



ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
**ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ
ΚΑΙ ΔΙΚΤΥΩΝ**
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ



ΤΜΗΜΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ ΚΑΙ ΤΗΛΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ ΚΑΙ ΔΙΚΤΥΩΝ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**ΔΙΑΔΡΑΣΤΙΚΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΣΤΗ ΦΥΣΙΚΗ ΜΕ ΧΡΗΣΗ
ΠΛΑΤΦΟΡΜΑΣ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΕΩΝ**

Τζούβας Δημήτριος

Επιβλέπων: Γιαννακέας Νικόλαος

ΔΕΠ Επίκουρος Καθηγητής

Άρτα, Δεκέμβριος, 2023

**INTERACTIVE APPLICATIONS IN PHYSICS USING SIMULATION
PLATFORMS**

Εγκρίθηκε από τριμελή εξεταστική επιτροπή

Άρτα, 18/09/2023

ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ

1. Επιβλέπων καθηγητής
Γιαννακέας Νικόλαος
Επίκουρος Καθηγητής
2. Μέλος επιτροπής
Τζάλλας Αλέξανδρος
Αναπληρωτής Καθηγητής
3. Μέλος επιτροπής
Τσορμπατζόγλου Ανδρέας
Επίκουρος Καθηγητής

© Τζούβας Δημήτριος, 2023.

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

Δήλωση μη λογοκλοπής

Δηλώνω υπεύθυνα και γνωρίζοντας τις κυρώσεις του Ν. 2121/1993 περί Πνευματικής Ιδιοκτησίας, ότι η παρούσα μεταπτυχιακή εργασία είναι εξ ολοκλήρου αποτέλεσμα δικής μου ερευνητικής εργασίας, δεν αποτελεί προϊόν αντιγραφής ούτε προέρχεται από ανάθεση σε τρίτους. Όλες οι πηγές που χρησιμοποιήθηκαν (κάθε είδους, μορφής και προέλευσης) για τη συγγραφή της περιλαμβάνονται στη βιβλιογραφία.

Τζούβας Δημήτριος



Υπογραφή

Περίληψη

Η παρούσα διπλωματική εργασία παρουσιάζει την ανάπτυξη και την εφαρμογή διαδραστικών προγραμμάτων φυσικής με τη χρήση της πλατφόρμας GlowScript για τη βελτίωση της εκπαίδευσης στη φυσική, με ιδιαίτερη έμφαση στο μάθημα της στερεάς μηχανικής. Η παραδοσιακή διδασκαλία της φυσικής συχνά δημιουργεί προκλήσεις για τους μαθητές στην κατανόηση σύνθετων εννοιών και στην επίλυση προβλημάτων. Για την αντιμετώπιση αυτών των προβλημάτων, διερευνήθηκαν νέες μέθοδοι διδασκαλίας για μια εμπλουτισμένη μαθησιακή εμπειρία.

Ο πρωταρχικός στόχος αυτής της μελέτης ήταν να αξιολογηθεί ο αντίκτυπος των διαδραστικών τρισδιάστατων προσομοιώσεων στα μαθησιακά αποτελέσματα και στις ικανότητες επίλυσης προβλημάτων των μαθητών. Τα διαδραστικά προγράμματα επέτρεψαν στους μαθητές να ασχοληθούν με τρισδιάστατες αναπαραστάσεις προβλημάτων φυσικής, παρέχοντάς τους μια πρακτική και καθηλωτική μαθησιακή προσέγγιση.

Προκειμένου να αξιολογηθεί η αποτελεσματικότητα των διαδραστικών προσομοιώσεων, χορηγήθηκε ένα ερωτηματολόγιο στους μαθητές. Τα αποτελέσματα της μελέτης ήταν ελπιδοφόρα, με τους μαθητές να εκφράζουν μεγάλη προτίμηση στα διαδραστικά τρισδιάστατα εργαλεία. Ο διαδραστικός χαρακτήρας των προσομοιώσεων προκάλεσε την περιέργεια και τον ενθουσιασμό των μαθητών, οδηγώντας σε βελτιωμένες δεξιότητες επίλυσης προβλημάτων. Επιπλέον, η δυνατότητα απεικόνισης και χειρισμού τρισδιάστατων μοντέλων προσέφερε μια διαδραστική και δυναμική μαθησιακή εμπειρία που υπερέβαινε τις συμβατικές μεθόδους που βασίζονται σε σχολικά βιβλία.

