

unicef   
for every child

Accelerated  
Learning  
Programme

# ΦΥΣΙΚΗ

για το Γυμνάσιο

ΟΔΗΓΟΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟΥ



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ  
ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ













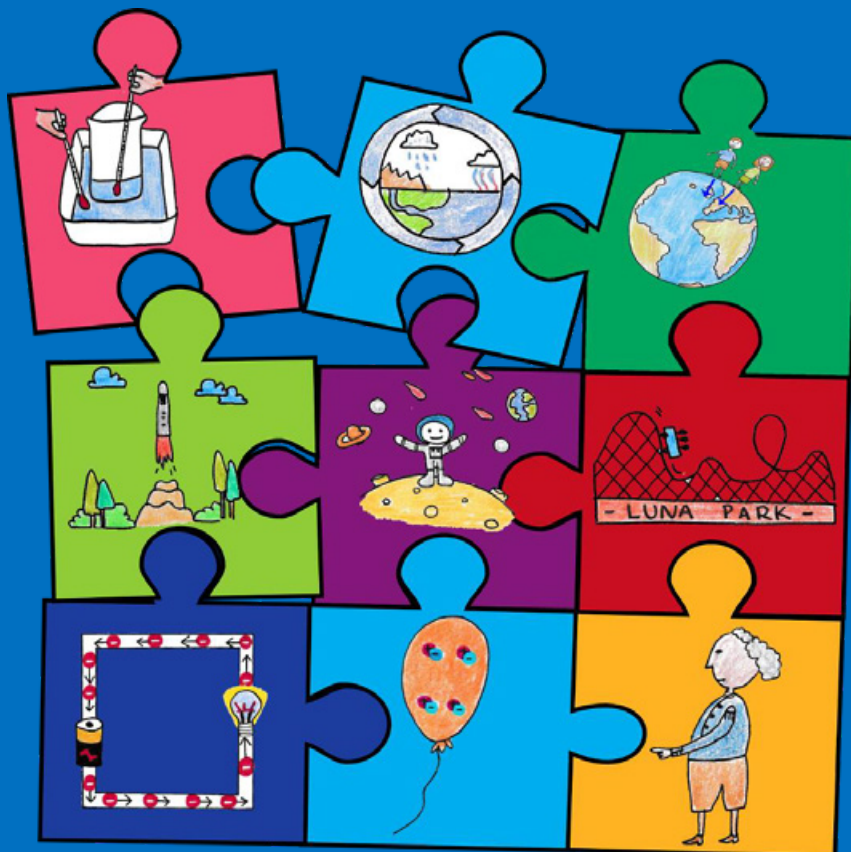


# ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

<b>Εισαγωγή</b> .....	<b>10</b>
<b>Αρχές ανάπτυξης του υλικού</b> .....	<b>11</b>
Η πρόκληση και το 'στοίχημα' του εκπαιδευτικού υλικού .....	11
Πολυτροπικότητα και πολυγραμματισμοί .....	13
Πολυτροπικότητα και πολυπολιτισμική τάξη .....	15
<b>Πολυτροπική Φυσική</b> .....	<b>16</b>
Οπτικός ρεαλισμός και οπτικός φορμαλισμός στις εικόνες .....	17
Λειτουργίες της εικόνας στο εκπαιδευτικό υλικό .....	19
Η Φυσική από διαφορετικές οπτικές γωνίες: Πολλαπλές αναπαραστάσεις .....	22
Πολυτροπικότητα δεν είναι μόνο οι εικόνες .....	23
<b>Η Φυσική με πειράματα και διερευνητικές δραστηριότητες: εξοικείωση με επιστημονικές πρακτικές</b> .....	<b>23</b>
<b>Φυσική και πολυτροπικότητα μέσω των ΤΠΕ: οπτικοποίηση αφηρημένης γνώσης και γεφύρωση πολιτισμικών διαφορών</b> .....	<b>26</b>
<b>Φυσική, ελληνομάθεια και διαπολιτισμικότητα</b> .....	<b>28</b>
<b>Οπτικοί και μαθησιακοί οργανωτές</b> .....	<b>30</b>
<b>Τα τεστ αξιολόγησης</b> .....	<b>35</b>
<b>Το γλωσσάρι</b> .....	<b>36</b>
<b>Μερικές τελικές επισημάνσεις</b> .....	<b>36</b>
<b>Βιβλιογραφία</b> .....	<b>38</b>
<b>ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ</b> .....	<b>39</b>







Φυσική  
Οδηγός  
Εκπαιδευτικού

## Εισαγωγή

Ο οδηγός αυτός αποτελεί μέρος του εκπαιδευτικού υλικού που παράχθηκε για τη Φυσική στο πλαίσιο του προγράμματος **“Quality learning for all: Accelerated Learning Programme for Refugee and Migrant Children in Greece”**. Εκτός από τον οδηγό αυτό, το παραχθέν υλικό αποτελείται από

- το ‘βιβλίο’ για το/τη μαθητή/τρια,
- γλωσσάρι με τις βασικές έννοιες που αναπτύσσονται στο ‘βιβλίο’
- τεστ αξιολόγησης που συνοδεύουν το ‘βιβλίο’
- το Πλαίσιο Μάθησης για τη Φυσική (περιεχόμενα του υλικού, στόχοι και προτεινόμενος χρόνος διδασκαλίας, βλ. Παράρτημα)

Το εκπαιδευτικό υλικό της Φυσικής περιλαμβάνει επιλεγμένα θέματα από τη Φυσική των τριών τάξεων του Γυμνασίου που αντιστοιχούν σε κεφάλαια και ενότητες του επίσημου Προγράμματος Σπουδών. Το υλικό επιδιώκει, μέσω εντατικής ενταξιακής μάθησης, να προωθήσει και να υποστηρίξει

- (i) ποικίλες και αποτελεσματικές μαθησιακές συνθήκες για βασικές έννοιες της διδακτέας ύλης της Φυσικής του γυμνασίου
- (ii) τη βελτίωση του επιπέδου ελληνομάθειας στα παιδιά πρόσφυγες και μετανάστες (ή ‘*αναδυόμενους πολύγλωσσους*’) μέσα από τη διαπραγμάτευση εννοιών και φαινομένων της Φυσικής και
- (iii) την ένταξη των παιδιών προσφύγων και μεταναστών στη σχολική κουλτούρα

Για τις ανάγκες αυτές επιλέχθηκαν κεφάλαια, φαινόμενα και έννοιες της Φυσικής που θεωρήθηκαν σημαντικά για τη διευκόλυνση της ισότιμης συμμετοχής των αναδυόμενων πολύγλωσσων στο εκπαιδευτικό αγαθό και της απόκτησης από πλευράς τους των κρίσιμων γνώσεων και ικανοτήτων από τη γνωστική περιοχή της Φυσικής που αναμένεται να αποκτήσει κάποιος/α πριν την ολοκλήρωση της υποχρεωτικής του/της εκπαίδευσης.

Η διδακτέα ύλη που επιλέχθηκε, ‘ανακατασκευάστηκε’ ώστε να αποτελέσει ένα εργαλείο διαμεσολάβησης, έναν ‘μεταφραστή’ του σχολικού βιβλίου και των πρακτικών διδασκαλίας και αξιολόγησης που αυτό υπαγορεύει. Επιδιώκεται έτσι να γίνει η σχολική γνώση της Φυσικής πιο προσβάσιμη στις μαθήτριες και τους μαθητές που έχουν την ελληνική ως δεύτερη γλώσσα. Το κοινό στο οποίο απευθύνεται το υλικό, κάθε άλλο παρά ομοιογενές μπορεί να θεωρηθεί. Οι σημαντικότερες ανομοιογένειες στο εσωτερικό του αναδυόμενου πολύγλωσσου μαθητικού πληθυσμού αφορούν το επίπεδο γνώσης της ελληνικής γλώσσας και τη χρονική διάρκεια αποχής από τη σχολική ζωή.

Λόγω αυτών των ανομοιογενειών, το εκπαιδευτικό υλικό σχεδιάστηκε ώστε να είναι όσο το δυνατόν πιο ανοικτό και ευέλικτο στη χρήση του. Τα βασικά του χαρακτηριστικά είναι τα εξής:

- Μπορεί να χρησιμοποιηθεί με μαθητές/τριες των τριών τάξεων του γυμνασίου, σε τυπικές ή άτυπες δομές εκπαίδευσης, αλλά και από το μαθητή ή τη μαθήτρια αυτόνομα, εκτός εκπαιδευτικών δομών ή διαδικασιών.
- Το κάθε κεφάλαιο ή ενότητα να μπορεί να διδαχθεί στο χρόνο που προβλέπει το αναλυτικό πρόγραμμα και οι οδηγίες του ΥΠΑΙΘ/ΙΕΠ (βλ. Πρόγραμμα Σπουδών Φυσικής στο Παράρτημα) με τις επιλογές και τις προσαρμογές που κρίνονται κατάλληλες από την/τον εκπαιδευτικό.

- Παρέχει στην/τον εκπαιδευτικό της τάξης εργαλεία, πρακτικές και ιδέες διαχείρισης της απαιτητικής διδακτέας ύλης της Φυσικής με μαθητές/τριες ποικίλων πολιτισμικών και κοινωνικών αναφορών.
- Τα κεφάλαια της Φυσικής είναι οργανωμένα ως ενδεικτικά διδακτικά σενάρια και περιλαμβάνουν ποικιλία δράσεων και δραστηριοτήτων που
  - υλοποιούνται ατομικά ή ομαδικά
  - αφενός προσιδιάζουν στη 'σχολική κουλτούρα' (π.χ. «συμπλήρωσε τις προτάσεις», «λύσε μια άσκηση»), αφετέρου συνδέουν τη σχολική Φυσική με την καθημερινή ζωή, τις καθημερινές εμπειρίες και τους ρυθμούς μάθησης των μαθητών/τριών.
- Κατά τη χρήση του στο πλαίσιο της τυπικής σχολικής τάξης, το υλικό μπορεί να χρησιμοποιηθεί από όλους και όλες τους μαθητές και μαθήτριες και όχι μόνο από τους 'αναδυόμενους πολύγλωσσους'. Επιδιώκεται έτσι να αποτελέσει και μία '(δια)-πολιτισμική γέφυρα' που να διευκολύνει την επικοινωνία και τη συνεργασία ανάμεσα στους μαθητές και τις μαθήτριες της τάξης, ανεξάρτητα από τις πολιτισμικές, κοινωνικές, ή φυλετικές τους καταβολές και να αποβεί κοινωνικά και μαθησιακά επωφελής για όλες και όλους.
- Οι επιμέρους ενότητες, πειράματα και δραστηριότητες που περιλαμβάνει το υλικό νοούνται ως ενδεικτικές προτάσεις 'ανακατασκευής' και διαχείρισης της σχολικής γνώσης. Οι εκπαιδευτικοί μπορούν να επιλέξουν ποια μέρη του υλικού θα αξιοποιήσουν και πώς.
- Οι ιδέες, οι στρατηγικές και οι τρόποι παρουσίασης της διδακτέας ύλης που προωθούνται από το υλικό μπορούν με τις κατάλληλες προσαρμογές να αξιοποιηθούν και σε άλλα κεφάλαια και ενότητες που δεν έχουν περιληφθεί σε αυτό.

## Αρχές ανάπτυξης του υλικού

### Η πρόκληση και το 'στοίχημα' του εκπαιδευτικού υλικού

Η μάθηση είναι μια ενεργητική διαδικασία που υποστηρίζεται από διαμεσολαβητικά εργαλεία, πολλά από τα οποία έχουν ως βασικό τους 'όχημα' τη γλώσσα για την κατασκευή νοήματος. Τέτοια εργαλεία είναι η κοινωνική αλληλεπίδραση (για παράδειγμα η συζήτηση μέσα σε μια τάξη) και το κάθε είδους εκπαιδευτικό υλικό (π.χ. εποπτικό / πειραματικό, ψηφιακό, σχολικά βιβλία κ.ά.). Το πώς και το τι μαθαίνουν οι μαθητές και οι μαθήτριες επηρεάζεται σημαντικά από το πολιτισμικό και γλωσσικό τους υπόβαθρο, αλλά και από το άμεσο κοινωνικό τους περιβάλλον, μέρος του οποίου είναι και τα διαμεσολαβητικά εργαλεία που μόλις αναφέρθηκαν (Vygotsky, 1978. Williams & Tang, 2020).

Οι Φυσικές Επιστήμες (Φ.Ε.) γενικά και η Φυσική ως οργανικό μέρος τους είναι από τα πιο απαιτητικά αντικείμενα διδασκαλίας, ιδιαίτερα στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση. Σε αυτό συντελούν πολλοί παράγοντες. Ένας από τους σημαντικότερους είναι ότι οι Φ.Ε. περιλαμβάνουν δική τους 'γλώσσα', εσωτερική λογική και τρόπους σκέψης, στα οποία οι μαθητές και οι μαθήτριες θα πρέπει να 'μυηθούν', καθώς διαφέρουν σημαντικά από την καθημερινή γνώση. Μάθηση στις Φ.Ε. σημαίνει λοιπόν (και) οικειοποίηση της ειδικής τους 'γλώσσας' που συμβαδίζει με την κατανόηση των φυσικοεπιστημονικών εννοιών (Martin & Veal, 1998. Vygotsky, 1978).

Πιο συγκεκριμένα, η γλώσσα της επιστήμης έχει συγκεκριμένες ιδιαιτερότητες (Halliday & Martin, 1996. Κουλαϊδής κ.ά., 2002). Η επιστημονική γλώσσα χρησιμοποιεί ειδική ορολογία. Όροι όπως 'ενέργεια', 'άτομο', 'αδράνεια', 'θερμότητα', έχουν συγκεκριμένο νόημα στην επιστημονική γλώσσα και αυτό υπαγορεύει την κατάλληλη και ορθή του χρήση σε σχέση με άλλους όρους και έννοιες. Αυτό συμβαίνει παρά -και σε αντίθεση με- το γεγονός ότι πολλοί επιστημονικοί όροι χρησιμοποιούνται και στην καθημερινή γλώσσα, με πιο 'χαλαρό' τρόπο ως προς τη νοηματοδότησή τους (π.χ. η εναλλακτική χρήση των λέξεων 'θερμοκρασία' και 'θερμότητα' ως συνώνυμων).

Επίσης, η γλώσσα της επιστήμης έχει λεκτική πυκνότητα και ένας τρόπος που το πετυχαίνει αυτό είναι η ονοματοποίηση ρημάτων. Για παράδειγμα λέμε «το σημείο βρασμού του νερού» αντί να πούμε «η θερμοκρασία που βράζει το νερό».

Ακόμα, η επιστημονική γλώσσα χρησιμοποιεί επεξεργασμένο τρόπο έκφρασης: δείχνει προτίμηση στην παθητική φωνή (π.χ. «Στην ευθύγραμμη κίνηση η φορά της ταχύτητας προσδιορίζεται από το πρόσημό της», Αντωνίου κ.ά., χ.χ.α) και σύνθετη σύνταξη με δευτερεύουσες προτάσεις (π.χ. «Για τον καθορισμό της διανυσματικής ταχύτητας ενός αεροπλάνου, πλοίου ή αυτοκινήτου και γενικά ενός σώματος που κινείται, εκτός από το ταχύμετρο που μας δείχνει το μέτρο της, χρειαζόμαστε και μια πυξίδα, με τη βοήθεια της οποίας μπορούμε να προσδιορίσουμε την κατεύθυνσή της», Αντωνίου κ.ά., χ.χ.α).

