

## **Προγράμματα Σπουδών για τη διδασκαλία της Φυσικής στις ευρωπαϊκές κοινωνίες: Η εστίαση στο περιεχόμενο**

**Ανδρέας Ι. Κασσέτας**  
*Μέση Εκπαίδευση users.sch.gr/kassetas*

**Περίληψη.** Οι φυσικοί της εκπαίδευσης (ως συγκροτημένη «κοινότητα») έχουν χρέος να εμπλουτίζουν διαρκώς την «οπτική» τους για τα Προγράμματα Σπουδών. Συγχρόνως, ως μέλη μιας από τις ευρωπαϊκές κοινότητες, καθεμιά από τις οποίες - σε σχέση πάντοτε με τη διδασκαλία της Φυσικής- έχουν τους δικούς τους προβληματισμούς, αντιμετωπίζουν προβλήματα παρόμοια ή διαφορετικά και δίνουν σε κάθε περίπτωση τις δικές τους λύσεις. Στην παρούσα εργασία επιχειρείται να εμπλουτιστεί η θεώρησή μας για τη συγκρότηση Προγραμμάτων Σπουδών, παίρνοντας υπόψη την αντίστοιχη εμπειρία των σχολικών Προγραμμάτων και των σχολικών εγχειριδίων ένδεκα ευρωπαϊκών χωρών. Προς την κατεύθυνση αυτή: (i) Παρουσιάζουμε τα βασικά στοιχεία από το περιεχόμενο στα Προγράμματα Σπουδών των χωρών αυτών για τη διδασκαλία της Φυσικής σε 15χρονους μαθητές/μαθήτριες, (ii) Αναζητούμε τόσο τα κοινά στοιχεία όσο και τις διαφορές που εντοπίσαμε στα Προγράμματα αυτά και στα αντίστοιχα σχολικά εγχειρίδια και παρουσιάζουμε τις πρώτες εκτιμήσεις μας για τις επιλογές αυτές (iii) Κάνουμε βασικές επισημάνσεις στο ισχύον «ελληνικό» Πρόγραμμα Σπουδών για την Α΄ Λυκείου.

### **Εισαγωγή**

Είμαστε οι φυσικοί της Δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης. Ορισμένοι από εμάς - και όχι πάντα οι ίδιοι - είμαστε επιφορτισμένοι με τη σύνταξη των Προγραμμάτων Σπουδών και οι περισσότεροι με το χρέος της υλοποίησης της διδασκαλίας της Φυσικής στη Δευτεροβάθμια εκπαίδευση. Όλοι όμως μαζί συγκροτούμε μια «κοινότητα» η οποία έχει χρέος το να εμπλουτίζει διαρκώς την «οπτική της» για τα Προγράμματα Σπουδών. Είμαστε συγχρόνως και μέλη μιας από τις ευρωπαϊκές κοινότητες καθεμιά από τις οποίες - σε σχέση πάντοτε με τη διδασκαλία της Φυσικής- έχει τους αντίστοιχους δικούς της προβληματισμούς και αντιμετωπίζει προβλήματα παρόμοια ή διαφορετικά και δίνει σε κάθε περίπτωση τις δικές της λύσεις.

Στην παρούσα εργασία επιχειρείται να εμπλουτιστεί η θεώρησή μας για τη συγκρότηση Προγραμμάτων Σπουδών, παίρνοντας υπόψη την αντίστοιχη εμπειρία των σχολικών Προγραμμάτων και των σχολικών εγχειριδίων των άλλων ευρωπαϊκών χωρών. Προς την κατεύθυνση αυτή παρουσιάζουμε βασικά στοιχεία από το περιεχόμενο ένδεκα ευρωπαϊκών Προγραμμάτων Σπουδών για τη διδασκαλία της Φυσικής σε 15χρονους μαθητές/μαθήτριες.

*Τι είναι ένα πρόγραμμα σπουδών*

Εξυπακούεται ότι ένα Πρόγραμμα Σπουδών για τη διδασκαλία της Φυσικής σε μια σχολική βαθμίδα είναι ένα κείμενο που αναφέρεται κυρίως σε:

- α. διδακτικές επιδιώξεις
- β. περιεχόμενο
- γ. διαδικασίες και

δ. προτάσεις για αξιολόγηση.

Είναι με άλλα λόγια ένα κείμενο με το οποίο δίδονται απαντήσεις σε ερωτήματα όπως:

- Γιατί πρέπει να διδάσκεται η φυσική;
- Ποιοι είναι οι σκοποί με άλλα λόγια της διδασκαλίας ;
- Ποιες διδακτικές μέθοδοι προτείνονται για την επίτευξη των σκοπών μας;
- Με ποιους τρόπους αξιολογούμε το κατά πόσον προσεγγίστηκαν οι επιδιώξεις μας;
- Ποια γνωστικά αντικείμενα επιλέγονται για διδασκαλία;
- Σε ποιο εύρος προτείνεται η διδασκαλία καθενός από αυτά;
- Με ποια σειρά πρέπει να παρουσιάζονται στους διδασκόμενους;
- Γιατί πρέπει να διδάσκονται «αυτά» τα γνωστικά αντικείμενα και όχι κάποια άλλα;

Εξυπακούεται επίσης ότι – αναφορικά με τα τέσσερα τελευταία ερωτήματα – η κάθε κοινωνία μέσα από το σχολικό της σύστημα βασανίζεται στο να επιλέξει από το σύνολο της Φυσικής τα συγκεκριμένα γνωστικά αντικείμενα που θα διδαχθούν στα νεότερα μέλη της.

*Το ζήτημα της ποιότητας του περιεχομένου ενός Προγράμματος Σπουδών*

Στα παρακάτω θα εστιάσουμε στο ζήτημα του περιεχομένου. Για να αξιολογήσουμε την ποιότητα του περιεχομένου ενός Προγράμματος χρειάζεται αφενός μεν να εκτιμήσουμε κατά πόσον εναρμονίζεται με τις σύγχρονες απόψεις της Διδακτικής και αφετέρου να ανατρέξουμε τόσο μέσα στον παρελθόντα χρόνο της ελληνικής διδακτικής παράδοσης όσο και στον ευρωπαϊκό χώρο του σήμερα. Το περιεχόμενο δηλαδή του Προγράμματος χρειάζεται να το συγκρίνουμε τόσο

α. με τα αντίστοιχα του πρόσφατου και του απώτατου «ελλαδικού» παρελθόντος, όσο και

β. με τα αντίστοιχα Προγράμματα των ευρωπαϊκών χωρών και ίσως όχι μόνο με αυτά.

Με την εργασία αυτή επιδιώκουμε να παρουσιάσουμε αλλά και να σχολιάσουμε τις προτάσεις που κάνουν ένδεκα ευρωπαϊκές κοινωνίες για το τι θα πρέπει να διδάσκεται στη Φυσική σε μαθητές και σε μαθήτριες 15 ετών. Οι ένδεκα αυτές χώρες είναι οι παρακάτω:

*Αγγλία, Γαλλία, Γερμανία, Ισπανία, Ιταλία, Ολλανδία, Πολωνία, Πορτογαλία, Ρουμανία, Σερβία, Σουηδία.*

### **Συγκλίσεις και αποκλίσεις στο περιεχόμενο των Προγραμμάτων Σπουδών των ένδεκα ευρωπαϊκών χωρών**

Αναζητώντας συγκλίσεις και αποκλίσεις στο περιεχόμενο των Προγραμμάτων Σπουδών ένδεκα ευρωπαϊκών χωρών, έχουμε να κάνουμε τις παρακάτω παρατηρήσεις.

1. Και τα ένδεκα Προγράμματα Σπουδών προτείνουν τη διδασκαλία εννοιών και νόμων της Μηχανικής και - σε ορισμένες περιπτώσεις- της Θερμοδυναμικής

2. Οι Σουηδοί, οι Ισπανοί και οι Ολλανδοί συντάκτες των σχετικών Προγραμμάτων δεν «βιάζονται» να παρουσιάσουν τον *διανυσματικό χαρακτήρα* των μεγεθών. Ολοκληρώνουν την περιγραφή της ευθύγραμμης κίνησης, χρησιμοποιώντας για τη θέση, τη μετατόπιση, την ταχύτητα και την επιτάχυνση «αλγεβρικές τιμές» και στη συνέχεια εμφανίζουν το διάνυσμα ως αναγκαίο για την περιγραφή των καμπυλόγραμμων κινήσεων, για τον προσδιορισμό της συνισταμένης δύο δυνάμεων αλλά και για την περιγραφή μιας σύνθετης κίνησης. Εκτιμούν ότι η έννοια *διάνυσμα* δεν χρειάζεται για την περιγραφή μιας ευθύγραμμης κίνησης.

*Η επιλογή τους αυτή μας βρίσκει σύμφωνους και εκτιμούμε ότι θα χρειαστεί να την χρησιμοποιήσουμε και στα ελληνικά Προγράμματα .*

3. Οι Ιταλοί, οι Άγγλοι και οι Ρουμάνοι παρουσιάζουν την έννοια *δύναμη* - με τη «στατική» βέβαια πτυχή της - πριν από την περιγραφή της κίνησης. Το βάρος ως δύναμη, η τριβή, η δύναμη του ελατηρίου και - ειδικά στο αγγλικό πρόγραμμα - ακόμα και ο τρίτος νόμος του Νεύτωνα διδάσκονται πριν από την οποιαδήποτε μελέτη του φαινομένου κίνησης.

Με την «αγγλική» αυτή επιλογή διαφωνούμε. Ένα από τα σοβαρά *misconceptions* των ευρωπαϊών μαθητών είναι ότι «η δράση αντίδραση σχετίζεται με το φαινόμενο *ισορροπία*».

4. Οι Γάλλοι επιμένουν στην Γεωμετρία που βρίσκεται κρυμμένη στο εσωτερικό της Φυσικής. Είναι οι μόνοι που φωτίζουν το γεγονός ότι η περιγραφή της κίνησης χρειάζεται Γεωμετρία και χρόνο και δεν έχει ανάγκη την *αδράνεια* της ύλης. Χρησιμοποιούν την έννοια *point mobile* για την περιγραφή της κίνησης θυμίζοντάς μας ότι το «υποκείμενο» της κίνησης μπορεί να είναι ακόμα και ένα γεωμετρικό σημείο όπως το κέντρο μάζας ή το άκρο κάποιας σκιάς και ότι θέση, ταχύτητα και επιτάχυνση μπορεί να έχει ακόμα και ένα τέτοιο «υποκείμενο σε κίνηση» το οποίο όμως δεν μπορεί να έχει ορμή και κινητική ενέργεια ούτε και να αλληλεπιδρά με άλλα κομμάτια του Σύμπαντος. Τότε το υποκείμενο της κίνησης θα είναι *point materiel*. Παράλληλα δίδουν ιδιαίτερη έμφαση στην έννοια *σύστημα αναφοράς* και στη σχετική Γεωμετρία του. Στα γαλλικά σχολικά Προγράμματα η παρουσία του καρτεσιανισμού είναι εμφανέστερη σε σχέση με οποιοδήποτε άλλο Πρόγραμμα

5. Στον αντίποδα βρίσκονται οι Άγγλοι οι οποίοι αδιαφορούν θανάσιμα για την «κρυμμένη» Γεωμετρία. Η έννοια «υλικό σημείο» ( ως *particle* ) δεν υπάρχει στο δικό τους πρόγραμμα, ενώ υποτιμούν και την έννοια *σύστημα αναφοράς*. Στα δικά τους προγράμματα κάνει είναι έντονη η παρουσία της τεχνολογίας και της καθημερινής ζωής. Ελατήρια, αεραντλίες, μανόμετρα, μοχλοί, τροχοί, συμπιεσμένος αέρας, ζεστός αέρας, ανθρώπινο σώμα, γρανάζια, τροχαλίες, τουρμπίνες πυραυλοκινητήρες ακόμα και το να διατηρούμε ζεστό το σπίτι μας συμμετέχουν στο Πρόγραμμα με ένα τρόπο που λέει ότι η κληρονομιά του John Lock βρίσκεται μέσα στη φιλοσοφία των αγγλικών προγραμμάτων.

Αυτό δεν σημαίνει ότι στο ζήτημα της πειραματικής διδασκαλίας οι Γάλλοι υστερούν. Στο ζήτημα αυτό οι δύο εκατέρωθεν της Μάγνης «αντίπαλοι» αποδίδουν την ίδια περίπου βαρύτητα. Η διαφορά βρίσκεται στο δίπολο Γεωμετρία και Μηχανική και έχει σχέση με τις διαφορετικές φιλοσοφικές παραδόσεις των δύο λαών.

Ο εμπειρισμός του John Lock και του David Hume παραμένει «απέναντι» στον ρασιοναλισμό του Descartes και η διαφορά αποτυπώνεται με σχετική ενάργεια στη φιλοσοφία των αντίστοιχων Προγραμμάτων. Για τη σοβαρή αυτή διαφορά της γαλλικής με την αγγλική παράδοση θα χρειαστεί κάποτε να συζητήσουμε. Τόση η μία όσο και η άλλη πλευρά παρουσιάζουν ιδιαίτερο ενδιαφέρον.

6. Οι Πορτογάλοι εκθέτουν με ιδιαίτερη φροντίδα τη διαφορά των εννοιών *υλικό σημείο* και *rigid body*. Αναφέρονται σε *Movimento do ponto material*, σε *Movimento de um corpo rigido*, σε *Equilíbrio do ponto material* και σε *Equilíbrio do corpo rigido*. Ανάλογη συνέπεια χαρακτηρίζει και τα Προγράμματα των Ιταλών (*L' equilibrio di un punto materiale* και *L' equilibrio di un corpo rigido*), των Σουηδών (*Masspartikkel -masspunkt - rörelse*, *Kroppens translation rörelse*) των Σέρβων (*Materijalna tacka*), των Γάλλων, των Γερμανών (*Kinematik und Dynamik des Massenpunktes*) των Πολωνών (*Punkt materialny*) και των Ρουμάνων (*Cinematica punctului material*) ενώ δεν χαρακτηρίζει τα Προγράμματα που προτείνουν οι Άγγλοι.

Στα ελληνικά Προγράμματα υποβαθμίζεται η σημασία των μοντέλων «υλικό σημείο» και «rigid body» ενώ από την άλλη απουσιάζει εντελώς η Δυναμική του rigid body. Χρειάζεται να το συζητήσουμε. Τα «αντικείμενα με διαστάσεις» έχουν ιδιαίτερο ενδιαφέρον δεδομένου ότι σχετίζονται με την καθημερινή εμπειρία και ίσως θα έπρεπε να δεχθούμε ότι η

Δυναμική τους εκτοπίζεται από την υπερβολική προσπάθεια εμβάθυνσης στη Δυναμική υλικού σημείου.

7. Η Στατική παρουσιάζεται με κάποια αξιολογή ανάπτυξη *μόνο* στα τρία από τα δέκα Προγράμματα Σπουδών. Συγκεκριμένα εκείνοι που επιλέγουν το να της αποδώσουν κάποια έμφαση – απευθυνόμενοι σε μαθητές της συγκεκριμένης ηλικίας των 15 ετών - είναι οι Ιταλοί, οι Πορτογάλοι και οι Σουηδοί. Και στα τρία αντίστοιχα Προγράμματα παρουσιάζεται το φαινόμενο *ισορροπία υλικού σημείου* και στη συνέχεια *η ισορροπία ενός σώματος με διαστάσεις*. Οι Ιταλοί, οι Πολωνοί αλλά και οι Σουηδοί - αν και με σχετική συντομία - περιλαμβάνουν στα προγράμματά τους και την *ισορροπία των υγρών*.

Το φαινόμενο «*Ισορροπία στερεού σώματος*» και η αναγκαία (για την περιγραφή του και για την ερμηνεία του) έννοια «*Ροπή δύναμης*» απουσιάζει από τα ελληνικά Προγράμματα της Α΄ Λυκείου.

Απουσιάζει επίσης το φαινόμενο *ισορροπία υγρού σώματος* και η αναγκαία (για την περιγραφή του και για την ερμηνεία του) έννοια *πίεση* γνωστικά αντικείμενα τα οποία βέβαια διδάσκονται στους μαθητές της Γ΄ Γυμνασίου.

Η επικρατούσα στην Ελλάδα – και όχι μόνο - επιλογή βασίζεται στην αντίληψη ότι «κάθε γνωστικό αντικείμενο που προσθέτουμε σε ένα Πρόγραμμα εκτοπίζει οπωσδήποτε κάποιο άλλο» με την οποία είναι δύσκολο να διαφωνήσει κανείς.

Κάθε γνωστικό αντικείμενο έχει την ιδιαίτερη σημασία του και χρειάζεται να ανοίξει ένας διάλογος με θέμα τις επιλογές μας στα Προγράμματα Σπουδών.

8. Η Κινηματική του υλικού σημείου περιέχει συνήθως την περιγραφή κινήσεων είτε σε τροχιά ευθύγραμμη (ευθύγραμμη ομαλή, ευθύγραμμη ομαλά επιταχυνόμενη και αρμονική ταλάντωση) είτε σε τροχιά επίπεδη όπως η ομαλή κυκλική κίνηση και η παραβολική κίνηση. Στα Προγράμματα που μελετήσαμε διαπιστώνονται τρεις επιλογές.

