

# Η Φυσική με Πειράματα

## Πρόγραμμα Σπουδών

### Περιγραφή

Το μάθημα της Φυσικής, η "Φυσική με Πειράματα", στην πρώτη τάξη του Γυμνασίου προβλέπεται να διδάσκεται μία ώρα την εβδομάδα, στην τάξη ή στο εργαστήριο, από έναν εκπαιδευτικό ο οποίος συντονίζει την εκπαιδευτική διαδικασία. Αυτή περιλαμβάνει απαραίτητα (και) πραγματικό πειραματισμό από τους ίδιους τους μαθητές, σε ομάδες.

### Σκοπός

Σκοπός του μαθήματος είναι η ομαλή μετάβαση των μαθητών από την περιγραφική προσέγγιση των φυσικών εννοιών και των φυσικών φαινομένων στο δημοτικό σχολείο στην αυστηρότερη και, κυρίως, ποσοτική προσέγγισή τους ως φυσικά μεγέθη και φυσικές διαδικασίες, αντίστοιχα, στο γυμνάσιο. Για την επίτευξη αυτού του σκοπού: α) προτείνεται η εφαρμογή κατά την εκπαιδευτική διαδικασία της επιστημονικής / εκπαιδευτικής μεθόδου με διερεύνηση, η οποία ακολουθείται και στο δημοτικό σχολείο και προϋποθέτει την πραγματοποίηση αποδεικτικού πειραματισμού σε κάθε θεματική ενότητα και β) επιλέγονται και προτείνονται δώδεκα θεματικές ενότητες, με κριτήρια την εισαγωγική αντιμετώπισή τους ήδη στο δημοτικό σχολείο, τη γενικότητα των φυσικών εννοιών, τη σπουδαιότητα των φαινομένων μελέτης τους και, κυρίως, τη δυνατότητα εκτέλεσης απλού πειραματισμού στο σχολείο κατά την εκπαιδευτική διαδικασία. Στο πλαίσιο αυτού του σκοπού, επιδιώκεται η επίτευξη γενικών και ειδικών στόχων για την εξυπηρέτηση του διπτού χαρακτήρα της εκ-παίδευσης στη φυσική επιστήμη: του εκπαιδευτικού / γνωσιακού και του παιδευτικού / παιδαγωγικού. Επιδιώκεται η ενίσχυση του γνωσιακού υποβάθρου των μαθητών στις έννοιες των θεματικών που έχουν επιλεγεί, αλλά και η ανάπτυξη δεξιοτήτων, η αλλαγή στάσεων και η διαμόρφωση ορθολογικού τρόπου σκέψης.

### Μεθοδολογία / Μεθοδολογικά Βήματα / Γενικοί Στόχοι

Η επιστημονική / εκπαιδευτική μέθοδος με διερεύνηση εξυπηρετεί το διπτό αυτό χαρακτήρα και είναι αυτή η οποία εφαρμόζεται ως ερευνητικά εξελισσόμενο διδακτικό πρότυπο στα βιβλία "Φυσικά – Ερευνώ και Ανακαλύπτω" της Ε' και ΣΤ' τάξης του δημοτικού σχολείου. Τα βήματα της επιστημονικής / εκπαιδευτικής μεθόδου με διερεύνηση είναι: α. παρατηρώ, πληροφορούμαι, ενδιαφέρομαι, β. συζητώ, αναρωτιέμαι, υποθέτω, γ. ενεργώ, πειραματίζομαι, δ. συμπεραίνω, καταγράφω και ε. εφαρμόζω, εξηγώ, γενικεύω. Τα βήματα αυτά είναι ακριβώς αντίστοιχα με τα βήματα της ιστορικά καταξιωμένης επιστημονικής μεθόδου για την έρευνα: α. έναυσμα ενδιαφέροντος, β. διατύπωση υποθέσεων, γ. πειραματισμός, δ. διατύπωση θεωρίας και ε. συνεχής έλεγχος.