Αυτές οι ιδιαιτερότητες της επιστημονικής γλώσσας -ως φορέα της επιστημονικής γνώσης- αποτελούν συχνά εμπόδιο για την πλειοψηφία των μαθητών/τριών ώστε να κατανοήσουν και να κατακτήσουν σε έναν επαρκή βαθμό τις έννοιες και τα φαινόμενα των Φ.Ε. που διδάσκονται στο σχολείο. Αυτός είναι ένας από τους λόγους που συχνά οι μαθητές/τριες δεν αντιλαμβάνονται τη σύνδεση των εννοιών της Φυσικής που διδάσκονται στην τάξη με την πραγματική, καθημερινή ζωή.

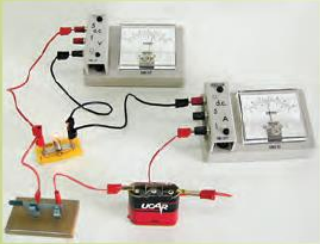
Στις παραπάνω εγγενείς δυσκολίες έρχεται να προστεθεί και το γεγονός ότι μερικοί/ές μαθητές/τριες είναι 'αναδυόμενοι πολύγλωσσοί', διδάσκονται δηλαδή τα γνωστικά αντικείμενα του σχολείου σε μια ξένη και πολύ διαφορετική από τη δική τους γλώσσα, την ελληνική. Αντιλαμβάνεται λοιπόν κανείς τα επιπλέον εμπόδια και τις προκλήσεις που αντιμετωπίζουν αυτοί/ές οι μαθητές/τριες ως προς την πρόσβασή τους στη φυσικοεπιστημονική γνώση. Αντιλαμβάνεται επίσης την ανάγκη και την ευκαιρία να αξιοποιήσει άλλους τρόπους επικοινωνίας, εκτός από τη γλωσσική, ώστε να υποστηριχθεί η διδασκαλία και η μάθηση των απαιτητικών επιστημονικών εννοιών.

## Πολυτροπικότητα και πολυγραμματισμοί

Η καθημερινή επικοινωνία, αλλά και η εκπαίδευση -ως κατεξοχήν χώρος που στηρίζεται στην επικοινωνία- χρησιμοποιούν μια πλειάδα τρόπων αναπαράστασης της γνώσης. Σε αυτούς συγκαταλέγονται η γλώσσα, η εικόνα, ο ήχος, η κίνηση, οι εκφράσεις του προσώπου κ.ά. Έτσι, μεγάλο μέρος της καθημερινής μας επικοινωνίας μέσα και έξω από τη σχολική τάξη είναι **πολυτροπικό** (Kress & Van Leeuwen, 1996). Με την 'εισβολή' μιας πλειάδας μη γλωσσικών τρόπων στην επικοινωνία και την εκπαίδευση, γίνεται εμφανής η ανάγκη να μπορεί ο/η μαθητής/τρια να κατανοεί τον καθέναν από αυτούς τους τρόπους χωριστά, αλλά και το πώς αυτοί συντίθενται και παράγουν νόημα.

Έτσι, η παραδοσιακή άποψη για το γραμματισμό, που τον ταυτίζει με την κατάκτηση του γραπτού λόγου (να μπορεί δηλ. κανείς να διαβάζει και να γράφει), έχει αντικατασταθεί από την έννοια των **'πολυγραμματισμών'**, δηλαδή της ικανότητας ερμηνείας και παραγωγής νοημάτων διαμέσου πολλαπλών τρόπων επικοινωνίας. Το να είναι λοιπόν κανείς 'εγγράμματος' σήμερα σημαίνει να μπορεί να χρησιμοποιεί αποτελεσματικά γραπτό λόγο, εικόνες, ήχους, τεχνολογικά προϊόντα και εφαρμογές, φυσικο-επιστημονική και μαθηματική γνώση κ.λπ. Σημαίνει επίσης, να μπορεί να συνθέσει όλα τα προηγούμενα για να παράξει νόημα (Cope & Kalantzis, 2009. Williams & Tang, 2020). Για παράδειγμα, όταν μία μαθήτρια ή ένας μαθητής καλείται να υλοποιήσει τη δραστηριότητα του Σχήματος 1, χρειάζεται να αντλήσει γνώσεις και ικανότητες από όλους τους παραπάνω 'γραμματισμούς' και να τις συνθέσει με τον κατάλληλο τρόπο. Μόνο τότε θα είναι μαθησιακά αποτελεσματική μια τέτοια διδακτική δραστηριότητα.

**Δραστηριότητα**



**Νόμος του Ωμ**  
 Διαθέτεις ένα βολτόμετρο, ένα αμπερόμετρο, δύο μπαταρίες 1,5 V και 4,5 V, ένα λαμπάκι και καλώδια.

- Συναρμολόγησε το κύκλωμα της εικόνας χρησιμοποιώντας διαδοχικά τις δύο μπαταρίες.
- Εφάρμοσε τον ορισμό της αντίστασης και υπολόγισε την αντίσταση του λαμπήρα με βάση τις ενδείξεις των οργάνων σε καθεμία από τις δύο περιπτώσεις.
- Σύγκρινε τις τιμές που υπολόγισες. Σκέψου τις προϋποθέσεις για να ισχύει ο νόμος του Ωμ σε έναν μεταλλικό αγωγό. Ισχύουν στην παραπάνω περίπτωση; Μπορείς να ερμηνεύσεις τα αποτελέσματα των πειραμάτων σου;

Σχήμα 1. Δραστηριότητα από το κεφάλαιο του ηλεκτρικού ρεύματος του σχολικού βιβλίου Φυσικής Γ' Γυμνασίου (πηγή: Αντωνίου κ.ά., χ.χ.β)

Ανάμεσα στους μη γλωσσικούς τρόπους επικοινωνίας, η εικόνα είναι κυρίαρχη. Για παράδειγμα, όλα τα σχολικά βιβλία είναι πολυτροπικά κείμενα, γιατί στηρίζονται σε δύο -τουλάχιστον- τρόπους, το γραπτό λόγο και την εικόνα, για να παρουσιάσουν τη γνώση. Η σύνθεση της εικόνας με το γραπτό λόγο σε πολυτροπικά διδακτικά κείμενα, όπως τα σχολικά βιβλία, αποσκοπεί στο να κάνει πιο κατανοητή την επιστημονική γνώση και έτσι να διευκολύνει τη μάθηση (Cope & Kalantzis, 2009. Χρηστίδου, 2018).





Ειδικά στις Φ.Ε. η χρήση της εικόνας είναι φυσική και εγγενής. **Οι έννοιες των Φ.Ε. είναι από τη φύση τους πολυτροπικές.** Για παράδειγμα, ένας φυσικός μπορεί να αντληφθεί και να περιγράψει τα ηλεκτρομαγνητικά κύματα με τουλάχιστον τρεις τρόπους: λεκτικά, μαθηματικά -χρησιμοποιώντας σύμβολα και εξισώσεις- και οπτικά -χρησιμοποιώντας εικόνες. Το ρεπερτόριο αυτό από πολλαπλούς τρόπους (π.χ. του γλωσσικού, του οπτικού, του μαθηματικού συμβολισμού, της εκτέλεσης πειραματικών χειρισμών) φωτίζει διαφορετικές πτυχές μιας επιστημονικής έννοιας (Lemke, 1998).

Όμοια, **η διδασκαλία και η μάθηση των Φ.Ε. είναι και αυτές πολυτροπικές.** Σε κάθε σχολικό βιβλίο και σε κάθε τάξη που διδάσκονται οι Φ.Ε. λεκτικές, συμβολικές και οπτικές εκφράσεις, αλλά και κινήσεις του σώματος (π.χ. χειρονομίες) συντίθεται για να διατυπωθούν επιστημονικές εξηγήσεις (Rau, 2017). Αυτή η ενσωμάτωση πολλαπλών τρόπων επικοινωνίας αξιοποιείται ώστε να διευκολύνει τους/τις μαθητές/τριες να κατανοήσουν τις έννοιες των Φ.Ε., προσεγγίζοντάς τις από διαφορετικές και συμπληρωματικές οπτικές γωνίες (Σχήμα 2). Προκειμένου λοιπόν κανείς να κατακτήσει την επιστημονική γνώση, πρέπει, παράλληλα με την ειδική ορολογία, τους συμβολισμούς και τις εξισώσεις, να μπορεί να 'διαβάζει' αποτελεσματικά και εικόνες με επιστημονικό περιεχόμενο.

## 2.2 Η έννοια της ταχύτητας

Στην καθημερινή μας γλώσσα χρησιμοποιούμε την έννοια της ταχύτητας για να δείξουμε πόσο γρήγορα ή πόσο αργά κινείται ένα αντικείμενο. Η έννοια αυτή χρησιμοποιείται με δυο διαφορετικούς τρόπους:

Λέμε ότι ένας δρομέας Α είναι ταχύτερος από κάποιον άλλον Β, όταν ο Α μπορεί να διανύσει την ίδια διαδρομή με τον Β (π.χ. 100 μέτρα) σε μικρότερο χρόνο (εικόνα 2.12). Επίσης, μεταξύ δυο οδηγών Α και Β που κινούνται σ' έναν αυτοκινητόδρομο, ταχύτερος είναι εκείνος που στον ίδιο χρόνο διανύει διαδρομή μεγαλύτερου μήκους. Σε κάθε περίπτωση βλέπουμε ότι η ταχύτητα συνδέεται με δυο μεγέθη: το μήκος της διαδρομής και τον χρόνο.

Στην καθημερινή γλώσσα η λέξη ταχύτητα χρησιμοποιείται με δυο έννοιες: της μέσης και της στιγμιαίας ταχύτητας.

### Μέση ταχύτητα στην καθημερινή γλώσσα

Σ' έναν αγώνα καλύψισης 100 m, ο καλυμψιτής διανύει δυο φορές το μήκος της πείνας και επιστρέφει στο σημείο εκκίνησης. Σ' αυτή την περίπτωση, το μήκος της διαδρομής που διένυσε είναι  $s = (50\text{ m}) + (50\text{ m})$  ή  $s = 100\text{ m}$ . Γενικά, το μήκος της διαδρομής είναι διαφορετικό από το μέτρο της μετατόπισης (εικόνα 2.13).

Ορίζουμε μέση ταχύτητα το πηλίκο του μήκους της διαδρομής που διένυσε ο καλυμψιτής ή γενικότερα ένα κινητό σε ορισμένο χρόνο (χρονικό διάστημα) προς τον χρόνο αυτό.

$$\text{μέση ταχύτητα} = \frac{\text{μήκος της διαδρομής}}{\text{χρονικό διάστημα}}$$

$$v_m = \frac{s}{\Delta t} \quad (2.1)$$

Όταν ως αρχή μέτρησης των χρόνων  $t_1$  έχει επιλεγεί το 0 ( $t_1 = 0\text{ s}$ ), τότε το  $\Delta t$  ταυτίζεται με το  $t_2$  και συμβολίζουμε  $\Delta t = t$ , οπότε γράφουμε:

$$v_m = \frac{s}{t}$$

Η ταχύτητα είναι παράγωγο μέγεθος και σύμφωνα με τη σχέση (2.1), η μονάδα της στο διεθνές σύστημα μονάδων (S.I) είναι το  $1\text{ m/s}$  δηλαδή μέτρο ανά δευτερόλεπτο. Επιπλέον, κάθε συνδυασμός μονάδων μήκους και χρόνου μπορεί να επιλεγεί ως μονάδα μέτρησης της μέσης ταχύτητας. Έτσι το χιλιόμετρο ανά ώρα (km/h) ή το μίλι ανά ώρα (mi/h) ή και το εκατοστό ανά ώρα (ταχύτητα σαλγκαρκιού) (cm/h) κτλ. μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως μονάδες ταχύτητας.



Εικόνα 2.12  
Στους Ολυμπιακούς αγώνες του 2000 στο Σίδνεϊ ο Κλάιους Κενάτσης ήταν ταχύτερος από τον δεύτερο στην κορσά. Δέ- τι άφησε π. 200 m σε 2,18 s, ενώ ο δεύτερος σε 2,14 s



Εικόνα 2.13  
Το μήκος της διαδρομής που κάνει η μέλισσα είναι διαφορετικό από την ευθεία απόσταση της αρχής και τέλους της θέσης (μέτρο της μετατόπισης). Η μέση ταχύτητα στην καθημερινή γλώσσα συνδέεται με το μήκος της διαδρομής.

Σχήμα 2. Σελίδα από το σχολικό βιβλίο της Φυσικής Β' Γυμνασίου με χαρακτηριστικά πολυτροπικότητας: ενσωμάτωση γραπτού λόγου, μαθηματικών τύπων, και εικόνων (πηγή: Αντωνίου κ.ά., χ.χ.α)

## Πολυτροπικότητα και πολυπολιτισμική τάξη

Η ειδική φύση της επιστημονικής γνώσης θέτει ακόμα μεγαλύτερες προκλήσεις στους μαθητές και τις μαθήτριες που έχουν την ελληνική ως δεύτερη γλώσσα. Επομένως, για τους 'αναδυόμενους πολύγλωσσους' η χρήση μη λεκτικών τρόπων επικοινωνίας, όπως οι εικόνες, θεωρείται η πλέον πρόσφορη επιλογή, γιατί παρέχει πρόσβαση στις επιστημονικές έννοιες υπερβαίνοντας το γλωσσικό εμπόδιο. Σε πολυγλωσσικά περιβάλλοντα, εξάλλου, οι αλληλεπιδράσεις είναι πολύ εντονότερα πολυτροπικές απ' ό,τι σε μονογλωσσικά. Στηρίζονται συχνά στη μη λεκτική επικοινωνία αξιοποιώντας κινήσεις του σώματος, αντικείμενα (π.χ. εποπτικό υλικό), εικόνες, ήχους κ.λπ. Έτσι, οι μη-γλωσσικοί τρόποι βοηθούν τη γεφύρωση γλωσσικών χάσμάτων (π.χ. όταν οι αναδυόμενοι πολύγλωσσοι υποκαθιστούν την προφορική εκφορά μιας λέξης με μια κίνηση, όπως για να υποδείξουν την περιστροφική κίνηση της γης).

Οι τρόποι με τους οποίους η πολυτροπικότητα υποστηρίζει τους/τις μαθητές/τριες στην πολυπολιτισμική τάξη των Φ.Ε., φαίνονται συνοπτικά στο Σχήμα 3.



Σχήμα 3. Πώς η πολυτροπικότητα υποστηρίζει τη μάθηση στις Φ.Ε. σε μια πολυπολιτισμική τάξη [προσαρμοσμένο από τους Williams & Tang (2020)]

Η πολυτροπικότητα παρέχει στους μαθητές που δεν έχουν τη γλώσσα διδασκαλίας ως μητρική ποικίλους τρόπους να επικοινωνούν στην τάξη των Φ.Ε. Με άλλα λόγια, η μη γλωσσική επικοινωνία σε πολυπολιτισμικές τάξεις ευνοεί την ανάπτυξη του επιστημονικού



(δια)λόγου. Εξάλλου, τα οπτικά βοηθήματα, όπως οι πίνακες, τα διαγράμματα, ή οι προσομοιώσεις, υποβοηθούν σημαντικά τη μάθηση σε όλες και όλους, ανεξάρτητα από το αν η γλώσσα διδασκαλίας είναι η μητρική τους ή όχι. Ειδικά όμως για τους ‘αναδυόμενους πολύγλωσσους’, η οπτική -και γενικότερα η μη λεκτική- επικοινωνία μειώνει το γλωσσικό φορτίο και διευκολύνει τη συμμετοχή τους στην κοινότητα μάθησης της σχολικής τάξης (Williams & Tang, 2020. Χρηστίδου, 2018).

Μία ακόμα πρακτική στην οποία συχνά καταφεύγουν τα δίγλωσσα άτομα είναι η διαγλωσσικότητα (translanguaging), δηλαδή η εναλλαγή ανάμεσα σε δύο ή περισσότερες γλώσσες κατά την επικοινωνία. Η διαγλωσσικότητα δίνει στους ‘αναδυόμενους πολύγλωσσους’ πρόσβαση σε διαφορετικούς γλωσσικούς πόρους, επιτρέποντάς τους να μεγιστοποιήσουν τις επικοινωνιακές τους δυνατότητες (García, 2009). Για το λόγο αυτό, συχνά σε πολυπολιτισμικές σχολικές τάξεις παρατηρείται -και ενθαρρύνεται- η χρήση δύο ή περισσότερων γλωσσών στη διάρκεια της διδασκαλίας, π.χ. κατά την εισαγωγή και επεξήγηση νέων όρων ή κατά τη συνεργασία των μαθητών/τριών σε μικρές ομάδες στο πλαίσιο διερευνητικών, ή/και πειραματικών δραστηριοτήτων (Williams & Tang, 2020).

Στις ενότητες που ακολουθούν θα αναπτυχθούν τα βασικά χαρακτηριστικά του παρόντος εκπαιδευτικού υλικού της Φυσικής και οι τρόποι με τους οποίους επιχειρεί να αξιοποιήσει τα πλεονεκτήματα της πολυτροπικότητας και της διαγλωσσικότητας με χαρακτηριστικά αποσπάσματα και παραδείγματα. Συγκεκριμένα, γίνεται αναφορά στην οργανική ένταξη της εικόνας, καθώς και άλλων τρόπων επικοινωνίας στο εκπαιδευτικό υλικό, ως αποτελεσματικών εργαλείων προσέγγισης της επιστημονικής γνώσης. Παρουσιάζεται η λογική ένταξης πειραματικών και διερευνητικών δραστηριοτήτων στο εκπαιδευτικό υλικό και αξιοποίησης των ΤΠΕ σε αυτό. Εξηγείται πώς τα παραπάνω χαρακτηριστικά της πολυτροπικότητας μπορούν να υποστηρίξουν -παράλληλα με τη μάθηση των εννοιών και των φαινομένων της Φυσικής- και την εκμάθηση της ελληνικής ως δεύτερης γλώσσας. Τέλος, περιγράφονται οι βασικές επιλογές που διέπουν την οργάνωση του κειμένου, τα τεστ αξιολόγησης και το γλωσσάρι.

## Πολυτροπική Φυσική

Λόγω της ιδιαιτερότητας του υλικού ως προς τον ανομοιογενή και ‘αναδυόμενο πολύγλωσσο’ πληθυσμό στον οποίο απευθύνεται, η έμφαση δίνεται περισσότερο στην ποιοτική κατανόηση των βασικών εννοιών της Φυσικής και λιγότερο στην ποσοτική, ‘μαθηματικοποιημένη’ γνώση. Για λόγους συμβατότητας με το επίσημο Πρόγραμμα Σπουδών, στο υλικό περιλαμβάνονται οι βασικοί μαθηματικοί τύποι που συνδέουν τα φυσικά μεγέθη και προτείνονται απλές ασκήσεις προς επίλυση στο ‘βιβλίο’ του/της μαθητή/τριας και στα τεστ αξιολόγησης. Ωστόσο, δεν αποτελεί πρώτιστο μέλημα στο σχεδιασμό του παρόντος υλικού η εμβάθυνση στο μαθηματικό φορμαλισμό, ούτε η επίλυση εξεζητημένων ασκήσεων.

Με αυτό το γνώμονα, το εκπαιδευτικό υλικό επιδιώχθηκε να αξιοποιήσει όσο το δυνατόν περισσότερο τα χαρακτηριστικά της πολυτροπικότητας. Ενσωματώνει μεγάλο αριθμό και ποικιλία εικόνων, αλλά και χρήση της τεχνολογίας, του ήχου, του βίντεο και των προσομοιώσεων προκειμένου να ενθαρρύνει την αλληλεπίδραση των μαθητών/τριών με το υλικό και μεταξύ τους και να υποστηριχθεί η μάθηση.

Έτσι, λόγω της δυναμικής της εικόνας ως μιας προσβάσιμης σε όλες/ους, ‘παγκόσμιας γλώσσας’, η χρήση της είναι εντατική σε όλα τα κεφάλαια του παρόντος εκπαιδευτικού υλικού. Οι εικόνες εξυπηρετούν διάφορους βαθμούς εξοικείωσης με τον οπτικό φορμαλισμό της Φυσικής και διάφορες λειτουργίες στο κείμενο. Αυτά εξηγούνται στις αμέσως επόμενες παραγράφους.

### Οπτικός ρεαλισμός και οπτικός φορμαλισμός στις εικόνες

Οι εικόνες που έχουν συμπεριληφθεί στο υλικό έχουν στην πλειοψηφία τους υψηλό βαθμό οπτικού ρεαλισμού<sup>1</sup>. Είναι δηλαδή σκίτσα ή φωτογραφίες που απεικονίζουν έννοιες ή φαινόμενα της Φυσικής, όπως περίπου τα αντιλαμβανόμαστε στην καθημερινότητα (Σχήματα 4 και 5).


3. Όταν αλλάξει ο πάγος σε νερό, αυτό το λέμε

- α) πήξη
- β) τήξη
- γ) υγροποίηση
- δ) βρασμός



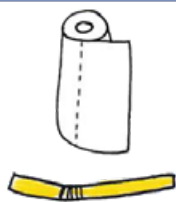
Σχήμα 4. Ρεαλιστική απεικόνιση του πάγου που λιώνει στο τεστ αξιολόγησης για τις φυσικές καταστάσεις του νερού

**ΚΑΝΕΙΝΑ ΠΕΙΡΑΜΑ!**




**Τα υλικά που θα χρειαστείς:**

1. Χαρτί κουζίνας.
2. Ένα πλαστικό καλαμάκι



**Τι θα κάνεις:**

Πάρε ένα κομμάτι χαρτί κουζίνας. Τρίψε δυνατά το καλαμάκι με το χαρτί κουζίνας. Μετά πλησίασε το καλαμάκι στον τοίχο. Τι βλέπεις;

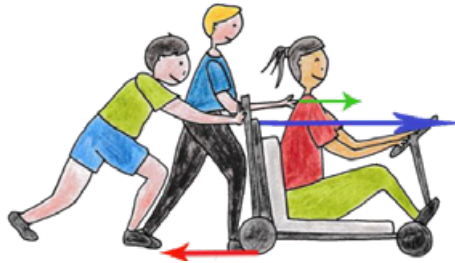


Εικόνα 5. Ρεαλιστική απεικόνιση των καθημερινών υλικών που χρειάζονται σε ένα πείραμα στατικού ηλεκτρισμού

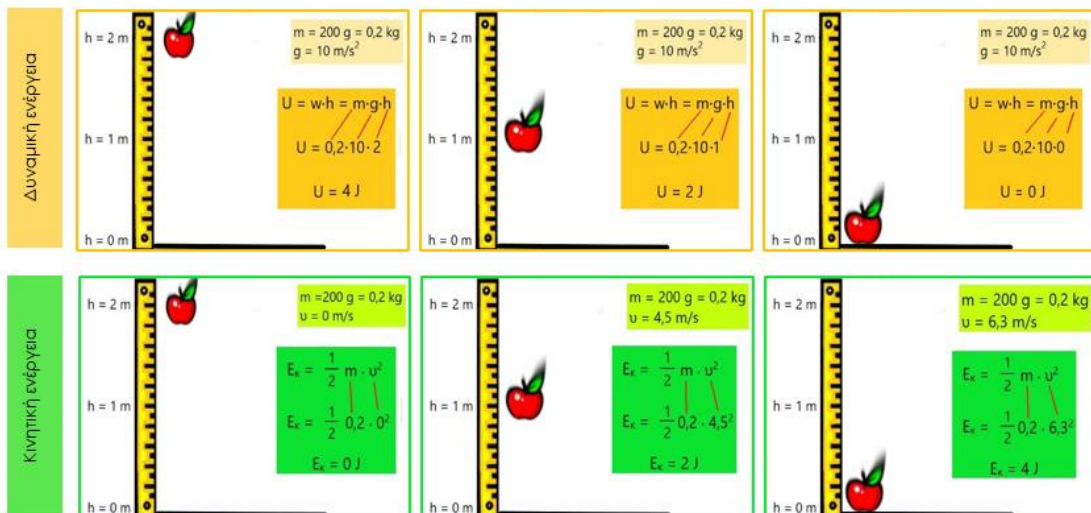
Σε πολλές περιπτώσεις, ωστόσο, οι εικόνες είναι ‘υβριδικές’ (Κουλαϊδής κ.ά., 2002), δηλαδή μαζί με τα ρεαλιστικά στοιχεία περιλαμβάνουν και στοιχεία επιστημονικού φορμαλισμού. Τέτοια είναι, για παράδειγμα, τα διανύσματα που απεικονίζουν δυνάμεις πάνω σε μια ρεαλιστική εικόνα (Σχήμα 6), αλλά και λέξεις, σύμβολα, τύποι και αριθμητικές τιμές (Σχήμα

<sup>1</sup> Λέγοντας ‘ρεαλισμός’ δεν εννοείται ο φωτογραφικός ρεαλισμός, αλλά η απουσία επιστημονικού φορμαλισμού, π.χ. συμβόλων, γραμμών, βελών, ή εξισώσεων από τις εικόνες αυτού του τύπου, σε αντίθεση με τους άλλους τύπους εικόνων που παρουσιάζονται στη συνέχεια.

7). Εικόνες όπως αυτές εισάγουν στοιχεία της 'γλώσσας' της επιστήμης, σε λεκτικό, σε συμβολικό/μαθηματικό, ή σε οπτικό επίπεδο.

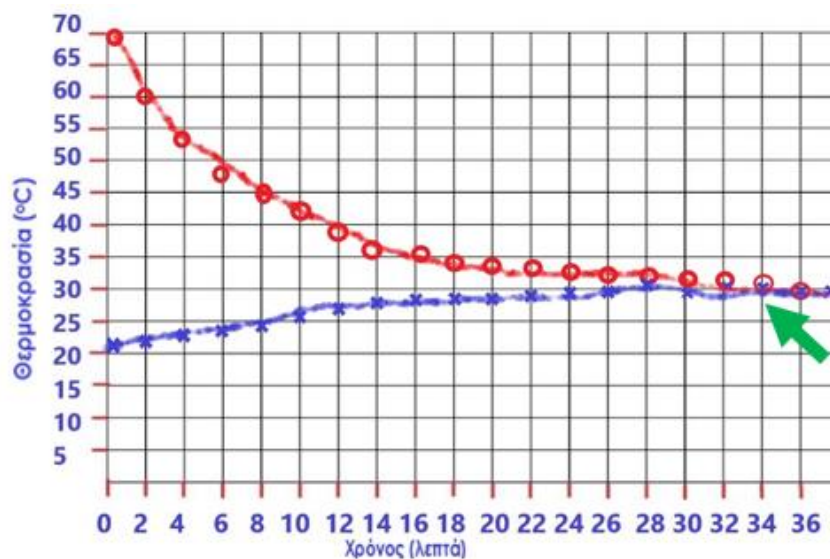


Σχήμα 6. Ενσωμάτωση των διανυσμάτων των δυνάμεων (στοιχείο φορμαλισμού) σε ένα σκίτσο με τρία παιδιά (στοιχείο ρεαλισμού)



Σχήμα 7. Οι μετατροπές της μηχανικής ενέργειας κατά την πτώση ενός μήλου: απεικόνιση με στοιχεία ρεαλισμού (μήλο, μετροταινία) και επιστημονικού φορμαλισμού (επιστημονικοί όροι, σύμβολα μεγεθών, τιμές, εξισώσεις)

Μικρός αριθμός εικόνων, τέλος, ακολουθούν αποκλειστικά τον οπτικό φορμαλισμό της επιστήμης, χωρίς να ενσωματώνουν ρεαλιστικά στοιχεία. Τέτοιες εικόνες, για παράδειγμα γραφικές παραστάσεις (Σχήμα 8), θεωρείται χρήσιμο να μπορούν να κατανοούν οι μαθητές/τριες καθώς αναπτύσσουν τον επιστημονικό τους γραμματισμό. Ωστόσο, λόγω της αυξημένης τους δυσκολίας, περιλήφθηκαν στο εκπαιδευτικό υλικό σε περιορισμένο βαθμό, όπου κρίθηκε απαραίτητο για λόγους συμβατότητας με το επίσημο Πρόγραμμα Σπουδών και τους στόχους του, π.χ. στα φύλλα εργασίας της Α' Γυμνασίου.

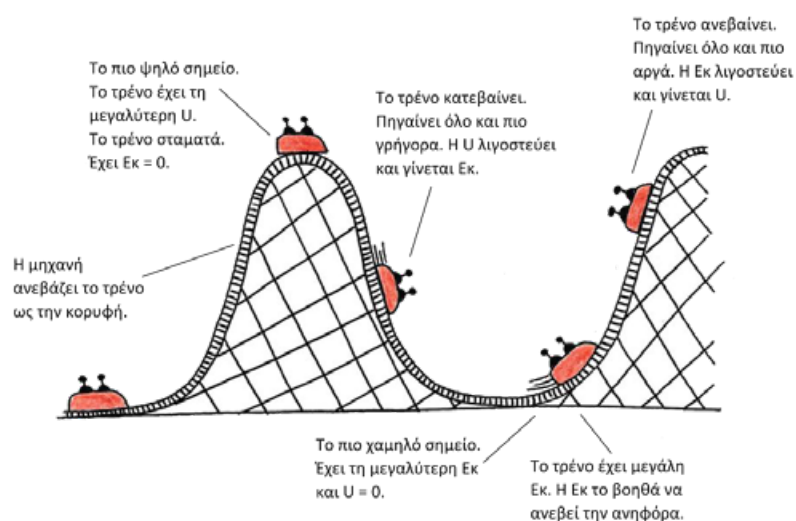


Σχήμα 8. Γραφική παράσταση χρόνου-θερμοκρασίας σε δύο ποσότητες νερού που φτάνουν σε θερμική ισορροπία: απουσία στοιχείων ρεαλισμού

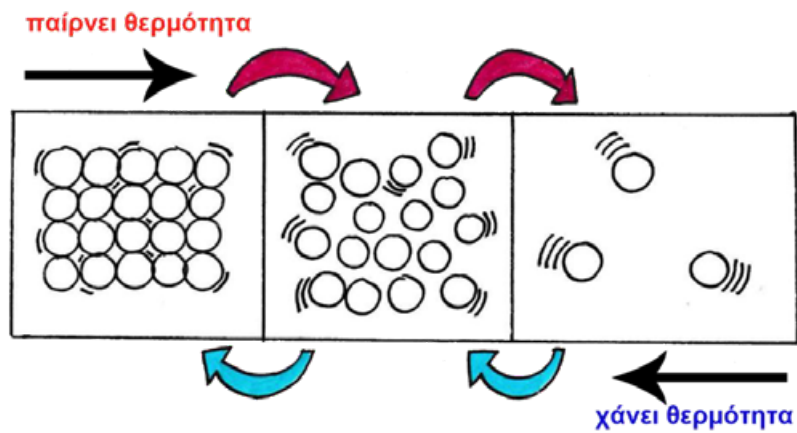
### Λειτουργίες της εικόνας στο εκπαιδευτικό υλικό

Οι εικόνες εξυπηρετούν διάφορες λειτουργίες στο κείμενο του υλικού. Οι λειτουργίες αυτές αντιστοιχούν και σε διαφορετικές ικανότητες σκέψης που αναμένεται να ενεργοποιήσουν οι μαθητές προκειμένου να κατανοήσουν το επιστημονικό τους νόημα. Συγκεκριμένα, οι εικόνες εισάγονται προκειμένου

- Να παρουσιάσουν γεγονότα και διαδικασίες με εξέλιξη στο χώρο ή/και στο χρόνο (Σχήματα 9 και 10).



Σχήμα 9. Οι μετατροπές της μηχανικής ενέργειας στο 'τρένακι του τρόμου'



Σχήμα 10. Οι αλλαγές φυσικής κατάστασης του νερού

- Να αναλύσουν τα μέρη από τα οποία αποτελείται μια οντότητα της Φυσικής, π.χ. το άτομο (Σχήμα 11).



Σχήμα 11. Ανάλυση της δομής του ατόμου

- Να ταξινομήσουν έννοιες σε κατηγορίες και υποκατηγορίες (Σχήμα 12), ή να οργανώσουν πληροφορίες (π.χ. μετρήσεις σε ένα πείραμα), όπως τυπικά συμβαίνει με την κατασκευή πινάκων (Σχήμα 13).



Σχήμα 12. Ταξινόμηση μορφών ενέργειας και παραδειγμάτων τους

Χρόνος (λεπτά)	$\theta_1$ (°C)	$\theta_2$ (°C)
0	70	
2		
4		
6		
8		
10		
12		
14		
16		
18		
20		
22		
24		
...		
...		
...		

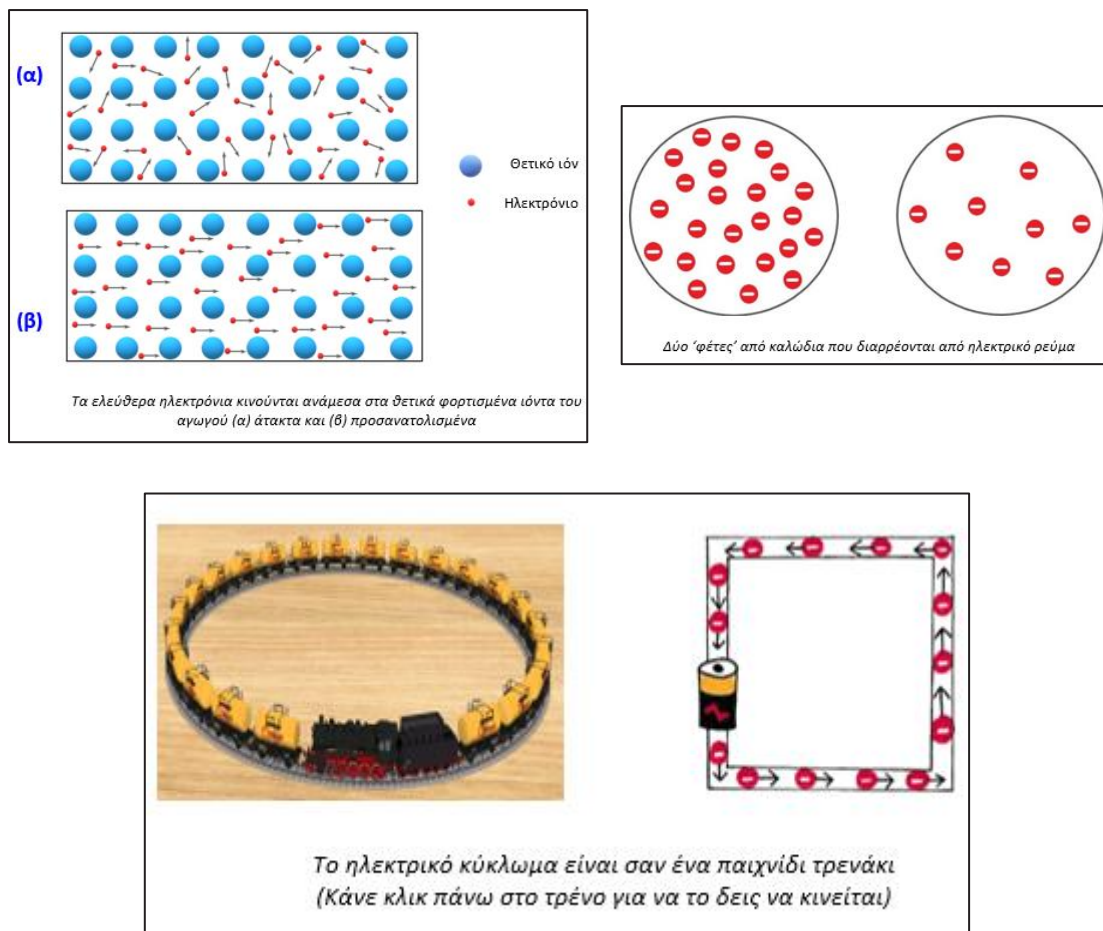
Σχήμα 13. Πίνακας για την καταγραφή μετρήσεων θερμοκρασίας

Όλες οι παραπάνω λειτουργίες των εικόνων εξοικειώνουν τους/τις μαθητές/τριες σε διαφορετικούς τρόπους σκέψης και προσέγγισης της φυσικοεπιστημονικής γνώσης και επομένως υποστηρίζουν την ανάπτυξη του επιστημονικού τους γραμματισμού.



## Η Φυσική από διαφορετικές οπτικές γωνίες: Πολλαπλές αναπαραστάσεις

Όπως ήδη αναφέρθηκε, η μη-γλωσσική επικοινωνία βοηθά την υπέρβαση γλωσσικών περιορισμών στους αναδυόμενους πολύγλωσσους μαθητές και μαθήτριες. Για παράδειγμα, η αξιοποίηση πολλαπλών οπτικών αναπαραστάσεων, δηλαδή πολλών διαφορετικών εικόνων, δημιουργεί πολλαπλά 'σημεία εισόδου' για την κατανόηση εννοιών των Φ.Ε. από τις μαθήτριες και τους μαθητές. Ακόμα, η μετάβαση από τη μία αναπαράσταση μιας έννοιας σε μία άλλη αναπαράσταση της ίδιας έννοιας διευκολύνει τους/τις μαθητές/τριες να προσεγγίσουν κριτικά και σε βάθος συμπληρωματικές της όψεις και λεπτομέρειες. Για παράδειγμα, στο Σχήμα 14 παρουσιάζονται διαφορετικές απεικονίσεις του ηλεκτρικού ρεύματος από το σχετικό κεφάλαιο του εκπαιδευτικού υλικού: (α) η κίνηση των ηλεκτρονίων σε έναν αγωγό που δεν διαρρέεται ή που διαρρέεται από ηλεκτρικό ρεύμα (επάνω αριστερά), (β) η ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος (επάνω δεξιά) και (γ) η εξήγηση του ηλεκτρικού κυκλώματος σε αναλογία με το παιχνίδι - τρενάκι.




Σχήμα 14. Εικόνες που αναδεικνύουν διαφορετικές, συμπληρωματικές όψεις της έννοιας του ηλεκτρικού ρεύματος




## Πολυτροπικότητα δεν είναι μόνο οι εικόνες...

Ένα πολυτροπικό κείμενο περιλαμβάνει συνήθως γραπτό λόγο και εικόνα, αλλά όχι κατ' ανάγκη μόνον αυτούς τους δύο τρόπους επικοινωνίας και κατασκευής νοημάτων. Έτσι, για να αναδειχθούν και να αξιοποιηθούν στο μεγαλύτερο δυνατό βαθμό οι δυνατότητες της πολυτροπικότητας, επιλέχθηκε να συμπεριληφθεί η ενότητα του Ήχου, ενώ το υπόλοιπο κεφάλαιο για τα Μηχανικά Κύματα από την ύλη της Γ' Γυμνασίου δεν έχει συμπεριληφθεί στο εκπαιδευτικό υλικό της Φυσικής. Μία ενότητα για τον ήχο δεν θα μπορούσε να είναι επαρκώς πολυτροπική αν δεν περιλάμβανε παραδείγματα ήχων. Για το λόγο αυτό, η σχετική ενότητα συνοδεύεται από ηχητικά αρχεία συνδεδεμένα με υπερσυνδέσμους με τις σχετικές εικόνες, τα οποία μπορεί να ακούσει ο/η αναγνώστης/τρια. Έτσι, επιδιώκεται, μέσω παραδειγμάτων, η ανάδειξη των ομοιοτήτων και διαφορών ανάμεσα σε ποικίλους ήχους, αλλά και η αισθητοποίηση των χαρακτηριστικών του ήχου (Σχήμα 15).

**Άκουσε...**



Θα ακούσεις δύο ήχους. Αυτοί οι ήχοι έχουν την ίδια συχνότητα. Έχουν συχνότητα  $f = 131 \text{ Hz}$ . Επειδή έχουν την ίδια συχνότητα, το αυτί μας τους ακούει στο ίδιο ύψος. Οι ήχοι αυτοί έχουν περίπου την ίδια ένταση. Επειδή έχουν την ίδια ένταση, στο αυτί μας έχουν την ίδια ακουστότητα. Όμως ο ένας ήχος είναι από κιθάρα. Ο άλλος ήχος είναι από βιολοντσέλο. Οι ήχοι αυτοί δεν είναι ίδιοι. Τους ξεχωρίζουμε γιατί έχουν διαφορετική χροιά.



Σχήμα 15. Δραστηριότητα αισθητοποίησης του ήχου με χρήση ηχητικών αποσπασμάτων

## Η Φυσική με πειράματα και διερευνητικές δραστηριότητες: εξοικείωση με επιστημονικές πρακτικές

Μαθητοκεντρικές παιδαγωγικές πρακτικές, όπως οι διερευνητικές ή οι πειραματικές δραστηριότητες, έχουν τυπικά πολυτροπικό χαρακτήρα, καθώς ενσωματώνουν πολλαπλές μορφές επικοινωνίας. Οι πρακτικές αυτές εμπλέκουν ενεργητικά τους μαθητές και τις μαθήτριες και αναβαθμίζουν το ρόλο τους στην τάξη γιατί διευκολύνουν την έκφραση των ιδεών και των εμπειριών τους. Για παράδειγμα, οι εικόνες (π.χ. διαγράμματα, φωτογραφίες) που κατασκευάζουν οι μαθητές/τριες στο πλαίσιο των πειραματισμών ή των διερευνήσεων τους γίνονται αφορμές για συζήτηση και ερμηνεία κοινών εμπειριών. Με αυτόν τον τρόπο η σχολική τάξη αποκτά χαρακτηριστικά κοινότητας μάθησης.

Οι πειραματικές και διερευνητικές δραστηριότητες συχνά αξιοποιούν τις εμπειρίες των μαθητών/τριών και τις συνδέουν με αφηρημένες έννοιες. Σε αυτή τη λογική προτείνονται στο υλικό ομαδοσυνεργατικές δραστηριότητες μέτρησης της έντασης καθημερινών ήχων (Σχήμα 16), ανάλυσης της χρήσης και εξοικονόμησης της οικιακής ηλεκτρικής ενέργειας (Σχήμα 17) κ.ά. Διδακτικές δραστηριότητες με αυτά τα χαρακτηριστικά, κάνουν το μάθημα της Φυσικής πιο ενδιαφέρον και συνδέουν τη μαθησιακή με την καθημερινή, βιωματική εμπειρία των μαθητών/τριών.






Η ενεργητική εμπλοκή των μαθητών/τριών σε διερευνητικές δραστηριότητες που περιλαμβάνουν ανοιχτά προβλήματα προς επίλυση, καταγραφή μετρήσεων και εξαγωγή συμπερασμάτων έχει σημαντικά μαθησιακά οφέλη. Τέτοιες δραστηριότητες υπηρετούν πολύπλευρα την ανάπτυξη του επιστημονικού γραμματισμού τους, καθώς εκτείνονται και πέρα από την κατανόηση εννοιών και φαινομένων. Επειδή οι μαθητές και οι μαθήτριες εμπλέκονται σε επιστημονικές πρακτικές, εξοικειώνονται με τη φύση της επιστήμης: κάνουν προβλέψεις, καταγράφουν μετρήσεις, τις αποτυπώνουν σε διαγράμματα, εξάγουν συμπεράσματα, υιοθετώντας τυπικές πρακτικές της επιστημονικής κοινότητας.

Τέλος, διερευνητικές δραστηριότητες που σχετίζονται με τεχνο-επιστημονικά ζητήματα όπως αυτά των παραπάνω παραδειγμάτων (Σχήματα 16 και 17) ευαισθητοποιούν σε θέματα με αντίκτυπο στο περιβάλλον, την κοινωνία, την υγεία κ.λπ. Μπορούν έτσι να αποτελέσουν έναυσμα για την υλοποίηση σχεδίων εργασίας εκτός του τυπικού ωρολογίου προγράμματος και της διδασκαλίας της Φυσικής. Αυτός ήταν άλλος ένας σημαντικός λόγος που επιλέχθηκε να περιληφθεί η ενότητα για τον Ήχο από το κεφάλαιο Μηχανικά Κύματα της ύλης της Γ' Γυμνασίου, λόγω του ότι προσφέρεται για διερευνήσεις με κοινωνικές, περιβαλλοντικές και πολιτισμικές πτυχές.

Λόγω όλων των πλεονεκτημάτων της διερεύνησης και του πειραματισμού, το υλικό περιλαμβάνει σημαντικό αριθμό πειραμάτων, είτε εικονικών (π.χ. στο περιβάλλον του Phet, Σχήμα 18), είτε χειραπτικών (π.χ. φύλλα εργασίας για τις ενότητες της Α' Γυμνασίου, βλ. Σχήμα 19). Στην περιγραφή των πειραμάτων, ιδίως των εικονικών, δίνονται λεπτομερείς οδηγίες με εικόνες και ειδικές σημάνσεις σε αυτές (π.χ. κόκκινους κύκλους) που καθοδηγούν τους μαθητές και τις μαθήτριες για τις επιλογές, τα υλικά και τα βήματα που απαιτούνται ώστε να διασφαλιστεί στο μέγιστο δυνατό η κατανόηση της διαδικασίας του πειράματος και η επιτυχής τους συμμετοχή σε αυτό. Η αξιοποίηση των ΤΠΕ στο εκπαιδευτικό υλικό της Φυσικής, αναλύεται περισσότερο στην επόμενη ενότητα.



**ΚΑΝΕΝΑ ΤΕΙΡΑΜΑ**  
 Πήγαινε πάνω δεξιά, στο φανταστικό εργαστήριο και κάνε κλικ πάνω στην εικόνα που βλέπεις δεξιά:

Θα κάνεις πάλι ένα πείραμα όπως πριν. Τώρα ο άνθρωπος θα σπρώχνει δύο κιβώτια. Επίλεξε στο τετράγωνο πάνω δεξιά τις λέξεις **Δυνάμεις**, **Συνισταμένη δύναμη**, **Τιμές**, **Μάζες** και **Ταχύτητα**.

Τώρα πήγαινε στο παράθυρο κάτω δεξιά. 'Πιάσε' με το ποντίκι σου ένα ακόμη κιβώτιο και άφησέ το πάνω στο πρώτο κιβώτιο. Τώρα ο άνθρωπος πρέπει να σπρώξει μάζα  $m = 100 \text{ kg}$ .

Τώρα πήγαινε κάτω, στο κέντρο της οθόνης, εκεί που λέει **Ασκήσιμη δύναμη**. Πάτησε τα μαύρα βελάκια δεξιά μέχρι να αρχίσουν να κινούνται τα κιβώτια. Πόση δύναμη έβαλε ο άνθρωπος για να 'κινήσει' την τριβή και να κινήσει τα κιβώτια;

**Έβαλε δύναμη  $F = \dots \text{ N}$**

Είδες καλύτερα, στο πρώτο πείραμα που έκανες σε αυτό το εργαστήριο, ότι το ένα κιβώτιο χρειάζεται από τον άνθρωπο δύναμη  $F = 126 \text{ N}$  ή μεγαλύτερη για να αρχίσει να κινείται.

Θέλες τώρα τα δύο κιβώτια και βάλε στη θέση τους το ψυγείο. Το ψυγείο έχει μάζα  $m = 200 \text{ kg}$ . Πόση δύναμη έβαλε ο άνθρωπος για να κινήσει το ψυγείο;

**Έβαλε δύναμη  $F = \dots \text{ N}$**

Σύγκρινε τη δύναμη που έβαλε ο άνθρωπος για να κινήσει το ένα κιβώτιο με τη δύναμη που έβαλε για να κινήσει τα δύο κιβώτια και με τη δύναμη που έβαλε για να κινήσει το ψυγείο. Τι σκέφτεσαι; Συμπλήρωσε την πρόταση με τις λέξεις που λείπουν:

Όσο πιο ..... είναι η μάζα  $m$ , τόσο πιο ..... δύναμη  $F$  χρειάζεται για να αρχίσει να κινείται ένα πράγμα.

Σχήμα 18. Εικονικό πείραμα εμπειρικής διαπίστωσης του 2<sup>ου</sup> νόμου του Νεύτωνα με καταγραφή μετρήσεων και εξαγωγή συμπεράσματος

**ΚΑΝΕ ΕΝΑ ΠΕΙΡΑΜΑ**

**Φτιάξτε το δικό σας δυναμόμετρο!**  
Τα υλικά που θα χρειαστείτε:

- Ένα ελατήριο
- Ένα πλαστικό ποτήρι από το προηγούμενο πείραμα. Μη βγάλτε από το ποτήρι τα τρία σκουινιά που βάζετε στο επάνω μέρος.
- Μία μεζούρα [μετροταινία]
- Ένα καρφί

**Πώς να φτιάξετε το δυναμόμετρο:**

- Κρεμάστε το ελατήριο από τον τοίχο με το καρφί.
- Κρεμάστε το ποτήρι στην κάτω άκρη του ελατηρίου.
- Στερεώστε τη μεζούρα στον τοίχο. Προσοχή! Η μεζούρα να είναι δίπλα στο ποτήρι. Η αρχή της μεζούρας (0 cm) να είναι στο ίδιο ύψος με την άκρη του ελατηρίου, εκεί που κρέμεται το ποτήρι.

Το δυναμόμετρο είναι έτοιμο!

Βάλτε μέσα στο ποτήρι ένα βαρίδιο με μάζα 5 γραμμάρια. Το μήκος του ελατηρίου μεγάλωσε. Μετρήστε πόσα εκατοστά (cm) μάκρυνε το ελατήριο. Δείτε δίπλα σε ποιον αριθμό είναι τώρα η κάτω άκρη του ελατηρίου. Γράψτε πόσα εκατοστά μάκρυνε το ελατήριο στην πρώτη γραμμή του πίνακα. Κάντε το ίδιο με διαφορετικά βαρίδια. Κάθε φορά να γράφετε στην πρώτη στήλη πόση μάζα έχει το βαρίδιο. Δίπλα, στη δεύτερη στήλη, να γράφετε πόσα εκατοστά μάκρυνε το ελατήριο. Συμπληρώστε όλες τις γραμμές του πίνακα.

Πόση μάζα έχει το βαρίδιο; (σε γραμμάρια)	Πόσο μάκρυνε το ελατήριο; (σε εκατοστά)
5	.....
.....	.....
.....	.....
.....	.....
.....	.....

**Γράφουμε τι είδαμε στο πείραμα**

Συμπληρώστε την παρακάτω πρόταση, διαλέξτε τη σωστή λέξη από τα ζευγάρια που βλέπετε εδώ για να συμπληρώσετε τα κενά.

..... μάζα βάζουμε στο ποτήρι τόσο πιο ..... μακραινάει το ελατήριο.

**ΚΑΝΕ ΕΝΑ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ!**

**Κάνουμε ένα διάγραμμα**

Παρακάτω βλέπετε ένα χαρτί με τετράγωνα. Σε αυτό θα κάνετε ένα διάγραμμα για το πείραμα με το δυναμόμετρο. Γράψτε τα γραμμάρια κάτω από κάθε κόκκινη γραμμή (I) στον οριζόντιο άξονα, δεξιά από το 0. Προσοχή! Κάθε τετράγωνο πρέπει να έχει διαφορά από το προηγούμενο τα ίδια γραμμάρια. Για παράδειγμα 10, 20, 30 ...

Γράψτε τα εκατοστά δίπλα από κάθε κόκκινη γραμμή (II) στον κατακόρυφο άξονα. Προσοχή! Κάθε τετράγωνο πρέπει να έχει διαφορά από το προηγούμενο τα ίδια εκατοστά. Για παράδειγμα 2, 4, 6, 8, 10 ...

Κοιτάξτε τον πίνακα που συμπληρώσατε παραπάνω, στο πείραμα με το δικό σας δυναμόμετρο. Κάθε γραμμή του πίνακα έχει ένα ζευγάρι με αριθμούς (γραμμάρια / εκατοστά). Βρείτε πού πρέπει να βάλετε το κάθε ζευγάρι πάνω στο χαρτί με τα τετράγωνα. Γράψτε για κάθε ζευγάρι ένα X πάνω στο χαρτί. Σχεδιάστε μια γραμμή που να περνάει κοντά από όλα τα X που σημειώσατε στο χαρτί. Προσοχή! Η γραμμή πρέπει να ξεκινάει από το 0. Αν δεν βάλουμε κανένα βαρίδιο στο ποτήρι (μάζα = 0) τότε το ελατήριο δεν μεγαλώνει, δεν μακραινάει.

Σχήμα 19. Πείραμα εμπειρικής διαπίστωσης του νόμου του Hooke με καταγραφή μετρήσεων, εξαγωγή συμπεράσματος και κατασκευή διαγράμματος

## Φυσική και πολυτροπικότητα μέσω των ΤΠΕ: οπτικοποίηση αφηρημένης γνώσης και γεφύρωση πολιτισμικών διαφορών

Η οικοδόμηση κοινών εμπειριών μέσω πειραματισμών και διερευνήσεων -όπως περιγράφηκαν στην προηγούμενη παράγραφο- μπορεί να γεφυρώσει πολιτισμικές διαφορές ανάμεσα σε μαθητές/τριες με διαφορετικές καταβολές. Σε αυτή την κατεύθυνση βοηθά και η χρήση των ΤΠΕ που παρέχουν μια κοινή βάση συζήτησης στην κοινότητα της πολυπολιτισμικής τάξης: η εξοικείωση όλων των μαθητών/τριών με την τεχνολογία και τις χρήσεις της είναι πολύ πιο ομοιογενής και 'ισότιμη' σε σχέση με τη χρήση της ελληνικής γλώσσας. Παράλληλα, κατάλληλα επιλεγμένο ψηφιακό εκπαιδευτικό υλικό (εκπαιδευτικά λογισμικά, προσομοιώσεις, βίντεο και εικόνες) βοηθούν τους/τις μαθητές/τριες να συνδέσουν τις εμπειρίες τους με αφηρημένα (Σχήμα 20), μη ορατά (Σχήματα 21 και 22) και μη οικεία φαινόμενα και έννοιες της Φυσικής. Μέσω τέτοιων δράσεων που υποστηρίζονται από τις ΤΠΕ επιδιώκεται να εμπλακεί η τάξη σε έναν πολυτροπικό διάλογο με επιστημονικό περιεχόμενο που λειτουργεί ως 'σκαλωσιά' μάθησης. Αξιοποιώντας όλα αυτά τα πλεονεκτήματα, το υλικό της Φυσικής προτείνει εκτεταμένη χρήση προσομοιώσεων, βίντεο και εικονικών πειραμάτων.

Πήγαινε [εδώ](#) για να δεις ένα βίντεο με τον Τζόνι να κάνει [τραμπολίνο!](#)

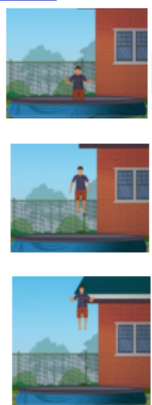
Σε αυτό το βίντεο είδες ότι ο Τζόνι πήδά πάνω στο [τραμπολίνο](#). Το [τραμπολίνο](#) βουλιάζει, αλλάζει σχήμα και τον τινάζει ψηλά.

**Σκέψου!**

Ο Τζόνι ανεβαίνει προς τα πάνω. Η ταχύτητά του μικραίνει συνέχεια. Όταν φτάσει στο πιο ψηλό σημείο, η ταχύτητά του γίνεται μηδέν. Μετά ο Τζόνι αρχίζει να πέφτει. Φτάνει πάλι στο [τραμπολίνο](#). Το [τραμπολίνο](#) βουλιάζει από το βάρος του Τζόνι. Για μια στιγμή η ταχύτητα του Τζόνι γίνεται πάλι μηδέν. Μετά το [τραμπολίνο](#) τον τινάζει πάλι προς τα πάνω.

Ας δούμε τι 'πρόσωπα', τι μορφές αλλάζει η μηχανική ενέργεια σε αυτή την ιστορία. Συμπλήρωσε τις παρακάτω προτάσεις με τις λέξεις που λείπουν. Οι λέξεις που θα χρησιμοποιήσεις είναι

- Ο Τζόνι είναι στο πιο χαμηλό σημείο. Το [τραμπολίνο](#) βουλιάζει από το βάρος του. Τότε το [τραμπολίνο](#) έχει ..... από ελαστική παραμόρφωση. Ο Τζόνι δεν κινείται. Γι' αυτό έχει ..... ίση με μηδέν.
- Ο Τζόνι είναι στη μέση της διαδρομής του. Τότε έχει ..... γιατί είναι πιο ψηλά από το έδαφος. Έχει και ..... γιατί κινείται. Το [τραμπολίνο](#) δεν βουλιάζει. Το [τραμπολίνο](#) δεν έχει ..... από ελαστική παραμόρφωση.
- Ο Τζόνι είναι στο πιο ψηλό σημείο. Ο Τζόνι σταματά να κινείται. Έχει ..... ίση με μηδέν. Επειδή είναι πολύ ψηλά, έχει τη μεγαλύτερη ..... Το [τραμπολίνο](#) δεν βουλιάζει. Το [τραμπολίνο](#) έχει ..... ίση με μηδέν.



Σχήμα 20. Προσομοίωση των μορφών μηχανικής ενέργειας και των αλληλομετατροπών τους


**ΔΕΣ ΕΝΑ ΒΙΝΤΕΟ!**

**Πώς αλλάζει μορφές το νερό;**

Δεν μπορούμε να γίνουμε τόσο μικροί για να δούμε τα μόρια του νερού στη στερεή, στην υγρή και στην αέρια μορφή. Γι' αυτό θα δούμε δύο βίντεο. Θα μας βοηθήσουν να φανταστούμε τα μόρια! Κάνε κλικ στις εικόνες που βλέπεις πιο κάτω για να δεις τα βίντεο.

Με το [πρώτο βίντεο](#) θα καταλάβεις πώς είναι τα μόρια στα υγρά, στα στερεά και στα αέρια. Αυτά που μας ενδιαφέρουν τα δείχνει μετά το 1 λεπτό και 30 δευτερόλεπτα.

Με το [δεύτερο βίντεο](#) θα καταλάβεις τι γίνεται με τα μόρια του νερού στην εξάτμιση και στην υγροποίηση.



Σχήμα 21. Βίντεο που οπτικοποιούν μέσω προσομοιώσεων τις τρεις καταστάσεις της ύλης σε μοριακό επίπεδο





Σχήμα 22. Εικονικό πείραμα στατικού ηλεκτρισμού με οπτικοποίηση των ηλεκτρικών φορτίων και της διαδικασίας ηλεκτρίσης

## Φυσική, ελληνομάθεια και διαπολιτισμικότητα

Όπως ήδη αναφέρθηκε στην Εισαγωγή, το εκπαιδευτικό υλικό αποσκοπεί, σε συνδυασμό με την εξοικείωσή τους με έννοιες και φαινόμενα της Φυσικής, να υποστηρίξει τους αναδυόμενους πολύγλωσσους μαθητές/τριες στην κατάκτηση της ελληνικής γλώσσας. Κάθε κεφάλαιο ξεκινά από απλές, καθημερινές έννοιες και εμπειρίες, ή πειράματα με καθημερινά υλικά πριν περάσει στην εισαγωγή θεωρητικών εννοιών και στην εξήγηση φαινομένων. Εικόνες, πειράματα και δραστηριότητες που καλούν σε σκέψη στοχεύουν να ενεργοποιήσουν συναφείς προηγούμενες γνώσεις και εμπειρίες, να κινητοποιήσουν την ενεργητική, κριτική σκέψη των μαθητών/τριών και να δημιουργήσουν προβληματισμό. Να δημιουργήσουν δηλαδή τις κατάλληλες συνθήκες για την εισαγωγή της νέας, προς κατάκτηση γνώσης.

Επιπλέον, η αξιοποίηση των μη γλωσσικών τρόπων επικοινωνίας (π.χ. συμμετοχή σε πειραματικές διαδικασίες, χρήση εικόνων και βίντεο) επιδιώκεται να έχει θετική επίδραση και στη χρήση της γλώσσας. Μέσω των μη γλωσσικών τρόπων το υλικό διευκολύνει σε πρώτη φάση την εισαγωγή λέξεων της καθημερινής γλώσσας (Σχήμα 23), ενώ σε δεύτερη τη μετάβαση στην επιστημονική γλώσσα (Σχήμα 24).

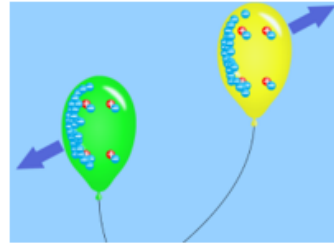
 Κινώ το θρανίο προς το μέρος μου	Τραβώ
 Κινώ το θρανίο μακριά μου	Σπρώχνω

Σχήμα 23. Οι δυνάμεις 'τραβούν' ή 'σπρώχνουν': εικόνες και λέξεις από την καθημερινότητα



Τρίβουμε τα δύο μπαλόνια στη μπλούζα. Και τα δύο μπαλόνια φορτίζονται αρνητικά (⊖). Προσπαθούμε να πλησιάσουμε το πράσινο μπαλόνι στο κίτρινο μπαλόνι. Βλέπουμε ότι το ένα μπαλόνι *σπρώχνει* το άλλο μακριά. Επειδή και τα δύο μπαλόνια έχουν αρνητικό φορτίο, *απωθούνται*.

Ανάμεσα στα δύο μπαλόνια ασκούνται ηλεκτρικές δυνάμεις επειδή έχουν αρνητικό ηλεκτρικό φορτίο.



Τα μπαλόνια είναι αρνητικά φορτισμένα και απωθούνται

*Σχήμα 24. Μετάβαση από το «σπρώχνει το ένα το άλλο μακριά» στο «απωθούνται» με τη βοήθεια εικόνας και εικονικού πειράματος*

Στο γραπτό κείμενο του εκπαιδευτικού υλικού χρησιμοποιούνται κατά κανόνα απλές, καθημερινές λέξεις και εκφράσεις. Επειδή, ωστόσο, η ανάπτυξη του ειδικού λεξιλογίου της Φυσικής θεωρείται -τουλάχιστον σε ένα βαθμό- απαραίτητη, μετά την εισαγωγή και εξήγηση μιας έννοιας με καθημερινούς όρους, συχνά εισάγεται πιο εξειδικευμένη επιστημονική ορολογία. Έτσι, η παρουσίαση των εννοιών και των φαινομένων της Φυσικής στο εκπαιδευτικό υλικό τυπικά γίνεται με (α) τη χρήση πλειάδας εικόνων που επεξηγούν και υποστηρίζουν το κείμενο, (β) τη χρήση κυρίως απλών, καθημερινών λέξεων και στη συνέχεια (γ) την εισαγωγή περισσότερο επιστημονικής γλώσσας, πολλές φορές με τη σημείωση «*οι επιστήμονες αυτό το λένε....*» (βλ. Σχήμα 25).

Τραβάμε την χορδή και μετά την αφήνουμε. Η χορδή κάνει μια μικρή κίνηση γύρω από τη θέση της. Αυτή τη μικρή κίνηση γύρω από μια θέση οι επιστήμονες τη λένε *ταλάντωση*.

Το ηλεκτρικό ρεύμα χρειάζεται έναν δρόμο, μια διαδρομή που θα κάνουν τα ηλεκτρόνια. Τη διαδρομή αυτή τη λέμε *κύκλωμα*. [...] στο κύκλωμα τα ηλεκτρόνια τρέχουν μέσα στο καλώδιο, μέσα στον αγωγό. [...] το ηλεκτρικό ρεύμα να κυλάει μέσα στον αγωγό. [...] Αν ανοίξει το κύκλωμα, δεν μπορούν να τρέξουν και τα ηλεκτρόνια. [...] Σε πιο επιστημονική γλώσσα οι επιστήμονες λένε ότι το ηλεκτρικό ρεύμα *διαρρέει* έναν αγωγό. Οι επιστήμονες λένε επίσης ότι ο αγωγός *διαρρέεται* από ηλεκτρικό ρεύμα.

*Σχήμα 25. Παραδείγματα σταδιακής μετατόπισης από την καθημερινή στην επιστημονική γλώσσα στο κείμενο του εκπαιδευτικού υλικού*

Εκτός από την κατανόηση της ελληνικής γλώσσας μέσα από την ανάγνωση του κειμένου, το υλικό επιδιώκει να υποστηρίξει τους αναδυόμενους πολύγλωσσους και στην παραγωγή λόγου. Για το λόγο αυτό έχουν περιληφθεί αφενός ομαδοσυνεργατικές δραστηριότητες που ενθαρρύνουν τη συζήτηση ανάμεσα στις μαθήτριες και τους μαθητές (παραγωγή προφορικού λόγου), αφετέρου δραστηριότητες παραγωγής γραπτού λόγου. Οι τελευταίες είναι συνήθως περιορισμένης δυσκολίας και απαιτούν τη συμπλήρωση κενών σε προτάσεις, με τις λέξεις που αναμένεται να συμπληρωθούν να δίνονται συνήθως στην εκφώνηση. Η επιλογή αυτή έγινε γιατί δεν θεωρήθηκε σκόπιμο να ελεγχθεί η *ανάκληση* των

κατάλληλων λέξεων και η γραπτή τους αποτύπωση, διαδικασία που μπορεί να είναι πολύ απαιτητική για 'αναδυόμενους πολύγλωσσους'. Αντίθετα, θεωρήθηκε σκόπιμο να ελεγχθεί κατά πόσο μπορούν να εντοπίσουν την κατάλληλη λέξη από αυτές που δίνονται και να την εντάξουν σε ένα κείμενο αποδίδοντας το αποδεκτό νόημα τόσο εννοιολογικά (βλ. γνώσεις Φυσικής), όσο και συντακτικά/γραμματικά.


Στο Σχήμα 26 παρουσιάζεται παράδειγμα δραστηριότητας από το υλικό, που συνδυάζει την παραγωγή προφορικού και γραπτού λόγου: συζήτηση στην ομάδα και στη συνέχεια συμπλήρωση κειμένου.

**με την ομάδα σου Η θερμότητα ταξιδεύει συνέχεια γύρω μας!**

Μπορείτε να σκεφτείτε τι γίνεται στις εικόνες που βλέπετε παρακάτω; Συμπληρώστε τις προτάσεις με τις λέξεις που βλέπετε εδώ. Μπορείτε να χρησιμοποιήσετε κάθε λέξη περισσότερες από μία φορές.

ζεσταίνεται ψωμί χερούλι ποτήρι  
παιρνει δωμάτιο χέρι κρύο χαμηλή

- Ο Ριάντ κρατάει ένα ποτήρι με κρύο νερό. Θερμότητα από το ..... του ταξιδεύει προς το .....  
Στο χέρι του ο Ριάντ νιώθει .....
- Βγάζουμε ένα παγάκι από την κατόψυξη. Το αφήνουμε στο τραπέζι. Το παγάκι ..... θερμότητα από το τραπέζι και τον αέρα γύρω του. Το παγάκι ..... και λιώνει.
- Ο Ηλίας ανοίγει την πόρτα από το μεταλλικό χερούλι. Θερμότητα από το ..... του ταξιδεύει προς το ..... Στο χέρι του νιώθει .....
- Μόλις βγάλαμε το ψωμί από το φούρνο. Είναι πολύ ζεστό. Το αφήνουμε πάνω στο τραπέζι στο δωμάτιο. Θερμότητα από το ..... ταξιδεύει προς το ..... Μετά από λίγο το ψωμί έχει πιο ..... θερμοκρασία.



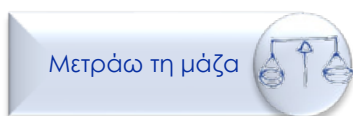
Σχήμα 26. Δραστηριότητα παραγωγής προφορικού και γραπτού λόγου για την έννοια της θερμότητας

Υπάρχουν, ωστόσο και πιο απαιτητικές ως προς την παραγωγή γραπτού λόγου δραστηριότητες, οι οποίες μπορούν να υλοποιηθούν εφόσον οι συνθήκες και η σύνθεση της τάξης το επιτρέπουν. Για παράδειγμα σε μικτές ομάδες ως προς το επίπεδο γλωσσομάθειας των μαθητών/τριών, ώστε να υποστηριχθούν οι αναδυόμενοι πολύγλωσσοι μέσω της συνεργασίας με πιο 'έμπειρους' χρήστες της γλώσσας. Τέτοιες δραστηριότητες περιλαμβάνονται, στο κεφάλαιο της Ηλεκτρικής Ενέργειας (βλ. παραπάνω, Σχήμα 17).

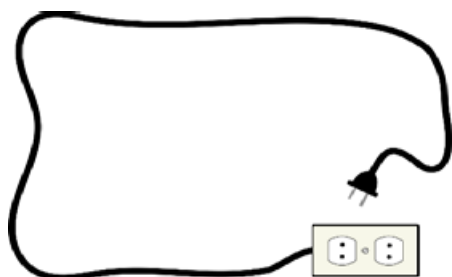
## Οπτικοί και μαθησιακοί οργανωτές

Το 'βιβλίο' για τη μαθήτριά και το μαθητή περιλαμβάνει μια ποικιλία από οπτικούς οργανωτές. Αυτοί οργανώνουν το κείμενο σε διακριτούς τύπους ανάλογα με τη θεματολογία, τη λειτουργία, ή τον τρόπο εμπλοκής των μαθητών/τριών (π.χ. πειράματα,

ομαδικές δραστηριότητες). Με τον τρόπο αυτό οι οπτικοί οργανωτές λειτουργούν ως βοηθήματα ανάγνωσης, αλλά και οργάνωσης της γνώσης. Χωρίζουν το κείμενο σε διακριτά μέρη, επιτρέποντας ευελιξία στην 'πλοήγηση' και ενσωμάτωση διαφορετικών τύπων κειμένου σε ένα συνεκτικό σύνολο. Οι οπτικοί οργανωτές και οι αντίστοιχοι τύποι κειμένου περιλαμβάνουν:



Βινιέτες που σηματοδοτούν τα διαφορετικά κεφάλαια



Πλαίσια που ζητούν κάποιου είδους δράση από τους μαθητές, όπως πειράματα, επίλυση ασκήσεων κ.ά. (βλ. παρακάτω). Τα πλαίσια παραπέμπουν στο εννοιολογικό του περιεχόμενου του εκάστοτε κεφαλαίου



Βινιέτες που σηματοδοτούν τη διεξαγωγή πειραμάτων, χειραπτικών ή εικονικών



Βινιέτες που κινητοποιούν τη σκέψη και ζητούν μια πρόβλεψη ή μία κρίση





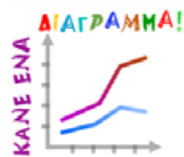
Βινιέτες που καλούν τις μαθήτριες και τους μαθητές σε ομαδοσυnergατικές δραστηριότητες



Βινιέτες που καλούν τις μαθήτριες και τους μαθητές σε δραστηριότητες παραγωγής ή συμπλήρωσης κειμένου



Βινιέτες που σηματοδοτούν την επίλυση ασκήσεων



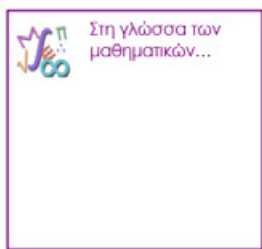
Βινιέτες που σηματοδοτούν την κατασκευή διαγραμμάτων



Βινιέτες που καλούν τις μαθήτριες και τους μαθητές να δουν ένα βίντεο που επεξηγεί και οπτικοποιεί έννοιες της Φυσικής



Βινιέτες που καλούν τις μαθήτριες και τους μαθητές να ακούσουν έναν ήχο



Πλαίσια που εισάγουν τις μαθηματικές σχέσεις ανάμεσα σε φυσικά μεγέθη (τύπους)



Πλαίσια υπενθύμισης γνώσης που έχει διδαχθεί σε προηγούμενο κεφάλαιο ή σε προηγούμενη τάξη

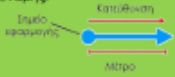


Πλαίσια παράθεσης επιπλέον πληροφοριών

Επιπλέον, στο τέλος κάθε κεφαλαίου, υπάρχουν δύο συνόψεις: η μία σε λεκτική -κατά κύριο λόγο- μορφή («**Τι μάθαμε**; Σε αυτό το κεφάλαιο μάθαμε ότι...», βλ. Σχήμα 27) και η άλλη σε μορφή εννοιολογικού χάρτη («**Δες τι μάθαμε και με μια εικόνα**», βλ. Σχήμα 28). Οι δύο αυτές μορφές σύνοψης λειτουργούν ως μαθησιακοί οργανωτές. Εστιάζουν στις κυριότερες έννοιες που έχουν προηγουμένως αναπτυχθεί. Επίσης, παρουσιάζουν την πληροφορία με δύο μορφές: μια περισσότερο λεκτική και μια περισσότερο οπτική. Μάλιστα, στους εννοιολογικούς χάρτες έχουν συμπεριληφθεί και μερικές από τις πιο χαρακτηριστικές εικόνες του κεφαλαίου ως 'ετικέτες' υπόμνησης (δηλ. οπτικά βοηθήματα) για τις λέξεις-κλειδιά. Επιδιώκεται έτσι να υποστηριχθούν οι αναδυόμενοι πολύγλωσσοι μαθητές και μαθήτριες στην εμπέδωση των βασικών σημείων του κεφαλαίου, μέσα από συμβατές και συμπληρωματικές αποτυπώσεις τους.

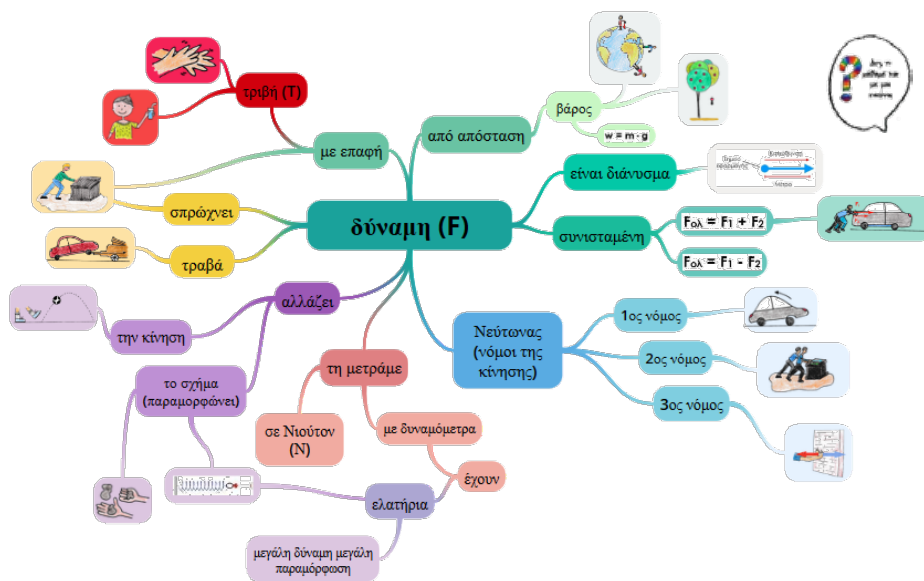
**Τι μάθαμε**  
Σε αυτό το κεφάλαιο μάθαμε ότι:

1. Παντού γύρω μας υπάρχουν δυνάμεις. **Δύναμη** είναι όταν σπρώχνουμε ή τραβάμε κάτι. Η δύναμη αλλάζει την κίνηση ή το σχήμα των πραγμάτων.
2. Την δύναμη την συμβολίζουμε με το γράμμα **F** και την μετράμε σε **Νιούτον (N)**.
3. Υπάρχουν δύο ομάδες δυνάμεων. Είναι οι **δυνάμεις με επαφή** και οι **δυνάμεις από απόσταση**.
4. Η παραμόρφωση ενός ελατηρίου είναι ανάλογη με τη δύναμη **F** που ασκείται στο ελατήριο. Όσο πιο μεγάλη δύναμη βάλουμε, τόσο πιο πολύ θα αλλάξει το μήκος του ελατηρίου.
5. Την δύναμη την μετράμε με ειδικά όργανα, τα **δυναμόμετρα**.
6. Η δύναμη είναι **διάνυσμα**. Το διάνυσμα της δύναμης δείχνει την κατεύθυνσή της. Το μέτρο της δύναμης δείχνει το μέτρο της. Το διάνυσμα της δύναμης αρχίζει στο σημείο εφαρμογής της δύναμης.



7. **Βάρος (w)** είναι η δύναμη που ασκεί η γη στα πράγματα και τα τραβά προς το κέντρο της. Το βάρος είναι μια δύναμη από απόσταση. Το βάρος ενός πράγματος είναι ανάλογο με τη μάζα του (**m**) και με την επιτάχυνση της βαρύτητας (**g**).  
 $w = m \cdot g$
8. **Τριβή (T)** είναι η δύναμη που αντιστέκεται στην κίνηση ενός πράγματος πάνω σε ένα άλλο πράγμα. Η τριβή είναι μια δύναμη με επαφή.
9. Η συνολική δύναμη που ασκείται σε ένα πράγμα λέγεται **συνισταμένη δύναμη**.
  - Όταν δύο δυνάμεις έχουν την **ίδια** φορά, τις προσθέτουμε για να βρούμε τη συνισταμένη δύναμη ( $F_{ok} = F_1 + F_2$ ).
  - Όταν δύο δυνάμεις έχουν **αντίθετη** φορά, αφαιρούμε τη μικρότερη δύναμη από τη μεγαλύτερη δύναμη για να βρούμε τη συνισταμένη δύναμη ( $F_{ok} = F_1 - F_2$ ).
10. Ο **Νεύτωνας** έγραψε τους 3 νόμους της κίνησης.
  - Ο **1ος νόμος του Νεύτωνα** λέει: Όταν ένα πράγμα είναι ακίνητο, θα μείνει ακίνητο αν όλες οι δυνάμεις επάνω του έχουν συνισταμένη  $F_{ok} = 0$ . Και όταν ένα πράγμα κινείται, θα συνεχίσει να κινείται με τον ίδιο τρόπο αν όλες οι δυνάμεις που ασκούνται επάνω του έχουν συνισταμένη  $F_{ok} = 0$ .
  - Ο **2ος νόμος του Νεύτωνα** λέει: Όσο πιο μεγάλη δύναμη (**F**) ασκείται σε ένα πράγμα, τόσο πιο γρήγορα μεγαλώνει η ταχύτητά του. Και όσο πιο μεγάλη μάζα (**m**) έχε ένα πράγμα, τόσο πιο μεγάλη δύναμη χρειάζεται για να αλλάξει η κίνησή του.
  - Ο **3ος νόμος του Νεύτωνα** λέει: Όταν ένα πράγμα (**A**) ασκεί δύναμη σε ένα άλλο πράγμα (**B**), τότε και το (**B**) ασκεί μία δύναμη στο (**A**). Τις δύο δυνάμεις τις λέμε δράση και αντίδραση. Η δράση και η αντίδραση έχουν ίσο μέτρο και αντίθετη φορά.

Σχήμα 27. Η λεκτική σύνοψη για το κεφάλαιο των Δυνάμεων



Σχήμα 28. Ο εννοιολογικός χάρτης (οπτική σύνοψη) για το κεφάλαιο των Δυνάμεων

## Τα τεστ αξιολόγησης

Κάθε κεφάλαιο συνοδεύεται από ένα τεστ αξιολόγησης. Τα τεστ αξιολόγησης είναι εναρμονισμένα με τη λογική του υπόλοιπου υλικού και αποσκοπούν στην εκτίμηση του βαθμού επίτευξης των διδακτικών στόχων (βλ. Πλαίσιο Μάθησης στο Παράρτημα) με έμφαση στην ποιοτική κατανόηση των βασικών εννοιών της Φυσικής που διαπραγματεύεται το υλικό.

Κάθε τεστ αξιολόγησης περιλαμβάνει ερωτήσεις κλειστού τύπου που μπορεί να είναι πολλαπλής επιλογής, αντιστοίχισης, Σωστού-Λάθους, ή συμπλήρωσης κενών. Η επιλογή αυτή θεωρήθηκε η καταλληλότερη, μια και η απάντηση σε ανοικτές ερωτήσεις θα έθετε μια επιπλέον πρόκληση για τους αναδυόμενους πολύγλωσσους χρήστες του υλικού λόγω γλωσσικών και όχι κατ' ανάγκη γνωστικών περιορισμών ως προς το αντικείμενο της Φυσικής.

Για παρόμοιους λόγους, προκειμένου δηλαδή να απομονωθεί η αξιολόγηση της γνώσης στη Φυσική από την αξιολόγηση του επιπέδου ελληνομάθειας, επιλέχθηκε και στα τεστ αξιολόγησης -όπως και στο υπόλοιπο υλικό- η μέγιστη δυνατή χρήση εικόνων (Σχήμα 29). Πιο συγκεκριμένα, με την ενσωμάτωση οπτικών στοιχείων στα τεστ, επιδιώκεται να εξασφαλιστεί ότι αυτό που πραγματικά αξιολογείται είναι η *κατανόηση του εννοιολογικού περιεχομένου της Φυσικής* από την πλευρά των μαθητών και όχι η γλωσσική τους επάρκεια, ή η απομνημόνευση λέξεων ή συμβόλων.

Α) Διαλέξε τη σωστή απάντηση για κάθε ερώτηση:

1. Μετράμε τη θερμοκρασία
  - α) με θερμομετρο σε βαθμούς Κελσίου (°C)
  - β) με χρονόμετρο σε δευτερόλεπτα
  - γ) με ζυγαριά σε χιλιόγραμμα
  - δ) με μετροταινία (μεζούρα) σε εκατοστά του μέτρου

2. Αφήνουμε ένα φλιτζάνι με ζεστό τσάι και ένα ποτήρι με κρύα πορτοκαλάδα πάνω στο ίδιο τραπέζι. Μετά από πολλή ώρα
  - α) το τσάι θα είναι πιο κρύο από την πορτοκαλάδα
  - β) η πορτοκαλάδα ζεστάθηκε, αλλά το τσάι είναι ακόμα ζεστό
  - γ) το τσάι κρύωσε, αλλά η πορτοκαλάδα είναι ακόμα κρύα
  - δ) το τσάι κρύωσε και η πορτοκαλάδα ζεστάθηκε. Έχουν και τα δύο την ίδια θερμοκρασία με το δωμάτιο.



3. Αν ακουμπήσουμε μια μεταλλική καρέλα και μία ξύλινη καρέλα νιώθουμε
  - α) τη μεταλλική καρέλα πιο ζεστή από την ξύλινη καρέλα γιατί έχουν διαφορετική θερμοκρασία
  - β) τη μεταλλική καρέλα πιο κρύα από την ξύλινη καρέλα γιατί έχουν διαφορετική θερμοκρασία
  - γ) τη μεταλλική καρέλα πιο κρύα από την ξύλινη καρέλα γιατί η μεταλλική καρέλα παίρνει θερμότητα από το χέρι μας πιο γρήγορα
  - δ) τη μεταλλική καρέλα πιο κρύα από την ξύλινη καρέλα γιατί η ξύλινη καρέλα δίνει θερμότητα στο χέρι μας πιο γρήγορα



- α) τη μεταλλική καρέλα πιο ζεστή από την ξύλινη καρέλα γιατί έχουν διαφορετική θερμοκρασία
- β) τη μεταλλική καρέλα πιο κρύα από την ξύλινη καρέλα γιατί έχουν διαφορετική θερμοκρασία
- γ) τη μεταλλική καρέλα πιο κρύα από την ξύλινη καρέλα γιατί η μεταλλική καρέλα παίρνει θερμότητα από το χέρι μας πιο γρήγορα
- δ) τη μεταλλική καρέλα πιο κρύα από την ξύλινη καρέλα γιατί η ξύλινη καρέλα δίνει θερμότητα στο χέρι μας πιο γρήγορα

Γ) Γράψε ένα Σ δίπλα σε κάθε πρόταση αν είναι Σωστή. Γράψε ένα Λ δίπλα σε κάθε πρόταση αν είναι Λάθος.

1. Τα πράγματα που είναι στο ίδιο δωμάτιο για πολλή ώρα έχουν την ίδια θερμοκρασία.



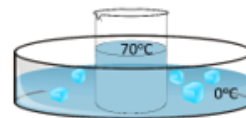

2. Η θερμότητα και η θερμοκρασία δεν είναι το ίδιο πράγμα

3. Η θερμότητα πηγαινει πάντα από κάτι που είναι κρύο σε κάτι που είναι ζεστό




Δ) Συμπλήρωσε τις προτάσεις με τις λέξεις που λείπουν. Βάλεις τις λέξεις που θα γράφεις πάνω από τις προτάσεις με τα κενά.

1. Βάζουμε ένα ποτήρι με ζεστό νερό (70°C) μέσα σε ένα ταξί με κρύο νερό (0°C). Μετράμε τη θερμοκρασία του νερού στο ποτήρι και στο ταξί για πολλή ώρα.



ανεβαίνει    ποτήρι    Ίσα    θερμοκρασία  
Ίσα    ταξί    περής




Η θερμοκρασία στο ποτήρι ..... Η θερμοκρασία στο ταξί .....  
 ..... από το νερό στο ..... πηγαινει  
 στο νερό στο ..... Αυτό συνεχίζεται μέχρι οι δύο θερμοκρασίες  
 να γίνουν ..... Μετά οι θερμοκρασίες στο ποτήρι και στο ταξί δεν  
 αλλάζουν, μένουν .....

Σχήμα 29. Απόσπασμα από τεστ αξιολόγησης με οπτικά βοηθήματα

## Το γλωσσάρι

Αναγνωρίζοντας την αξία της διαγλωσσικότητας, τη σημασία δηλαδή του να έχουν οι 'αναδυόμενοι πολύγλωσσοι' πρόσβαση στις βασικές έννοιες της Φυσικής και μέσω άλλων γλωσσών εκτός από την ελληνική, επιλέχθηκε η μετάφραση μέρους του εκπαιδευτικού υλικού (βλ. Γλωσσάρι). Η μετάφραση αυτή επιδιώκει να υποστηρίξει τους χρήστες του ώστε να κατανοήσουν καλύτερα το περιεχόμενο της διδασκαλίας έχοντας πρόσβαση σε βασικούς όρους και ορισμούς σε περισσότερες από δύο γλώσσες.

Το γλωσσάρι έχει τη μορφή πίνακα και περιλαμβάνει τους βασικούς όρους σε τρεις γλώσσες (ελληνικά, αγγλικά και μία από τις γλώσσες μεγάλης συχνότητας χρήσης στους προσφυγικούς και μεταναστευτικούς πληθυσμούς), τον ορισμό κάθε όρου (σε δύο γλώσσες), αντιπροσωπευτικά παραδείγματα που όρου με εικόνες και -για τις περιπτώσεις που οι όροι αφορούν φυσικά μεγέθη- τα σύμβολα και τις μονάδες μέτρησης κάθε μεγέθους (Σχήμα 30).

επιστημονική λέξη / كلمة علمية / scientific word			π σημαίνει;	ماذا يعني	παράδειγμα / مثال / example	σύμβολο رمز symbol	μονάδα μέτρησης وحدة قياس unit
στα ελληνικά	بالتك	στα αγγλικά					
δυναμική ενέργεια	الطاقة الكامنة	potential energy	Η ενέργεια που έχουν τα πράγματα επειδή βρίσκονται σε κάποια θέση ή επειδή έχει αλλάξει το σχήμα τους, έχουν παραμορφωθεί. Είναι μία μορφή μηχανικής ενέργειας.	الطاقة التي يمتلكها الجسم بحكم موقعه بالنسبة لأخرين ، والضغط داخله ، والقوة الكهربائية ، و عوامل أخرى.		U	J
ενέργεια	الطاقة	energy	Κάτι που αλλάζει μορφές και φέρνει αλλαγές στα πράγματα.	شيء يغير الأماكالم ويغير الأقياء.			J
ένταση ηλεκτρικού ρεύματος	التيار الكهربائي	current	Πόσο πολλά ηλεκτρόνια περνούν από μια 'φέτα' του αγωγού σε ένα δευτερόλεπτο.	كم عدد الإلكترونات التي تمر حين 'الشريحة' من الموصل في الثانية		I	A

Σχήμα 30. Μία σελίδα από το γλωσσάρι της Φυσικής

## Μερικές τελικές επισημάνσεις

Όπως ήδη σημειώθηκε, το εκπαιδευτικό υλικό σχεδιάστηκε με γνώμονες:

- να είναι συμβατό με τη διδακτέα ύλη της Φυσικής των τριών τάξεων του γυμνασίου
- να εξυπηρετεί τις ανάγκες των αναδυόμενων πολύγλωσσων μαθητών/τριών, λειτουργώντας ως διαμεσολαβητικό εργαλείο προκειμένου να τους/τις υποστηρίξει στην υπέρβαση γλωσσικών δυσκολιών
- να είναι ανοιχτό και ευέλικτο

Έτσι, επιλέχθηκαν και συμπεριλήφθηκαν στο υλικό κεφάλαια και ενότητες από τη διδακτέα ύλη και στις περισσότερες περιπτώσεις ακολουθήθηκαν οι οδηγίες του ΥΠΑΙΘ/ΙΕΠ για τη διαχείρισή της. Σε ορισμένες περιπτώσεις, ωστόσο, έχουν συμπεριληφθεί και έννοιες ή εξηγήσεις που δεν προτείνονται για διδασκαλία, καθώς θεωρήθηκαν σημαντικά



ερμηνευτικά εργαλεία. Για παράδειγμα, συμπεριλήφθηκε στο κεφάλαιο του Ηλεκτρικού Ρεύματος η μικροσκοπική ερμηνεία της αντίστασης ενός μεταλλικού αγωγού, καθώς η σωματιδιακή δομή της ύλης νοείται ως ένα κεντρικό ερμηνευτικό μοντέλο στη Φυσική και όχι ως ένα ακόμα κεφάλαιο προς διδασκαλία, ανεξάρτητο από τα υπόλοιπα (Σταυρίδου, 1995).

Έχει ήδη αναφερθεί ότι στο υλικό προτείνονται διαφορετικών τύπων και επιπέδων δυσκολίας δραστηριότητες (π.χ. επίλυση ασκήσεων, συζήτηση σε ομάδες, πειράματα κ.ά.). Υπενθυμίζεται ότι οι δραστηριότητες είναι ενδεικτικές και μπορούν να χρησιμοποιηθούν επιλεκτικά, ή/και να τροποποιηθούν. Επιπλέον, έχουν σχεδιαστεί έτσι ώστε να μπορεί να τις εκτελέσει ο μαθητής ή η μαθήτρια ατομικά, ως εξάσκηση, εκτός της σχολικής τάξης.