Συμπερασματικά, η μελέτη αυτή αναδεικνύει τα πιθανά οφέλη της ενσωμάτωσης διαδραστικών τρισδιάστατων προσομοιώσεων ως συμπληρωματικής προσέγγισης στην παραδοσιακή εκπαίδευση της φυσικής. Αξιοποιώντας την τεχνολογία και τα διαδραστικά εργαλεία μάθησης, οι εκπαιδευτικοί μπορούν να παρέχουν στους μαθητές συναρπαστικές και καθηλωτικές ευκαιρίες μάθησης, ενισχύοντας έτσι την κατανόηση και την επάρκειά τους στο μάθημα της φυσικής, ιδίως στον τομέα της στερεάς μηχανικής.

Λέξεις-κλειδιά: φυσική, στερεό, 3D προσομοιώσεις, GlowScript, διαδραστική εκπαίδευση.

Abstract

This thesis presents the development and implementation of interactive physics programs using the GlowScript platform to improve physics education, with special emphasis on the course of solid mechanics. Traditional physics teaching often creates challenges for students in understanding complex concepts and solving problems. To address these problems, new teaching methods were explored for an enriched learning experience.

The primary objective of this study was to evaluate the impact of interactive 3D simulations on students' learning outcomes and problem-solving abilities. The interactive programs allowed students to engage with 3D representations of physics problems, providing them with a hands-on and immersive learning approach.

In order to evaluate the effectiveness of the interactive simulations, a questionnaire was administered to students. The results of the study were promising, with students expressing a strong preference for the interactive 3D tools. The interactive nature of the simulations aroused students' curiosity and enthusiasm, leading to improved problem-solving skills. In addition, the ability to visualise and manipulate 3D models offered an interactive and dynamic learning experience that went beyond conventional textbook-based methods.

In conclusion, this study highlights the potential benefits of incorporating interactive 3D simulations as a complementary approach to traditional physics education. By utilizing technology and interactive learning tools, educators can provide students with exciting and engaging learning opportunities, thereby enhancing their understanding and proficiency in physics, particularly in the area of solid mechanics.

Keywords: physics, solid mechanics, 3D simulations, GlowScript, interactive education.

Πίνακας Περιεχομένων

Περίληψη	6
Abstract.....	7
Πίνακας Περιεχομένων	8
Κατάλογος Εικόνων	10
Εισαγωγή	12
1 Επιστήμη της Φυσικής	14
1.1 Σημασία της Φυσικής ως θεμελιώδους επιστήμης	14
1.2 Πρακτικές εφαρμογές της φυσικής στην καθημερινή ζωή.....	15
1.3 Οφέλη μιας ισχυρής εκπαίδευσης στη Φυσική.....	17
2 Εισαγωγή στη Μηχανική Στερεού	19
2.1 Ορισμός και πεδίο εφαρμογής	19
2.2 Σημασία κατανόησης της Μηχανικής Στερεού	19
2.3 Θεμελιώδεις έννοιες.....	20
3 Προκλήσεις στην εκμάθηση της Φυσικής.....	21
3.1 Επισκόπηση των κοινών προκλήσεων.....	21
3.2 Βιβλιογραφική ανασκόπηση για τις δυσκολίες των μαθητών	23
3.3 Περιορισμοί των παραδοσιακών μεθόδων διδασκαλίας	24
4 Εκπαιδευτικό Λογισμικό GlowScript (VPython).....	26
4.1 Ανάγκη ύπαρξης εκπαιδευτικών λογισμικών	27
4.2 Ο ρόλος της Python στο εκπαιδευτικό λογισμικό	28
4.3 Εκπαιδευτικό λογισμικό για τη Φυσική και τη Μηχανική	29
4.4 Glowscript (VPython).....	32
5 Υλοποίηση Εκπαιδευτικού Λογισμικού Φυσικής στο Glowscript.....	35
5.1 Υλοποίηση και Περιγραφή	35