Σύμφωνα με την πρώτη επιλογή - την οποία υιοθετούν οι Γάλλοι, οι Πορτογάλοι, οι Σέρβοι, οι Πολωνοί και οι Ιταλοί - αφού έχει προηγηθεί η παρουσίαση της έννοιας *διάνυσμα* - προτείνεται για διδασκαλία η περιγραφή ευθυγράμμων κινήσεων και στη συνέχεια η διδασκαλία *επίπεδων κινήσεων*.

Σύμφωνα με τη δεύτερη επιλογή προτείνεται για διδασκαλία η περιγραφή της ευθύγραμμης κίνησης χωρίς να χρειάζεται η έννοια *διάνυσμα* και «αργότερα» - αφού παρεμβληθεί η παρουσίαση των *διανυσμάτων* - προτείνεται για διδασκαλία η περιγραφή είτε της κυκλικής είτε και της παραβολικής κίνησης. Την επιλογή αυτή υιοθετούν οι Ισπανοί οι οποίοι προτείνουν για διδασκαλία την *movimiento rectilineo* - και αργότερα, μετά δηλαδή τη διδασκαλία των *διανυσμάτων* και της Δυναμικής, την *movimiento en dos dimensiones*, οι Ολλανδοί - προτείνουν την κίνηση σε μία διάσταση *Beweging in 1 dimensie* και, μετά τη διδασκαλία των *διανυσμάτων*, την *Beweging in twee dimensies* - και οι Σουηδοί οι οποίοι προτείνουν για διδασκαλία την περιγραφή της ευθύγραμμης κίνησης και στη συνέχεια τη διδασκαλία των *διανυσμάτων*, ενώ πολύ αργότερα προτείνουν την *törelse i cirkelbana* δηλαδή την κυκλική κίνηση.

Σύμφωνα τέλος με την τρίτη επιλογή - Άγγλοι, Γερμανοί, Ρουμάνοι - προτείνεται για διδασκαλία η περιγραφή των ευθυγράμμων κινήσεων και υποβαθμίζεται η περιγραφή των *επίπεδων κινήσεων*.

Η δική μας εκτίμηση είναι ότι πρέπει να ανοίξει ένας διάλογος με θέμα τη «δεύτερη επιλογή».

9. Οι Σουηδοί, οι Σέρβοι και οι Άγγλοι παρεμβάλλουν τη διδασκαλία της έννοιας *πίεση* ανάμεσα στη διδασκαλία των εννοιών *δύναμη* και *ενέργεια*. Η επιλογή τους μας «θυμίζει» την ενεργειακή διάσταση της έννοιας *πίεση* και μας βάζει σε σκέψεις. εξ άλλου προτάσεις για

παρουσίαση των τριών εννοιών με τη σειρά «δύναμη - πίεση- ενέργεια» έχουν γίνει και στον ελλαδικό χώρο.

10. Στα εννέα από τα ένδεκα αυτά ευρωπαϊκά Προγράμματα Σπουδών οι νευτωνικοί νόμοι της κίνησης συνυπάρχουν με τη σειρά πρώτος, δεύτερος, τρίτος και βρίσκονται στο επίκεντρο της Δυναμικής. Τα άλλα δύο Προγράμματα είναι το γαλλικό το οποίο μόνο κατά τα τελευταία χρόνια έχει αρχίσει να υιοθετεί τη ίδια περίπου δομή και το αγγλικό το οποίο παρουσιάζει τους τρεις νόμους με ανατροπή της σειράς – πρώτα εμφανίζεται ο τρίτος – και χωρίς κανείς να μπορεί κανείς να διακρίνει την ιδιαίτερη σημασία των νόμων. Εμείς συμφωνούμε με την επιλογή των περισσότερων.

11. Στα Προγράμματα των Σέρβων και των Άγγλων η έννοια *ενέργεια ενός σώματος (συστήματος)* παρουσιάζεται πριν από την έννοια *έργο*, ενώ στα υπόλοιπα η έννοια *έργο* προηγείται και με βάση αυτήν θεμελιώνεται η έννοια *ενέργεια ενός σώματος ή συστήματος*. Η επιλογή τους μας βάζει σε σκέψεις.

12. Στα Προγράμματα των Ιταλών των Γάλλων και των Άγγλων φωτίζεται με ιδιαίτερα ικανοποιητικό τρόπο η διαφορά των εννοιών *ενέργεια ενός συστήματος και μεταβιβαζόμενη ενέργεια* ( *Il trasferimento di energia, Le travail d' une force: un mode de transfer de l' energie και energy transfer* αντίστοιχα )

Εμείς συμφωνούμε απόλυτα με τη συγκεκριμένη επιλογή. Για τη διδασκαλία της έννοιας *ενέργεια* έχουν δείξει ιδιαίτερο ενδιαφέρον οι έλληνες ερευνητές της Διδακτικής και ανάμεσα σε άλλα έχουν επισημάνει και τις δυσκολίες στην οικοδόμησή της.

13. Μόνο στα Προγράμματα των Ιταλών και -σε μικρότερο βαθμό- των Γάλλων (*Autres modes de transfert de l' energie: Transfert thermique et Rayonnement*) εκτίθεται με σαφήνεια ότι η *μεταβίβαση ενέργειας* μπορεί να γίνει ( όχι μόνο με μηχανικό έργο, με ηλεκτρικό έργο και με θερμότητα αλλά ) και με *ακτινοβολία*

( *Il trasferimento di energia Il trasferimento per lavoro meccanico Il trasferimento per lavoro elettrico Il trasferimento per irraggiamento Il trasferimento per calore* ) . Οι Άγγλοι παρουσιάζουν το ζήτημα ως *διάδοση της θερμότητας με ακτινοβολία*.

Η επιλογή των Γάλλων και των Ιταλών μας βάζει σε σκέψεις.

14. Οι Σέρβοι προτείνουν η διδασκαλία *όλων των νόμων διατήρησης (ZAKONI ODRŽANJA)* να γίνεται σε χωριστό ενιαίο κεφάλαιο. Εξ όσων γνωρίζουμε το ίδιο κάνουν και οι Ρώσοι. Είναι μια ενδιαφέρουσα επιλογή

15. Οι Ιταλοί, οι Γάλλοι, οι Σουηδοί και οι Πολωνοί αναφέρονται συγκριτικά περισσότερο στην ιστορική εξέλιξη της επιστήμης. Συμφωνούμε απόλυτα. Στη δική μας κοινωνία η ιστορική εξέλιξη της Επιστήμης – τα δέκα τελευταία χρόνια - έχει αρχίσει να ενδιαφέρει τους συντάκτες των Προγραμμάτων Σπουδών πολύ περισσότερο σε σχέση τουλάχιστον με το παρελθόν. Η παρουσία της ωστόσο είναι ακόμα υποτονική.

16. Οι Άγγλοι διατηρούν το χιούμορ τους. Όπου βρουν ευκαιρία το παρουσιάζουν ακόμα και σε σχολικά εγχειρίδια Φυσικής. Το ίδιο ισχύει με τους Τσέχους και -σε μικρότερο βαθμό - με τους Γάλλους. Τέτοιο στοιχείο δεν υπάρχει στα εγκεκριμένα σχολικά εγχειρίδια Σερβίας, Γερμανίας και Ελλάδας. Η άποψή μας είναι ότι πρόκειται για σοβαρή έλλειψη

## Το ισχύον Πρόγραμμα Σπουδών στην Ελλάδα

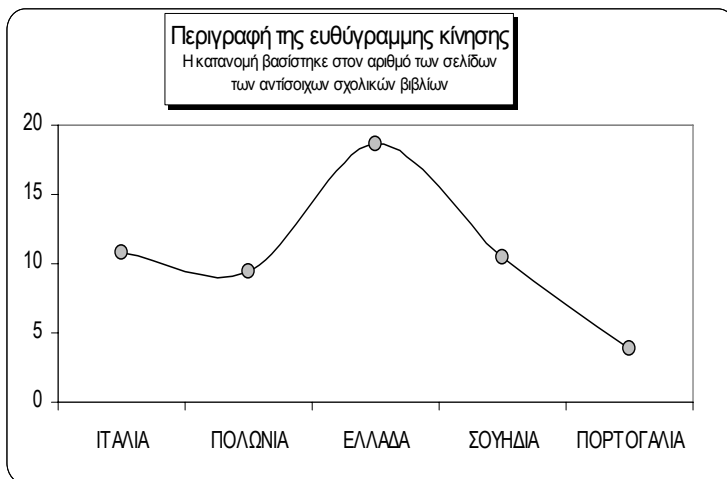
Το ισχύον Πρόγραμμα Σπουδών προτείνει για διδασκαλία γνωστικά αντικείμενα ταξινομημένα σε οκτώ ενότητες

1. Εισαγωγή
2. Ευθύγραμμη κίνηση
3. Δυναμική σε μία διάσταση.
4. Δυναμική στο επίπεδο.
5. Βαρύτητα
6. Διατήρηση της ορμής
7. Διατήρηση της μηχανικής ενέργειας.
8. Διατήρηση και υποβάθμιση της ενέργειας.

Για το πρόγραμμα αυτό έχουμε να κάνουμε τις παρακάτω παρατηρήσεις:

### α. Η υπερβολή στην ευθύγραμμη κίνηση

Το πρώτο που διακρίνουμε είναι μία κατά την εκτίμησή μας υπερβολή στην παρουσίαση του φαινομένου «ευθύγραμμη κίνηση». Η πρόταση απαιτεί ένα σημαντικό αριθμό ωρών διδασκαλίας για το συγκεκριμένο φαινόμενο με δεδομένο ότι η ενασχόληση με αυτό υποβαθμίζει ή και ματαιώνει ( αργότερα) τη διδασκαλία της έννοιας *ενέργεια*. Υπέρ της άποψής μας συνηγορεί και η σύγκριση με τα Προγράμματα άλλων ευρωπαϊκών χωρών



### β. Οι γεωμετρικές περιπέτειες της Δυναμικής

Εκείνο ωστόσο που εντυπωσιάζει περισσότερο είναι η παρουσίαση της Δυναμικής υλικού σημείου αν και η έννοια «υλικό σημείο» δεν υπάρχει, ως όρος, στο Πρόγραμμα. Η δεύτερη ενότητα του Προγράμματος έχει τον τίτλο *Δυναμική σε μία διάσταση*. Με δεδομένο ότι - εξ όσων γνωρίζουμε - ο όρος αυτός δεν υπάρχει στη διεθνή βιβλιογραφία αναρωτιόμαστε: Τι ακριβώς σημαίνει «Δυναμική σε μία διάσταση»; Στη σελίδα 74 του εγκεκριμένου βιβλίου διαβάζουμε την απάντηση. «Αρχικά θα μελετήσουμε τη σχέση της δύναμης με την κίνηση σε μία μόνο διάσταση, δηλαδή σε ευθεία γραμμή»

Η τρίτη ενότητα έχει τον τίτλο *Δυναμική στο επίπεδο*. Σε αναλογία με το προηγούμενο αναρωτιόμαστε: Τι ακριβώς σημαίνει «Δυναμική στο επίπεδο»; Στη σελίδα 110 βρίσκουμε την απάντηση. «Στο κεφάλαιο αυτό θα μελετήσουμε τη σχέση της δύναμης με την κίνηση ενός σώματος στο επίπεδο».

Το συμπέρασμα που βγαίνει είναι ότι ενώ στο δεύτερο κεφάλαιο θα μελετηθεί από τη σκοπιά της Δυναμικής το φαινόμενο *ευθύγραμμη κίνηση*, στο τρίτο κεφάλαιο θα μελετηθεί από τη σκοπιά της Δυναμικής το φαινόμενο *κίνηση στο επίπεδο*. Τα πράγματα όμως δεν είναι έτσι ακριβώς. Εύκολα διαπιστώνει κανείς ότι η ενότητα «Δυναμική σε μία διάσταση» δεν περιορίζεται στην εφαρμογή των νευτωνικών νόμων στο φαινόμενο *ευθύγραμμη κίνηση* αλλά περιλαμβάνει και τη «σύνθεση δυνάμεων της ΙΔΙΑΣ διεύθυνσης». Η συνέπεια αυτής της παρουσίασης είναι να θεωρούν οι διδασκόμενοι ότι «κατά την ευθύγραμμη κίνηση οι ασκούμενες δυνάμεις πρέπει να έχουν την ίδια διεύθυνση».

Στην ίδια ενότητα Δυναμική στο επίπεδο, όπου υποτίθεται ότι το θέμα είναι το φαινόμενο *κίνηση στο επίπεδο*, ο διδασκόμενος διαπιστώνει να του παρουσιάζουν

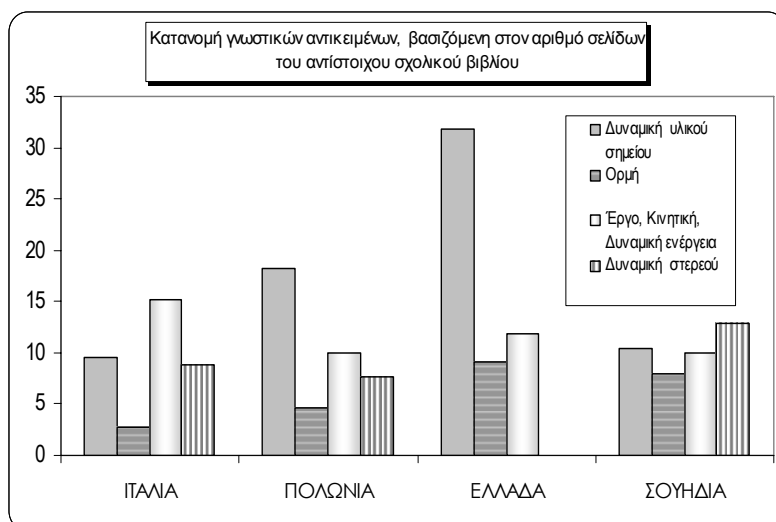
- τον τρίτο νόμο της κίνησης
- τη διάκριση σε δυνάμεις από απόσταση και σε δυνάμεις «από» επαφή
- τον νόμο της τριβής
- την έννοια στατική τριβή
- τη μελέτη του φαινομένου ισορροπία και
- τη σύνθεση δυνάμεων που δεν είναι συγγραμμικές

Η συνέπεια αυτής της παρουσίασης είναι να θεωρούν οι διδασκόμενοι ότι όλα αυτά τα γνωστικά αντικείμενα έχουν σχέση μόνο με το φαινόμενο *κίνηση στο επίπεδο*.

*Να βάλουμε τα πράγματα σε μία τάξη*

Παρακολουθώντας και τις αντίστοιχες προτάσεις περιεχομένου των άλλων ευρωπαϊκών χωρών, διακρίνουμε ότι στο «ελληνικό» Πρόγραμμα:

- Η διάκριση σε *δυναμική σε μία διάσταση* και *δυναμική στο επίπεδο* υποθέτουμε ότι προκαλεί δικαιολογημένα σοβαρότατες εννοιακές συγχύσεις. Εξ όσων γνωρίζουμε σχετική έρευνα δεν υπάρχει Η Δυναμική του υλικού σημείου απλώνεται σε δύο ενότητες και καταλαμβάνει ένα εντυπωσιακά μεγάλο τμήμα του συνόλου, οπότε - σε συνδυασμό και με την ιδιαίτερα εκτεταμένη περιγραφή του φαινομένου ευθύγραμμη κίνηση - παραμερίζει νομοτελειακά τη διδασκαλία της έννοιας ενέργεια και των σχετικών με αυτήν νόμων αλλά και τη διδασκαλία γνωστικών αντικειμένων που ίσως απουσιάζουν από το Πρόγραμμα, όπως η έννοια Σύστημα Αναφοράς, η Δυναμική του σώματος με διαστάσεις, η έννοια πίεση και το φαινόμενο ισορροπία ενός υγρού. Είναι ένας ακόμα λόγος για τον οποίο οι σχετικές επιλογές που έχουν κάνει οι άλλες ευρωπαϊκές κοινωνίες πρέπει να μας απασχολήσει



- Η διάκριση σε *δυναμική σε μία διάσταση* και *δυναμική στο επίπεδο* υποθέτουμε ότι προκαλεί δικαιολογημένα σοβαρότατες εννοιακές συγχύσεις. Εξ όσων γνωρίζουμε σχετική έρευνα δεν υπάρχει, αλλά η δική μας άποψη είναι ότι πρέπει να γίνει άμεσα

- Αναφορικά με τη Δυναμική, η μοναδική διάκριση που υφίσταται είναι εκείνη σε «δυναμική υλικού σημείου» και σε «δυναμική του στερεού σώματος».

Η υφιστάμενη σε αρκετά ευρωπαϊκά Προγράμματα Σπουδών διάκριση σε *κίνηση σε μία διάσταση* και σε *κίνηση στο επίπεδο* αναφέρεται σε *περιγραφή των αντίστοιχων φαινομένων*, ανήκει δηλαδή στην *Κινηματική*.

Εκτιμούμε ότι οι συντάκτες του Προγράμματος και κατά φυσική συνέπεια οι συγγραφείς των σχολικών εγχειριδίων :

- Έχουν συνδέσει τη γεωμετρία της ΜΟΡΦΗΣ ΤΗΣ ΤΡΟΧΙΑΣ με τη γεωμετρία των ΑΣΚΟΥΜΕΝΩΝ ΔΥΝΑΜΕΩΝ.

Ίσως τους διαφεύγει ότι «*μπορεί οι ασκούμενες δυνάμεις να έχουν την ίδια διεύθυνση αλλά η τροχιά να μην είναι μονοδιάστατη*». Όπως και το αντίθετο: «*Μπορεί οι ασκούμενες δυνάμεις να μην είναι συγγραμμικές και η τροχιά να είναι μονοδιάστατη*». Το αποτέλεσμα είναι να εκδηλώνεται μια - αριστοτελικής καταγωγής - σύγχυση του φαινομένου *κίνηση* με την έννοια *δύναμη*.

### **Μια πρόταση**

Μια πρόταση που θα μπορούσαμε να κάνουμε για τη δομή του Προγράμματος Σπουδών οφείλει εκτός των άλλων να ενδιαφερθεί και να ερευνήσει την αντίστοιχη ευρωπαϊκή εμπειρία - και λέγοντας ευρωπαϊκή εμπειρία δεν εννοούμε μόνο την αγγλοσαξωνική - και αγνοώντας τη διάκριση Δυναμική σε μία διάσταση και Δυναμική στο επίπεδο, να περιέχει:

Δυναμική του υλικού σημείου

Η έννοια αλληλεπίδραση.

Η έννοια δύναμη

Το φαινόμενο ελαστική παραμόρφωση

Η μέτρηση μιας δύναμης

Η έννοια υλικό σημείο

Σύνθεση δυνάμεων και ανάλυση μιας δύναμης σε συνιστώσες

Ο πρώτος νόμος της κίνησης

Ο δεύτερος νόμος της κίνησης.

Η έννοια μάζα

Η έννοια βάρος.

Η τριβή ολίσθησης και η στατική τριβή

Ο δεύτερος νόμος και το φαινόμενο ευθύγραμμη κίνηση

Η έννοια αδρανειακό σύστημα αναφοράς

Ο δεύτερος νόμος και το φαινόμενο ομαλή κυκλική κίνηση

Ο τρίτος νόμος της κίνησης

*Οι διαφωνίες μας στα ζητήματα των εννοιών*

Εν τω μεταξύ είναι αρκετές και οι περιπτώσεις στις οποίες εμείς, δηλαδή οι Έλληνες φυσικοί, δεν μπορούμε να συμφωνήσουμε μεταξύ μας σε ζητήματα οικοδόμησης εννοιών.



*Η έννοια μέση ταχύτητα*

- Η μέση ταχύτητα είναι μονόμετρο μέγεθος και μας δείχνει απλά με πόση περίπου ταχύτητα καλύφθηκε η διαδρομή **BIBΛΙΟ 1 σελ. 48 έτος 2000**
- Λέγοντας μέση ταχύτητα θα εννοούμε πάντα το διανυσματικό μέγεθος που αντιστοιχεί σε αυτή **BIBΛΙΟ 2 σελ 49 έτος 1999**
- Ορίζουμε ως μέση ταχύτητα ένα διανυσματικό μέγεθος με μέτρο το πηλίκο της μετατόπισης προς τον χρόνο και με κατεύθυνση την κατεύθυνση της μετατόπισης **BIBΛΙΟ 3 σελ. 38 έτος 1998**

*Η έννοια θερμότητα*

Όπως το έργο μετράει την ενέργεια που μεταφέρεται από ένα σώμα σε ένα άλλο λόγω άσκησης δύναμης χωρίς αυτό ( το έργο ) να είναι ενέργεια, έτσι και

- Η θερμότητα μετράει την ενέργεια που μεταφέρεται από το ένα σώμα στο άλλο χωρίς η ίδια να είναι μορφή ενέργειας. **BIBΛΙΟ 1 σελ. 270 έτος 2000**
- Κατά την κίνηση ενός σώματος σε οριζόντια επιφάνεια με τριβή, η ενέργεια  $W_3$  μετατρέπεται, σε θερμότητα. **BIBΛΙΟ 1 σελ. 223 έτος 2000**
- Κατά τη λειτουργία ενός ηλεκτρικού κινητήρα λόγω τριβών και αντιστάσεων παράγεται θερμότητα **BIBΛΙΟ 1 σελ. 272 έτος 2000**
- Η ενέργεια που μεταφέρεται λόγω της διαφοράς θερμοκρασίας δύο σωμάτων ονομάζεται θερμότητα **BIBΛΙΟ 4 σελ 41 έτος 2001**
- Η θερμότητα είναι ενέργεια η οποία δεν ανήκει σε κάποιο σύστημα αλλά μόνο μεταβιβάζεται από ένα σύστημα σε ένα άλλο εφόσον οι θερμοκρασίες τους είναι διαφορετικές **BIBΛΙΟ 3 σελ. 218 έτος 1998**

Και εξακολουθούμε να διαφωνούμε σε ζητήματα οικοδόμησης εννοιών μολονότι εδώ και δεκαπέντε περίπου χρόνια συναντιόμαστε σε Συνέδρια, ερχόμαστε, παρουσιάζουμε τις εισηγήσεις μας χωρίς να εκθέτουμε τις διαφωνίες μας, χωρίς να επιδιώκουμε μια ΣΥΝΘΕΣΗ.

Δεν έχουμε ακόμα συνομολογήσει «που ακριβώς διαφωνούμε», δεν έχουμε ακόμα αποδεχτεί ότι ορισμένοι είμαστε με την πλευρά των εμπειριστών, ορισμένοι με τους ρασιοναλιστές - «παιδιά του Καρτέσιου» - μερικοί επιχειρούμε να ισορροπήσουμε, κοιτάζοντας και προς τη «διαθεματική προσέγγιση». Κάποιοι έχουμε πιστέψει ότι η διαθεματική προσέγγιση είναι αυτή που θα θεραπεύσει τη μιζέρια της σημερινής διδασκαλίας.

**Συμπεράσματα**

- Στα χρόνια που έρχονται - εμείς οι Έλληνες φυσικοί - χρειάζεται να καταθέσουμε τις διαφωνίες μας αναζητώντας μία σύνθεση αλλά και να αποσαφηνίσουμε τα σημεία στα οποία συμφωνούμε αναφορικά με το περιεχόμενο των Προγραμμάτων.
- Έχουμε άμεσα ανάγκη από ένα καινούριο Πρόγραμμα Σπουδών για τη διδασκαλία της Φυσικής, το περιεχόμενο του οποίου να θεμελιώνεται σε μια αποσαφηνισμένη διαδρομή από «τη χώρα του συγκεκριμένου» προς την «περιοχή της αφαίρεσης» και από την αισθητηριακή εμπειρία στη θεωρητική σκέψη.
- για τη Σύνταξή του δεν είναι δυνατόν να αγνοείται η πλούσια ευρωπαϊκή εμπειρία με τις εντυπωσιακές καινοτομίες της αλλά και με τις σοβαρές αποτυχίες της.

Χρειάζεται να εμπλουτίσουμε την άποψή μας τόσο για τις επιλογές των γνωστικών αντικειμένων όσο και για τη δομή της συνολικής μας πρότασης παίρνοντας υπόψη τα σχολικά Προγράμματα των άλλων ευρωπαϊκών χωρών και όχι μόνον αυτών.

Για μια σοβαρή υλοποίηση της σύνταξης ενός νέου προγράμματος είναι απολύτως αναγκαίο να συναντηθούν οι *ερευνητές της διδακτικής*, οι *ερευνητές φυσικοί*, οι *φιλόσοφοι*, οι *επιστημολόγοι*, οι *παιδαγωγοί*, και οι *εν ενεργεία εκπαιδευτικοί*.

## Σημειώσεις

1. Πληροφορίες για τα Προγράμματα Σπουδών στις διάφορες ευρωπαϊκές χώρες μπορεί να πάρει κανείς από δικτυακούς τόπους στο Διαδίκτυο, με κατάλληλη αναζήτηση
2. Για την υλοποίηση της συγκεκριμένης παρουσίασης, η οποία είχε ανάγκη από στοιχεία ένδεκα διαφορετικών ευρωπαϊκών γλωσσών, και με δεδομένο ότι εμείς μπορούσαμε να ανταποκριθούμε επαρκώς σε ορισμένες μόνο από αυτές, χρειαστήκαμε τη βοήθεια ανθρώπων που γνωρίζουν τις άλλες πέντε γλώσσες με τις οποίες επικοινωνούν και μέσα από αυτές διδάσκονται τη φυσική οι Ολλανδοί, οι Σουηδοί, οι Πορτογάλοι, οι Πολωνοί και οι Σέρβοι.

## Βιβλιογραφία

Τα αναφερόμενα στο κείμενο εγκεκριμένα σχολικά βιβλία είναι:

BIBΛΙΟ 1: ΦΥΣΙΚΗ Γενικής Παιδείας Α΄ Λυκείου ΟΕΔΒ, Βλάχος Ι. κ.α.

BIBΛΙΟ 2: ΦΥΣΙΚΗ Γενικής Παιδείας Α΄ Λυκείου ΟΕΔΒ, Βενετσάνος Μ. κ.α.

BIBΛΙΟ 3: ΦΥΣΙΚΗ Α΄ Λυκείου ΟΕΔΒ, Δαπόντες Ν. κ.α.

BIBΛΙΟ 4: ΦΥΣΙΚΗ Κατεύθυνσης Β΄ Λυκείου ΟΕΔΒ 2006, Ιωάννου Α. κ.α.

1. FISICA 1, Giuseppe Ruffo, εκδ. Zanichelli, 2004, ΙΤΑΛΙΑ
2. FISIKA ZA VIZE SKOLE, Deveto izdanje, M. Arcin κ.α. Savremena administracija, 2000, ΣΕΡΒΙΑ
3. PHYSICS, Steph. Pople, Peter Whitehead, Oxford University Press 1996, ΑΓΓΛΙΑ
4. PHYSICS FOR YOU, Keith Johnson, National curriculum edition, Stanley Thorns Ltd, 1998, ΑΓΓΛΙΑ
5. PHYSICS, Jones, Jones and Marchington, Cambridge University Press, 1998, ΑΓΓΛΙΑ
6. PHYSIQUE programme de la classe de seconde, 1999, εκδ. Fern. Nathan, ΓΑΛΛΙΑ
7. PHYSIQUE programme de la classe de seconde, 1999, εκδ. Hachette, ΓΑΛΛΙΑ
8. FISICA Para o 10<sup>o</sup> Ano de Escolaridade, José Natário εκδ. Edicoes ASA, 1998, ΠΟΡΤΟΓΑΛΙΑ
9. PHYSIK, hrsg von Rudolf Göbel, εκδ. Volk und Wissen Verlag GmbdH, Berlin, 1995, ΓΕΡΜΑΝΙΑ
10. PHYSICA 2000, Thure Eklund, Peter Holmberg, εκδ. Söderstrom Förlags Ab 2000, ΣΟΥΗΔΙΑ
11. FYSIKA 2, Kolem mas, Milan Rojko, Jiri Dolejsi κ.α. εκδ. Scientia, Praha, 1998, ΤΣΕΧΙΑ.
12. FISYKA Stavomir Brzezowski, Operon, Gdynia, 2004, ΠΟΛΩΝΙΑ.