

**Η ΕΝΤΑΞΗ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ ΣΤΗ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑ ΤΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ**

*Κ. Παπαμιχάλης, δρ Φυσικής: Μαθήματα στο 2<sup>ο</sup> Π.Ε.Κ. Αθηνών*

**Περίληψη:** Αναπτύσσονται οι βασικές αρχές πάνω στις οποίες θεμελιώνεται η προτεινόμενη μορφή διδασκαλίας στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση, με έμφαση στην οικοδόμηση της επιστημονικής γλώσσας και στον πειραματικό έλεγχο των θεωρητικών προτύπων. Ακολουθεί σχέδιο μαθήματος που έχει διεξαχθεί με σύμφωνα με τις απόψεις αυτές και σχετικό φύλλο εργασίας.

**ΓΕΝΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ**

Σύμφωνα με τις αντιλήψεις που κυριαρχούν στη σύγχρονη επιστημονική κοινότητα, η περιγραφή και η ερμηνεία των φυσικών φαινομένων γίνεται στο πλαίσιο της **γλώσσας** που χρησιμοποιεί η φυσική επιστήμη, έτσι ώστε να διασφαλίζονται τρεις θεμελιώδεις απαιτήσεις:

α) Η **ενότητα** που υποκρύπτεται κάτω από την πολλαπλότητα και ποικιλία των φυσικών φαινομένων. Η ενοποιημένη περιγραφή των φυσικών φαινομένων εξασφαλίζεται με τη διατύπωση φυσικών θεωριών και προτύπων (μοντέλων) και τον εμπειρικό τους έλεγχο.

β) Η **υποθετικό – παραγωγική** δόμηση των φυσικών θεωριών και των προτύπων. Οι φυσικές θεωρίες (και τα πρότυπα) θεμελιώνονται πάνω σε μικρό σύνολο, λίγο – πολύ αυθαίρετων υποθέσεων. Οι υπόλοιπες προτάσεις, που αφορούν στην περιγραφή ή την ερμηνεία των φυσικών φαινομένων, προκύπτουν από τις υποθέσεις αυτές με τη βοήθεια των νόμων της Λογικής και των Μαθηματικών.

γ) Η δυνατότητα **εμπειρικού (πειραματικού) ελέγχου** των θεωρητικών προβλέψεων.

Η ενοποιητική και συνεκτική εικόνα που επιχειρούν οι επιστήμονες να μορφοποιήσουν για τον κόσμο, αναπόφευκτα ασκεί σημαντική επίδραση τόσο στο περιεχόμενο όσο και στο χαρακτήρα της εκπαίδευσης στις φυσικές επιστήμες. Έτσι, η συγκρότηση των διδακτικών πακέτων και η διδασκαλία των φυσικών επιστημών εδράζεται στους ακόλουθους βασικούς άξονες:

Α) Γίνεται προσπάθεια οικοδόμησης της επιστημονικής γλώσσας, που χρησιμοποιεί η σύγχρονη επιστημονική κοινότητα στις φυσικές επιστήμες. Η οικοδόμηση ξεκινά με την «κοινή» γλώσσα που χειρίζονται οι μαθητές και τη διαλεκτική σχέση της με το εμπειρικό υπόβαθρό τους. Αναδεικνύεται έτσι η αναγκαιότητα σύνθεσης μιας νέας γλώσσας, της επιστημονικής, που είναι ακριβέστερη της κοινής και προσφορότερη για την περιγραφή και ερμηνεία των φυσικών φαινομένων.

Β) Γίνεται προσπάθεια ενοποιητικής περιγραφής και ερμηνείας των φυσικών φαινομένων, αφενός με την αξιοποίηση θεμελιωδών εννοιών, όπως η ενέργεια, και αφετέρου με τη χρήση ενός συνεχώς εμπλουτιζόμενου προτύπου μικροσκοπικής δομής της ύλης, ως ενιαίου τρόπου ερμηνείας τους. Παράλληλα, με συνεχείς αναφορές στο εμπειρικό υπόβαθρο του μαθητή γίνεται διάκριση της μακροσκοπικής περιγραφής των φαινομένων και του προτύπου που χρησιμοποιείται για την ερμηνεία τους.

Γ) Αναδεικνύεται ο **εμπειρικός χαρακτήρας** των φυσικών επιστημών, στο βαθμό που απαραίτητη προϋπόθεση εγκυρότητας κάθε θεωρητικού προτύπου είναι η δυνατότητα διατύπωσης προβλέψεων, που να μπορούν να ελεγχθούν πειραματικά. Μέσω του πειράματος ελέγχεται διαρκώς η αυτοσυνέπεια ολόκληρου του οικοδομήματος, που περιλαμβάνει:

- **το θεωρητικό υπόβαθρο,**
- **την πειραματική διάταξη και**
- **τις συνθήκες διεξαγωγής του πειράματος.**

Σε αντιστοίχιση με αυτές τις αρχές, μπορούμε να διαμορφώσουμε τα πλάνα της καθημερινής διδασκαλίας των φυσικών επιστημών, στο Γυμνάσιο και στο Λύκειο, σύμφωνα με το ακόλουθο γενικό σχήμα:

- Προτρέπουμε τους μαθητές να περιγράψουν στο πλαίσιο της γλώσσας που ήδη κατέχουν και χρησιμοποιούν, φυσικά φαινόμενα που παρατηρούν στην καθημερινή ζωή ή, μέσω δραστηριοτήτων, στην τάξη.
- Αναδεικνύουμε την ανεπάρκεια των εννοιών της καθημερινής γλώσσας όσον αφορά στην ακριβή και σαφή περιγραφή των φυσικών φαινομένων.

- Κατά τη διδασκαλία εισάγουμε σταδιακά τις έννοιες της γλώσσας του επιστημονικού πεδίου που διδάσκουμε και τις χρησιμοποιούμε για να περιγράψουμε, να ταξινομούμε και να αναλύουμε τα φυσικά φαινόμενα. Δείχνουμε ότι με μικρό αριθμό νέων εννοιών μπορούμε να περιγράψουμε με ενιαίο τρόπο διαφορετικά φαινόμενα και να διατυπώσουμε σχέσεις και φυσικούς νόμους.
- Οικοδομούμε και εμπλουτίζουμε, σταδιακά, την επιστημονική γλώσσα. Προσπαθούμε να εξοικειώσουμε τους μαθητές με αυτήν.
- Αντιδιαστέλλουμε την επιστημονική γλώσσα με την «καθημερινή». Επιχειρούμε να ανιχνεύσουμε και να άρουμε τις παρανοήσεων των μαθητών.

- Παροτρύνουμε τους μαθητές στη διατύπωση ερωτήσεων με στόχο τη βαθύτερη κατανόηση της λειτουργίας του φυσικού κόσμου.
- Τους καθοδηγούμε στη διαμόρφωση υποθέσεων και τη σύνθεση απλών θεωρητικών μοντέλων για να ερμηνεύσουν τα φυσικά φαινόμενα και τους νόμους, που έχουν ήδη διατυπώσει.

- Με συγκεκριμένες πειραματικές δραστηριότητες αναδεικνύουμε τη σημασία της μέτρησης και ελέγχουμε ορισμένες θεωρητικές προβλέψεις. Αξιολογούμε συνολικά το θεωρητικό μοντέλο που χρησιμοποιούμε για την περιγραφή των φαινομένων που μελετάμε.

## ΣΧΕΔΙΑ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ

Ένα τυπικό σχέδιο μαθήματος περιλαμβάνει τα ακόλουθα μέρη:

- Τους **στόχους** του μαθήματος. Δηλαδή τι θέλουμε να έχει μάθει ή να ξέρει να κάνει ο μαθητής στο τέλος της διδασκαλίας.
- Τα **μέσα** που αιτούνται για τη διεξαγωγή της διδασκαλίας μας. Για παράδειγμα, φύλλα εργασίας, πειραματικές διατάξεις, Η/Υ, λογισμικό, επιδασκότητα, κλπ.
- Τα **διδακτικά βήματα** που θα ακολουθήσουμε για την επίτευξη των στόχων, που έχουμε θέσει.
- **Τρόπους αξιολόγησης** της διδασκαλίας μας. Δηλαδή διαδικασίες με τις οποίες ελέγχουμε σε ποιο βαθμό πετύχαμε τους στόχους μας. Ο έλεγχος αυτός συνήθως επιτυγχάνεται με ερωτήσεις προς τους μαθητές κατά τη διάρκεια της διδασκαλίας του συγκεκριμένου μαθήματος, ώστε να ελέγχουμε την επίτευξη των στόχων της διδασκαλίας έναν προς έναν, και με την καθοδηγούμενη από εμάς συμπλήρωση **φύλλου εργασίας** από τους μαθητές. Η αξιολόγηση της διδασκαλίας είναι μέρος των διδακτικών βημάτων που ακολουθούμε για την επίτευξη των στόχων και διατρέχει το σύνολο της διδακτικής διαδικασίας.

### ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΣΧΕΔΙΟΥ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ

#### 1) ΦΥΣΙΚΗ Γ' ΓΥΜΝΑΣΙΟΥ

**Παράγραφος 1.4: Η ταχύτητα μεταβάλλεται. Επιτάχυνση.**

##### Στόχοι

Οι μαθητές να είναι σε θέση να:

1. Περιγράψουν παραδείγματα κινήσεων, στις οποίες η ταχύτητα του κινούμενου σώματος μεταβάλλεται και να ορίζουν την έννοια της μεταβαλλόμενης κίνησης.
2. Συγκρίνουν τη μεταβολή της ταχύτητας ενός κινούμενου σώματος σε ίσα χρονικά διαστήματα, να υπολογίζουν το (μέσο) ρυθμό μεταβολής της και να ορίζουν τη μέση επιτάχυνση.
3. Υπολογίζουν τη μέση επιτάχυνση σε δεδομένα χρονικά διαστήματα, με βάση πίνακα τιμών ή γράφημα ταχύτητας – χρόνου και να αποφαίνονται τότε η κίνηση είναι επιταχυνόμενη και τότε επιβραδυνόμενη.

##### Μέσα

Μια μικρή μπάλα. Φύλλο εργασίας.

##### Διδακτικά βήματα

##### 1<sup>η</sup> διδακτική ώρα.

##### Βήμα 1.

Περιγράφουμε στους μαθητές την ευθύγραμμη κίνηση αυτοκινήτου, που ξεκινάει από την ηρεμία, σταδιακά αποκτά μια σταθερή ταχύτητα και στη συνέχεια ο οδηγός πιέζει ελαφρά το φρένο, μέχρις ότου τελικά ακινητοποιηθεί. Ο συνοδηγός παρατηρεί διαρκώς το ταχύμετρο του αυτοκινήτου. Ζητάμε από τους μαθητές να εκφράσουν τις παρατηρήσεις του συνοδηγού αναφορικά με τις ενδείξεις του ταχυμέτρου, χρησιμοποιώντας τις έννοιες «χρόνος», «χρονική στιγμή», «χρονικό διάστημα» και «ταχύτητα», που έχουν ήδη διδαχθεί.

Εκτοξεύουμε κατακόρυφα προς τα πάνω, μια μικρή μπάλα και ζητάμε από τους μαθητές να παρατηρήσουν και να περιγράψουν την κίνησή της, μέχρις ότου ξαναφτάσει στο χέρι μας.

Επιδιώκουμε ώστε οι μαθητές να διαπιστώσουν ότι και στα δύο παραδείγματα, έχουμε περιπτώσεις ευθύγραμμων κινήσεων, στις οποίες η ταχύτητα του κινούμενου σώματος μεταβάλλεται (αυξάνεται ή μειώνεται) σε συνάρτηση με το χρόνο. Ορίζουμε την έννοια της μεταβαλλόμενης κίνησης.

### **Βήμα 2.**

Περιγράφουμε στους μαθητές το παράδειγμα του αεροπλάνου που τροχοδρομεί, όπως αναφέρεται στην παράγραφο 1.4 του βιβλίου και τους ζητάμε να μελετήσουν τα δεδομένα του πίνακα 1.4. Στη συνέχεια τους ζητάμε να υπολογίσουν τις μεταβολές της ταχύτητας του αεροπλάνου σε διάφορα χρονικά διαστήματα. Θέτουμε την ερώτηση αν μόνο η έννοια της μεταβολής της ταχύτητας αρκεί για να γνωρίζουμε πόσο γρηγορότερα μεταβάλλεται η ταχύτητα του αεροπλάνου από την ταχύτητα, για παράδειγμα ενός αυτοκινήτου, το οποίο αποκτά ταχύτητα 20m/s σε χρόνο 20s. Μέσα από τη συζήτηση που προκαλούμε, προσπαθούμε να αναδείξουμε την αναγκαιότητα της έννοιας του «ρυθμού μεταβολής της ταχύτητας» για την ακριβέστερη περιγραφή των μεταβαλλόμενων κινήσεων. Εισάγουμε την έννοια της (μέσης) επιτάχυνσης και τις μονάδες μέτρησής της. Ζητάμε από τους μαθητές να υπολογίσουν τη (μέση) επιτάχυνση του αεροπλάνου του παραδείγματος σε διάφορα χρονικά διαστήματα, που προκύπτουν από τον πίνακα τιμών.

### **Βήμα 3.**

Έχουμε μοιράσει στους μαθητές φύλλο εργασίας, όπως το προτεινόμενο και τους βοηθάμε να το συμπληρώσουν. Η συμπλήρωση γίνεται ανά ερώτηση από όλους τους μαθητές. Φροντίζουμε ώστε τα δεδομένα που περιέχονται στο φύλλο εργασίας να είναι ρεαλιστικά.

### **2<sup>η</sup> διδακτική ώρα.**

#### **Βήμα 4.**

Πραγματοποιούμε μαζί με τους μαθητές το «μικρό εργαστήριο» της παραγράφου 1.4. Αφού διατυπώσουν την πρόβλεψή τους, πρέπει στη συνέχεια να την ελέγξουν πειραματικά. Η πιθανότερη πρόβλεψη των μαθητών είναι ότι οι μετατοπίσεις της σφαίρας είναι ανάλογοι των αντίστοιχων χρόνων. Συζητάμε με τους μαθητές γιατί διαψεύστηκε η πρόβλεψή τους, χρησιμοποιώντας τις γνώσεις τους για την ευθύγραμμη ομαλή κίνηση και τις μεταβαλλόμενες κινήσεις. Τους οδηγούμε στο συμπέρασμα ότι στις μεταβαλλόμενες κινήσεις η μετατόπιση του κινούμενου σώματος δεν είναι ανάλογη του χρόνου, όπως στην ευθύγραμμη ομαλή.

#### **Βήμα 5.**

Αναπτύσσουμε αναλυτικά το 1<sup>ο</sup> παράδειγμα της σελίδας 34, ώστε να το χρησιμοποιήσουν ως υπόδειγμα για την επίλυση σχετικών ασκήσεων. Ζητάμε από τους μαθητές να επεξεργαστούν την ερώτηση 4 και τις ασκήσεις 1 και 2 του βιβλίου.

## **ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ**

Οι ερωτήσεις του φύλλου εργασίας πρέπει να είναι συναφείς με τους επιδιωκόμενους στόχους, ώστε να ελέγξουμε σε ποιο βαθμό η διδασκαλία μας αφομοιώθηκε από τους μαθητές. Με τον τρόπο αυτό πετυχαίνουμε μια ανάδραση, που μας βοηθάει να προσαρμόζουμε τη διδασκαλία μας στις συνθήκες της συγκεκριμένης τάξης.

Η μορφή των φύλλων εργασίας συναρτάται με το περιεχόμενο της διδασκαλίας και τα χρησιμοποιούμενα μέσα. Διακρίνουμε τρεις βασικές μορφές φύλλων εργασίας που, σε γενικές γραμμές συνοδεύουν διδασκαλίες:

**α) με περιορισμένες πειραματικές δραστηριότητες,**

**β) που στηρίζονται σε κάποιο πείραμα επίδειξης,**

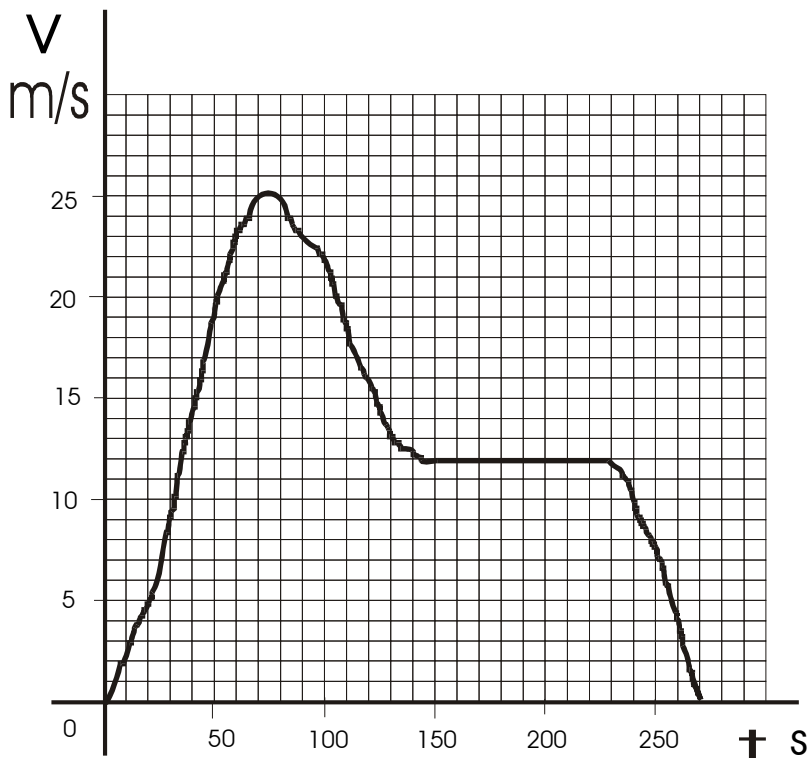
**γ) που αφορούν στην πειραματική δραστηριότητα των μαθητών ανά ομάδες.**

Ένα φύλλο εργασίας συναφές με το προηγούμενο σχέδιο μαθήματος είναι το ακόλουθο:

**ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ: ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΤΗΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ - ΕΠΙΤΑΧΥΝΣΗ**

Τάξη και τμήμα: \_\_\_\_\_  
 Ημερομηνία: \_\_\_\_\_  
 Όνομα μαθητή: \_\_\_\_\_

Το γράφημα που εικονίζεται στο διπλανό σχήμα, παριστάνει τη μεταβολή της ταχύτητας ενός αυτοκινήτου, που κινείται σε ευθύγραμμο δρόμο, από τη στιγμή της εκκίνησής του μέχρις ότου σταματήσει.



1. Σε ποια χρονικά διαστήματα η επιτάχυνση του αυτοκινήτου είναι θετική, σε ποια είναι αρνητική και σε ποια είναι μηδέν;

Είναι θετική από  $t=$ \_\_\_ έως  $t=$ \_\_\_

Είναι μηδέν από  $t=$ \_\_\_ έως  $t=$ \_\_\_

Είναι αρνητική από  $t=$ \_\_\_ έως  $t=$ \_\_\_ και από  $t=$ \_\_\_ έως  $t=$ \_\_\_.

2. Πόση είναι η μέση επιτάχυνση του αυτοκινήτου στα χρονικά διαστήματα που προσδιορίζονται από τις χρονικές στιγμές:

$t_1=0$  έως τη  $t_2=20s$  \_\_\_\_\_

$t_3=40s$  έως τη  $t_4=50s$  \_\_\_\_\_

$t_5=90s$  έως τη  $t_6=120s$  \_\_\_\_\_

$t_7=150s$  έως τη  $t_8=220s$  \_\_\_\_\_

$t_9=240s$  έως τη  $t_{10}=260s$  \_\_\_\_\_

3. Σε ποιο χρονικό διάστημα η επιτάχυνση του αυτοκινήτου είναι μηδέν; Πόση είναι τότε η ταχύτητά του; Τι κίνηση κάνει τότε το αυτοκίνητο;

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

4. Όταν η ταχύτητα του αυτοκινήτου είναι μηδέν είναι και η επιτάχυνσή του μηδέν; Εξήγησε. Τι θα συνέβαινε σε μια τέτοια περίπτωση;

---

---

---

---

5. Σε ποια χρονική στιγμή η ταχύτητα του αυτοκινήτου είναι μέγιστη; Ποια είναι η κατεύθυνση της επιτάχυνσης σε σχέση με αυτήν της ταχύτητας, λίγο πριν και λίγο μετά από τη στιγμή αυτή;

---

---

---

---

6. Πόση εκτιμάς ότι είναι η επιτάχυνση του αυτοκινήτου τη στιγμή που η ταχύτητά του είναι μέγιστη;

---

---

---

---

K\_ΠΜ