



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ  
ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ ΚΑΙ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ ΤΜΗΜΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ**

**Πτυχιακή Εργασία**

Τίτλος Πτυχιακής Εργασίας	Εκπαιδευτική προσομοίωση ακουστικών κυμάτων  An educational simulation on acoustic waves
Όνοματεπώνυμο Φοιτητή	Χρήστος Ρούσσος
Πατρώνυμο	Κωνσταντίνος
Αριθμός Μητρώου	Π12135
Επιβλέπων	Παναγιώτης Τσάκωνας, Ε.Δ.Ι.Π.

Αθήνα

Ιανουάριος 2025

## Copyright ©

---

Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας εργασίας, εξ' ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή για σκοπό μη κερδοσκοπικό, εκπαιδευτικής ή ερευνητικής φύσης, υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης και να διατηρείται το παρόν μήνυμα.

Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που περιέχονται σε αυτό το έγγραφο εκφράζουν αποκλειστικά τον συγγραφέα και δεν αντιπροσωπεύουν τις επίσημες θέσεις του Πανεπιστημίου Πειραιώς.

Ως συγγραφέας της παρούσας εργασίας δηλώνω πως η παρούσα εργασία δεν αποτελεί προϊόν λογοκλοπής και δεν περιέχει υλικό από μη αναφερόμενες πηγές.

## Ευχαριστίες

---

Ευχαριστώ θερμά την οικογένειά μου και τους φίλους μου για τη συνεχή στήριξη, την υπομονή και την ενθάρρυνση. Επίσης, ευχαριστώ τον επιβλέποντα καθηγητή μου γι' αυτή την ευκαιρία καθώς και την πολύτιμη καθοδήγηση και υποστήριξη καθ' όλη τη διάρκεια της εκπόνησης της πτυχιακής εργασίας. Χωρίς τη βοήθειά τους, αυτή η εργασία δεν θα ήταν δυνατή.

## Περίληψη

---

Η παρούσα πτυχιακή εργασία ασχολείται με τη δημιουργία μιας διαδραστικής εφαρμογής που προσομοιώνει το φαινόμενο Doppler. Η εφαρμογή βασίζεται σε HTML, CSS και JavaScript και επιτρέπει στο χρήστη να παραμετροποιήσει διάφορες μεταβλητές, όπως τη θέση και την ταχύτητα της πηγής και του παρατηρητή, για να παρακολουθήσει τις αλλαγές στη συχνότητα των κυμάτων.

*Λέξεις Κλειδιά: Φαινόμενο Doppler, προσομοίωση, Διαδίκτυο, JavaScript, φυσική κυμάτων*

## Abstract

---

This thesis focuses on the development of an interactive application that simulates the Doppler effect. The application is built using HTML, CSS, and JavaScript, allowing users to adjust various parameters, such as the position and speed of the source and observer, to monitor frequency changes in waves.

*Key Words: Doppler effect, simulation, Web, JavaScript, wave physics*

## Πίνακας Περιεχομένων

---

Copyright © .....	i
Ευχαριστίες.....	ii
Περίληψη.....	iii
Abstract .....	iii
Πίνακας Περιεχομένων.....	iv
Εισαγωγή .....	1
1. Θεωρητικό Υπόβαθρο .....	2
1.1. Το Φαινόμενο Doppler .....	2
1.1.1. Ορισμός και Βασικές Αρχές .....	2
1.1.2. Εφαρμογές του Φαινομένου.....	2
1.2. Σχετικές Έννοιες και Τεχνολογίες .....	2
1.2.1. Κυματική Φυσική και Κυματομορφές .....	2
1.2.2. Υπολογιστικές Προσομοιώσεις .....	3
2. Ανάλυση Απαιτήσεων και Σχεδιασμός .....	4
2.1. Στόχοι της Εφαρμογής.....	4
2.2. Αρχιτεκτονική Συστήματος.....	4
3. Υλοποίηση της Εφαρμογής.....	5
4. Αξιολόγηση και Αποτελέσματα .....	6
4.1. Δοκιμές και Αξιολόγηση Απόδοσης.....	6
4.2. Σύγκριση με Προηγούμενη Προσέγγιση .....	6
4.3. Σύγκριση με Άλλες Εκπαιδευτικές Προσομοιώσεις .....	6
5. Ιστορική Αναδρομή και Σύγχρονες Εξελίξεις.....	7
Συμπεράσματα .....	8
Πίνακας ορολογίας .....	9
Πίνακας συντμήσεων-αρτικόλεξων-ακρονύμων.....	9

## Εισαγωγή

---

Η επιστημονική και τεχνολογική εξέλιξη επέτρεψε την ανάπτυξη εφαρμογών που προσομοιώνουν φυσικά φαινόμενα, παρέχοντας έτσι ένα ισχυρό εργαλείο για την κατανόησή τους. Η παρούσα πτυχιακή εργασία εστιάζει στην προσομοίωση του φαινομένου Doppler, το οποίο αποτελεί βασική αρχή στην κυματική φυσική και έχει ευρύ πεδίο εφαρμογών, από την αστρονομία έως τη μετεωρολογία και την ιατρική.

Η εργασία αυτή έχει ως στόχο να αναπτύξει μια διαδραστική εφαρμογή που θα επιτρέπει στους χρήστες να εξερευνήσουν και να κατανοήσουν το φαινόμενο Doppler μέσω προσομοιώσεων σε πραγματικό χρόνο. Με τη χρήση HTML, CSS και JS, η εφαρμογή επιτρέπει την τροποποίηση διαφόρων παραμέτρων, όπως η θέση και η ταχύτητα της πηγής και του παρατηρητή, ώστε να αναδειχθούν οι διαφορές στις συχνότητες των κυμάτων.

Επιπλέον, η εργασία επιχειρεί να καταστήσει την επιστημονική θεωρία πιο προσιτή και εύκολα κατανοητή, παρέχοντας οπτικές αναπαραστάσεις των μεταβολών της συχνότητας και του μήκους κύματος ανάλογα με την κίνηση των αντικειμένων. Η χρήση διαδραστικών γραφικών και χρονοδιαγράμματος ενισχύει την εκπαιδευτική αξία της εφαρμογής, καθιστώντας τη χρήσιμη τόσο για φοιτητές όσο και για ερευνητές που επιθυμούν να αναλύσουν τις επιπτώσεις του φαινομένου Doppler.

Η εργασία διαρθρώνεται σε επιμέρους κεφάλαια, στα οποία παρουσιάζονται η θεωρητική βάση του φαινομένου, η ανάλυση των απαιτήσεων της εφαρμογής, η διαδικασία ανάπτυξης της εφαρμογής, καθώς και η αξιολόγηση της αποτελεσματικότητάς της.

## 1. Θεωρητικό Υπόβαθρο

---

### 1.1. Το Φαινόμενο Doppler

#### 1.1.1. Ορισμός και Βασικές Αρχές

Το φαινόμενο Doppler είναι ένα φυσικό φαινόμενο που αφορά την αλλαγή της συχνότητας ή του μήκους κύματος ενός κύματος καθώς η πηγή του ή/και ο παρατηρητής κινούνται σχετικώς μεταξύ τους. Η μετατόπιση αυτή είναι αποτέλεσμα της σχετικής κίνησης και μπορεί να εμφανιστεί τόσο στα μηχανικά όσο και στα ηλεκτρομαγνητικά κύματα.

Στην καθημερινότητά μας, το παρατηρούμε σε περιπτώσεις όπως ο ήχος ενός διερχόμενου ασθενοφόρου, που φαίνεται να έχει υψηλότερη συχνότητα όταν πλησιάζει και χαμηλότερη όταν απομακρύνεται. Αυτό το φαινόμενο έχει ευρεία εφαρμογή σε διάφορους τομείς της επιστήμης και της τεχνολογίας, επιτρέποντας τη μελέτη και την κατανόηση της δυναμικής των κινούμενων αντικειμένων. Εκτός από τον ήχο, το φαινόμενο Doppler είναι επίσης εμφανές στα ραδιοκύματα και στο φως, με εφαρμογές στην επιστημονική έρευνα και την τεχνολογία.

#### 1.1.2. Εφαρμογές του Φαινομένου

Το φαινόμενο Doppler έχει σημαντικές εφαρμογές σε διάφορους τομείς της επιστήμης και της τεχνολογίας:

- **Αστρονομία:** Χρησιμοποιείται για τη μέτρηση της ταχύτητας των γαλαξιών και την απόδειξη της διαστολής του σύμπαντος. Οι επιστήμονες χρησιμοποιούν τη μετατόπιση προς το ερυθρό ή το ιώδες φάσμα για να κατανοήσουν την κίνηση των αστρονομικών σωμάτων. Η χημική τους σύσταση συνάγεται από το γραμμικό φάσμα εκπομπής τους. Το φαινόμενο Doppler μας επιτρέπει να καθορίσουμε την φορά και την ταχύτητα κίνησης των άστρων.
- **Ιατρική:** Χρησιμοποιείται στην υπερηχογραφία Doppler για τη μελέτη της ροής του αίματος στις αρτηρίες, επιτρέποντας τη διάγνωση παθήσεων όπως η θρόμβωση και η αρτηριοσκλήρωση. Επιπλέον, χρησιμοποιείται στην καρδιολογία για τη μελέτη της λειτουργίας της καρδιάς και των βαλβίδων της.
- **Μετεωρολογία:** Τα ραντάρ Doppler ανιχνεύουν την κίνηση των νεφών και των αέριων μαζών, βοηθώντας στην πρόβλεψη καταιγίδων και κυκλώνων.
- **Ασφάλεια και Μεταφορές:** Οι κάμερες ταχύτητας που χρησιμοποιούνται στην οδική κυκλοφορία βασίζονται σε ραντάρ Doppler για τον εντοπισμό παραβάσεων.

### 1.2. Σχετικές Έννοιες και Τεχνολογίες

#### 1.2.1. Κυματική Φυσική και Κυματομορφές

Η κυματική φυσική μελετά τα κύματα και τη διάδοσή τους. Τα κύματα διακρίνονται σε:

- **Μηχανικά κύματα:** Απαιτούν υλικό μέσο για τη διάδοσή τους (π.χ. ήχος, σεισμικά κύματα).
- **Ηλεκτρομαγνητικά κύματα:** Δεν απαιτούν μέσο διάδοσης και περιλαμβάνουν το ορατό φως, τα ραδιοκύματα, τις ακτίνες X κ.λπ.

### **1.2.2. Υπολογιστικές Προσομοιώσεις**

Οι προσομοιώσεις επιτρέπουν την οπτικοποίηση του φαινομένου Doppler και τη μελέτη της μεταβολής της συχνότητας και του μήκους κύματος υπό διάφορες συνθήκες.



## 2. Ανάλυση Απαιτήσεων και Σχεδιασμός

---

### 2.1. Στόχοι της Εφαρμογής

Η ανάπτυξη μιας εφαρμογής προσομοίωσης του φαινομένου Doppler έχει στόχο να βοηθήσει τους χρήστες να κατανοήσουν την έννοια του φαινομένου μέσω διαδραστικών εργαλείων. Η εφαρμογή επιτρέπει:

- Τη ρύθμιση παραμέτρων όπως η ταχύτητα της πηγής και του παρατηρητή.
- Τη γραφική απεικόνιση της μεταβολής της συχνότητας.

### 2.2. Αρχιτεκτονική Συστήματος

Η εφαρμογή αποτελείται μόνο από το κομμάτι του UI. Η οπτικοποίηση του φαινομένου γίνεται με την χρήση HTML, CSS, και JavaScript. Το αρχείο index.html είναι το βασικό κομμάτι της εφαρμογής για να μπορέσει να εμφανιστεί μια σελίδα στο διαδίκτυο ενώ τα άλλα δύο αρχεία έχουν ονομαστεί styles.css και script.js ως είθισται σε αντίστοιχες εφαρμογές αυτού του μεγέθους.

### 3. Υλοποίηση της Εφαρμογής

---

Το UI περιλαμβάνει:

- **HTML:** Χρησιμοποιείται για τη δομή της εφαρμογής, περιλαμβάνοντας τα κουμπιά ελέγχου και την περιοχή προσομοίωσης.
  - **Canvas tag:** Το στοιχείο <canvas> χρησιμοποιείται για τη δημιουργία της οπτικοποίησης των κυμάτων μέσω JavaScript και το API σχεδίασης 2D γραφικών.
- **CSS:** Χρησιμοποιείται για τη διαμόρφωση της αισθητικής, όπως η διάταξη της σελίδας, οι χρωματικές επιλογές και οι στυλιστικές λεπτομέρειες.
- **JavaScript:** Χρησιμοποιείται για την προσομοίωση του φαινομένου Doppler. Περιλαμβάνει:
  - **Canvas API** για τη δυναμική σχεδίαση των κυμάτων στον καμβά.
  - **Event listeners** για την αλληλεπίδραση των χρηστών (π.χ. αλλαγές ταχυτήτων).
  - **Αλγόριθμους φυσικής** για την προσομοίωση της μεταβολής της συχνότητας και του μήκους κύματος σε πραγματικό χρόνο.

Η ανάπτυξη της εφαρμογής πραγματοποιήθηκε στο **VS Code**, ένα δημοφιλές IDE ανοιχτού κώδικα, που παρέχει πλούσιες δυνατότητες επεξεργασίας κώδικα, ενσωμάτωση με Git, και υποστήριξη επεκτάσεων για βελτιωμένη εμπειρία ανάπτυξης. Το VS Code υποστηρίζει πολλαπλά εργαλεία ανάπτυξης και επιτρέπει την εύκολη διαχείριση έργων που περιλαμβάνουν JavaScript και WebGL για βελτιωμένες γραφικές επιδόσεις.

## 4. Αξιολόγηση και Αποτελέσματα

---

### 4.1. Δοκιμές και Αξιολόγηση Απόδοσης

Η εφαρμογή είναι responsive. Αυτό σημαίνει ότι έχει δοκιμαστεί σε διαφορετικές αναλύσεις για να διασφαλιστεί η σωστή λειτουργία της. Πλέον, όλες οι ηλεκτρονικές συσκευές έχουν πρόσβαση στο διαδίκτυο οπότε για να μπορεί μια σελίδα να είναι λειτουργική και αποτελεσματική στον στόχο της, πρέπει να είναι κατάλληλα σχεδιασμένη για να εξυπηρετεί όλους τους πιθανούς χρήστες της.

### 4.2. Σύγκριση με Προηγούμενη Προσέγγιση

Η εφαρμογή έχει συγκριθεί με παλαιότερη προσομοίωση του επιβλέποντα καθηγητή για να αξιολογηθεί η χρηστικότητα και η απόδοσή της. Η συγκεκριμένη υλοποίηση γίνεται σε μια γλώσσα προγραμματισμού (JavaScript) είναι ανοιχτού κώδικα, σε αντίθεση με την παλαιότερη (Visual Basic) που δεν είναι. Η JavaScript είναι δημοφιλής λόγω της ευελιξίας, ταχύτητας, ευκολίας στην εκμάθηση και της υποστήριξης της από την κοινότητα. Η JS παραμένει σταθερά στις κορυφαίες θέσεις των πιο δημοφιλών γλωσσών προγραμματισμού παγκοσμίως.

### 4.3. Σύγκριση με Άλλες Εκπαιδευτικές Προσομοιώσεις

Υπάρχουν αρκετές διαδικτυακές προσομοιώσεις που απεικονίζουν φαινόμενα σχετικά με τον ήχο και τα κύματα, όπως αυτές του PhET Interactive Simulations του Πανεπιστημίου του Κολοράντο. Η παρούσα εργασία επιχειρεί να παρέχει μια πιο προσαρμοσμένη εμπειρία, επιτρέποντας στους χρήστες να τροποποιούν τις παραμέτρους σε πραγματικό χρόνο και να αναλύουν τα αποτελέσματα μέσα από διαγράμματα και επεξηγηματικά γραφήματα.

## 5. Ιστορική Αναδρομή και Σύγχρονες Εξελίξεις

---

Το φαινόμενο Doppler περιγράφηκε για πρώτη φορά το 1842 από τον Christian Doppler, έναν Αυστριακό φυσικό. Η βασική του ιδέα ήταν ότι η συχνότητα των κυμάτων εξαρτάται από τη σχετική κίνηση της πηγής και του παρατηρητή. Από τότε, πολλοί επιστήμονες συνέβαλαν στην κατανόηση και αξιοποίηση του φαινομένου, όπως ο Hippolyte Fizeau, ο οποίος το 1848 μελέτησε το φαινόμενο στα ηλεκτρομαγνητικά κύματα, εισάγοντας έτσι την έννοια της φασματικής μετατόπισης.

Στη σύγχρονη εποχή, το φαινόμενο Doppler αποτελεί βασικό εργαλείο σε τομείς όπως η ραδιοαστρονομία, η μετεωρολογία και η ιατρική. Χάρη στις μετρήσεις Doppler, ανακαλύφθηκε η διαστολή του σύμπαντος μέσω της μετατόπισης προς το ερυθρό του φωτός των μακρινών γαλαξιών, γεγονός που συνέβαλε στη διαμόρφωση της θεωρίας της Μεγάλης Έκρηξης.

## Συμπεράσματα

---

Η μελέτη του φαινομένου Doppler αποτελεί κρίσιμο στοιχείο για πολλές εφαρμογές στη φυσική και την τεχνολογία. Η προσομοίωση του φαινομένου σε ένα διαδραστικό περιβάλλον επιτρέπει καλύτερη κατανόηση και πειραματισμό με διάφορες παραμέτρους. Μελλοντικές βελτιώσεις μπορεί να περιλαμβάνουν:

- Προσθήκη τρισδιάστατης προσομοίωσης.
- Δυνατότητα αποθήκευσης και ανάλυσης δεδομένων από πραγματικές μετρήσεις.
- Υποστήριξη περισσότερων τύπων κυμάτων.

Επιπλέον, η ενσωμάτωση τεχνολογιών τεχνητής νοημοσύνης θα μπορούσε να επιτρέψει την ανάλυση και τη βελτίωση των δεδομένων που συλλέγονται από τις προσομοιώσεις.

## Πίνακας ορολογίας

<b>Ξενογλωσσος Όρος</b>	<b>Ελληνικός Όρος</b>
HyperText Markup Language	Γλώσσα Σήμανσης Υπερκειμένου
Cascading Style Sheets	Διαδοχικά Φύλλα Στυλ
JavaScript	Γλώσσα προγραμματισμού για τον Ιστό
User Interface	Διεπαφή Χρήστη
Application Programming Interface	Διεπαφή Προγραμματισμού Εφαρμογών
Two-Dimensional	Δισδιάστατο
Integrated Development Environment	Ολοκληρωμένο Περιβάλλον Ανάπτυξης
Web Graphics Library	Βιβλιοθήκη Γραφικών για τον Ιστό

## Πίνακας συντμήσεων-αρτικόλεξων-ακρονύμιων

HTML	HyperText Markup Language
CSS	Cascading Style Sheets
JS	JavaScript
UI	User Interface
API	Application Programming Interface
2D	Two-Dimensional
VS Code	Visual Studio Code
IDE	Integrated Development Environment
WebGL	Web Graphics Library