

Διδασκαλία Προγραμματισμού μέσω Φυσικής
Διδασκαλία Φυσικής μέσω Προγραμματισμού
Μία διδακτική προσέγγιση
για την Ομάδα Προσανατολισμού Θετικών Σπουδών

Σύνοψη

Κατά το σχολικό έτος 2015-2016 διδάχθηκε για πρώτη φορά το μάθημα "Ανάπτυξη Εφαρμογών σε Προγραμματιστικό Περιβάλλον" σε μαθητές (και) της Ομάδας Προσανατολισμού Θετικών Επιστημών (ηλικίας 17-18), η γραπτή εξέταση του οποίου γίνεται αποκλειστικά σε ενδοσχολικό επίπεδο, γεγονός που οδηγεί στο, σύνθηρες, αποτέλεσμα, οι μαθητές να εμφανίζονται αδιάφοροι ή ακόμη και αρνητικοί κατά την παρακολούθηση, με αποτέλεσμα να χάνουν την ευκαιρία να διδαχθούν ένα εισαγωγικό μάθημα Αλγοριθμικής – Προγραμματισμού που θα αποδειχτεί πολύ χρήσιμο στην πορεία της φοίτησής τους στην τριτοβάθμια εκπαίδευση. Χωρίς να παραγνωρίζεται η υποχρέωση κάλυψης της καθορισμένης ύλης, εμφανίζεται η ανάγκη εμπλουτισμού της διδασκαλίας με στοιχεία που θα καταστήσουν διανυγέστατη τη χρησιμότητα του αντικειμένου σε μαθητές με ελάχιστο διαθέσιμο χρόνο μελέτης μαθημάτων άλλων από εκείνα στα οποία θα εξεταστούν σε πανελλαδικό επίπεδο.

Στο εργαστήριο θα παρουσιαστεί μια σειρά εργαστηριακών ασκήσεων που έχουν το διπλό στόχο να εισάγουν τους μαθητές της Γ' Λυκείου, σε βασικές προγραμματιστικές έννοιες και τεχνικές, και ταυτόχρονα να φωτίσουν λεπτομέρειες της ύλης της Φυσικής Προσανατολισμού. Η πρόταση αναπτύσσεται σε τρία στάδια: α) Χρησιμοποιώντας το προγραμματιστικό περιβάλλον του Excel οι μαθητές καλούνται να ολοκληρώσουν δραστηριότητες μίας ή δύο διδακτικών ωρών για την προσομοίωση / οπτικοποίηση εννοιών των Ταλαντώσεων και των Κυμάτων. β) Στο δεύτερο στάδιο παρέχεται ένας σκελετός εφαρμογής γραμμένος σε Javascript, ο οποίος υλοποιεί προγραμματιστικά έναν απλό timer για την επαναληπτική εκτέλεση του κώδικα προσομοίωσης. Οι μαθητές καλούνται να τον εμπλουτίσουν με υποπρογράμματα προσομοίωσης και οπτικοποίησης (χρησιμοποιώντας εντολές γραφικών που υποστηρίζει η HTML5, στην οποία εισάγεται το αντικείμενο canvas). Στο εργαστήριο θα παρουσιαστούν παραδείγματα από τις Ταλαντώσεις, τα Κύματα και την Κύλιση Τροχού. γ) Στο τρίτο στάδιο γίνεται επίδειξη λογισμικού μεγαλύτερης έκτασης και οι μαθητές καλούνται είτε να επισημάνουν σφάλματα της προσομοίωσης και ακολούθως να προτείνουν τρόπους διόρθωσης, μελετώντας και σχολιάζοντας τον πηγαίο κώδικα, ή να χρησιμοποιήσουν το λογισμικό για να διερευνήσουν πλευρές του φυσικού φαινομένου που δεν καλύπτονται από το σχολικό βιβλίο. Στο εργαστήριο θα παρουσιαστούν παραδείγματα από τις Ταλαντώσεις (σχέση με περιστρεφόμενο διάνυσμα), το Στάσιμο Κύμα και τη Συμβολή Κυμάτων, τις Κρούσεις (ελαστικές και πλαστικές) και το φαινόμενο Doppler.

Οι συμμετέχοντες στο εργαστήριο θα έχουν την ευκαιρία να υλοποιήσουν την προτεινόμενη προσέγγιση εφοδιασμένοι α) με αρχεία Excel που παρουσιάζουν τα επί μέρους στάδια υπό μορφή διαδοχικών Φύλλων Εργασίας, β) με αρχεία πηγαίου κώδικα Javascript που υλοποιεί τον μηχανισμό κλήσης υποπρογραμμάτων προσομοίωσης και οπτικοποίησης, γ) αποσπάσματα αρχείων πηγαίου κώδικα Visual BASIC, τα οποία θα κληθούν να σχολιάσουν και να

διορθώσουν. Τέλος θα παρουσιαστούν ενδιαφέρουσες παραλλαγές που έχουν δημιουργηθεί από τους ίδιους τους μαθητές κατά τα δύο σχολικά έτη (2015-2016 και 2016-2017) εφαρμογής της διδακτικής προσέγγισης, αλλά και σκέψεις επέκτασης της μεθόδου στα μαθηματικά.

Summary

During the school year 2015-2016 an introductory lesson in Algorithmics and Computer Programming was included in the subjects taught to students following the Physical Sciences Orientation. Since this lesson is not taken into account for the students' admission in universities, the more or less expected result is that students are at best indifferent, thus missing on an opportunity to study a subject that is bound to prove quite useful during their university studies. Eventually, the need to enrich teaching with material that highlights the benefits of programming arises.

This lab includes a series of exercises aiming both at acquainting students with programming and enabling them to study Physics from a different point of view.

This approach is realized in three stages: a) Using Excel and VBA students are guided to simulate and visualize harmonic oscillations and waves, b) Students are given a basic application skeleton written in Javascript incorporating a timer that repeatedly triggers simulation/visualization subroutines. Students are encouraged to write software on oscillations and wheel rolling, c) Large scale applications are presented and students are asked first to familiarise themselves with their functionality, spot simulation mistakes, study the relevant code and propose ways of rectifying the problems.

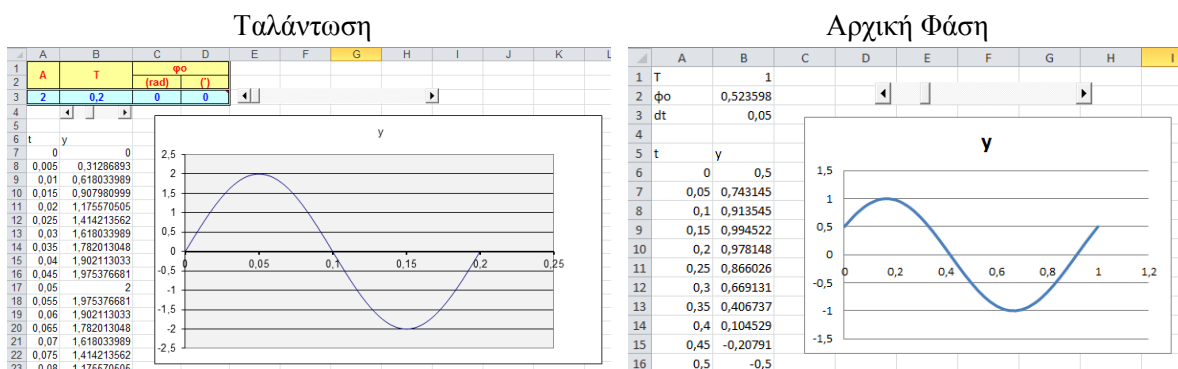
Participants will be able to follow the proposed educational process. To this aim, relevant files (in Excel, Javascript and VB) will be made available. Interesting variations proposed by the students themselves during the application of the approach, will also be presented.

Σύνοψη δραστηριοτήτων

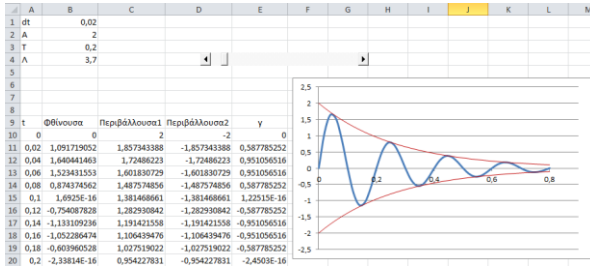
α) Προγραμματισμός στο περιβάλλον του Excel

Η παρουσίαση ξεκινά με τη δημιουργία γραφικής παράστασης της κυματικής εξίσωσης, την οποία οι μαθητές καθιστούν σταδιακά παραμετροποιήσιμη και αλληλεπιδραστική. Μέσω της αναβάθμισης του υπολογιστή σε εργαλείο έρευνας / μετρήσεων / πειραματισμού στις Φυσικές Επιστήμες, εισάγονται η έννοια της δειγματοληψίας, η Δομή Επιλογής (σε απλή και εμφωλευμένη μορφή), η Δομή Δεδομένων του δισδιάστατου πίνακα, η έννοια του προγραμματιστικού αντικειμένου, των Ιδιοτήτων και των Συμβάντων που υποστηρίζει, τα υποπρογράμματα, η επιμέλεια των παραγόμενων εικόνων, κ.λπ.

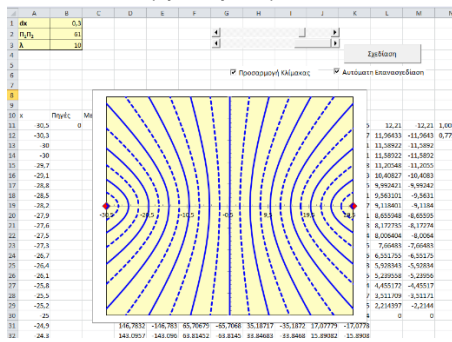
Άλλα παραδείγματα περιλαμβάνουν την εξίσωση απομάκρυνσης της ταλάντωσης, την αρχική φάση, τη φθίνουσα ταλάντωση, τη σύνθεση ταλαντώσεων (για οποιοδήποτε λόγο συχνοτήτων και όχι μόνο για $f_1 = f_2$ ή $f_1 \approx f_2$), τη διέλευση παλμού, την υπέρθεση παλμών, τη συμβολή κυμάτων σε δισδιάστατο ελαστικό μέσο.



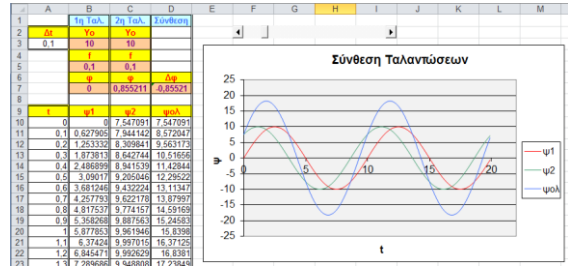
Φθίνουσα Ταλάντωση



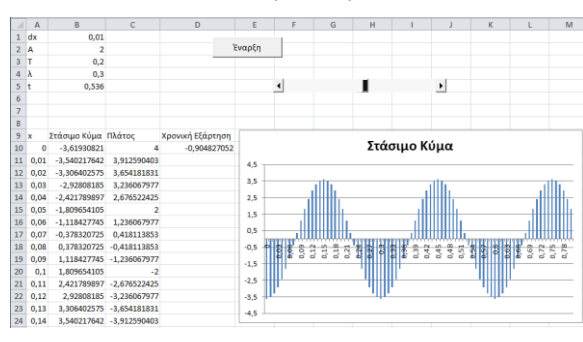
Συμβολή Κυμάτων



Σύνθεση Ταλαντώσεων



Στάσιμο Κύμα



β) Προγραμματισμός με Javascript

Η προτεινόμενη Τυποποιημένη Αρχιτεκτονική Εφαρμογών, γραμμένη σε Javascript, δομείται σε τρία μέρη υπό τη μορφή:

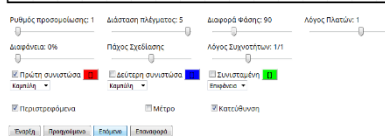
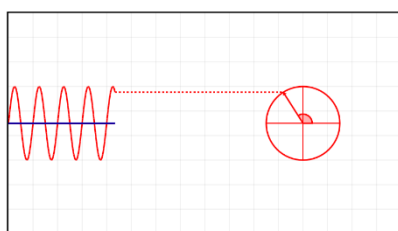
- ενός αρχείου υποτυπώδους HTML στο οποίο δημιουργείται ένας καμβάς σχεδίασης και ένα πλήθος από μπάρες κύλισης και κουμπιά ενεργειών για την υλοποίηση της διεπαφής,
- του αρχείου CGI.js, όπου περιλαμβάνονται οι συναρτήσεις drawScreen(), για την οπτικοποίηση και simulate(), για τη χρονική εξέλιξη της προσομοίωσης,
- του αρχείου experiment.js, όπου υλοποιείται το υπολογιστικό μέρος της προσομοίωσης και απαιτεί τις πλέον εκτεταμένες παρεμβάσεις ανάλογα με το υπό μελέτη θέμα.

Στο επίπεδο αυτό, η ανάγκη παρεμβάσεων του διδάσκοντα δεν περιορίζεται μόνο στην τελική προγραμματιστική υλοποίηση, αλλά και στο πρώτο στάδιο της ανάπτυξης της αλγοριθμική λογικής. Αντιστάθμισμα αυτού αποτελεί το γεγονός ότι γίνεται αντιληπτή η αξία του Τμηματικού Προγραμματισμού.

Τα παραδείγματα που θα παρουσιαστούν αναφέρονται σε ταλαντώσεις, κύματα και στερεό σώμα.

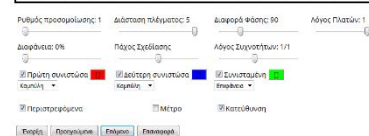
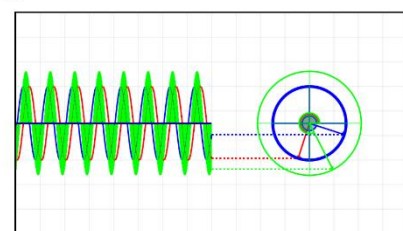
Περιστρεφόμενο Διάνυσμα και Ταλάντωση

Σύνθεση Ταλαντώσεων



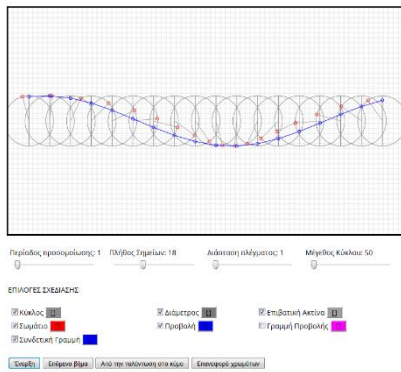
Σύνθεση Ταλαντώσεων

Σύνθεση Ταλαντώσεων



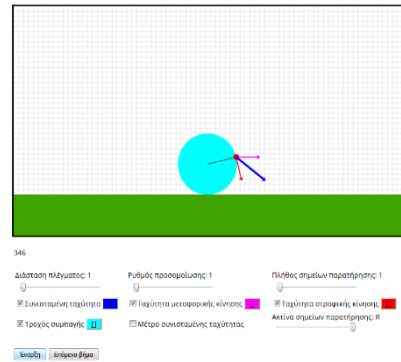
Ταλάντωση και Κύμα

Από την ταλάντωση στο κύμα



Κύλιση τροχού

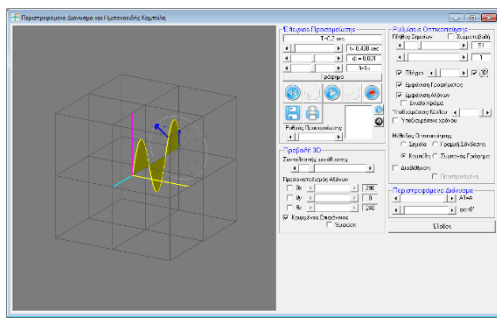
Κύλιση τροχού χωρίς ολίσθηση



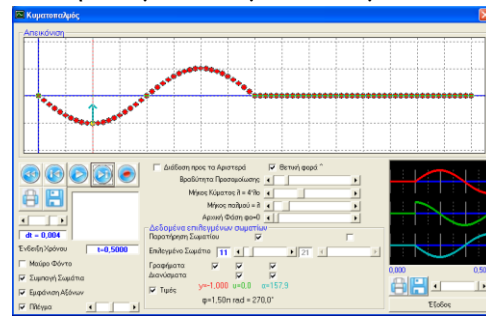
γ) Σχολιασμός / Χρήση εκπαιδευτικού λογισμικού ανοικτού κώδικα

Παρουσιάζεται λογισμικού ανοικτού κώδικα για την προσομοίωση / οπτικοποίηση σε δύο και τρεις διαστάσεις φαινομένων που σχετίζονται με α) το περιστρεφόμενο δiάνυσμα και την ημιτονοειδή καμπύλη, β) τη διάδοση παλμών και κυμάτων, γ) την υπέρθεση κυμάτων, δ) το στάσιμο κύμα, ε) την ανάκλαση κύματος, στ) τις ελαστικές και πλαστικές κρούσεις στερεών σωμάτων και ζ) το φαινόμενο Doppler.

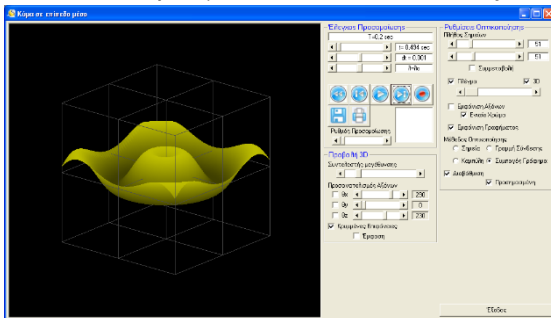
Περιστρεφόμενο Δiάνυσμα και Ταλάντωση



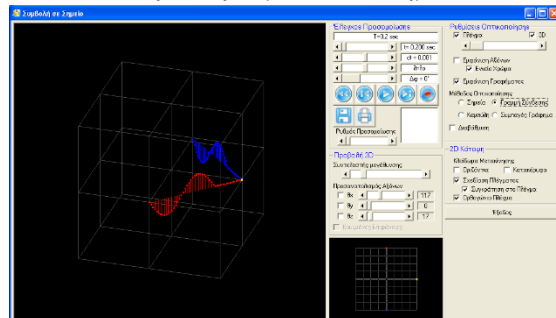
Διάδοση Παλμών / Κυμάτων σε μία διάσταση



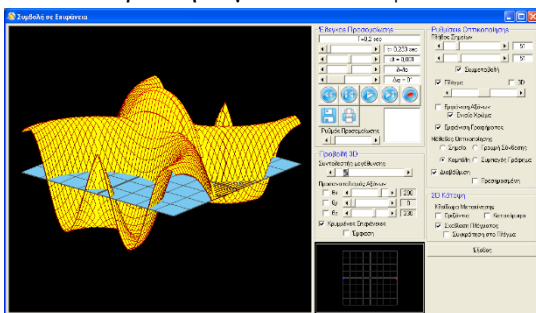
Διάδοση Κυμάτων σε δύο διαστάσεις



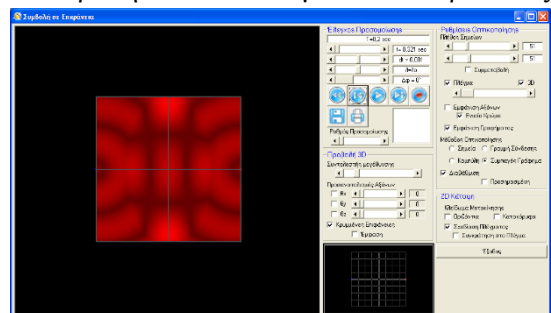
Υπέρθεση κυμάτων σε σημείο



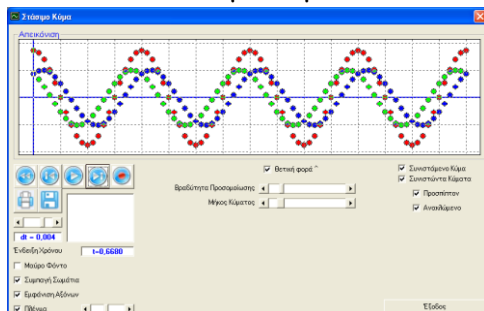
Υπέρθεση κυμάτων σε επιφάνεια



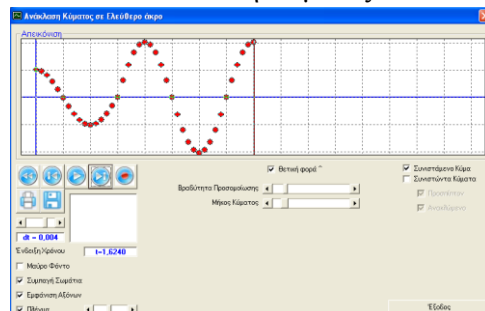
Μετάβαση από κυκλικά μέτωπα σε κροσσούς



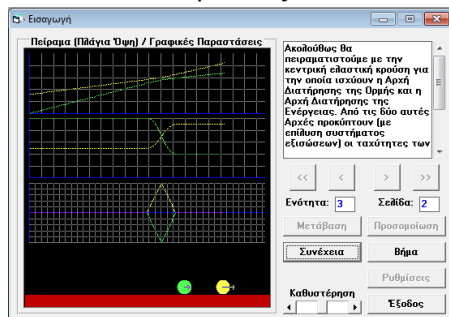
Στάσιμο Κύμα



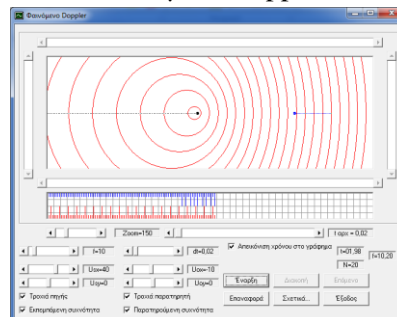
Ανάκλαση Κύματος



Κρούσεις



Φαινόμενο Doppler



5. Βιβλιογραφία

Βακάλη, Α., Γιαννόπουλος, Η., Ιωαννίδης, Ν., Κοΐλιας, Χ., Μάλαμας, Κ., Μανωλόπουλος, Ι., Πολίτης, Π. (2015). Ανάπτυξη Εφαρμογών σε Προγραμματιστικό Περιβάλλον, Ομάδας Προσανατολισμού Οικονομίας-Πληροφορικής, Γ' Τάξης Γενικού Λυκείου, ΙΤΥΕ "Διόφαντος".

Ιωάννου, Α., Ντάνος, Γ., Πήτας, Α., Ράπτης, Σ. (2013) Φυσική, Θετικής και Τεχνολογικής Κατεύθυνσης, Γ' Τάξης Γενικού Λυκείου, ΙΤΥΕ "Διόφαντος".