Σε κάθε μεθοδολογικό βήμα της εκπαιδευτικής διαδικασίας προτείνονται δραστηριότητες και επιμέρους διαδικασίες για την επίτευξη γενικών στόχων, εκτός του σκοπού του μαθήματος και των ειδικών στόχων ανά θεματική ενότητα, οι οποίοι αναφέρονται παρακάτω. Οι γενικοί στόχοι αφορούν στην απόκτηση γνώσεων, στην ανάπτυξη δεξιοτήτων και στην αλλαγή στάσεων των μαθητών. Ο βαθμός εκπλήρωσης του καθενός κατά την εκπαιδευτική διαδικασία είναι δυνατόν να αξιοποιηθεί και ως επιμέρους κριτήριο αξιολόγησης της διαδικασίας και των μαθητών.

- Στο πρώτο μεθοδολογικό βήμα προτείνεται η παρατήρηση φυσικών φαινομένων, τεχνολογικών εφαρμογών ή ανθρωπίνων δραστηριοτήτων, αλλά και η ανάγνωση επίκαιρων ειδήσεων ή σχετικών με τη θεματική ενότητα πληροφοριών. Στην επικαιροποίηση του υλικού αυτού σημαντική είναι η συμβολή του εκπαιδευτικού.

Γενικοί στόχοι (και κριτήρια αξιολόγησης) σε αυτό το βήμα είναι η πρόκληση / παρώθηση ή το έναυσμα του ενδιαφέροντος (ή και της περιέργειας) των μαθητών, αλλά και η ικανοποίηση του εκπαιδευτικού όταν η συμμετοχή των μαθητών στην εκπαιδευτική διαδικασία και τον πειραματισμό δεν είναι –μόνον– υποχρέωση των μαθητών αλλά και απαίτησή τους.

- Στο δεύτερο μεθοδολογικό βήμα, μετά τις εναυσματικές διαδικασίες, ακολουθεί πρόταση προς τους μαθητές να συζητήσουν μεταξύ τους –κατά προτίμηση με τη βοήθεια του/της καθηγητή/τριας τους–, να αναρωτηθούν και να διατυπώσουν υποθέσεις. Ένας από τους γενικούς στόχους του μεθοδολογικού αυτού βήματος είναι η προετοιμασία των μαθητών (/μελλοντικών πολιτών), ώστε να συνηθίσουν να συζητούν με άλλους, να σκέπτονται ορθολογικά χωρίς προκαταλήψεις και να συν-μετέχουν ενεργά στις προσπάθειες επίλυσης προβλημάτων, αντί να αναμένουν παθητικά τις απαντήσεις από άλλους.
- Στο τρίτο μεθοδολογικό βήμα, απαιτείται η οργάνωση και η πραγματοποίηση "αποδεικτικών" πειραμάτων από τους μαθητές με άμεσο στόχο τον έλεγχο (επιβεβαίωση ή διάψευση) των υποθέσεων. Ευκαίριο είναι κάποια από τις υποθέσεις να επιβεβαιωθεί από τα πειράματα, τα οποία θα γίνουν, και να οδηγήσει τους μαθητές, μέσω του πειραματισμού, στην ανακάλυψη/διατύπωση των ορθών συμπερασμάτων. Έμμεσος στόχος (και κριτήριο αξιολόγησης) είναι η ενεργοποίηση/δραστηριοποίηση των μαθητών, η δημιουργική συνεργασία τους σε ομάδες (ομαδο-συν-εργασία), η επινοητικότητα, η ανάπτυξη πρακτικών δεξιοτήτων και η ικανότητα καταγραφής των παρατηρήσεών τους, η βέλτιστη εκτέλεση πειραματισμών αλλά και η αναγνώριση / αντιμετώπιση πιθανών ατελειών ή αστοχιών. Απώτεροι στόχοι είναι η ενεργητική συμμετοχή των μαθητών (ως ενεργοί πολίτες στο μέλλον) σε "βιωματικές" αποδεικτικές διαδικασίες και η αυτονόητη αποδοχή των αποτελεσμάτων αυτών των αντικειμενικών αποδεικτικών διαδικασιών.
- Στο τέταρτο μεθοδολογικό βήμα, στη λογική της ανακάλυψης –και όχι απομνημόνευσης– της γνώσης, οι μαθητές, βασίζομενοι στις παρατηρήσεις τους κατά τον πειραματισμό, αξιολογούν, κρίνουν και διατυπώνουν –οι ίδιοι– συμπεράσματα, συμπληρώνοντας το γνωσιακό τους υπόβαθρο. Αυτά τα συμπεράσματα καταγράφουν οι μαθητές στις αντίστοιχες κενές σειρές των προβλεπόμενων φύλλων εργασίας. Προφανώς, άμεσος στόχος –και κριτήριο αξιολόγησης– αυτού του μεθοδολογικού βήματος είναι η ανακάλυψη της γνώσης από τους μαθητές και η ολοκλήρωση του γνωσιακού αντικειμένου της μελέτης κάθε θεματικής ενότητας. Απώτεροι στόχοι είναι η ανάπτυξη της κριτικής ικανότητας των μαθητών, η απροκατάληπτη απόφαση, η αποδοχή των συμπερασμάτων με βάση και μόνο τα αποτελέσματα των αποδεικτικών διαδικασιών και η συνειδητοποίηση ότι "στη φυσική –όπως και στην εκπαίδευση στη φυσική– τα συμπεράσματα δεν προκύπτουν από συζήτηση ή κάποια ψηφοφορία, αλλά πάντοτε μετά από την εκτέλεση πειραμάτων". Ζητούμενο, επίσης, από τον εκπαιδευτικό είναι η διατύπωση των συμπερασμάτων από τους ίδιους τους μαθητές με την αίσθηση ότι είναι "δική τους ανακάλυψη".
- Στο πέμπτο, τελευταίο, μεθοδολογικό βήμα επιδιώκεται η εκπλήρωση πολλαπλών γενικών στόχων: η εφαρμογή των συμπερασμάτων για την εμπέδωση της γνώσης η οποία ανακαλύφθηκε, η εξήγηση φυσικών φαινομένων και τεχνολογικών εφαρμογών με αυτά, η ερμηνεία φυσικών μακροσκοπικών φαινομένων με τις δομές, τις κινήσεις και τις διαδικασίες του μικρόκοσμου (με αναφορές στο παράρτημα "ο μικρό-κοσμος συγκροτεί και εξηγεί το μακρό-κοσμο" το οποίο συνοδεύει τα φύλλα εργασίας), η γενίκευση των συμπερασμάτων σε ευρύτερα φυσικά φαινόμενα, τεχνολογικές πρακτικές και εφαρμογές αιχμής που αναζητούνται σε διάφορες πηγές και στο διαδίκτυο, καθώς και η διαθεματική μελέτη τους με σύνδεση των συμπερασμάτων με –κοινωνικές, ιστορικές, οικονομικές, περιβαλλοντικές, ...– παραμέτρους των φυσικών φαινομένων και τεχνολογικών εφαρμογών των διαφόρων θεματικών ενότητων.

Συνοπτικά, η εφαρμογή αυτής της μεθοδολογίας στην εκπαιδευτική διαδικασία δεν οδηγεί τους μαθητές απλώς στη γνώση, αλλά τους ασκεί σε έναν ορθολογικό και δημιουργικό τρόπο σκέψης. Η γνώση προκύπτει ως συμπέρασμα μιας πειραματικής –πραγματικής / βιωματικής– διαδικασίας και όχι με την απομνημόνευση, προδιατυπωμένων από άλλους, περιγραφών και ορισμών. Γενικότερα, τους καθοδηγεί να συνηθίσουν στην εφαρμογή μιας κριτικής και αποδεικτικής διαδικασίας, με αντίστοιχα βήματα, σε κάθε περίπτωση προβληματισμού στην καθημερινή ζωή.

## **Θεματικές Ενότητες / Φύλλα Εργασίας / Ειδικοί Στόχοι**

Οι προβλεπόμενες θεματικές ενότητες του μαθήματος είναι:

1. Μετρήσεις μήκους – Η μέση τιμή
2. Μετρήσεις χρόνου – Η ακρίβεια
3. Μετρήσεις μάζας – Τα διαγράμματα
4. Μετρήσεις θερμοκρασίας – Η βαθμονόμηση
5. Από τη θερμότητα στη θερμοκρασία – Η θερμική ισορροπία
6. Οι αλλαγές κατάστασης του νερού – Ο "κύκλος" του νερού
7. Η διαστολή και συστολή του νερού – Μια φυσική "ανωμαλία"
8. Το φως θερμαίνει – "ψυχρά" και "θερμά" χρώματα
9. Το φαινόμενο του θερμοκηπίου υπερ-θερμαίνει
10. Το ηλεκτρικό βραχυ-κύκλωμα – Κίνδυνοι και "ασφάλεια"
11. Από τον ηλεκτρισμό στο μαγνητισμό – Ο ηλεκτρικός (ιδιο-)κινητήρας
12. Από το μαγνητισμό στον ηλεκτρισμό – Η ηλεκτρική (ιδιο-)γεννήτρια

Παράρτημα: Ο μικρό-κοσμος συγκροτεί και εξηγεί το μακρό-κοσμο

Η εκπαιδευτική διαδικασία κάθε θεματικής ενότητας υποστηρίζεται από ένα σχέδιο εργασίας, το οποίο για κάθε θεματική ενότητα παρέχεται στους μαθητές υπό μορφή φύλλου εργασίας σε έντυπη ή και ηλεκτρονική μορφή. Αυτό περιλαμβάνει τις ελάχιστες δυνατές πληροφορίες για τις έννοιες και τα φαινόμενα της αντίστοιχης θεματικής ενότητας, προτροπές για διάφορες δραστηριότητες, κατάσταση των απαραίτητων υλικών και μέσων για τον πειραματισμό, περιγραφές / φωτογραφίες και οδηγίες για την πραγματοποίηση των πειραμάτων, αλλά και κενές σειρές και πίνακες για την καταγραφή των μετρήσεων, των παρατηρήσεων, των απαντήσεων στις ερωτήσεις και των συμπερασμάτων από τους ίδιους τους μαθητές. Σε μερικές θεματικές ενότητες / φύλλα εργασίας οι πειραματισμοί στοχεύουν (και) στην εξοικείωση των μαθητών με εισαγωγικές έννοιες, διαδικασίες και δεξιότητες για πειραματισμούς οι οποίοι απαιτούν μετρήσεις και στοιχειώδη επεξεργασία τους. Η πραγματοποίηση πειραμάτων, όμως, είναι απαραίτητη προϋπόθεση όλων των φύλλων εργασίας για την ανακάλυψη της γνώσης.

Κάθε θεματική ενότητα ολοκληρώνεται με τις προβλεπόμενες διαδικασίες, δραστηριότητες και πειραματισμούς, σύμφωνα με το αντίστοιχο φύλλο εργασίας, σε μία, δύο ή και περισσότερες διδακτικές ώρες. Τα φύλλα εργασίας έχουν διαρθρωθεί με βάση τα βήματα της επιστημονικής / εκπαιδευτικής μεθόδου με διερεύνηση και εκτός των γενικών στόχων επιδιώκεται η εκπλήρωση και ειδικών στόχων ανά θεματική ενότητα, οι οποίοι αφορούν –και αυτοί– στην απόκτηση γνώσεων, στην ανάπτυξη δεξιοτήτων και στην αλλαγή στάσεων των μαθητών.

Σε κάθε θεματική ενότητα / φύλλο εργασίας (Φ.Ε.) επιδιώκεται οι μαθητές:

Φ.Ε. 1: να συζητούν και να προβληματίζονται για τα μετρήσιμα και τα μη μετρήσιμα μεγέθη – να πειραματιστούν και να καταλήξουν σε συμπεράσματα για τη βέλτιστη μέτρηση του μήκους με μετροταινία – να χρησιμοποιούν τη μετροταινία για να πραγματοποιούν μετρήσεις μήκους ελαχιστοποιώντας το σφάλμα μέτρησης – να υπολογίζουν τη μέση τιμή από πολλές μετρήσεις – να διαπιστώσουν ότι οι αποκλίσεις στις μετρήσεις εξομαλύνονται με τον υπολογισμό της μέσης τιμής – να επιλέγουν μεταξύ πολλών και διαφορετικών οργάνων και τρόπων μέτρησης – να αμφισβητούν το "αλάνθαστο" μιας μόνης μέτρησης.

Φ.Ε. 2: να γνωρίσουν τι ονομάζουμε μέτρηση χρόνου – να αναγνωρίζουν και να κατονομάζουν τις διαφορετικές συσκευές (αναλογικές, ψηφιακές) μέτρησης του χρόνου – να πειραματιστούν και να καταλήξουν σε συμπεράσματα για την ακριβέστερη δυνατή μέτρηση του χρόνου κατά περίπτωση, σύμφωνα με τις απαιτήσεις και τα διατιθέμενα όργανα μέτρησης – να μετρούν το χρόνο χρησιμοποιώντας ορθά τα κατάλληλα χρονόμετρα και να υπολογίζουν τη μέση τιμή πολλαπλών μετρήσεων – να ενημερωθούν για τους ακριβέστερους δυνατούς τρόπους μέτρησης του χρόνου.

Φ.Ε. 3: να διακρίνουν το φυσικό μέγεθος μάζα από το φυσικό μέγεθος βάρος – να γνωρίσουν πειραματικά τον τρόπο μέτρησης της μάζας και τον τρόπο υπολογισμού του βάρους ενός σώματος με τη χρήση ζυγού και δυναμόμετρου, με τις σωστές μονάδες – να εξοικειωθούν με

την κατασκευή και χειρισμό αυτοσχέδιου ζυγού και τη βαθμονόμηση αυτοσχέδιου δυναμόμετρου – να συμπληρώνουν και να χρησιμοποιούν διαγράμματα επιμήκυνσης – μάζας.

Φ.Ε. 4: να αντιληφθούν τη διαφορά μεταξύ της εκτίμησης και της μέτρησης του φυσικού μεγέθους θερμοκρασία – να διαπιστώσουν με πειραματισμό την ανάγκη ακριβούς μέτρησης της θερμοκρασίας κατά περίπτωση και να καταλήξουν σε συμπεράσματα για τον τρόπο μέτρησής της με ακρίβεια – να κατανοήσουν την αρχή λειτουργίας και τον τρόπο βαθμονόμησης του θερμομέτρου – να ενημερωθούν για εναλλακτικούς τρόπους μέτρησης της θερμοκρασίας και να αμφισβητούν τις εκτιμήσεις ή τις μετρήσεις της θερμοκρασίας χωρίς τη χρήση κατάλληλων οργάνων και κανόνων μέτρησης – να πραγματοποιούν με ορθό τρόπο μετρήσεις θερμοκρασίας.

Φ.Ε. 5: να συζητήσουν για τη διαφορά αλλά και τη σχέση θερμοκρασίας και θερμότητας – να πειραματιστούν για να αναγνωρίζουν τις διαδικασίες που οδηγούν τα σώματα σε θερμική ισορροπία – να εξηγούν με το μικρόκοσμο τις αυξήσεις / μειώσεις της θερμοκρασίας – να ασκηθούν στη λήψη και καταγραφή σειράς μετρήσεων θερμοκρασίας και χρόνου – να ασκηθούν στη δημιουργία διαγραμμάτων θερμοκρασίας – χρόνου καθώς και στην αξιοποίησή τους.

Φ.Ε. 6: να συνδέσουν με πειραματισμό τη φυσική κατάσταση του νερού με τη θερμοκρασία του – να διαπιστώσουν με πειραματισμό τη σταθεροποίηση της θερμοκρασίας κατά την τήξη/πήξη και εξαέρωση/υγροποίηση του νερού – να εξηγούν τις αλλαγές της κατάστασης του νερού με τις διαδικασίες του μικρόκοσμου – να συσχετίσουν τα φαινόμενα τήξης και εξαέρωσης του νερού με τις διάφορες περιοχές του διαγράμματος θερμοκρασίας - χρόνου – να συνδυάσουν τις τρεις φυσικές καταστάσεις του νερού με τον κύκλο του νερού στη φύση και να προβληματιστούν σχετικά με τη σημασία του για τη ζωή στον πλανήτη.

Φ.Ε. 7: να διαχωρίζουν τη συμπεριφορά του νερού κατά την ψύξη του από τα υπόλοιπα υλικά – να περιγράψουν αυτή τη διαφορετική συμπεριφορά του νερού – να διαπιστώσουν με πειράματα την "ανώμαλη" συμπεριφορά του νερού κατά την πήξη του – να διαπιστώσουν με πειράματα και παρατηρήσεις επακόλουθα φαινόμενα της ανώμαλης συμπεριφοράς του νερού στο φυσικό κόσμο και να ανακαλύψουν τη χρησιμότητά τους για τη ζωή στον πλανήτη – να εξηγούν, γενικά, τη διαστολή/συστολή των σωμάτων με τις διαδικασίες του μικρόκοσμου.

Φ.Ε. 8: να διαπιστώσουν (και) πειραματικά τη διαφορετική θέρμανση των σωμάτων από το φως, ανάλογα με το χρώμα τους – να καταλήξουν σε συμπεράσματα και για τη διαφορά ανάκλασης του φωτός από σκουρόχρωμα και ανοιχτόχρωμα σώματα – να διακρίνουν τα χρώματα σε "θερμά" και "ψυχρά" – να εφαρμόζουν τα συμπεράσματά τους για την εξήγηση σχετικών φαινομένων ή/και τεχνολογικών προϊόντων – να διακρίνουν τα χρώματα και με βάση ενεργειακά κριτήρια – να κατασκευάσουν οι ίδιοι και να λειτουργήσουν έναν απλό ηλιακό θερμοσίφωνα.

Φ.Ε. 9: να διαπιστώσουν πειραματικά ότι η παρουσία διοξειδίου του άνθρακα σε έναν χώρο που φωτίζεται επιτείνει τη θέρμανσή του – να συζητήσουν για το φαινόμενο του θερμοκηπίου στη γη, τις ευεργετικές του συνέπειες για τη ζωή στον πλανήτη αλλά και την υπερθέρμανση που μπορεί να προκαλέσει – να ευαισθητοποιηθούν για τις αιτίες που την επιτείνουν και να δραστηριοποιούνται για να τον περιορισμό τους

Φ.Ε. 10: να αναγνωρίσουν τους διάφορους τύπους ηλεκτρικών πηγών – να πειραματιστούν με μπαταρίες και να τις μετρήσουν με βολτόμετρο – να κατασκευάσουν ένα απλό ηλεκτρικό στοιχείο – να πραγματοποιήσουν ηλεκτρικά κυκλώματα – να αναγνωρίσουν περιπτώσεις "βραχυ"-κυκλωμάτων και να προσδιορίσουν τις θέσεις τους – να προβλέπουν βραχυκυκλώματα στην καθημερινή ζωή και να τα αποτρέπουν – να γνωρίζουν τους κινδύνους τους – να κατανοήσουν τον τρόπο λειτουργίας και τη χρησιμότητα της "ασφάλειας" στα ηλεκτρικά κυκλώματα.

Φ.Ε. 11: να αναγνωρίζουν τις μηχανές, τις συσκευές και τα εργαλεία που λειτουργούν με ηλεκτρικούς κινητήρες – να γνωρίσουν την αρχή λειτουργίας των ηλεκτρικών κινητήρων – να κατασκευάσουν και να λειτουργήσουν έναν απλό ηλεκτρικό κινητήρα – να αναγνωρίζουν και να κατανοούν τα χαρακτηριστικά στοιχεία λειτουργίας των ηλεκτρικών κινητήρων – να εκτιμούν τη συμβολή των ηλεκτρικών κινητήρων στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, άρα και στη διαμόρφωση του σημερινού τεχνολογικού πολιτισμού μας.

Φ.Ε. 12: να αναγνωρίζουν ηλεκτρικές πηγές που λειτουργούν με ηλεκτρικές γεννήτριες – να γνωρίσουν την αρχή λειτουργίας των ηλεκτρικών γεννητριών – να κατασκευάσουν και να λειτουργήσουν μια απλή ηλεκτρική γεννήτρια – να αναγνωρίζουν τους διαφορετικούς τρόπους κίνησης των ηλεκτρικών γεννητριών – να διαχωρίζουν και να εκτιμούν τους "οικολογικούς"

τρόπους κίνησής τους από ανανεώσιμες / καθαρές πηγές ενέργειας – να εκτιμούν τη συμβολή των ηλεκτρικών γεννητριών στη βελτίωση της ποιότητας της ζωής μας.

### **Πειραματισμός**

Τα πειράματα τα οποία προβλέπονται στα φύλλα εργασίας –ή και αυτά τα οποία προτείνονται από τους εκπαιδευτικούς ή τους μαθητές και προκύπτουν από τη συζήτηση– διεξάγονται στην αίθουσα διδασκαλίας ή στο εργαστήριο του σχολείου από τους ίδιους τους μαθητές σε ομάδες των 4 ή 5, κατά προτίμηση με καθημερινά, απλά υλικά και μέσα. Κάποιες ιδιοκατασκευές / σύνθετοι πειραματισμοί είναι δυνατόν να γίνονται με συνεργασία όλων των μαθητών της τάξης. Ευκαταίο είναι οι μαθητές να αναζητούν εκ των προτέρων, να επιλέγουν και να φέρνουν στην τάξη κάποια ή όλα τα απλά υλικά και μέσα του πειραματισμού τους. Αυτό θα τους επιτρέψει να αναπτύξουν (και) δεξιότητες αναζήτησης και επιλογής στις μελλοντικές επιλογές τους ως πολίτες των κατάλληλων υλικών και μέσων. Εξίσου σημαντική είναι και η παραλαβή τους στο τέλος του πειραματισμού, αφού ιδανικό θα ήταν οι μαθητές να συνεχίσουν τον πειραματισμό, ως παιχνίδι, στο σπίτι, "δείχνοντας" και "εξηγώντας" σε άλλους. Εκτός των πειραμάτων, τα οποία προβλέπονται και περιγράφονται στα φύλλα εργασίας, προτείνεται και η "διά χειρός" (ιδιο-)κατασκευή μερικών απλών διατάξεων πειραματισμού καθώς και ο έλεγχος της καλής λειτουργίας τους για την ανάπτυξη σχετικών δεξιοτήτων από τους μαθητές (/μελλοντικούς πολίτες).

### **Αξιολόγηση**

Η ανά θεματική ενότητα αξιολόγηση του κάθε μαθητή είναι δυνατόν να βασίζεται στη συμμετοχή και στο βαθμό δραστηριοποίησής του σε κάθε μεθοδολογικό βήμα, σύμφωνα με τους επιδιωκόμενους ανά βήμα επιμέρους στόχους και τα προτεινόμενα κριτήρια αξιολόγησης, την προετοιμασία του πειράματος αναφορικά με τη συγκέντρωση υλικών ή την πραγματοποίηση προεργασίας όπου αυτή απαιτείται, αλλά και στο συμπληρωμένο από το μαθητή φύλλο εργασίας. Συμπληρωματικά, ο εκπαιδευτικός μπορεί να ζητήσει κατά τη διάρκεια της εκπαιδευτικής διαδικασίας ολιγόλεπτες γραπτές δοκιμασίες οι οποίες είναι δυνατόν να περιέχουν ερωτήσεις αντίστοιχες αυτών που υπάρχουν στα φύλλα εργασίας αλλά και εφαρμογές γενίκευσης των συμπερασμάτων του μαθητή.

Η αξιολόγηση στο τέλος των δύο πρώτων τριμήνων προτείνεται να προκύπτει από το σύνολο των συμπληρωμένων από κάθε μαθητή φύλλων εργασίας, τη συνολική συμμετοχή και δραστηριοποίησή του, αλλά και τις ωριαίες υποχρεωτικές γραπτές δοκιμασίες οι οποίες προβλέπεται να γίνονται κατά τη διάρκειά των τριμήνων. Ο εκπαιδευτικός μπορεί να ζητήσει από κάθε μαθητή: την εκτέλεση ενός πειράματος ή τη συμπλήρωση ενός φύλλου εργασίας, από αυτά που έχουν γίνει, ή παρόμοια, κατά την κρίση του, δίνοντας ή όχι πειραματικά δεδομένα, ή ακόμη το συνδυασμό περισσότερων του ενός φύλλων εργασίας. Συμπληρωματικά, ο εκπαιδευτικός αξιολογεί τη συνθετική, δημιουργική σκέψη και ενεργοποίηση του μαθητή στις ατομικές ή ομαδικές ιδιοκατασκευές που προτείνονται και έχουν, εντωμεταξύ, πραγματοποιηθεί.

Η προαγωγική αξιολόγηση κατά τις γραπτές ανακεφαλαιωτικές εξετάσεις στο τέλος του σχολικού έτους είναι δυνατόν να βασίζεται σε ερωτήσεις, σε δραστηριότητες και σε πειραματισμούς (με ή χωρίς πειραματικά δεδομένα) που έχουν συζητηθεί και απαντηθεί κατά τη διάρκεια της σχολικής χρονιάς στα φύλλα εργασίας, να ζητείται δε από το μαθητή να διατυπώνει τις υποθέσεις και τα συμπεράσματα.

### **Οδηγίες / Πληροφορίες**

Τα φύλλα εργασίας συνοδεύονται από οδηγίες για τον εκπαιδευτικό. Σε μια ειδική έκδοση των φύλλων εργασίας –μόνο για τον εκπαιδευτικό– υπάρχουν ενδεικτικές πειραματικές μετρήσεις και ενδεικτικές απαντήσεις σε όλα τα πειράματα και τα ερωτήματα, συγκεντρωτικός πίνακας των απαιτούμενων υλικών και οργάνων για όλα τα φύλλα εργασίας, πρόσθετες οδηγίες για τη βέλτιστη δυνατή διεξαγωγή της εκπαιδευτικής διαδικασίας κάθε θεματικής ενότητας, καθώς και επιπλέον ερωτήσεις / απαντήσεις βοηθητικές για την αξιολόγηση των μαθητών. Τις επιπλέον πληροφορίες που χρειάζονται οι μαθητές, ενθαρρύνονται από τον εκπαιδευτικό να τις αναζητούν σε διαθέσιμες πηγές και στο διαδίκτυο, πάντα με την καθοδήγησή του.