Τέλος, προκειμένου να αξιοποιηθεί ο πολυπολιτισμικός πλούτος της τάξης σε όφελος όλων των μαθητών και μαθητριών, τα χαρακτηριστικά του εκπαιδευτικού υλικού και οι δράσεις που προτείνει ενθαρρύνουν

1. Την αναγνώριση των 'λαθών' των μαθητών/τριών ως ενδείξεων ότι γνωρίζουν πράγματα -έστω και όχι όπως τα γνωρίζουν οι επιστήμονες.
2. Την αξιοποίηση αυτών των 'λαθών' ως ενδείξεων των δυσκολιών που αντιμετωπίζουν οι αναδυόμενοι πολύγλωσσοι (αλλά όχι μόνο αυτοί) και σημείων προς αναστοχασμό για την/τον εκπαιδευτικό ως προς το διδακτικό της/του έργο.
3. Την ανάπτυξη συνεργασιών μέσα από ομαδοσυνεργατικές, πολυτροπικές δραστηριότητες που βοηθούν την κατασκευή κοινών νοημάτων για τις έννοιες της Φυσικής και εξυπηρετούν την επίτευξη των διδακτικών στόχων.
4. Την εξάσκηση με τις προς κατάκτηση έννοιες μέσα από ποικιλία δράσεων, ώστε να αναπτυχθούν ταυτόχρονα η γνώση του περιεχομένου της Φυσικής και η γνώση της ελληνικής γλώσσας. Οι δύο αυτοί τύποι γνώσης (πρέπει να) αναπτύσσονται μέσα από ποικίλους τρόπους επικοινωνίας: προφορική, γραπτή, οπτική, συμβολική κ.λπ. Καθένας από αυτούς τους τρόπους αποτελεί εξίσου με τους υπόλοιπους έγκυρο τρόπο έκφρασης της σκέψης. Επομένως μπορούν να αξιοποιηθούν και στην αξιολόγηση της διδασκαλίας και των μαθητών.
5. Την παρουσίαση παραδειγμάτων από την καθημερινή ζωή με διαφορετικούς τρόπους (εικόνες, βίντεο, ήχο, γραπτό και προφορικό λόγο, προσομοιώσεις) ώστε να διευκολυνθεί η σύνδεση των αφηρημένων εννοιών της Φυσικής με τα κοινά βιώματα των μαθητών/τριών.
6. Την αξιοποίηση πολλαπλών πηγών πληροφόρησης, στις οποίες έχουν πρόσβαση και χρησιμοποιούν εκτεταμένα οι μαθήτριες και οι μαθητές και εκτός σχολικής τάξης (π.χ. διαδίκτυο, βίντεο).
7. Την αναγνώριση ότι όλοι/ες οι μαθητές/τριες έρχονται στην τάξη με το δικό τους πολιτισμικό και νοητικό πλούτο. Όπως όλες/οι οι έφηβοι, οι 'αναδυόμενοι πολύγλωσσοι' έχουν γνώσεις, ικανότητες και δεξιότητες που μπορούν να αξιοποιηθούν και να αναπτυχθούν περισσότερο. Για παράδειγμα, αν μία μαθήτρια ή ένας μαθητής σχεδιάζει καλά, η συνεισφορά της/του σε μια ομαδική πολυτροπική δραστηριότητα που περιλαμβάνει -εκτός από παραγωγή γραπτού λόγου ή μαθηματικών υπολογισμών- δημιουργία εικόνων ή σχημάτων, μπορεί να είναι καθοριστική για την επιτυχία και την αξιολόγηση της ομάδας.



## Βιβλιογραφία

- Αντωνίου, Ν., Δημητριάδης, Π., Καμπούρης, Κ., Παπαμιχάλης, Κ., & Παπασιμίπα, Λ. (χ.χ.α) *Φυσική Β' Γυμνασίου*. Πάτρα: ΙΤΥΕ ΔΙΟΦΑΝΤΟΣ.
- Αντωνίου, Ν., Δημητριάδης, Π., Καμπούρης, Κ., Παπαμιχάλης, Κ., & Παπασιμίπα, Λ. (χ.χ.β) *Φυσική Γ' Γυμνασίου*. Πάτρα: ΙΤΥΕ ΔΙΟΦΑΝΤΟΣ.
- Cope, B., & Kalantzis, M. (2009). "Multiliteracies": New literacies, new learning. *Pedagogies: An International Journal*, 4(3), 164-195.
- García, O. (2009). *Bilingual education in the 21st century: A global perspective*. Malden/Oxford: Wiley/Blackwell.
- Halliday, M. A. K. & Martin, J. R. (1996). *Writing Science: Literacy and Discursive Power*. London: The Falmer Press.
- Κουλαϊδής, Β., Δημόπουλος, Κ., Σκλαβενίτη, Σ., & Χρηστίδου, Β. (2002). *Τα κείμενα της τεχνολογίας στο δημόσιο χώρο*. Αθήνα: Μεταίχιμο.
- Kress, G., & Van Leeuwen, T. (1996). *Reading images: The grammar of visual design*. London: Routledge.
- Lemke, J. L. (1998). Multiplying meaning: Visual and verbal semiotics in scientific text. In Martin, J.R. and Veel, R. (Eds.), *Reading science* (pp. 87-113). London: Routledge.
- Martin, J. R. & Veel, R. (1998). *Reading science. Critical and functional perspectives on discourses of science*. London, New York: Routledge.
- Rau, M. A. (2017). Conditions for the effectiveness of multiple visual representations in enhancing STEM learning. *Educational Psychology Review*, 29(4), 717-761.
- Σταυρίδου, Ε. (1995). *Μοντέλα φυσικών επιστημών και διαδικασίες μάθησης*. Αθήνα: Σαββάλας.
- Vygotsky, L. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes*. Cambridge, Massachusetts: Harvard University Press.
- Williams, M., & Tang, K. S. (2020). The implications of the non-linguistic modes of meaning for language learners in science: a review. *International Journal of Science Education*, 1-27. Ανακτήθηκε από <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/09500693.2020.1748249>
- Χρηστίδου, Β. (2018). Εικόνα και εκπαίδευση στις Φυσικές Επιστήμες: Το 'στοίχημα' του επιστημονικού οπτικού γραμματισμού. Στο Χ. Σκουμπουρδή, & Μ. Σκουμιός (Επιμ.), *Πρακτικά 3ου Πανελληνίου Συνεδρίου με Διεθνή Συμμετοχή: «Εκπαιδευτικό υλικό Μαθηματικών και Φυσικών Επιστημών: διαφορετικές χρήσεις, διασταυρούμενες πορείες μάθησης»* (σελ. 92-116). Ρόδος: Πανεπιστήμιο Αιγαίου. Ανακτήθηκε από <http://ltee.aegean.gr/sekpy>

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

### Πλαίσιο Μάθησης για τη Φυσική



Τάξη	Κεφάλαιο / ενότητα	Στόχοι	Διδακτικές ώρες <sup>2</sup>
Α <sup>3</sup>	<b>Μετρήσεις μάζας</b> Παρατηρώ <sup>4</sup> Συζητώ, αναρωτιέμαι, υποθέτω Πειραματίζομαι Πληροφορούμαι	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Να διακρίνουν τα φυσικά μεγέθη μάζα και βάρος<sup>5</sup></li> <li>• Να μετρήσουν τη μάζα και να υπολογίσουν το βάρος σωμάτων χρησιμοποιώντας ζυγαριά και δυναμόμετρο</li> <li>• Να γνωρίσουν τις μονάδες μέτρησης της μάζας και του βάρους</li> <li>• Να διακρίνουν τα φυσικά μεγέθη θερμοκρασία και θερμότητα</li> <li>• Να αναγνωρίζουν τις διαδικασίες που οδηγούν τα σώματα σε θερμική ισορροπία</li> <li>• Να αντιληφθούν τη διαφορά μεταξύ της υποκειμενικής εκτίμησης και της μέτρησης της θερμοκρασίας με τη χρήση θερμομέτρου</li> </ul>	4
	<b>Θερμότητα και θερμοκρασία – Μετρήσεις θερμοκρασίας</b> Παρατηρώ Συζητώ, αναρωτιέμαι, υποθέτω Πειραματίζομαι	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Να γνωρίσουν τις τρεις φυσικές καταστάσεις του νερού (στερεή, υγρή, αέρια) και τις αλληλομετατροπές τους</li> <li>• Να διαπιστώσουν με πειραματισμό τη σταθεροποίηση της θερμοκρασίας κατά τις αλλαγές φυσικής κατάστασης του νερού</li> <li>• Να συνδέσουν, σε ένα πρώτο επίπεδο, τις αλλαγές κατάστασης του νερού με διαδικασίες του μικρόκοσμου</li> <li>• Να κατασκευάζουν και να ερμηνεύουν διάγραμμα θερμοκρασίας – χρόνου κατά τη διάρκεια τήξης και εξάχνωσης του νερού</li> <li>• Να συνδυάσουν τις τρεις φυσικές καταστάσεις του νερού, καθώς και τα φαινόμενα της εξάτμισης και της συμπύκνωσης, με τον κύκλο του νερού στη φύση</li> </ul>	3
	<b>Οι αλλαγές κατάστασης του νερού- Ο "κύκλος" του νερού</b> Πληροφορούμαι Πειραματίζομαι Παρατηρώ Συζητώ, αναρωτιέμαι, υποθέτω	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Να κατασκευάζουν και να ερμηνεύουν διάγραμμα θερμοκρασίας – χρόνου κατά τη διάρκεια τήξης και εξάχνωσης του νερού</li> <li>• Να συνδυάσουν τις τρεις φυσικές καταστάσεις του νερού, καθώς και τα φαινόμενα της εξάτμισης και της συμπύκνωσης, με τον κύκλο του νερού στη φύση</li> </ul>	4

<sup>2</sup> Ο προτεινόμενος αριθμός διδακτικών ωρών είναι ενδεικτικός. Επιχειρεί να είναι ταυτόχρονα προσαρμωμένος στις οδηγίες του ΥΠΑΙΘ/ΙΕΠ και στις μαθησιακές ανάγκες των μαθητών/τριών που απευθύνεται το υλικό.

<sup>3</sup> Τα περάσματα μπορεί να είναι και εικονικά.

<sup>4</sup> Καθώς οι ενότητες της Α' γυμνασίου είναι φύλλα εργασίας (πειραματικές διαδικασίες), αντί για τίτλους εννοιών αναφέρονται οι επιστημονικές πρακτικές που αναμένεται να χρησιμοποιηθούν.

<sup>5</sup> Έννοιες που περιλαμβάνονται και στην ύλη της Β' Γυμνασίου.

Τάξη	Κεφάλαιο / ενότητα	Στόχοι	Διδακτικές ώρες
Β΄	<b>Κινήσεις</b> Περιγραφή της κίνησης: Θέση, σημείο αναφοράς, μετατόπιση Χρονικό διάστημα Τροχιά Η έννοια της ταχύτητας: μέση και στιγμιαία ταχύτητα	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Να αναγνωρίζουν την κίνηση ως ένα βασικό χαρακτηριστικό των υλικών σωμάτων</li> <li>• Να προσεγγίσουν σε ένα πρώτο επίπεδο την έννοια της θέσης ενός αντικειμένου σχετικά με ένα σημείο αναφοράς</li> <li>• Να αντιληφθούν την κίνηση των σωμάτων ως αλλαγή της θέσης τους</li> <li>• Να γνωρίζουν και να χειρίζονται έννοιες που περιγράφουν την κίνηση υλικών σωμάτων</li> </ul>	8
	<b>Δύναμη</b> Κίνηση και αλληλεπίδραση: Δύο γενικά χαρακτηριστικά της ύλης Η έννοια της δύναμης Βάρος και τριβή: Δύο σημαντικές δυνάμεις Σύμβαση δυνάμεων Δύναμη και ισορροπία: Α΄ νόμος του Νεύτωνα Δύναμη και μεταβολή της ταχύτητας: Β΄ νόμος του Νεύτωνα Δύναμη και αλληλεπίδραση: Γ΄ νόμος του Νεύτωνα	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Να συνδέουν τις μεταβολές της κίνησης με την έννοια της δύναμης</li> <li>• Να συνδέουν τη δύναμη με την αλληλεπίδραση</li> <li>• Να γνωρίζουν τις συνθήκες που οδηγούν στην κίνηση ή την ηρεμία των υλικών σωμάτων</li> </ul>	14
	<b>Ενέργεια</b> Ενέργεια: Μια θεμελιώδης έννοια της φυσικής Δυναμική – Κινητική ενέργεια: Δύο βασικές μορφές ενέργειας Η μηχανική ενέργεια και η διατήρησή της Μορφές και μετατροπές ενέργειας Διατήρηση της ενέργειας	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Να συνδέουν τις μεταβολές που συμβαίνουν στη φύση με τη μεταφορά ή τις μετατροπές ενέργειας</li> <li>• Να γνωρίζουν ότι η ενέργεια συναντάται σε διάφορες μορφές και ότι είναι ένα μέγεθος που διατηρείται</li> <li>• Να γνωρίσουν τη δυναμική και την κινητική ενέργεια ως δύο μορφές της μηχανικής ενέργειας</li> <li>• Να αναγνωρίσουν τη διατήρηση της μηχανικής ενέργειας και τις αλληλομετατροπές μεταξύ των μορφών της</li> <li>• Να γνωρίσουν την αρχή διατήρησης της ενέργειας</li> </ul>	8

Τάξη	Κεφάλαιο / ενότητα	Στόχοι	Διδακτικές ώρες
Γ'	<b>Ηλεκτρική δύναμη και φορτίο</b> Γνωριμία με την ηλεκτρική δύναμη Το ηλεκτρικό φορτίο Το ηλεκτρικό φορτίο στο εσωτερικό του ατόμου Τρόποι ηλεκτρίσης και η μικροσκοπική ερμηνεία Νόμος του Κουλόμπ	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Να γνωρίσουν την ιδέα της αλληλεπίδρασης ηλεκτρικών φορτίων από απόσταση</li> <li>• Να χρησιμοποιούν το μοντέλο της δομής της ύλης για την ερμηνεία των ηλεκτρικών φαινομένων</li> <li>• Να γνωρίσουν σε ένα πρώτο, ποιοτικό επίπεδο το νόμο του Κουλόμπ</li> </ul>	8
	<b>Ηλεκτρικό Ρεύμα</b> Ηλεκτρικό ρεύμα και σύγχρονος πολιτισμός Το ηλεκτρικό ρεύμα Ηλεκτρικό κύκλωμα Ηλεκτρικά δίπολα: Αντίσταση και νόμος του Ohm Σύνδεση αντιστατών Σύνδεση αντιστατών σε σειρά Παράλληλη σύνδεση αντιστατών	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Να αναγνωρίσουν τη χρησιμότητα του ηλεκτρικού ρεύματος στην καθημερινή ζωή</li> <li>• Να αναγνωρίσουν το ηλεκτρικό ρεύμα ως προσανατολισμένη κίνηση ηλεκτρονίων</li> <li>• Να γνωρίσουν την έννοια του απλού ηλεκτρικού κυκλώματος</li> <li>• Να γνωρίσουν βασικές έννοιες που συνδέονται με το ηλεκτρικό ρεύμα (ένταση, διαφορά δυναμικού, αντίσταση)</li> <li>• Να γνωρίσουν το νόμο του Ohm</li> <li>• Να γνωρίσουν τους διαφορετικούς τρόπους σύνδεσης αντιστατών (σε σειρά και παράλληλα) και τον υπολογισμό της ολικής αντίστασης σε κάθε τρόπο</li> </ul>	16

Τάξη	Κεφάλαιο / ενότητα	Στόχοι	Διδακτικές ώρες
Γ' (συν.)	<b>Ηλεκτρική ενέργεια</b> Ηλεκτρική ενέργεια και σύγχρονη ζωή Θερμικά αποτελέσματα του ηλεκτρικού ρεύματος Τρόποι εξοικονόμησης ηλεκτρικής ενέργειας	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Να συνδέουν βασικές γνώσεις για το ηλεκτρικό ρεύμα με καταστάσεις της καθημερινής ζωής</li> </ul>	4
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Να μπορούν να επιλύουν προβλήματα εξοικονόμησης ενέργειας</li> </ul>	
Γ' (συν.)	<b>Ο ήχος ως παράδειγμα μηχανικού κύματος</b> Η έννοια του ήχου Υποκειμενικά χαρακτηριστικά του ήχου	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Να γνωρίσουν την έννοια του ήχου, των τρόπων παραγωγής και διάδοσής του</li> </ul>	3
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Να αναγνωρίσουν τον ήχο ως διάμηκες κύμα, με πυκνώματα και αραιώματα</li> </ul>	
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Να προσεγγίσουν σε ένα πρώτο επίπεδο τα χαρακτηριστικά του ήχου: ένταση, ύψος, χροιά, ακουστότητα</li> </ul>	
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Να συνδέσουν τα χαρακτηριστικά του ήχου με καταστάσεις από την καθημερινή ζωή (π.χ. μουσικά όργανα, θόρυβος)</li> </ul>	