5.1.1	Έργο Κλειστής Διαδρομής	35
5.1.2	Γραφήματα της ΑΔΜΕ (Αρχή Διατήρησης Μηχανικής Ενέργειας).....	38
5.1.3	Δυναμική Ενέργεια.....	40
5.1.4	Δυναμική Ενέργεια Τριών Σωμάτων.....	43
5.1.5	Έργο.....	46
5.1.6	Κινητική Ενέργεια	49
5.2	Χρήση Λογισμικού στο Μάθημα	54
6	Ερωματολόγιο.....	55
6.1	Στόχος και λόγος δημιουργίας.....	55
6.2	Δομή και σχεδιασμός.....	56
6.3	Παρουσίαση ερωματολογίου	57
7	Συζήτηση και ανάλυση.....	63
7.1	Παρουσίαση και ανάλυση των αποτελεσμάτων	63
7.2	Σύγκριση με παραδοσιακές μεθόδους διδασκαλίας	71
7.3	Οφέλη και περιορισμοί του προτεινόμενου προγράμματος	72
7.4	Πιθανοί τομείς βελτίωσης και μελλοντικές εξελίξεις.....	73
8	Συμπεράσματα.....	73
	Βιβλιογραφία.....	76

Κατάλογος Εικόνων

Εικόνα 1. Physics (https://www.nbcnews.com/mach/science/why-some-scientists-say-physics-has-gone-rails-ncna879346)	15
Εικόνα 2. Εφαρμογές φυσικής στην καθημερινότητα (https://www.toppr.com/bytes/enjoying-physics/)	17
Εικόνα 3. Παράδειγμα προβλήματος στη Μηχανική Στερεού	21
Εικόνα 4: Phet Interactive Simulations (https://phet.colorado.edu/).....	30
Εικόνα 5: Seilias Physics and Photography (https://www.seilias.gr/).....	31
Εικόνα 6: Apps on Physics (https://www.walter-fendt.de/html5/phet/).....	32
Εικόνα 7: Web VPython (https://glowsript.org/).....	34
Εικόνα 8: Web Vpython - Example Programs (https://www.glowsript.org/#/user/GlowScriptDemos/folder/Examples/)	34
Εικόνα 9: Αρχική Σελίδα.....	35
Εικόνα 10: Glowscript - Έργο Κλειστής Διαδρομής	37
Εικόνα 11: Glowscript - Έργο Κλειστής Διαδρομής - Μετακίνηση κύβου	37
Εικόνα 12: Glowscript - Έργο κλειστής Διαδρομής - Λύση.....	38
Εικόνα 13: Glowscript - Γραφήματα της ΑΔΜΕ	40
Εικόνα 14: Glowscript - Γραφήματα της ΑΔΜΕ - Γραφική Παράσταση.....	40
Εικόνα 15: Glowscript - Δυναμική Ενέργεια	42
Εικόνα 16: Glowscript - Δυναμική Ενέργεια - Έναρξη	42
Εικόνα 17: Glowscript - Δυναμική Ενέργεια - Λύση.....	43
Εικόνα 18: Glowscript - Δυναμική Ενέργεια Τριών Σωμάτων	45
Εικόνα 19: Glowscript - Δυναμική Ενέργεια Τριών Σωμάτων - Έναρξη.....	45
Εικόνα 20: Glowscript - Δυναμική Ενέργεια Τριών Σωμάτων - Λύση	46
Εικόνα 21: Glowscript - Έργο	48
Εικόνα 22: Glowscript - Έργο - Έναρξη	48
Εικόνα 23: Glowscript - Έργο - Λύση	49
Εικόνα 24: Glowscript - Κινητική Ενέργεια 1	51
Εικόνα 25: Glowscript - Κινητική Ενέργεια 2	52
Εικόνα 26: Glowscript - Κινητική Ενέργεια 3	52
Εικόνα 27: Glowscript - Κινητική Ενέργεια - Έναρξη	53
Εικόνα 28: Glowscript - