεταλλικό εργαλείο όταν, αφού σπάσει η κλωστή, φτάνει προς το δάπεδο.



→ Ποιο από τα αντικείμενα θα έλεγες ότι έχει "ενέργεια επειδή κινείται"; Γιατί; **Γράψε:**

Η πέτρα .....

Η μπάλα .....

Το εργαλείο .....

→ **Παρακολούθησε** τη συζήτηση στην τάξη και **πάρε μέρος** σε αυτήν.

→ **Συμπλήρωσε** παρακάτω:

Κινητική ενέργεια είναι .....

**Κινητική ενέργεια =**

$$E_k =$$

Τα ίδια (και πολλά περισσότερα) βρίσκεις στο σχολικό βιβλίο, **σελ. 93-96.**

## B13 - "Δυναμική και κινητική ενέργεια"

### Οδηγίες για τον εκπαιδευτικό

#### α) Τεχνικές λεπτομέρειες

Υλικά: -

Διάρκεια: Μία διδακτική ώρα

#### β) Εφαρμογή του υλικού - Μια πρόταση

Σε αυτό το φύλλο εργασίας εσκεμμένα χρησιμοποιούμε φωτογραφίες (αντί κάποιου πειράματος που εξελίσσεται στην τάξη), καθώς εκτιμούμε ότι δεν είναι οι εμπειρίες των μαθητών που χρειάζεται να εμπλουτιστούν σε αυτό το μάθημα, αλλά η νοησιακή επεξεργασία εμπειριών που οι μαθητές ήδη κατέχουν - και μάλιστα σε μεγάλο αριθμό. Είναι δηλαδή ένα μάθημα στο οποίο η συζήτηση έχει μεγαλύτερη σημασία από τα γεγονότα: δεν μαθαίνουμε καινούργια γεγονότα, μαθαίνουμε καινούργιους τρόπους να μιλάμε για γεγονότα που ήδη γνωρίζουμε.

Οι έννοιες "δυναμική" και "κινητική ενέργεια" αποτελούν διαφορετικού μεγέθους εμπόδια στη διδασκαλία της φυσικής. Συνήθως οι περισσότεροι μαθητές, ενώ δείχνουν να τα καταφέρνουν στην κατανόηση και τη χρήση της κινητικής ενέργειας, εμφανίζουν δυσκολίες στην κατανόηση της δυναμικής ενέργειας. Κατά τη διάρκεια της συζήτησης, προτείνεται στον διδάσκοντα να εστιάσει σε χαρακτηριστικά της έννοιας "δυναμική ενέργεια" τα οποία βοηθούν στον εντοπισμό της, με βασικό ότι δεν είναι η ταχύτητα του σώματος το κατάλληλο κριτήριο, αλλά η θέση του. Θα μπορούσε π.χ. να διατυπωθεί σαν σλόγκαν το "*αν ψάχνεις κινητική κοίτα ταχύτητα, αν ψάχνεις δυναμική κοίτα θέση*".

Ένας ενδεικτικός τρόπος συμπλήρωσης των κενών θα μπορούσε να είναι ο εξής:

*Δυναμική ενέργεια είναι η ενέργεια που έχει κάποιο αντικείμενο εξαιτίας της θέσης στην οποία βρίσκεται.*

*Ειδικότερα, βαρυτική δυναμική ενέργεια είναι η ενέργεια που έχει ένα αντικείμενο επειδή βρίσκεται μέσα στο βαρυτικό πεδίο της Γης. Είναι μεγαλύτερη, όσο πιο ψηλά από το έδαφος βρίσκεται το αντικείμενο.*

*Κινητική ενέργεια είναι η ενέργεια που έχει κάποιο αντικείμενο επειδή κινείται.*

# Φύλλα Εργασίας

για τη **Γ'** Γυμνασίου

Γ1

"Ένα πείραμα για το ηλεκτρικό φορτίο"

Γ2

"Ηλεκτρίση από απόσταση"

Γ3

"Η ηλεκτρική δύναμη"

Γ4

"Φορτίο και ρεύμα"

Γ5

"Ο νόμος του Ωμ"

Γ6

"Συνδέσεις κυκλωμάτων"

Γ7

"Φτιάχνουμε ταλάντωση"

Γ8

"Μιλάμε για τις ταλαντώσεις"

Γ9

"Ενέργεια στην ταλάντωση"

Γ10

"Πώς βλέπουμε;"

Γ11

"Φτιάχνουμε σκιές"

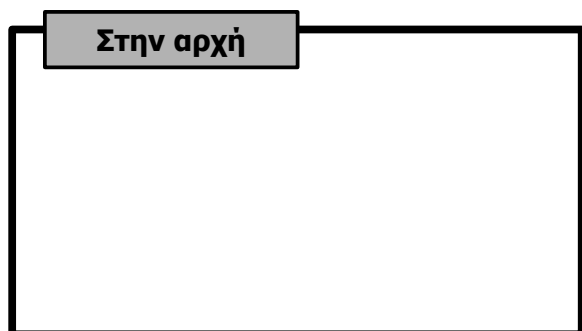


Όνομα: .....

Ημερομηνία: ...../...../.....

Σε αυτό το μάθημα θα κάνουμε και θα εξηγήσουμε ένα **πείραμα**→ **Σημείωσε** τα υλικά που χρησιμοποιούμε στο πείραμα:

Υλικά: .....

→ **Ακολούθησε** τις οδηγίες του καθηγητή σου και **κάνε** το πείραμα.→ Τι κάνουμε στο πείραμα; **Γράψε** με δικά σου λόγια και **ζωγράφισέ** το:

Στην αρχή, .....

.....

.....

.....

.....

.....

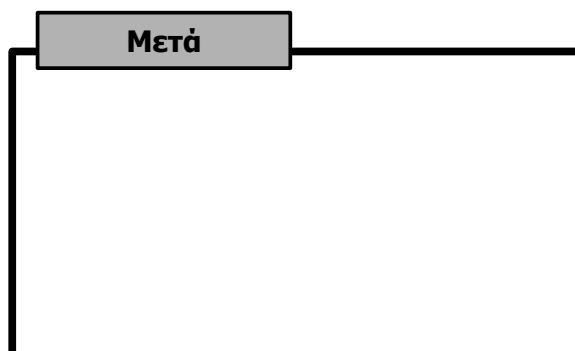
Μετά, .....

.....

.....

.....

.....

→ **Παρακολούθησε** τη συζήτηση στην τάξη και **πάρε μέρος** σε αυτήν.→ **Συμπλήρωσε** τις προτάσεις:

Για να εξηγήσουμε το πείραμα, θα μάθουμε τι σημαίνει η λέξη ".....".

Υπάρχουν δύο είδη ηλεκτρικού φορτίου, το ..... και το .....

Το ηλεκτρικό φορτίο είναι κάτι που υπάρχει μέσα σε .....

Δε γίνεται να καταστραφεί, όμως μπορεί να .....

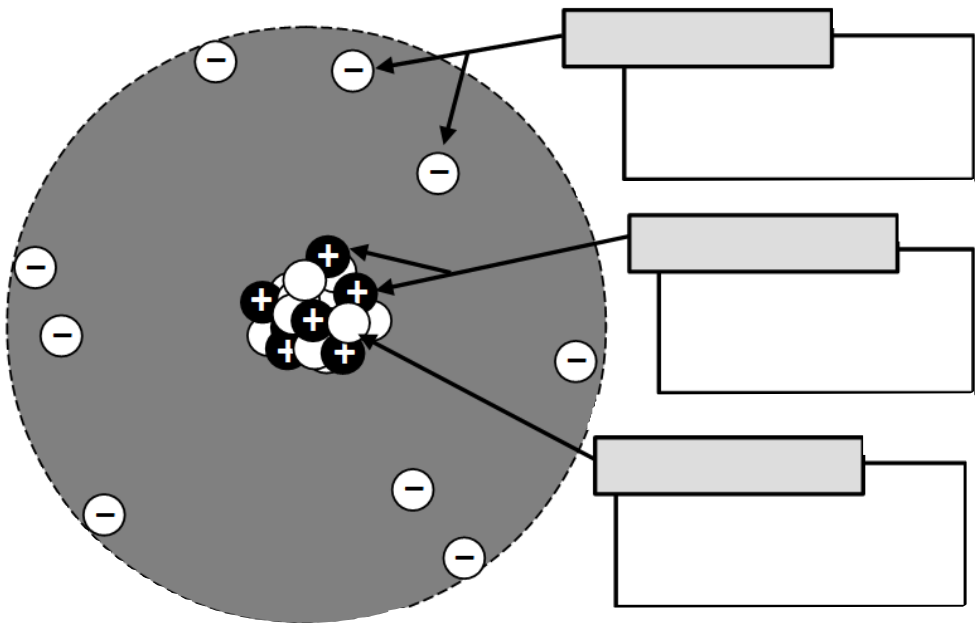
.....

Στη φυσική, συμβολίζουμε το ηλεκτρικό φορτίο .....



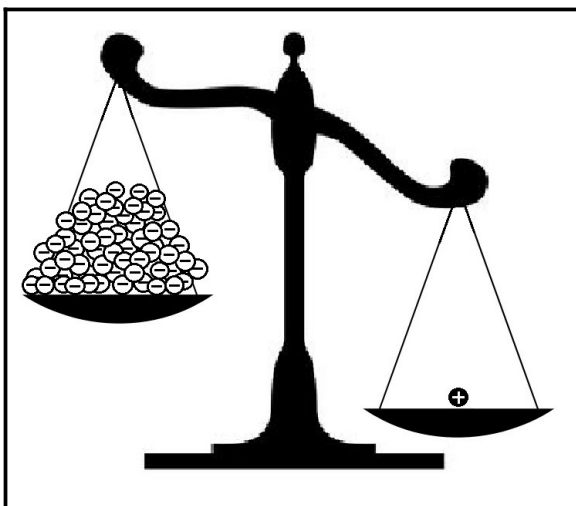
→ Στο διπλανό σχήμα βλέπεις ένα άτομο φθορίου.

→ Πώς ονομάζονται τα σωματίδια που υπάρχουν μέσα στο άτομο; Τι είδους ηλεκτρικό φορτίο έχει το καθένα;



→ **Συμπλήρωσε** τα κενά κουτάκια.

→ **Παρατήρησε** το παρακάτω σχήμα.



→ Τι θέλει να μας δείξει το σχήμα; **Συμπλήρωσε** τις προτάσεις:

Το σχήμα αυτό μας δείχνει ότι .....

.....

.....

.....

Δηλαδή όταν τρίβουμε ένα αγωγίμο αντικείμενο .....

.....

.....

→ Μπορείς να εξηγήσεις αυτό που είδες στο πείραμα; **Γράψε:**

Στο πείραμα είδαμε ότι .....

.....

.....

Αυτό γίνεται γιατί .....

.....

.....

Τα ίδια (και πολλά περισσότερα) βρίσκεις στο σχολικό βιβλίο, **σελ. 11-17.**

## Γ1 - "Ένα πείραμα για το ηλεκτρικό φορτίο"

### Οδηγίες για τον εκπαιδευτικό

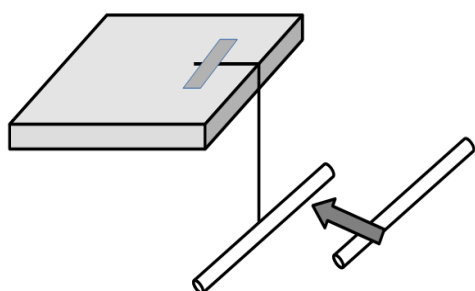
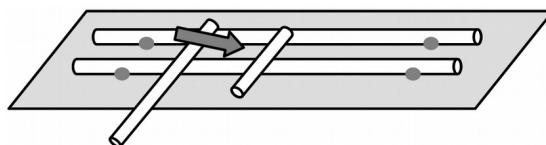
#### α) Τεχνικές λεπτομέρειες

Υλικά: Πλαστικά καλαμάκια, ψαλίδι, πλαστελίνη (ή bluetack), μάλλινο ύφασμα

Διάρκεια: Μία διδακτική ώρα

#### β) Εφαρμογή του υλικού - Μια πρόταση

Στο πείραμα που προτείνεται, κόβουμε δύο πλαστικά καλαμάκια και τα κολλάμε με πλαστελίνη πάνω στο θρανίο, ώστε να σχηματίσουν "ράγες", πάνω στις οποίες θα έχει τη δυνατότητα να κινηθεί ένα τρίτο (μικρότερο) πλαστικό καλαμάκι. Τρίβουμε το μικρό καλαμάκι με το μάλλινο ύφασμα και στη συνέχεια το τοποθετούμε πάνω στις ράγες. Μετά τρίβουμε με το μάλλινο ύφασμα ένα τέταρτο καλαμάκι και το πλησιάζουμε στο μικρό καλαμάκι (βλ. σχήμα).



Φυσικά υπάρχουν αρκετά πειράματα που μπορούν στο συγκεκριμένο μάθημα να ενταχθούν αντί αυτού (ή συμπληρωματικά του). Για παράδειγμα, μια εναλλαγή του παραπάνω είναι αυτή στην οποία το ένα καλαμάκι κρέμεται δεμένο από κλωστή, οπότε πλησιάζοντας το καλαμάκι που έχουμε νωρίτερα τρίψει παρατηρούμε περιστροφή του. Ο διδάσκων μπορεί να επιλέξει ανάλογα με τις προτιμήσεις του.

Στη βιβλιογραφία (και πολύ περισσότερο στο ίντερνετ) μπορεί κανείς εύκολα να συναντήσει πολλά, απλά και συνάμα εντυπωσιακά, πειράματα που αναδεικνύουν φαινόμενα του στατικού ηλεκτρισμού (δες π.χ. στο [youtube.com/watch?v=ViZNgU-Yt-Y](https://www.youtube.com/watch?v=ViZNgU-Yt-Y)). Τις περισσότερες φορές τα πειράματα αυτά τοποθετούνται όλα κάτω από την "ομπρέλα" του στατικού ηλεκτρισμού, χωρίς να γίνεται διαχωρισμός ανάμεσα σε αυτά που οφείλονται εξ ολοκλήρου σε ηλέκτριση με τριβή και σε αυτά που οφείλονται (και) σε ηλέκτριση από επαγωγή. Όμως η κατανόηση του φαινομένου της ηλέκτρισης από επαγωγή έχει αρκετά μεγαλύτερες απαιτήσεις από τους μαθητές μας. Εκτιμούμε συνεπώς ότι η πρώτη γνωριμία των μαθητών μας με το στατικό ηλεκτρισμό καλό είναι να περιορίζεται σε φαινόμενα εξ ολοκλήρου ηλέκτρισης με τριβή. Αυτός είναι ο βασικός λόγος που επιλέγεται το συγκεκριμένο πείραμα. Ένας ακόμη λόγος είναι φυσικά το χαμηλό κόστος και η ευκολία ανεύρεσης των απαιτούμενων υλικών.

Η συζήτηση που ακολουθεί το πείραμα δεν είναι ανάγκη να "βουτήξει στα βαθιά" της ερμηνείας των ηλεκτροστατικών φαινομένων. Προτείνουμε να περιοριστεί στα τελείως βασικά, ότι δηλαδή η ερμηνεία του φαινομένου απαιτεί τη γνωριμία μας με μια καινούργια έννοια (το "ηλεκτρικό φορτίο"). Συνεπώς, μια προτεινόμενη συμπλήρωση των κενών προτάσεων θα μπορούσε να είναι:

*Για να εξηγήσουμε το πείραμα, θα μάθουμε τι σημαίνει η λέξη "ηλεκτρικό φορτίο".*

*Υπάρχουν δύο είδη ηλεκτρικού φορτίου, το θετικό και το αρνητικό.*

*Το ηλεκτρικό φορτίο είναι κάτι που υπάρχει μέσα σε όλα τα αντικείμενα.*

*Δε γίνεται να καταστραφεί, όμως μπορεί να μεταφερθεί από ένα αντικείμενο σε ένα άλλο (π.χ. τρίβοντας τα δύο αντικείμενα).*

*Στη φυσική, συμβολίζουμε το ηλεκτρικό φορτίο με το αγγλικό γράμμα "Q" ή "q".*

Όσον αφορά τη μελέτη της δομής του ατόμου, επισημαίνουμε ότι χρειάζεται προσοχή ώστε να μη χαθεί πολύς διδακτικός χρόνος. Η συζήτηση γύρω από τη δομή του ατόμου θα μπορούσε να κρατάει για... ώρες, όμως ο διδάσκων μπορεί να περιοριστεί στα ονόματα των σωματιδίων (πρωτόνιο, νετρόνιο, ηλεκτρόνιο) και στο είδος του φορτίου που έχει (ή δεν έχει) το καθένα.

Επισημαίνεται ότι το σημαντικότερο χαρακτηριστικό της ατομικής δομής που σχετίζεται με τα φαινόμενα ηλεκτρισμού, είναι η μεγάλη διαφορά μάζας ανάμεσα στα ηλεκτρόνια και τα νουκλεόνια. Είναι το χαρακτηριστικό που μας επιτρέπει να μιλάμε για ελεύθερα ηλεκτρόνια και κατά συνέπεια για ηλεκτρισμό, στατικό ή μη. Στο σχολικό βιβλίο το χαρακτηριστικό αυτό εκτιμούμε ότι δεν τονίζεται στο βαθμό που του αναλογεί. Αυτός είναι και ο λόγος που στο φύλλο εργασίας εντάσσεται και η φωτογραφία με την υποτιθέμενη "ζυγαριά σωματιδίων". Εκεί, μια προτεινόμενη συμπλήρωση των κενών προτάσεων θα μπορούσε να είναι:

*Το σχήμα αυτό μας δείχνει ότι ένα πρωτόνιο έχει μεγαλύτερη μάζα από πολλά ηλεκτρόνια μαζί.*

*Δηλαδή όταν τρίβουμε ένα αγωγίμο αντικείμενο, τα σωματίδια που μπορούν να φύγουν εύκολα από το αντικείμενο είναι τα ηλεκτρόνια (που έχουν φορτίο αρνητικό).*

Σε αυτό το μάθημα θα γνωρίσουμε έναν τρόπο να **ηλεκτρίζουμε** κάποιο αντικείμενο

→ **Διάβασε** το παρακάτω κείμενο και ζωγράφισε στο πλαίσιο αυτό που περιγράφει.

*Έχουμε ένα μπαλόνι, ένα μάλλινο ύφασμα και ένα κομμάτι χαρτί. Τρίβουμε το μπαλόνι πάνω στο μάλλινο ύφασμα. Έτσι ηλεκτρίζουμε το μπαλόνι: πάνω του εμφανίζεται αρνητικό (-) φορτίο.*

*Το κομμάτι χαρτί δεν το τρίβουμε πουθενά, οπότε αυτό παραμένει αφόρτιστο. Πλησιάζουμε το ηλεκτρισμένο μπαλόνι στο αφόρτιστο χαρτί.*



→ Τι γίνεται όταν πλησιάζουμε το ηλεκτρισμένο μπαλόνι στο χαρτί που είναι αφόρτιστο; **Διάλεξε** την απάντηση που θεωρείς σωστή:

*Όταν πλησιάζουμε το μπαλόνι που εμφανίζει αρνητικό φορτίο στο αφόρτιστο χαρτί:*

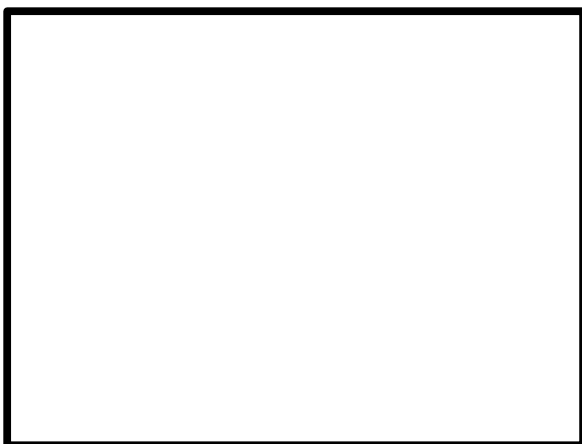
- α) Το χαρτί αποκτά αρνητικό (-) φορτίο*
- β) Το χαρτί αποκτά θετικό (+) φορτίο*
- γ) Το χαρτί δεν αποκτά καινούργιο φορτίο*

→ **Ακολουθήσε** τις οδηγίες του καθηγητή σου και **κάνε** το πείραμα.

→ **Σημείωσε** τα υλικά που χρησιμοποιούμε στο πείραμα:

Υλικά: .....

→ Τι κάνουμε στο πείραμα; Τι βλέπουμε να γίνεται; **Γράψε** με δικά σου λόγια και **ζωγράφισε**:



*Στο πείραμα* .....

.....  
.....  
.....

*Βλέπουμε ότι* .....

.....  
.....  
.....

→ Παρακολούθησε τη συζήτηση στην τάξη και **πάρε μέρος** σε αυτήν.

→ Σχεδίασε παρακάτω:

τα μόρια στο χαρτάκι, **πριν** του πλησιάσουμε το ηλεκτρισμένο μπαλόνι

τα μόρια στο χαρτάκι, **αφού** του έχουμε πλησιάσει το ηλεκτρισμένο μπαλόνι

→ Τι γίνεται τελικά όταν πλησιάζουμε το ηλεκτρισμένο μπαλόνι στο αφόρτιστο χαρτί; Το χαρτί αποκτά φορτίο; **Σημείωσε** παρακάτω:

Όταν πλησιάζουμε το μπαλόνι στο χαρτί, .....

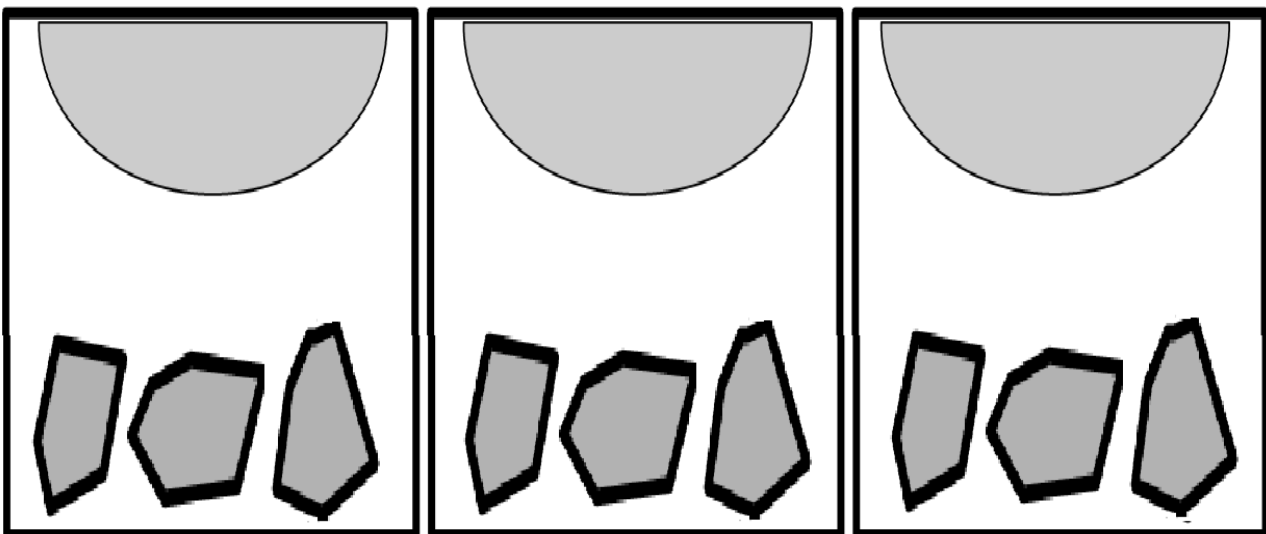
.....

.....

.....

.....

→ Ζωγράφισε παρακάτω τι γίνεται όταν πλησιάζουμε το μπαλόνι στο χαρτί:



Τα ίδια (και πολλά περισσότερα) βρίσκεις στο σχολικό βιβλίο, **σελ. 21-22.**

## Γ2 - "Ηλέκτριση από απόσταση"

### Οδηγίες για τον εκπαιδευτικό

#### α) Τεχνικές λεπτομέρειες

Υλικά: Μπαλόνια, μάλλινο ύφασμα, χαρτί

Διάρκεια: Μία διδακτική ώρα

#### β) Εφαρμογή του υλικού - Μια πρόταση

Η ηλέκτριση ενός αντικειμένου μέσω της τριβής και η ηλέκτρισή του από απόσταση είναι δύο διαφορετικές φυσικές διαδικασίες. Πολύ συχνά, οι σχετικές διδασκαλίες (ή λιγότερο τα βιβλία φυσικής) συγχέουν τις δύο διαδικασίες. Εκτιμούμε ότι η σύγχυση αυτή οφείλεται στο γεγονός ότι τα αντίστοιχα φαινόμενα μοιάζουν μεταξύ τους: η έλξη ενός μικρού χαρτιού από ένα μπαλόνι δεν φαίνεται να διαφέρει από την έλξη των μαλλιών μας από ένα μπαλόνι που το τρίψαμε πάνω τους. Είναι λογικό η ίδια σύγχυση να υπάρχει και στη σκέψη των μαθητών μας.

Οφείλουμε λοιπόν να σχεδιάζουμε τις διδασκαλίες μας με τρόπο που θα αναδεικνύουν τη διάκριση ανάμεσα στις δύο διαδικασίες και στα αντίστοιχα φαινόμενα. Το συγκεκριμένο φύλλο εργασίας προϋποθέτει α) ότι η διδασκαλία της ηλέκτρισης μέσω τριβής έχει ολοκληρωθεί και β) ότι ο διδάσκων τονίζει ότι *"σήμερα θα προχωρήσουμε σε κάτι καινούργιο"*. Η ερώτηση πολλαπλής επιλογής (α, β, γ) στην αρχή του μαθήματος έχει σκοπό να βοηθήσει προς την κατεύθυνση του *"κάτι καινούργιο"*. Η εμπειρία μας έχει δείξει ότι οι περισσότεροι μαθητές επιλέγουν μία από τις επιλογές (α) ή (β), είτε επειδή θεωρούν πως το ηλεκτρικό φορτίο μπορεί να μεταφέρεται χωρίς επαφή από αντικείμενο σε αντικείμενο, είτε επειδή (πολύ λογικά) σκέπτονται πως *"αφού τον τελευταίο καιρό στη φυσική κάνουμε για φορτία, η σωστή απάντηση θα είναι κάποια από τις δύο που αναφέρονται σε φορτία"*.

Το πείραμα που προτείνεται στη συνέχεια του μαθήματος είναι αυτό που περιγράφεται στην αρχή: τρίβουμε ένα φουσκωμένο μπαλόνι σε μάλλινο ύφασμα (ή στα μαλλιά μας) και στη συνέχεια το πλησιάζουμε σε μικρά κομμάτια χαρτιού. Πρόκειται για ένα από τα κλασικά (και εύκολα υλοποιήσιμα) πειράματα στατικού ηλεκτρισμού. Επισημαίνουμε ότι το πείραμα αυτό "από μόνο του" δεν είναι αρκετό για να αναδείξει τη σωστή απάντηση στην ερώτηση πολλαπλής επιλογής: μπορεί να δείξει το φαινόμενο (έλξη των χαρτιών), όμως δεν μπορεί να αναδείξει την ερμηνεία του (πόλωση των μορίων). Κανένα υλοποιήσιμο σε συνθήκες σχολικής τάξης πείραμα δεν μπορεί να κάνει κάτι τέτοιο.

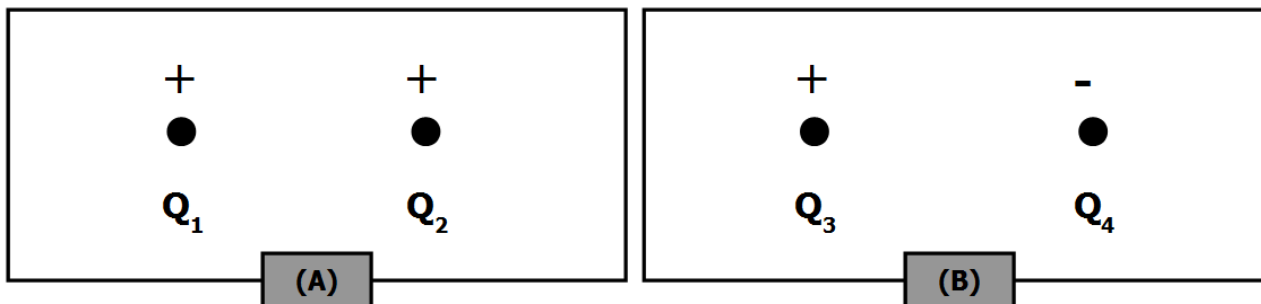
Δεν περιμένουμε λοιπόν οι μαθητές να "ανακαλύψουν" την πόλωση και κατά συνέπεια την ερμηνεία του φαινομένου. Αυτή είναι δουλειά του διδάσκοντα και το βασικό του όχημα είναι η συζήτηση που ακολουθεί, η οποία κατά συνέπεια θα περιέχει μεγάλες δόσεις διάλεξης. Ανάλογα με τις προτιμήσεις του (και τις υλικοτεχνικές δυνατότητες της τάξης), ο διδάσκων μπορεί να επιλέξει αν θα χρησιμοποιήσει εικόνες, βίντεο ή κάποια προσομοίωση για να υποστηρίξει την παρουσίαση του φαινομένου της πόλωσης και τη σύνδεσή του με την ηλέκτριση από απόσταση.

Μετά από τη συζήτηση και τη σχεδίαση των πολωμένων ατόμων/μορίων, έχει έρθει η στιγμή κατά την οποία μπορεί να εκφραστεί η επιστημονικά αποδεκτή άποψη για το ερώτημα "τι γίνεται μέσα στο αφόρτιστο χαρτί", από το οποίο ξεκίνησε το μάθημα. Μια προτεινόμενη συνεπώς συμπλήρωση της πρότασης της 2ης σελίδας θα μπορούσε να είναι:

*Όταν πλησιάζουμε το μπαλόνι στο χαρτί δε μεταφέρονται ηλεκτρικά φορτία από το μπαλόνι στο χαρτί, γιατί αυτά τα δύο δεν ακουμπούν το ένα το άλλο. Όμως, τα φορτία που υπάρχουν από πριν μέσα στο χαρτί αλλάζουν θέσεις. Τα μόρια του χαρτιού είναι πια πολωμένα: στη μια πλευρά υπάρχουν περισσότερα αρνητικά φορτία και στην άλλη (κοντά στο μπαλόνι) περισσότερα θετικά. Το αρνητικά φορτισμένο μπαλόνι έλκει τα θετικά φορτία του χαρτιού που είναι κοντά του.*

Σε αυτό το μάθημα θα μάθουμε τα βασικά χαρακτηριστικά της **ηλεκτρικής δύναμης**

→ **Παρατήρησε** τα σχέδια. **Σχεδίασε** τις δυνάμεις που ασκούνται μεταξύ των φορτίων.



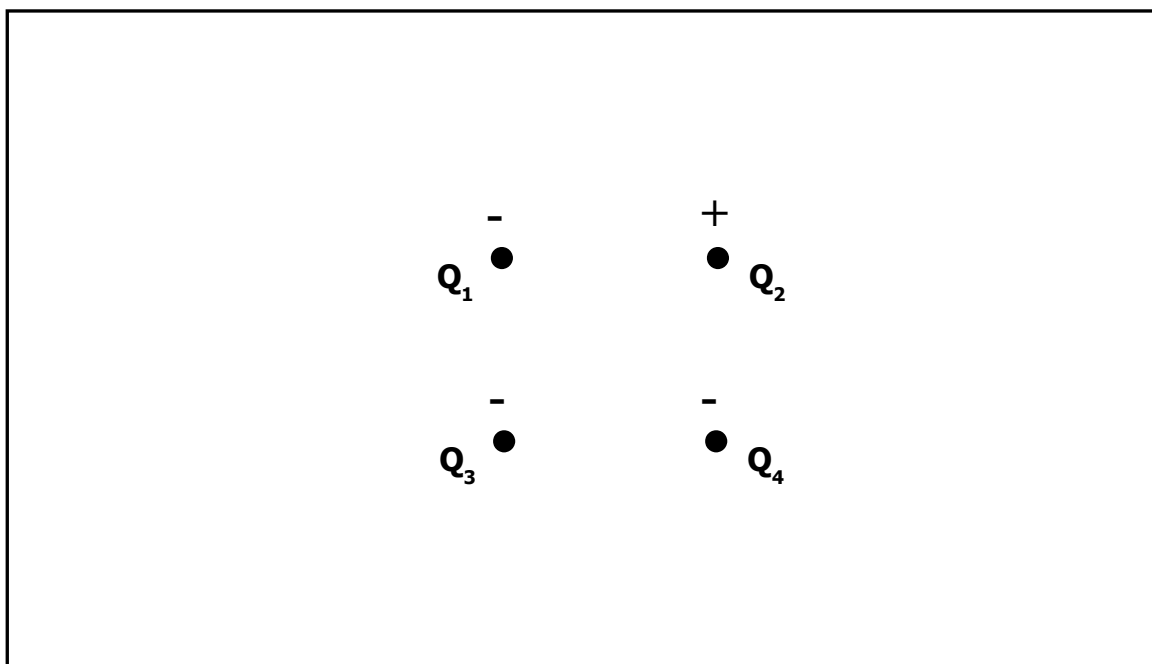
→ **Συμπλήρωσε** τα κενά στις παρακάτω προτάσεις.

Στο σχέδιο (A) η ηλεκτρική δύναμη .....

Στο σχέδιο (B) η ηλεκτρική δύναμη .....

Και στα δύο σχέδια .....

→ **Παρατήρησε** το σχέδιο. **Σχεδίασε** τις δυνάμεις που ασκούνται μεταξύ των φορτίων.





→ Στην παρακάτω εικόνα φαίνονται δύο μπάλες (**A** και **B**). Κάθε μία έχει φορτίο  $+5C$ .

α) **Σχεδιάσε** τη δύναμη που ασκείται πάνω στην μπάλα **A** και τη δύναμη που ασκείται πάνω στην μπάλα **B**. (Αν κάποια δύναμη είναι μεγαλύτερη σχεδιάσε μεγαλύτερο βελάκι).



β) Διπλασιάζουμε το φορτίο της μπάλας **A** και το κάνουμε  $+10C$ . Πώς θα είναι οι δυνάμεις στην κάθε μπάλα τώρα; **Σχεδιάσε:**



γ) Διπλασιάζουμε και το φορτίο της μπάλας **B** και το κάνουμε και αυτό  $+10C$ . Πώς θα είναι οι δυνάμεις τώρα; **Σχεδιάσε:**



δ) Κρατάμε ίδιο το φορτίο σε κάθε μπάλα ( $+10C$ ), αλλά βάζουμε τις δύο μπάλες πιο μακριά, σε διπλάσια απόσταση. Πώς θα είναι οι δυνάμεις τώρα; **Σχεδιάσε:**



→ **Παρακολούθησε** τη συζήτηση στην τάξη και **πάρε μέρος** σε αυτήν.

→ Ποια είναι τα σημαντικότερα που πρέπει να γνωρίζουμε για την ηλεκτρική δύναμη;  
**Συμπλήρωσε:**

(1) .....

(2) .....

(3) .....

Τα ίδια (και πολλά περισσότερα) βρίσκεις στο σχολικό βιβλίο, σελ. 22-24.

## Γ3 - "Η ηλεκτρική δύναμη"

### Οδηγίες για τον εκπαιδευτικό

#### α) Τεχνικές λεπτομέρειες

Υλικά: -

Διάρκεια: Μία διδακτική ώρα

#### β) Εφαρμογή του υλικού - Μια πρόταση

Οι μαθητές πρέπει να είναι εξοικειωμένοι από τα προηγούμενα μαθήματα με σχέδια όπως τα (Α) και (Β) με τα οποία ξεκινά το φύλλο εργασίας. Εκτιμούμε πως αν το *"ετερόνυμα έλκονται, ομώνυμα απωθούνται"* δεν έχει ήδη κατακτηθεί από τους μαθητές και χρειάζεται να αφιερωθεί διδακτικός χρόνος σε αυτό, η ολοκλήρωση του φύλλου εργασίας σε μία διδακτική ώρα είναι δύσκολα εφικτή.

Οι λόγοι για τους οποίους προτείνεται η διαπραγμάτευση των σχεδίων (Α) και (Β) είναι δύο:

1) σαν μια ευκαιρία να σχολιαστεί το ότι, για κάθε ποσότητα ηλεκτρικού φορτίου σε ένα σώμα, ο φυσικός αρχικά ενδιαφέρεται για δύο ιδιότητες της. Πρώτον για το όνομα που θα της δώσει ( $Q_1$  ή  $Q_2$  ή  $Q_A$  κτλ) και δεύτερον για το είδος της ποσότητας φορτίου (θετικό ή αρνητικό). Η εμπειρία μας έχει δείξει ότι κάποιοι μαθητές συγχέουν το όνομα ενός ηλεκτρικού φορτίου με το είδος του, οπότε κρίνουμε απαραίτητη την αναφορά στη διάκρισή τους. Η αναλογία με τα ονόματα των παιδιών και τον διαχωρισμό τους σύμφωνα με το φύλο (αγόρι-κορίτσι), ίσως φανεί χρήσιμη.

2) προκειμένου να αναδειχθεί αυτό που είναι κοινό σε κάθε περίπτωση ηλεκτρικών (και όχι μόνο) δυνάμεων, ότι δηλαδή αυτές εμφανίζονται πάντοτε σε ζεύγη, εκφράζοντας κάποια αλληλεπίδραση. Για λόγους που μάλλον σχετίζονται με την παράδοση της διδασκαλίας του ηλεκτρισμού, συχνά διαπιστώνουμε ότι οι σχετικές διδασκαλίες εστιάζουν ιδιαίτερα στη διαφορά ("*ομώνυμα Vs ετερόνυμα*"), εις βάρος της ομοιότητας (αλληλεπίδραση). Εκτιμούμε ότι σε αυτό το σημείο της διδασκαλίας του ηλεκτρισμού αξίζει να γίνει η, ιδιαίτερα σημαντική από την πλευρά της επιστήμης, αναφορά στις δυνάμεις σαν φορείς αλληλεπιδράσεων.

Κατά συνέπεια, μια προτεινόμενη συμπλήρωση των κενών της 1ης σελίδας θα μπορούσε να είναι:

Στο σχέδιο (A) η ηλεκτρική δύναμη ανάμεσα στα φορτία  $Q_1$  και  $Q_2$  είναι απωστική (γιατί είναι φορτία ίδιου είδους).

Στο σχέδιο (B) η ηλεκτρική δύναμη ανάμεσα στα φορτία  $Q_3$  και  $Q_4$  είναι ελκτική (γιατί είναι φορτία διαφορετικού είδους).

Και στα δύο σχέδια ό,τι δύναμη δέχεται το ένα φορτίο, τέτοια δέχεται και το άλλο. Ή και τα δύο ελκτική ή και τα δύο απωστική, και πάντοτε το ίδιο μεγάλη.

Οι δραστηριότητες που ακολουθούν (σχέδιο με 4 φορτία, φορτία στις μπάλες) σκοπεύουν να συνεχίσουν την τριβή των μαθητών στα ίδια ζητήματα. Η δραστηριότητα με τα 4 φορτία προτείνεται καθώς καλλιεργεί την ικανότητα των μαθητών να "βλέπουν" ζευγάρια φορτίων, μια ικανότητα που μεταξύ φυσικών είναι μάλλον αυτονόητη. Η δραστηριότητα με τις ηλεκτρισμένες μπάλες εισάγεται ώστε να διαμορφώσει το κατάλληλο πεδίο για μια ποιοτική διαπραγμάτευση του νόμου του Coulomb.

Τα βασικά συμπεράσματα για την ηλεκτρική δύναμη συνοψίζονται στο τέλος του φύλλου εργασίας. Μια προτεινόμενη συμπλήρωση τους θα μπορούσε να είναι:

1) *Δύο φορτία του ίδιου είδους απωθούνται το ένα από το άλλο. Δύο φορτία διαφορετικού είδους έλκονται το ένα προς το άλλο.*

2) *Η ηλεκτρική δύναμη είναι είτε ελκτική και στα δύο φορτία, είτε απωστική και στα δύο. Δεν γίνεται στο ένα φορτίο να έχουμε έλξη και στο άλλο άπωση.*

3) *Η δύναμη ανάμεσα σε δύο φορτία είναι πάντα το ίδιο μεγάλη (έχει το ίδιο μέτρο), ακόμα κι αν μιλάμε για διαφορετικά φορτία (π.χ. το ένα  $+5C$  και το άλλο  $+30C$ ).*

Όνομα: .....

Ημερομηνία: ...../...../.....

Σε αυτό το μάθημα θα βρούμε τη διαφορά ανάμεσα στο **"φορτίο"** και το **"ρεύμα"**

→ Όλοι έχουμε ακούσει τις λέξεις *"ηλεκτρικό φορτίο"* και *"ηλεκτρικό ρεύμα"*. **Γράψε** μία πρόταση που περιγράφει τι διαφορετικό μπορεί να σημαίνουν.

Όταν λέμε ηλεκτρικό *"φορτίο"* εννοούμε .....

Όταν λέμε ηλεκτρικό *"ρεύμα"* εννοούμε .....

→ **Παρακολούθησε** την προσομοίωση<sup>7</sup> που θα σου δείξει ο καθηγητής σου.

→ **Παρακολούθησε** τη συζήτηση στην τάξη και **πάρε μέρος** σε αυτήν.

→ **Ζωγράφισε** ένα σχέδιο που θα δείχνει τι είναι το ηλεκτρικό ρεύμα.



→ Στο σχολικό βιβλίο, **βρες** το σημείο που περιγράφεται *"τι ονομάζουμε ηλεκτρικό ρεύμα"*. **Αντίγραψε** εδώ αυτόν τον ορισμό.

Ονομάζουμε ηλεκτρικό ρεύμα .....

→ Μπορείς να σκεφτείς κάτι που μοιάζει με το ηλεκτρικό ρεύμα; **Σημείωσε** και **ζωγράφισέ** το.

Το ηλεκτρικό ρεύμα είναι σαν .....



<sup>7</sup> Διαθέσιμη στο <https://phet.colorado.edu/el/simulation/legacy/battery-resistor-circuit>

→ **Διάβασε** τα παρακάτω λόγια του "Ηρακλή".



*Γεια σας!*

*Χαίρομαι που θα σας πω την ιστορία μου. Με λένε **Ηρακλή** και είμαι ένας απλός **μετρητής φορτίων**. Είμαι πολύ μικρός, χωράω μέσα σε μια μπαταρία, σε ένα καλώδιο, μέσα στο σύρμα μιας λάμπας! Αυτό που κάνω είναι να **μετρώ φορτία**.*

*Προχθές, δούλεψα σε μία σχολική τάξη. Έκανα μετρήσεις μέσα σε δύο καλώδια.*

*- Στο καλώδιο **(A)**, δούλεψα για **1** λεπτό και μέτρησα φορτίο ίσο με **60 C**.*

*- Στο καλώδιο **(B)**, δούλεψα για **3** λεπτά και μέτρησα φορτίο ίσο με **120 C**.*

→ **Ζωγράφισε** δύο σχέδια που θα δείχνουν τις δύο μετρήσεις που έκανε ο Ηρακλής:



→ Σε ποια από τις δύο μετρήσεις, που έκανε ο Ηρακλής, το ηλεκτρικό ρεύμα ήταν πιο δυνατό; **Γράψε** παρακάτω την απάντησή σου.

*Το ηλεκτρικό ρεύμα ήταν πιο δυνατό στο καλώδιο .....*

*Απαντώ έτσι γιατί σκέφτηκα ότι .....*

→ **Παρακολούθησε** τη συζήτηση στην τάξη και **πάρε μέρος** σε αυτήν.

→ Τι είναι αυτό που ονομάζουμε "**ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος**"; **Σημείωσε**.

.....

.....

→ Πώς περιγράφουμε την "**ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος**" με τη γλώσσα των μαθηματικών; **Συμπλήρωσε** το κουτάκι.

Τα ίδια (και πολλά περισσότερα) βρίσκεις στο σχολικό βιβλίο, **σελ. 37-38**.

## Γ4 - "Φορτίο και ρεύμα"

### Οδηγίες για τον εκπαιδευτικό

#### α) Τεχνικές λεπτομέρειες

Υλικά: Υπολογιστές με πρόσβαση στο ίντερνετ (ή εγκατεστημένη την [προσομοίωση](#))

Διάρκεια: Μία ή δύο διδακτικές ώρες

#### β) Εφαρμογή του υλικού - Μια πρόταση

Τόσο η σχετική βιβλιογραφία, όσο και η εμπειρία μας, δείχνουν ότι αρκετοί μαθητές δε φαίνονται να διαφοροποιούν με σαφήνεια τις έννοιες "ηλεκτρικό φορτίο" και "ηλεκτρικό ρεύμα". Από την άλλη, κάθε φυσικός έχει ξεκάθαρη στο μυαλό του τη διαφορά ανάμεσα στις δύο έννοιες, σε βαθμό που σε αρκετές περιπτώσεις επιλέγει να μην αφιερώνει ικανοποιητικό διδακτικό χρόνο στη διαφοροποίησή τους. Η εισαγωγική δραστηριότητα ("γράψε τι διαφορετικό μπορεί να σημαίνουν") έχει ως στόχο να αναδείξει την σύγχυση που είναι πιθανό να επικρατεί στη σκέψη κάποιων μαθητών.

Όμως προτείνουμε η δραστηριότητα αυτή να παραμείνει στο επίπεδο της ανάδειξης αυτής της σύγχυσης (και όχι να προχωρήσει στην αποσαφήνισή της). Απέναντι στο συμπέρασμα "*εδώ μάλλον τα έχουμε λίγο μπερδεμένα στο μυαλό μας*", εκτιμούμε ότι οφείλουμε να ανταποκριθούμε με δύο βήματα: α) να το αποδεχτούμε ως απολύτως φυσιολογικό (αφενός εκφράζοντάς το ρητά και αφετέρου δίνοντάς του τον χρόνο να υπάρχει) και β) να δώσουμε στους μαθητές μας τα εργαλεία για να το διαχειριστούν. Το βασικό εργαλείο μας είναι η προτεινόμενη προσομοίωση και η συζήτηση που θα τη συνοδέψει.

Σημαντική θεωρούμε και τη χρήση τουλάχιστον μίας από τις αναλογίες που έχουν κατά καιρούς προταθεί για τη διδασκαλία του ηλεκτρικού ρεύματος, όπως για παράδειγμα το υδραυλικό μοντέλο ("το ηλεκτρικό ρεύμα μοιάζει με το νερό που κυλά στους σωλήνες") ή το κυκλοφορικό μοντέλο ("το ηλεκτρικό ρεύμα μοιάζει με ένα τρένο που προχωρά στις ράγες"). Υπενθυμίζουμε βέβαια ότι στη χρήση οποιασδήποτε αναλογίας στη διδασκαλία, θα πρέπει να αφιερώνεται χρόνος όχι μόνο στα στοιχεία που υποστηρίζουν την αναλογία, αλλά και σε εκείνα που την αναιρούν (στα στοιχεία δηλαδή που επιβεβαιώνουν ότι το ηλεκτρικό ρεύμα δεν είναι ούτε νερό σε σωλήνες, ούτε τρένο σε ράγες).

Ανάλογα με τις δυνατότητες της τάξης, ο διδάσκων μπορεί να επιλέξει αν θα επιδιώξει την ολοκλήρωση του φύλλου εργασίας σε μία ή σε δύο διδακτικές ώρες. Η δεύτερη σελίδα του φύλλου εργασίας έχει σχεδιαστεί ώστε να προετοιμάζει το έδαφος για τη διδασκαλία της έντασης του ηλεκτρικού ρεύματος, κάτι που μπορεί να γίνει και σε επόμενο μάθημα. Πιο συγκεκριμένα, η δραστηριότητα "Ηρακλής" προτείνεται ώστε να γεννηθεί στη σκέψη των

μαθητών η ανάγκη εύρεσης ενός τρόπου να διαχωρίσουμε το "δυνατότερο" από το "λιγότερο δυνατό" ηλεκτρικό ρεύμα.

Σε αυτό το μάθημα θα γνωρίσουμε τον "**νόμο του Ωμ**"

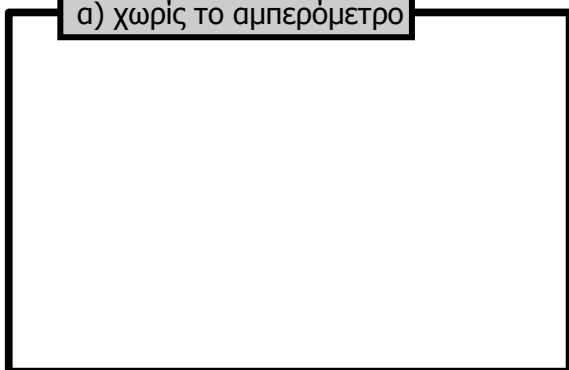
→ Μια ομάδα μαθητών έκανε ένα πείραμα. **Διάβασε** πώς το περιγράφουν οι μαθητές:

*Χρησιμοποιήσαμε καλώδια, μία μπαταρία των 1.5V, έναν διακόπτη και ένα λαμπάκι. Τα συνδέσαμε όλα στη σειρά, το ένα μετά το άλλο. Όταν κλείσαμε το διακόπτη, είδαμε το λαμπάκι να ανάβει!*

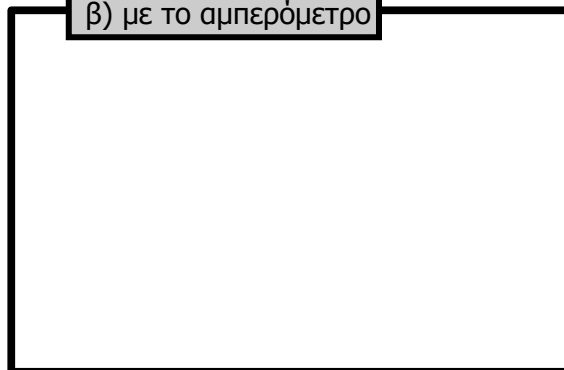
*Για να μετρήσουμε την ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος, χρησιμοποιήσαμε ένα αμπερόμετρο. Το συνδέσαμε κι αυτό στο κύκλωμά μας και είδαμε ότι έδειχνε "0.5 A".*

→ **Σχεδίασε** στα παρακάτω πλαίσια το κύκλωμα που έφτιαξαν οι μαθητές: α) πρινβάλουν στο κύκλωμα το αμπερόμετρο και β) αφού έβαλαν το αμπερόμετρο.

α) χωρίς το αμπερόμετρο



β) με το αμπερόμετρο



→ **Διάβασε** πώς περιγράφουν οι μαθητές τη συνέχεια του πειράματος:

*Μετά αλλάξαμε τη μπαταρία και βάλουμε μία μπαταρία των 4.5 V. Τότε το αμπερόμετρο έδειχνε ότι η ένταση του ρεύματος είχε γίνει 1.5 A.*

*Μετά δοκιμάσαμε με μία μπαταρία των 6 V. Τότε το αμπερόμετρο έδειχνε 2 A.*

*Μετά βάλουμε μία μπαταρία των 9 V. Τότε το αμπερόμετρο έδειχνε 3 A.*

→ **Σχεδίασε** τα τρία κυκλώματα που περιγράφουν οι μαθητές.





→ **Συμπλήρωσε** τον παρακάτω πίνακα με όλες τις μετρήσεις των μαθητών.

Τάση μπαταρίας (V)	Ένταση ρεύματος (A)

→ **Διάβασε** παρακάτω το συμπέρασμα των μαθητών:

*Κάθε φορά που αλλάζουμε τη μπαταρία, αλλάζει και το ρεύμα που περνάει μέσα από το κύκλωμά μας. Συμφωνήσαμε ότι κάθε φορά το αποτέλεσμα είναι διαφορετικό. Συμφωνήσαμε όλοι, εκτός από τη Μαρία, που έλεγε: "όχι, υπάρχει κάτι που **δεν** είναι διαφορετικό, υπάρχει κάτι που **δεν** αλλάζει από μέτρηση σε μέτρηση!"*

→ **Παρακολούθησε** τη συζήτηση στην τάξη και **πάρε μέρος** σε αυτήν.

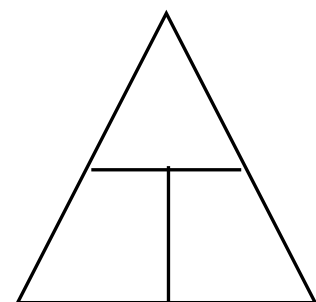
→ Τι εννοούσε η Μαρία με αυτό που έλεγε; Τι δεν αλλάζει; **Σημείωσε** παρακάτω:

.....  
.....  
.....

→ Βρες στο σχολικό βιβλίο τον "νόμο του Ωμ" (σελ. 45). **Γράψε** τον νόμο του Ωμ:

Σύμφωνα με τον νόμο του Ωμ, .....  
.....  
.....  
.....

→ Πώς γράφουμε τον νόμο του Ωμ στη γλώσσα των μαθηματικών; **Συμπλήρωσε:**



Τα ίδια (και πολλά περισσότερα) βρίσκεις στο σχολικό βιβλίο, **σελ. 43-45**.

## Γ5 - "Ο νόμος του Ωμ"

### Οδηγίες για τον εκπαιδευτικό

#### α) Τεχνικές λεπτομέρειες

Υλικά (όλα προαιρετικά): Καλώδια, μπαταρία, διακόπτης, λαμπάκι, αμπερόμετρο

Διάρκεια: Μία διδακτική ώρα

#### β) Εφαρμογή του υλικού - Μια πρόταση

Το φύλλο εργασίας έχει σχεδιαστεί χωρίς να θεωρείται δεδομένο ότι είναι διαθέσιμα τα υλικά που χρειάζονται για να κατασκευαστεί το ηλεκτρικό κύκλωμα που περιγράφεται. Η επίδειξη λοιπόν του κυκλώματος από τον διδάσκοντα, αν και εκτιμούμε ότι έχει διδακτική αξία (ειδικά όσον αφορά τη χρήση του αμπερομέτρου), είναι προαιρετική.

Από την άλλη, επισημαίνουμε ότι αυτό δεν είναι ένα φύλλο εργασίας που έχει σχεδιαστεί για εργαστηριακή δουλειά των μαθητών σε ομάδες. Οι λόγοι είναι δύο. Πρώτον, εκτιμούμε ότι δεν είναι εφικτό η υλοποίηση των κυκλωμάτων και η μετέπειτα διαπραγμάτευση των συμπερασμάτων να χωρέσουν μέσα σε μία διδακτική ώρα. Δεύτερον, και σημαντικότερο, θεωρούμε πολύ πιθανό η πραγματοποίηση μετρήσεων σε εργαστηριακό περιβάλλον να αποπροσανατολίσει τη συζήτηση από τον νόμο του Ωμ προς άλλα ζητήματα, κυρίως εργαστηριακής φύσης. Ο νόμος του Ωμ είναι ένα θεωρητικό μοντέλο που επιδιώκουμε να γνωρίσουν για πρώτη φορά οι μαθητές μας. Σε αυτή την πρώτη γνωριμία προτείνουμε ένα φύλλο εργασίας απαλλαγμένο από τις (αναπόφευκτες) αποκλίσεις από το θεωρητικό μοντέλο που θα εμφανιστούν σε ένα εργαστήριο. Διότι διαφορετικά, είτε θα "χάσουμε την μπάλα" του διδακτικού χρόνου, είτε θα έχουμε υποστηρίξει ένα θεωρητικό μοντέλο που λίγοι μαθητές εν τέλει θα πιστέψουν. Για τον ίδιο λόγο, στο φύλλο εργασίας παρουσιάζονται σαν αποτελέσματα των υποτιθέμενων μετρήσεων πολύ "βολικοί" αριθμοί (0.5, 2, 3 κτλ).

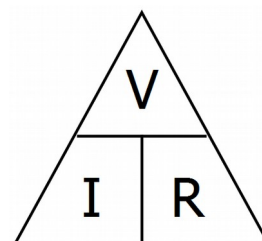
Ο σχεδιασμός του πρώτου κυκλώματος με δύο τρόπους (χωρίς και με τη χρήση αμπερομέτρου) προτείνεται προκειμένου να αναδειχθούν τόσο η χρήση του αμπερομέτρου, όσο και ένα "κρυφό μυστικό" των φυσικών σχετικά με αυτήν. Ότι δηλαδή το αμπερόμετρο δεν επηρεάζει τη λειτουργία ενός κυκλώματος και ότι κατά συνέπεια εμείς οι φυσικοί αναγράφουμε τιμές έντασης σε ένα ηλεκτρικό κύκλωμα χωρίς να σχεδιάζουμε το αμπερόμετρο που χρησιμοποιήθηκε για να τις μετρήσουμε (και χωρίς τύψεις που δεν το κάνουμε).

Το σημείο-κλειδί του μαθήματος είναι η παρατήρηση της Μαρίας που περιγράφεται στη 2η σελίδα του φύλλου εργασίας. Ότι δηλαδή *"υπάρχει κάτι που δεν αλλάζει"*. Η εμπειρία μας

έχει δείξει ότι όλο και κάποιος μαθητής θα είναι σε θέση να διαπιστώσει πως αυτό το "κάτι" είναι ο συντελεστής αναλογίας ανάμεσα στην τάση και την ένταση (που στο παράδειγμα του φύλλου εργασίας είναι ο αριθμός 3). Συνεπώς, προτείνουμε στη σχετική συζήτηση να δοθεί χρόνος από το διδάσκοντα ώστε η εν λόγω "ανακάλυψη" να γίνει από τους μαθητές και όχι από τον ίδιο.

Αυτό που καλό είναι να συμπληρώσει ο διδάσκων, είναι ότι κάθε ηλεκτρικό κύκλωμα έχει τον δικό του συντελεστή αναλογίας. Ότι δηλαδή αν οι μαθητές έφτιαχναν, για παράδειγμα, ένα ηλεκτρικό κύκλωμα με τρία λαμπάκια, ο συντελεστής αναλογίας θα ήταν άλλος (αλλά πάλι σταθερός σε όλη τη διάρκεια του πειράματος). Το αν η συζήτηση θα μπει και σε περαιτέρω λεπτομέρειες, όπως το φυσικό νόημα αυτού του συντελεστή, το όνομά του ή τις μονάδες μέτρησής του, είναι ένα ερώτημα που ο διδάσκων θα επιλέξει με ποιον τρόπο θα απαντήσει.

Η ένταξη του "τριγώνου" δίπλα στη μαθηματική έκφραση του νόμου του  $\Omega$  (τέλος 2ης σελίδας) προτείνεται για να βοηθήσει τους μαθητές που δυσκολεύονται να διαχειριστούν τις μαθηματικές πράξεις που απορρέουν από τον νόμο. Το τρίγωνο συμπληρώνεται όπως δείχνει το διπλανό σχήμα. Η χρήση του τριγώνου είναι απλή και διατυπώνεται σε 3 βήματα:



- 1) *θυμάμαι* σε ποια θέση γράφεται κάθε φυσικό μέγεθος,
- 2) *κρύβω* το φυσικό μέγεθος που δε γνωρίζω στη συγκεκριμένη άσκηση,
- 3) *βλέπω* τι απομένει στο τρίγωνο, δηλαδή ποια είναι η πράξη που πρέπει να κάνω.

Αν υπάρχει διαθέσιμος διδακτικός χρόνος μετά την ολοκλήρωση του φύλλου εργασίας, ο διδάσκων μπορεί να προτείνει ένα παράδειγμα εφαρμογής του νόμου του  $\Omega$  και της χρήσης του τριγώνου.

Όνομα: .....

Ημερομηνία: ...../...../.....

Σε αυτό το μάθημα θα γνωρίσουμε βασικούς τρόπους να φτιάχνουμε ηλεκτρικά κυκλώματα

→ Τι είναι αυτό που ονομάζουμε "ηλεκτρική αντίσταση" ενός αγωγού; **Βρες** στο βιβλίο σου το σημείο που αναφέρεται στο φυσικό μέγεθος "ηλεκτρική αντίσταση" και **γράψε**:

Ηλεκτρική αντίσταση ενός αγωγού ονομάζουμε .....

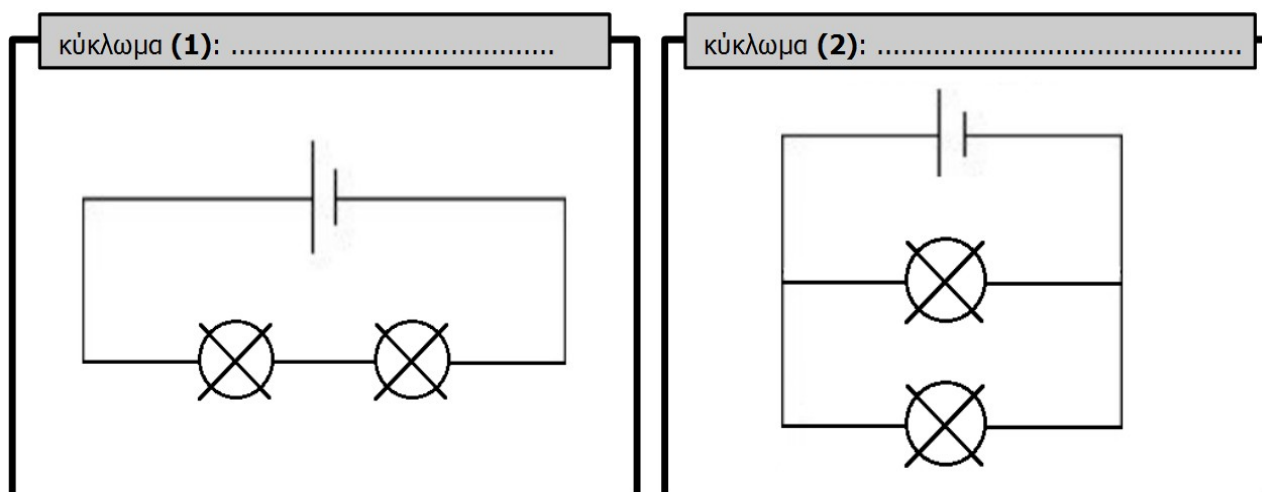
.....

.....

→ Πώς μπορούμε να γράψουμε το ίδιο στη "γλώσσα των μαθηματικών"; **Σημείωσε**:



→ **Παρατήρησε** τις παρακάτω αναπαραστάσεις δύο ηλεκτρικών κυκλωμάτων.



→ Τι υλικά χρειάζεται κάποιος που θέλει να φτιάξει αυτά τα κυκλώματα; **Σημείωσε**:

Υλικά: .....

→ Αν κάποιος φτιάξει αυτά τα κυκλώματα, τα λαμπάκια στα δύο κυκλώματα θα φωτίζουν το ίδιο δυνατά ή όχι; **Διάλεξε** την απάντηση που θεωρείς σωστή:

- Τα λαμπάκια στο κύκλωμα (1) θα φωτίζουν δυνατότερα.
- Τα λαμπάκια στο κύκλωμα (2) θα φωτίζουν δυνατότερα.
- Τα λαμπάκια στα δύο κυκλώματα θα φωτίζουν το ίδιο.

→ Πώς ονομάζεται η σύνδεση που χρησιμοποιούμε σε κάθε κύκλωμα; **Σημείωσε** πάνω στα σχήματα της προηγούμενης σελίδας.

→ Συνεργάσου με τους συμμαθητές στην ομάδα σου και **φτιάξτε** τα δύο κυκλώματα. Ήταν σωστή η πρόβλεψή σας; Κύκλωσε:

ΝΑΙ

ΟΧΙ

→ Τελικά τα λαμπάκια στα δύο κυκλώματα φωτίζουν το ίδιο δυνατά ή όχι; **Σημείωσε.**

.....  
.....

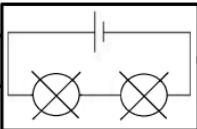
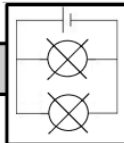
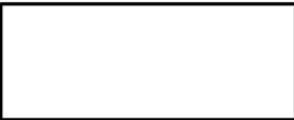
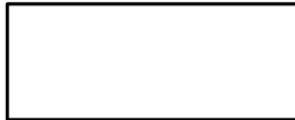
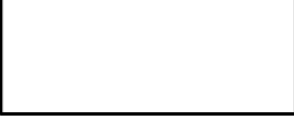
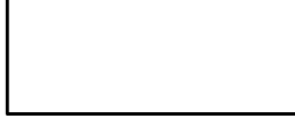
→ **Παρακολούθησε** τη συζήτηση στην τάξη και **πάρε μέρος** σε αυτήν.

→ Τι είναι αυτό που ονομάζουμε "ισοδύναμη αντίσταση"; **Σημείωσε** παρακάτω.

*Ισοδύναμη αντίσταση ενός κυκλώματος είναι* .....

.....  
.....  
.....

→ **Γράψε** παρακάτω τις βασικές διαφορές ανάμεσα στις δύο συνδέσεις κυκλωμάτων:

Σύνδεση σε σειρά		Παράλληλη σύνδεση	
Ηλεκτρικό ρεύμα: .....		Ηλεκτρικό ρεύμα: .....	
			
Ισοδύναμη αντίσταση: .....		Ισοδύναμη αντίσταση: .....	
			

Τα ίδια (και πολλά περισσότερα) βρίσκεις στο σχολικό βιβλίο, **σελ. 44 και 54-56.**

## Γ6 - "Συνδέσεις κυκλωμάτων"

### Οδηγίες για τον εκπαιδευτικό

#### α) Τεχνικές λεπτομέρειες

Υλικά (για κάθε ομάδα μαθητών): 2 μπαταρίες, 4 λαμπάκια, καλώδια

Διάρκεια: Μία διδακτική ώρα

#### β) Εφαρμογή του υλικού - Μια πρόταση

Ο σχεδιασμός του φύλλου εργασίας θεωρεί δεδομένο ότι οι μαθητές έχουν ήδη σε προηγούμενα μαθήματα γνωρίσει το φυσικό μέγεθος "ηλεκτρική αντίσταση" και τη σχέση του με τον νόμο του Ωμ. Κατά συνέπεια, το πρώτο μέρος του φύλλου εργασίας ("τι είναι η ηλεκτρική αντίσταση") προτείνεται να μην απασχολήσει μεγάλο μέρος του διδακτικού χρόνου.

Θα μπορούσε κάποιος να ισχυριστεί ότι το φύλλο εργασίας μπορεί να χρησιμοποιηθεί και χωρίς οι μαθητές να πιάσουν στα χέρια τους μπαταρίες και λαμπάκια. Συζητώντας για τις δύο συνδέσεις κυκλωμάτων, όπως αυτές περιγράφονται από τα σχήματα. Ο γράφων δεν υιοθετεί αυτό τον ισχυρισμό. Η διαπίστωση ότι στην παράλληλη σύνδεση τα δύο λαμπάκια φωτίζουν πιο έντονα, είναι από αυτές που αν δεν τις δεις να αποδεικνύονται εμπράκτως στο εργαστήριο, δύσκολα θα παρατήσεις την άποψή σου για να τις ασπαστείς. Προτείνουμε λοιπόν το φύλλο εργασίας να συμπληρωθεί με τους μαθητές να δουλεύουν σε ομάδες στο εργαστήριο του σχολείου (ή έστω, με τους μαθητές να παρακολουθούν τη δημιουργία των κυκλωμάτων ως "πείραμα επίδειξης").

Οι τίτλοι των συνδέσεων που πρόκειται να συμπληρωθούν στα σχήματα είναι "κύκλωμα (1): σύνδεση σε σειρά" και "κύκλωμα (2): παράλληλη σύνδεση".

Μια προτεινόμενη συμπλήρωση των βασικών διαφορών μεταξύ των δύο συνδέσεων (τελευταίο μέρος του φύλλου εργασίας) θα μπορούσε να είναι:

##### α) Σύνδεση σε σειρά

*Ηλεκτρικό ρεύμα: Το ίδιο ηλεκτρικό ρεύμα περνάει και από τα δύο λαμπάκια ( $I=I_1=I_2$ )*

*Ισοδύναμη αντίσταση: Η ισοδύναμη αντίσταση είναι μεγαλύτερη από την αντίσταση κάθε λαμπάκιου ( $R=R_1+R_2$ )*

##### β) Παράλληλη σύνδεση

*Ηλεκτρικό ρεύμα: Από κάθε λαμπάκι περνάει διαφορετικό ηλεκτρικό ρεύμα ( $I=I_1+I_2$ )*

*Ισοδύναμη αντίσταση: Η ισοδύναμη αντίσταση είναι μικρότερη από την αντίσταση κάθε λαμπάκιου ( $1/R=1/R_1+1/R_2$ )*

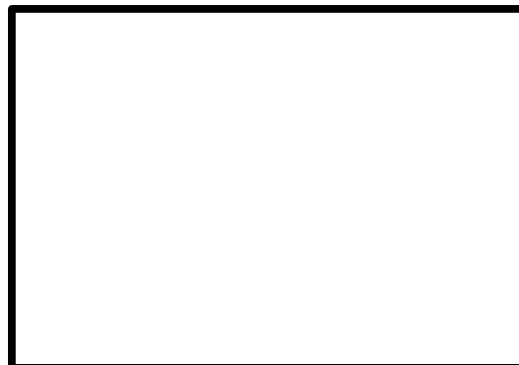
Σε αυτό το μάθημα θα φτιάξουμε κάτι που μπορεί να **ταλαντώνεται**

→ **Σημείωσε** τα υλικά που έχεις στη διάθεσή σου:

.....  
.....

→ **Φτιάξε** κάτι που θα μπορείς να το σπρώχνεις μια φορά και μετά αυτό μόνο του θα πηγαίνει πέρα-δώθε.

→ **Ζωγράφισε** στο κουτάκι αυτό που έφτιαξες.



→ Τι εννοούμε όταν λέμε ότι κάτι "ταλαντώνεται"; **Συμπλήρωσε**:

Όταν λέμε ότι κάτι "ταλαντώνεται", εννοούμε .....

→ Σε αυτό που έφτιαξες, πόση ακριβώς είναι η μία ταλάντωση; **Σχεδίασε** στο σχήμα.

→ Πόσες ταλαντώσεις κάνει αυτό που έφτιαξες; **Σημείωσε** παρακάτω.

Αυτό που έφτιαξα κάνει:

..... ταλαντώσεις μέσα σε **12** δευτερόλεπτα

→ **Φτιάξε** τώρα κάτι που ταλαντώνεται, κάνοντας:

**10** ταλαντώσεις μέσα σε **12** δευτερόλεπτα

→ **Παρακολούθησε** τη συζήτηση στην τάξη και **πάρε μέρος** σε αυτήν.

→ **Συμπλήρωσε** τις παρακάτω προτάσεις:

Αυτό που φτιάξαμε, στη γλώσσα της φυσικής ονομάζεται .....

Για να αλλάξουμε το πόσο γρήγορα ταλαντώνεται ένα εκκρεμές, .....

.....

Ο αριθμός που δείχνει πόσο γρήγορα γίνεται η ταλάντωση λέγεται .....

→ Παρατήρησε τις παρακάτω εικόνες.

→ Τι ταλαντώνεται σε κάθε εικόνα; Πώς μπορούμε να αλλάξουμε το πόσο γρήγορα ταλαντώνεται; **Συμπλήρωσε** τις προτάσεις:



Αυτό που ταλαντώνεται είναι .....

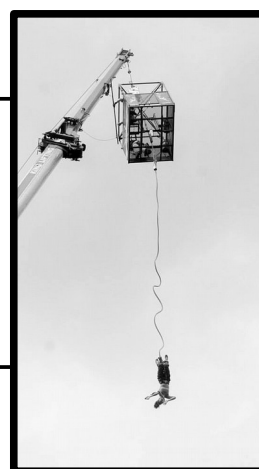
Μπορούμε να αλλάξουμε το πόσο γρήγορα ταλαντώνεται αν .....

.....  
.....

Αυτό που ταλαντώνεται είναι .....

Μπορούμε να αλλάξουμε το πόσο γρήγορα ταλαντώνεται αν .....

.....  
.....



Αυτό που ταλαντώνεται είναι .....

Μπορούμε να αλλάξουμε το πόσο γρήγορα ταλαντώνεται αν .....

.....  
.....



Αυτό που ταλαντώνεται είναι .....

Μπορούμε να αλλάξουμε το πόσο γρήγορα ταλαντώνεται αν ...

.....  
.....



Τα ίδια (και πολλά περισσότερα) βρίσκεις στο σχολικό βιβλίο, **σελ. 89-90.**



## Γ7 - "Φτιάχνουμε ταλάντωση"

### Οδηγίες για τον εκπαιδευτικό

#### α) Τεχνικές λεπτομέρειες

Υλικά: 1m σπάγγος (ή κλωστή), ψαλίδι, πλαστελίνη (ή βαρίδιο ή παξιμάδι βίδας)

Διάρκεια: Μία διδακτική ώρα

#### β) Εφαρμογή του υλικού - Μια πρόταση

Η επιλογή μας να ζητήσουμε από τους μαθητές μας να φτιάξουν κάτι "που κάνει πέρα-δώθε" (αντί να τους ζητήσουμε "ένα εκκρεμές", "έναν ταλαντωτή", ή έστω κάτι που "εκτελεί ταλάντωση"), είναι συνειδητή. Δε θεωρούμε ότι το ενδιαφέρον των μαθητών μας για κάποιο φαινόμενο αυξάνεται όταν γνωρίζουν το όνομά του ή τις έννοιες που σχετίζονται με αυτό. Πρώτα γνωρίζουμε ένα φαινόμενο (δοκιμάζουμε, παίζουμε, διερευνούμε) και μετά αισθανόμαστε την ανάγκη να μάθουμε το όνομα που έχει στη γλώσσα της επιστήμης. Μέχρι τότε, προτιμάμε να χρησιμοποιούμε το όνομα που έχει αυτό το φαινόμενο στη δική μας γλώσσα. "Πέρα-δώθε" λοιπόν.

Μετά την αναφορά στην έννοια "ταλάντωση", το φύλλο εργασίας παροτρύνει τους μαθητές να αναγνωρίσουν πόση απόσταση είναι η "μία" ταλάντωση. Αυτό γίνεται διότι η βιβλιογραφία περιγράφει ως συχνή παρανόηση των μαθητών το να θεωρούν ότι μία πλήρης ταλάντωση είναι η κίνηση από το ένα άκρο της ταλάντωσης στο άλλο.

Ίσως το πιο ενδιαφέρον σημείο στην εργαστηριακή διαδικασία δεν είναι η κατασκευή του εκκρεμούς ή η μέτρηση της συχνότητάς του, αλλά η διερεύνηση των τρόπων να αλλάξουμε τη συχνότητα. Αυτός είναι και ο λόγος που το φύλλο εργασίας ζητάει να τροποποιηθεί το εκκρεμές ώστε να έχει συγκεκριμένη συχνότητα (10 ταλαντώσεις σε 12s, δηλαδή 0,83Hz). Αρκετοί μαθητές εκτιμούν ότι ο τρόπος για "να κάνουμε το εκκρεμές να πηγαίνει πιο γρήγορα" είναι να αυξήσουμε τη μάζα του σώματος. Ο φυσικός το ακούει και χαμογελά υπομονετικά. Η ανακάλυψη ότι η συχνότητα του εκκρεμούς είναι ανεξάρτητη από τη μάζα, δεν θα αργήσει να έρθει.

Ένα προτεινόμενος τρόπος να συμπληρωθούν τα κενά στο κείμενο είναι ο εξής:

*Αυτό που φτιάξαμε, στη γλώσσα της φυσικής ονομάζεται εκκρεμές. Για να αλλάξουμε το πόσο γρήγορα ταλαντώνεται ένα εκκρεμές, αλλάζουμε το μήκος του σκοινιού του. Ο αριθμός που δείχνει πόσο γρήγορα γίνεται η ταλάντωση λέγεται συχνότητα.*

Είναι βέβαια δύο τα φυσικά μεγέθη που αντικατοπτρίζουν το πόσο γρήγορα γίνεται μια ταλάντωση. Είναι η συχνότητα και η περίοδος. Σε αυτό το φύλλο εργασίας επιλέγουμε να επικεντρώσουμε στη συχνότητα, εκτιμώντας ότι είναι πιο συμβατή με αυτό που οι μαθητές μας περιμένουν να αποτελεί μέτρο του "πόσο γρήγορα γίνεται το πέρα-δώθε".

Η αλήθεια είναι ότι προτείνουμε να μη δοθεί (ακόμα) ιδιαίτερη βαρύτητα στις μαθηματικές εκφράσεις της συχνότητας και της περιόδου –αυτές μπορούν να περιμένουν τα επόμενα μαθήματα.

Όπως δείχνει και η δεύτερη σελίδα του φύλλου εργασίας, επιλέγουμε περισσότερο να αναφερθούμε σε μια ποικιλία ταλαντώσεων που έχουμε κατασκευάσει. Και αυτό διότι υιοθετούμε την άποψη ότι έχει διδακτική (και επιστημολογική) σημασία να αναγνωρίσουν οι μαθητές μας τη σύνδεση ανάμεσα στην απλή ταλάντωση ενός εκκρεμούς και στη λειτουργία π.χ. μιας κεραίας παραγωγής ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας.

Ένας προτεινόμενος τρόπος να συμπληρωθούν τα κενά στο κείμενο που συνοδεύει τις φωτογραφίες της 2<sup>ης</sup> σελίδας του φύλλου εργασίας είναι ο εξής:

*Αυτό που ταλαντώνεται είναι το σώμα που κρέμεται από το ελατήριο. Μπορούμε να αλλάξουμε το πόσο γρήγορα ταλαντώνεται αν χρησιμοποιήσουμε ένα ελατήριο πιο σκληρό.*

*Αυτό που ταλαντώνεται είναι ο άνθρωπος που κρέμεται από το σκοινί. Μπορούμε να αλλάξουμε το πόσο γρήγορα ταλαντώνεται αν χρησιμοποιήσουμε ένα σκοινί πιο ελαστικό.*

*Αυτό που ταλαντώνεται είναι η μεμβράνη του τύμπανου. Μπορούμε να αλλάξουμε το πόσο γρήγορα ταλαντώνεται αν σφίξουμε περισσότερο τη μεμβράνη.*

*Αυτό που ταλαντώνεται είναι το ηλεκτρομαγνητικό πεδίο που δημιουργούν τα ηλεκτρικά φορτία της (αγώγιμης) κεραίας. Μπορούμε να αλλάξουμε το πόσο γρήγορα ταλαντώνεται αν αλλάξουμε την κίνηση των φορτίων.*

Σε αυτό το μάθημα θα μάθουμε πώς περιγράφουμε μια **ταλάντωση**

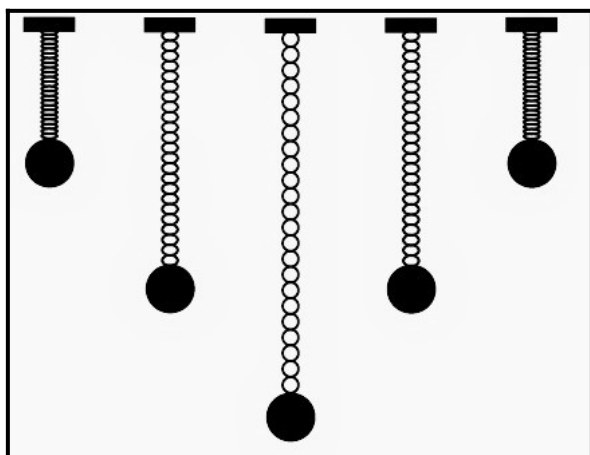
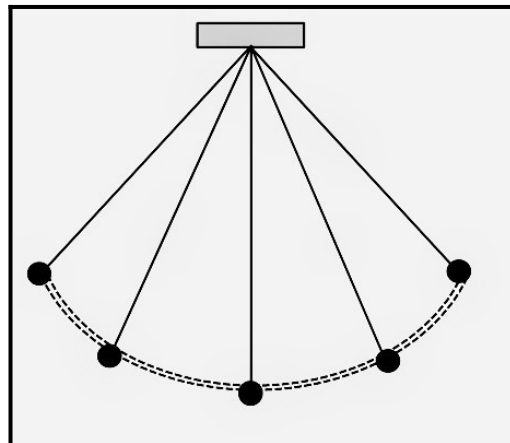
→ **Παρακολούθησε** την παρουσίαση που θα κάνει ο καθηγητής σου.

→ Στον παρακάτω πίνακα φαίνονται οι λέξεις που χρησιμοποιούμε για να περιγράψουμε μια ταλάντωση. Τι σημαίνουν; **Συμπλήρωσε** τον πίνακα:

Εκκρεμές	
Ταλάντωση	
Θέση ισορροπίας	
Πλάτος ταλάντωσης	
Δύναμη επαναφοράς	

→ **Συμπλήρωσε** σε κάθε σχήμα:

- α) τη θέση ισορροπίας
- β) το πλάτος ταλάντωσης
- γ) τη δύναμη επαναφοράς



→ Ποιες είναι οι δύο λέξεις που περιγράφουν πόσο γρήγορα γίνεται μια ταλάντωση;

**Γράψε:**

Η συχνότητα μας δείχνει .....

.....

Στα μαθηματικά γράφουμε:

Μια ταλάντωση γίνεται γρήγορα όταν έχει ..... συχνότητα.

Η περίοδος μας δείχνει .....

.....

Στα μαθηματικά γράφουμε:

Μια ταλάντωση γίνεται γρήγορα όταν έχει ..... περίοδο.

→ **Διάβασε** την παρακάτω άσκηση και προσπάθησε να τη λύσεις.

Ένα εκκρεμές εκτελεί 60 πλήρεις ταλαντώσεις σε 2 λεπτά.

α) Να υπολογίσεις την περίοδό του

β) Να υπολογίσεις τη συχνότητά του.

Τα ίδια (και πολλά περισσότερα) βρίσκεις  
στο σχολικό βιβλίο, **σελ. 89 – 92**

## Γ8 - "Μιλάμε για τις ταλαντώσεις"

### Οδηγίες για τον εκπαιδευτικό

#### α) Τεχνικές λεπτομέρειες

Υλικά (προαιρετικά): Παρουσίαση powerpoint

Διάρκεια: Μία διδακτική ώρα

#### β) Εφαρμογή του υλικού - Μια πρόταση

Σε αυτό το φύλλο εργασίας επιχειρούνται:

α) μια εισαγωγή στις βασικές έννοιες που εμπλέκονται στη μελέτη των ταλαντώσεων και

β) μια συνοπτική αναφορά στη μαθηματική διαχείριση των φυσικών εννοιών "συχνότητα" και "περίοδος".

Προτείνεται σε προηγούμενο μάθημα οι μαθητές να έχουν εμπλακεί βιωματικά με το φαινόμενο της ταλάντωσης (π.χ. κατασκευάζοντας ένα εκκρεμές). Αν και δεν είναι δεσμευτικό, εκτιμούμε ότι η ύπαρξη μιας παρουσίασης powerpoint σχετικά με το θέμα (ή κάποιου άλλου μέσου οπτικοποίησης της πληροφορίας) θα βοηθούσε αρκετά τη συζήτηση.

Στον πίνακα της πρώτης σελίδας, οι μαθητές καλούνται να περιγράψουν συνοπτικά τις φυσικές έννοιες που σχετίζονται με μια ταλάντωση. Ένας ενδεικτικός τρόπος περιγραφής θα μπορούσε να είναι:

*Εκκρεμές: Μία κατασκευή που μπορεί να κάνει ταλάντωση. Εμείς την φτιάξαμε με σπάγκο και πλαστελίνη*

*Ταλάντωση: Η "πέρα-δώθε" κίνηση που κάνει ένα σώμα γύρω από κάποιο κεντρικό σημείο*  
*Θέση ισορροπίας: Το κεντρικό σημείο γύρω από το οποίο γίνεται η ταλάντωση. Στη θέση ισορροπίας το σώμα ηρεμεί αν η ταλάντωση σταματήσει*

*Πλάτος ταλάντωσης: Η μεγαλύτερη απόσταση που έχει το ταλαντούμενο σώμα από τη θέση ισορροπίας*

*Δύναμη επαναφοράς: Η δύναμη που είναι υπεύθυνη για την ταλάντωση. Η δύναμη επαναφοράς τείνει συνεχώς να επαναφέρει το σώμα στη θέση ισορροπίας*

Επισημαίνουμε τη διαφοροποίηση ανάμεσα στην κατασκευή "εκκρεμές" και στο είδος της κίνησης που εκτελεί, δηλαδή την "ταλάντωση". Πρόκειται για μια διαφοροποίηση που για τον φυσικό είναι ίσως αυτονόητη, όμως για κάποιους μαθητές δεν είναι. Στη σχετική συζήτηση θα μπορούσε να ενταχθεί και η έννοια "μαθηματικό εκκρεμές", η ιδεατή δηλαδή κατασκευή που εκτελεί μια τέλεια ταλάντωση.

Στη δεύτερη σελίδα του φύλλου εργασίας επικεντρώνουμε στις έννοιες που περιγράφουν τον ρυθμό κάθε ταλάντωσης. Στη “συχνότητα” και στην “περίοδο”. Ένας ενδεικτικός τρόπος συμπλήρωσης των κενών προτάσεων θα μπορούσε να είναι:

*Η συχνότητα μας δείχνει πόσες πλήρεις ταλαντώσεις γίνονται μέσα σε 1 δευτερόλεπτο.*

*Στα μαθηματικά γράφουμε:  $f = \text{Αριθμός ταλαντώσεων} / \text{Χρόνος}$*

*Μια ταλάντωση γίνεται γρήγορα όταν έχει μεγάλη συχνότητα.*

*Η περίοδος μας δείχνει πόσο χρόνο διαρκεί μια πλήρης ταλάντωση.*

*Στα μαθηματικά γράφουμε:  $T = \text{Χρόνος} / \text{Αριθμός ταλαντώσεων}$*

*Μια ταλάντωση γίνεται γρήγορα όταν έχει μικρή περίοδο.*

Σε αυτό το μάθημα θα δούμε τα είδη της **ενέργειας** σε μια ταλάντωση



→ Θυμήσου πώς είναι όταν κάνεις κούνια! Με ποιο τρόπο η κούνια στην παιδική χαρά μοιάζει με το εκκρεμές που έχουμε δει στα μαθήματα;  
**Σημείωσε:**

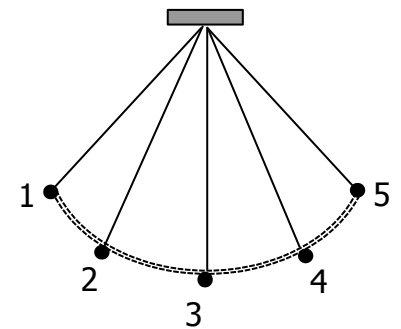
.....  
 .....  
 .....

→ Στο διπλανό σχήμα βλέπεις ένα εκκρεμές που κάνει ταλάντωση.

→ Ποια είναι η ταχύτητα της μπάλας του εκκρεμούς σε κάθε θέση; **Συμπλήρωσε** τις προτάσεις:

Η ταχύτητα της μπάλας είναι **μηδέν**, όταν το εκκρεμές βρίσκεται

.....  
 .....



Η ταχύτητα της μπάλας είναι **μεγάλη**, όταν το εκκρεμές .....

.....

Η ταχύτητα της μπάλας είναι **μέτρια**, όταν το εκκρεμές .....

.....

→ **Παρατήρησε** την μπάλα του εκκρεμούς όταν βρίσκεται στη θέση **1**. **Συμπλήρωσε:**

Όταν η μπάλα βρίσκεται στη θέση **1**, η ταχύτητά της είναι .....

Άρα η **κινητική ενέργεια** στη θέση **1** είναι .....

Την ίδια στιγμή, η ενέργεια που έχει η μπάλα λόγω της θέσης της (**δυναμική ενέργεια**) είναι .....

→ **Παρατήρησε** την μπάλα του εκκρεμούς όταν βρίσκεται στη θέση **3** και **συμπλήρωσε:**

Όταν η μπάλα βρίσκεται στη θέση 3, η ταχύτητά της είναι .....  
Άρα η **κινητική ενέργεια** στη θέση 3 είναι .....

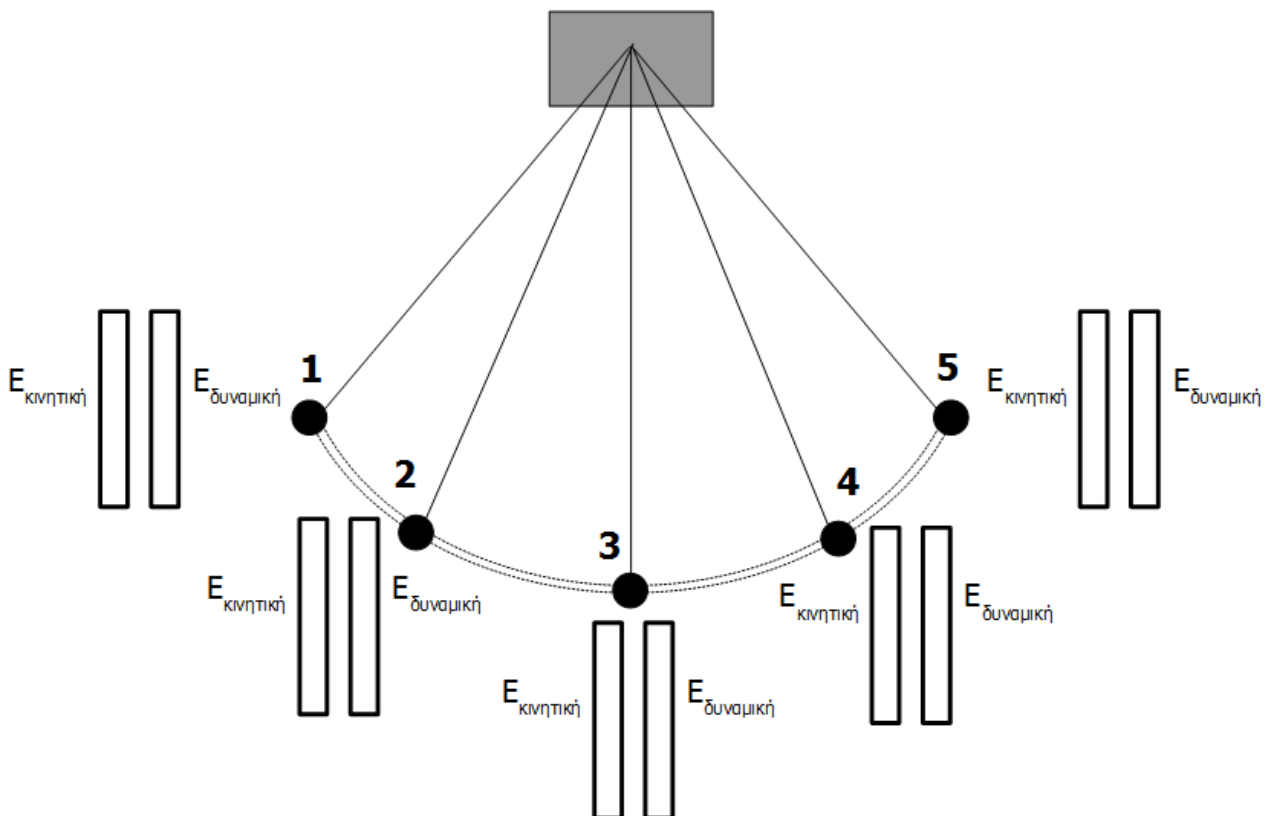
Την ίδια στιγμή, η ενέργεια που έχει η μπάλα  
λόγω της θέσης της (**δυναμική ενέργεια**) είναι .....

→ Παρατήρησε την μπάλα του εκκρεμούς όταν βρίσκεται στη θέση **2** και **συμπλήρωσε**:

Όταν η μπάλα βρίσκεται στη θέση 2, η ταχύτητά της είναι .....  
Άρα η **κινητική ενέργεια** στη θέση 2 είναι .....

Την ίδια στιγμή, η ενέργεια που έχει η μπάλα  
λόγω της θέσης της (**δυναμική ενέργεια**) είναι .....

→ Στο παρακάτω σχήμα, **σημείωσε** τα συμπεράσματά σου. **Χρωμάτισε** κάθε "μπάρα ενέργειας", ανάλογα με το πόση ενέργεια έχει η μπάλα στη συγκεκριμένη θέση:



→ Σε ποιο σημείο της διαδρομής το άθροισμα ( $E_{\text{κινητική}} + E_{\text{δυναμική}}$ ) είναι μεγαλύτερο; **Γράψε**.

.....  
.....  
.....

Τα ίδια (και πολλά περισσότερα) βρίσκεις στο σχολικό βιβλίο, **σελ. 92-93**.



## Γ9 - "Ενέργεια στην ταλάντωση"

### Οδηγίες για τον εκπαιδευτικό

#### α) Τεχνικές λεπτομέρειες

Υλικά (προαιρετικά): Υπολογιστές με σύνδεση στο ίντερνετ (ή εγκατεστημένη την [προσομοίωση](#))

Διάρκεια: Μία διδακτική ώρα

#### β) Εφαρμογή του υλικού - Μια πρόταση

Όχι μόνο οι μαθητές και οι μαθήτριές μας, όλοι μας έχουμε κάνει κούνια! Πέρα από μια όμορφη ανάμνηση, η εμπειρία αυτή είναι ένα χρήσιμο εργαλείο για τη διερεύνηση του φαινομένου της ταλάντωσης με όρους ενέργειας. Πρόκειται μάλιστα για μια διερεύνηση που γνωρίζουμε ότι θα συναντήσει αρκετά εμπόδια, όπου το σημαντικότερο είναι μάλλον η κατανόηση της έννοιας "δυναμική ενέργεια". Για αυτόν τον λόγο ξεκινάμε από τη λιγότερη δύσκολη για τους μαθητές μας έννοια "κινητική ενέργεια", μέσα από την αισθητηριακά εύκολα αναγνωρίσιμη έννοια της ταχύτητας.

Η αφετηρία λοιπόν εντοπίζεται στη σύνδεση του εκκρεμούς με την κούνια της παιδικής χαράς. Αφού επιβεβαιώσουμε ότι οι μαθητές αναγνωρίζουν τη σύνδεση και τις ομοιότητες ανάμεσα στα δύο φαινόμενα, μπορούμε να προχωρήσουμε στη συζήτηση σχετικά με την ταχύτητα (και άρα την κινητική ενέργεια) στο εκκρεμές. Το ερώτημα "*ποια είναι η ταχύτητα της μπάλας του εκκρεμούς σε κάθε θέση;*" (που μπορεί να μεταφραστεί ως "*σε ποιο σημείο στην κούνια έχεις εσύ μεγαλύτερη ταχύτητα;*") είναι κομβικό για την επιτυχία του μαθήματος.

Αν εξασφαλίσουμε την αναγνώριση ότι η ταχύτητα (κινητική ενέργεια) αποκτά τη μεγαλύτερη τιμή της στο χαμηλότερο σημείο της τροχιάς (και μηδενική στις ακραίες θέσεις), έχουμε κάνει ένα σημαντικό βήμα. Στη συνέχεια επιχειρούμε να περάσουμε στη διαπραγμάτευση της "δύσκολης" δυναμικής ενέργειας. Αυτό μπορεί π.χ. να γίνει μέσα από ερωτήματα όπως "*πού πηγαίνει η κινητική ενέργεια όταν μειώνεται;*" και με αναφορές όπως "*όταν το σώμα χάνει σε ταχύτητα, κερδίζει σε θέση*".

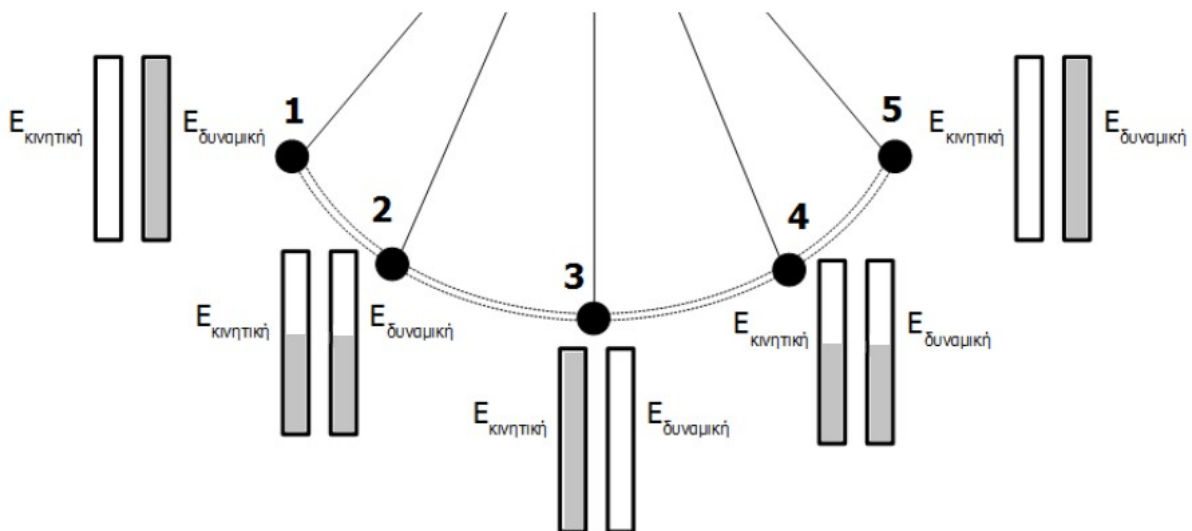
Ένας ενδεικτικός τρόπος συμπλήρωσης των κενών που ακολουθούν, θα μπορούσε να είναι ο εξής:

*Όταν η μπάλα βρίσκεται στη θέση 1, η ταχύτητά της είναι μηδέν. Άρα η κινητική ενέργεια στη θέση 1 είναι μηδέν. Την ίδια στιγμή, η ενέργεια που έχει η μπάλα λόγω της θέσης της (δυναμική ενέργεια) είναι μεγάλη.*

Όταν η μπάλα βρίσκεται στη θέση 3, η ταχύτητά της είναι μεγάλη. Άρα η κινητική ενέργεια στη θέση 3 είναι μεγάλη. Την ίδια στιγμή, η ενέργεια που έχει η μπάλα λόγω της θέσης της (δυναμική ενέργεια) είναι μηδέν.

Όταν η μπάλα βρίσκεται στη θέση 2, η ταχύτητά της είναι μεσαία. Άρα η κινητική ενέργεια στη θέση 1 είναι μεσαία. Την ίδια στιγμή, η ενέργεια που έχει η μπάλα λόγω της θέσης της (δυναμική ενέργεια) είναι μεσαία.

Στη δεύτερη σελίδα του φύλλου εργασίας επιχειρούμε να εκφράσουμε σχηματικά τα ίδια συμπεράσματα, συμπληρώνοντας τις κάθετες μπάρες που αναπαριστούν το ποσό ενέργειας σε κάθε θέση. Η συμπλήρωση τους θα μπορούσε να είναι κάπως έτσι:

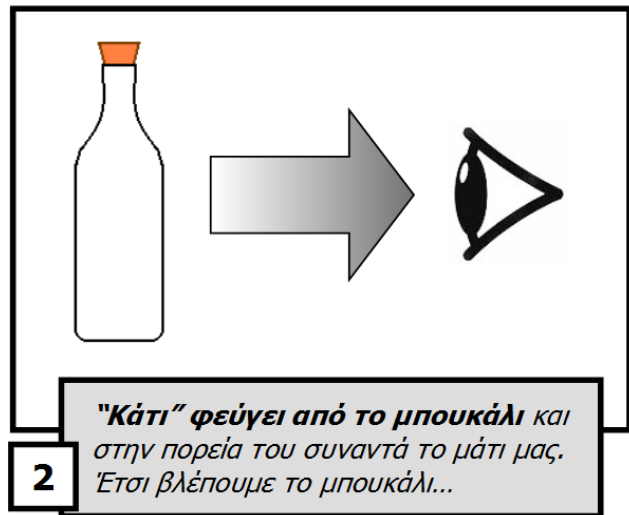
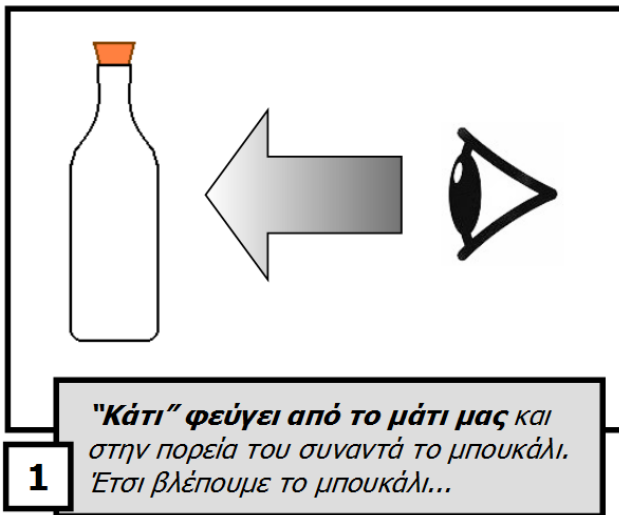


Ιδιαίτερα ταιριαστή με τη συζήτηση και τα συμπεράσματα του μαθήματος είναι και η Phet προσομοίωση "Εργαστήριο εκκρεμούς" που είναι διαθέσιμη στο [https://phet.colorado.edu/sims/html/pendulum-lab/latest/pendulum-lab\\_el.html](https://phet.colorado.edu/sims/html/pendulum-lab/latest/pendulum-lab_el.html)

Σε αυτό το μάθημα θα γνωρίσουμε το μηχανισμό που μας επιτρέπει να **βλέπουμε**

→ Έχεις σκεφτεί ποτέ πώς “βλέπουμε” κάτι; Τι γίνεται και καταφέρνουμε να δούμε π.χ. ένα μπουκάλι;

→ Παρακάτω περιγράφονται τρεις διαφορετικές απόψεις για αυτό το θέμα. **Διάβασε** τες:



→ Ποια από αυτές τις απόψεις είναι πιο κοντά στη δική σου γνώμη; **Συμπλήρωσε:**

Αυτό που πιστεύω εγώ είναι πιο κοντά στην άποψη .....

Πιστεύω δηλαδή ότι .....

.....

.....

→ Παρακολούθησε τη συζήτηση στην τάξη και **πάρε μέρος** σε αυτή.

→ Ποια άποψη υποστηρίζει σήμερα η επιστήμη για να εξηγήσει το πώς “βλέπουμε”;  
**Γράψε:**

*Σύμφωνα με τη σημερινή Φυσική, .....*  
.....  
.....

→ Παρακολούθησε την ταινία<sup>8</sup> σχετικά με τον μηχανισμό της όρασης.

→ Τι είναι αυτό που στη φυσική ονομάζουμε “λευκό φως”; **Συμπλήρωσε:**

*Το λευκό φως είναι .....*  
.....  
.....

→ Τι είναι αυτό που στη βιολογία ονομάζουμε “κύτταρα φωτο-υποδοχείς”; **Συμπλήρωσε:**

*Τα κύτταρα φωτο-υποδοχείς είναι .....*  
.....  
.....

→ Παρακολούθησε τη συζήτηση στην τάξη και **πάρε μέρος** σε αυτή.

→ Τι διαφορά έχει ένα αυτόφωτο από ένα ετερόφωτο αντικείμενο; **Συμπλήρωσε** τον παρακάτω πίνακα:

<b>Αυτόφωτα αντικείμενα</b>	<b>Ετερόφωτα αντικείμενα</b>
<i>Αυτόφωτα αντικείμενα που γνωρίζω είναι:</i> ..... .....	<i>Ετερόφωτα αντικείμενα που γνωρίζω είναι:</i> ..... .....
<i>Ένα σχέδιο που περιγράφει πώς βλέπουμε ένα <b>αυτόφωτο</b> αντικείμενο:</i>	<i>Ένα σχέδιο που περιγράφει πώς βλέπουμε ένα <b>ετερόφωτο</b> αντικείμενο:</i>

Τα ίδια (και πολλά περισσότερα) βρίσκεις στο σχολικό βιβλίο, **σελ. 115-116.**

<sup>8</sup> Διαθέσιμη στο <https://www.amnh.org/explore/ology/brain/seeing-color>

## Γ10 - "Πώς βλέπουμε;"

### Οδηγίες για τον εκπαιδευτικό

#### α) Τεχνικές λεπτομέρειες

Υλικά: -

Διάρκεια: Μία διδακτική ώρα

#### β) Εφαρμογή του υλικού - Μια πρόταση

Το φύλλο εργασίας ξεκινά επιχειρώντας να αναδείξει τις εναλλακτικές ιδέες μαθητών και μαθητριών σχετικά με τον μηχανισμό της όρασης. Σύμφωνα με τη σχετική βιβλιογραφία, συχνά οι μαθητές και οι μαθήτριες χρησιμοποιούν τρόπους ερμηνείας της όρασης που παραπέμπουν σε αντίστοιχους τρόπους ερμηνείας που έχουν υποστηριχθεί από φιλοσοφικά ή επιστημονικά ρεύματα του παρελθόντος. Για παράδειγμα, η άποψη (1) παραπέμπει στη θεωρία του "θείου πυρός" που υποστηρίχθηκε από τον Εμπεδοκλή, τον Πλάτωνα και τον Ευκλείδη.

Όμως, κατά τη διάρκεια της συζήτησης που εξελίσσεται στην πρώτη σελίδα του φύλλου εργασίας, έχουμε επιλέξει να μη χρησιμοποιήσουμε (ακόμα) κάποιον επιστημονικό ή φιλοσοφικό όρο για να περιγράψουμε αυτό το "κάτι", που ξεκινά από το μάτι μας (άποψη 1), από ένα αντικείμενο (άποψη 2) ή και από τα δύο (άποψη 3). Εκτιμούμε ότι εξυπηρετεί καλύτερα την εννοιολογική ανάπτυξη της έννοιας "φως" (που πρόκειται να ακολουθήσει) το να ξεκινήσουμε απογυμνώνοντάς την πλήρως, αφήνοντας δηλαδή σαν μοναδικό χαρακτηριστικό της το ότι ξεκινάει από κάπου και φτάνει κάπου αλλού. Η αφετηρία μας είναι λοιπόν "κάτι". Σε αυτό το πλαίσιο προτείνουμε να εξελιχθεί και η συζήτηση. Άλλωστε η χρήση του όρου "κάτι" διευκολύνει και την ανάδειξη των ιδεών των μαθητών, με την έννοια ότι καθιστά ευκολότερο το να ταυτιστεί ο καθένας τους με κάποια από τις τρεις αναφερόμενες απόψεις.

Στη συνέχεια, βέβαια, του φύλλου εργασίας (2<sup>η</sup> σελίδα), όπου αναδεικνύεται ο σύγχρονος τρόπος ερμηνείας του φαινομένου της όρασης, θα χρειαστεί να προχωρήσουμε. Προτείνεται δηλαδή στον διδάσκοντα να περιγράψει το μοντέλο μηχανισμού της όρασης που υποστηρίζει στις μέρες μας η επιστήμη, αποκαλύπτοντας ότι το "κάτι" είναι αυτό που ονομάζουμε "φως". Έτσι, ένας ενδεικτικός τρόπος συμπλήρωσης της αντίστοιχης πρότασης, θα μπορούσε να είναι:

*Σύμφωνα με τη σημερινή Φυσική, βλέπουμε ένα αντικείμενο όταν φως κατευθύνεται από το αντικείμενο αυτό προς το μάτι μας. Τις περισσότερες φορές το φως αυτό έχει νωρίτερα ξεκινήσει από κάποιο άλλο αντικείμενο, π.χ. μια λάμπα, φτάνει μέχρι το αντικείμενο που βλέπουμε και μετά έρχεται μέχρι το μάτι μας.*

Για την υποστήριξη της συζήτησης, προτείνεται η ένταξη οπτικοακουστικού υλικού όπως το βίντεο που είναι διαθέσιμο στο <https://www.amnh.org/explore/ology/brain/seeing-color>. Το συγκεκριμένο βίντεο είναι αυτό που καλύτερα ανταποκρίνεται στις δικές μας απαιτήσεις και φυσικά ο διδάσκων μπορεί να επιλέξει κάποιο διαφορετικό αν το επιθυμεί.

Ο ίδιος επίσης θα επιλέξει σε ποιο βαθμό η διαπραγμάτευση του θέματος θα προχωρήσει στην περιοχή της βιολογίας. Αν, δηλαδή, πέρα από τη φύση του φωτός, θα γίνει εμβάθυνση και στους βιολογικούς μηχανισμούς της όρασης που περιγράφονται στο δεύτερο μισό του βίντεο (κύτταρα φωτο-υποδοχείς κτλ).

Σε αυτό το μάθημα θα γνωρίσουμε το φως μέσα από τις **σκιές** που φτιάχνει

→ **Χρησιμοποίησε** τα υλικά που έχεις στη διάθεσή σου και **φτιάξε** σκιές!

Υλικά: .....

→ **Ζωγράφισε** στα κουτάκια τις σκιές από διάφορα αντικείμενα:

Σκιά γόμας	Σκιά μολυβιού	Σκιά διάφανης ζελατίνας	Σκιά χρωματιστής ζελατίνας
Σκιά γυάλινου ποτηριού	Σκιά γυάλινου ποτηριού με νερό	Σκιά .....	Σκιά .....

→ Με ποιο τρόπο μπορούμε να αλλάξουμε τη σκιά ενός αντικειμένου, π.χ. της γόμας;

**Γράψε:**

Μπορούμε να αλλάξουμε το σχήμα της σκιάς της γόμας αν .....

Μπορούμε να μεγαλώσουμε τη σκιά της γόμας αν .....

→ **Παρακολούθησε** τη συζήτηση στην τάξη και **πάρε μέρος** σε αυτήν.

→ Ποιες λέξεις χρησιμοποιούμε στη φυσική για να περιγράψουμε τα σώματα, ανάλογα με τη σκιά τους; **Συμπλήρωσε:**

Από τα αντικείμενα:

- αυτά που σχηματίζουν έντονη (σκοτεινή) σκιά ονομάζονται .....
- αυτά που η σκιά τους σχηματίζεται δύσκολα ονομάζονται .....
- αυτά που σχηματίζουν σκιά, που τη βλέπουμε καθαρά αλλά δεν είναι εντελώς σκοτεινή, ονομάζονται .....

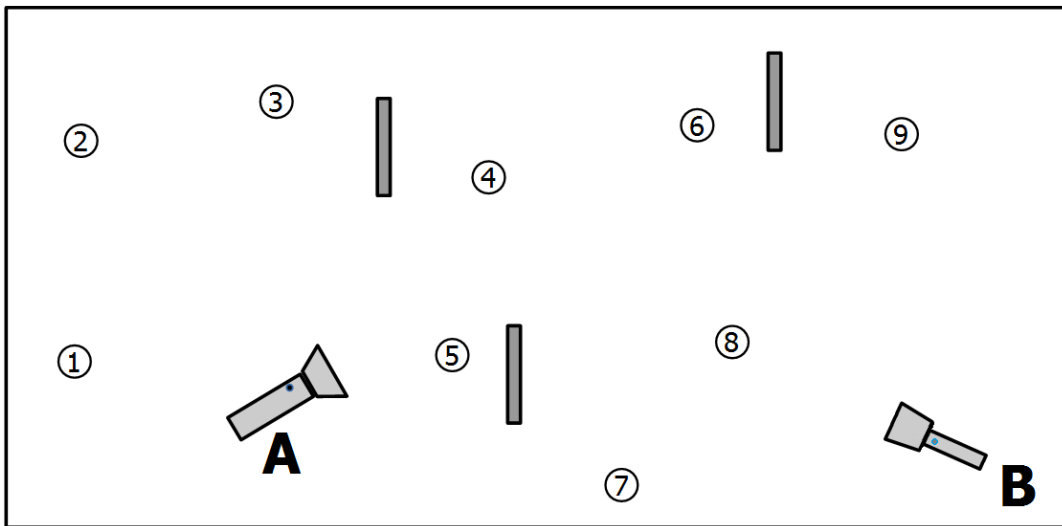
→ Στο παρακάτω κουτάκι **σχεδιάσε:**

- α) τον τρόπο που τοποθέτησες τα υλικά του πειράματος για να εμφανιστεί η σκιά
- β) τη διαδρομή που ακολουθεί το φως του φακού, μέχρι να φτάσει πάνω στην επιφάνεια όπου βλέπουμε και τη σκιά.



→ Στο παρακάτω σχήμα φαίνονται δύο φακοί (A και B) και 9 διαφορετικά σημεία (1 ως 9). Στον ίδιο χώρο φαίνονται και τρία αδιαφανή εμπόδια (με γκριζο χρώμα). **Συμπλήρωσε:**

- Τα σημεία που φωτίζονται και από τις δύο πηγές είναι .....
- Τα σημεία που φωτίζονται μόνο από την πηγή A είναι .....
- Τα σημεία που φωτίζονται μόνο από την πηγή B είναι .....
- Τα σημεία που δε φωτίζονται από καμία πηγή είναι .....



→ Τι είναι αυτό που οι φυσικοί ονομάζουν "μοντέλο της ευθύγραμμης διάδοσης"; **Γράψε:**  
Σύμφωνα με το μοντέλο της ευθύγραμμης διάδοσης, .....

Ομογενές είναι ένα υλικό που .....

Τα ίδια (και πολλά περισσότερα) βρίσκεις στο σχολικό βιβλίο, **σελ. 118-121.**



## Γ11 - "Φτιάχνουμε σκιές"

### Οδηγίες για τον εκπαιδευτικό

#### α) Τεχνικές λεπτομέρειες

Υλικά: Χαρτόνι, φακοί, πλαστελίνη, γόμες, μολύβια, χρωματιστές ξυλομπογιές, γυάλινα ποτήρια, νερό, διαφανή και χρωματιστά φύλλα ζελατίνας, άλλα αντικείμενα

Διάρκεια: Μία διδακτική ώρα

#### β) Εφαρμογή του υλικού - Μια πρόταση

Στην αρχή του μαθήματος οι μαθητές και οι μαθήτριες κατασκευάζουν, παρατηρούν και καταγράφουν τις σκιές διαφόρων αντικειμένων. Καλό είναι, εκτός από μολύβια, να έχουμε εξασφαλίσει ότι έχουμε στη διάθεσή μας και χρωματιστές ξυλομπογιές. Πρόκειται για μια διαδικασία που διαθέτει αρκετά περιθώρια για παιχνίδι και πειραματισμό. Ενθαρρύνουμε τον εκπαιδευτικό να δώσει όσο διδακτικό χρόνο μπορεί σε αυτούς τους χρήσιμους πειραματισμούς των μαθητών, χρησιμοποιώντας ερωτήματα όπως *"μπορούμε να κατασκευάσουμε μια χρωματιστή σκιά;"*, *"πώς μπορούμε να αλλάξουμε το σχήμα μιας σκιάς;"*, *"τι σχήμα έχει η σκιά ενός χαρτονιού που έχει μια μικρή τρύπα;"*

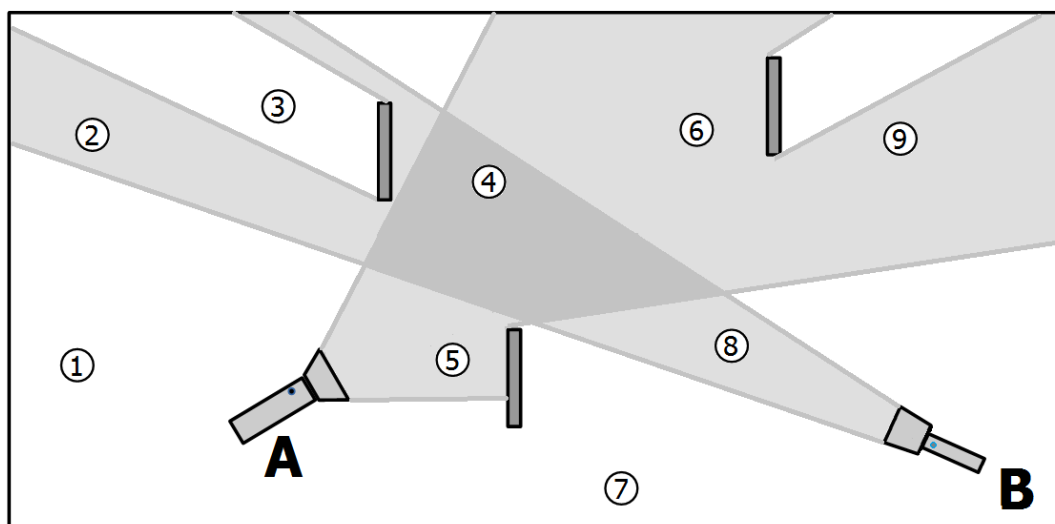
Το πείραμα μπορεί να εξελιχθεί είτε ανά ομάδα μαθητών στους πάγκους του σχολικού εργαστηρίου, είτε ως επίδειξη στο σύνολο της τάξης. Στις ομάδες μαθητών, το χαρτόνι μπορεί να στερεωθεί όρθιο στο θρανίο με τη βοήθεια πλαστελίνης και να χρησιμοποιηθεί ως οθόνη προβολής. Αν το πείραμα υλοποιηθεί ως επίδειξη, αυτό μπορεί να γίνει και με τη βοήθεια του βιντεοπροβολέα (χρησιμοποιώντας μια λευκή εικόνα/φόντο), αν φυσικά η σχολική αίθουσα διαθέτει έναν. Σε κάθε περίπτωση, είναι μάλλον αυτονόητο ότι η παρατήρηση των σκιών είναι πιο εύκολη όταν υπάρχει αρκετή συσκότιση μέσα στην αίθουσα.

Δύο σημεία που επιδιώκουμε να αναφερθούν στη συζήτηση μετά το πείραμα είναι: α) η ταξινόμηση των σωμάτων σε σχέση με την δυνατότητά τους να επιτρέπουν ή όχι τη διέλευση του φωτός από μέσα τους και β) η ευθύγραμμη διάδοση του φωτός. Ένας προτεινόμενος τρόπος να συμπληρωθούν τα κενά στο κείμενο είναι:

*Από τα αντικείμενα:*

- αυτά που σχηματίζουν έντονη (σκοτεινή) σκιά ονομάζονται αδιαφανή
- αυτά που η σκιά τους σχηματίζεται δύσκολα ονομάζονται διαφανή
- αυτά που σχηματίζουν σκιά, που όμως δεν είναι εντελώς σκοτεινή, ονομάζονται ημιδιαφανή.

Η δραστηριότητα που ακολουθεί ("2 φακοί και 9 σημεία") εκτιμούμε ότι είναι ιδιαίτερα χρήσιμη για την ανάδειξη του μοντέλου της ευθύγραμμης διάδοσης του φωτός. Σε αυτήν, οι μαθητές καλούνται να σχεδιάσουν στο χαρτί τον τρόπο που διαδίδεται το φως σε ένα ομογενές μέσο όπως ο αέρας. Ο διδάσκων καλό είναι να τονίσει ότι η χρήση χάρακα είναι απολύτως απαραίτητη στη δραστηριότητα αυτή! Ένα σχέδιο που αναδεικνύει τις σωστές απαντήσεις και ταυτόχρονα την ευθύγραμμη διάδοση του φωτός είναι το παρακάτω:



Συνεπώς, τα κενά στις προτάσεις συμπληρώνονται ως εξής:

*Τα σημεία που φωτίζονται και από τις δύο πηγές είναι μόνο το σημείο (4).*

*Τα σημεία που φωτίζονται μόνο από την πηγή A είναι τα σημεία (5), (6) και (9).*

*Τα σημεία που φωτίζονται μόνο από την πηγή B είναι τα σημεία (2) και (8).*

*Τα σημεία που δε φωτίζονται από καμία πηγή είναι τα σημεία (1), (3) και (7).*

*Σύμφωνα με το "μοντέλο της ευθύγραμμης διάδοσης", μέσα σε ένα ομογενές υλικό το φως διαδίδεται σε ευθεία γραμμή. Ομογενές είναι ένα υλικό που έχει σε όλα του τα σημεία παρόμοιες ιδιότητες (π.χ. θερμοκρασία).*

Στην περίπτωση που υπάρχει διαθέσιμος διδακτικός χρόνος, ο διδάσκων μπορεί να αναφερθεί και στο φαινόμενο των εκλείψεων Ήλιου και Σελήνης.

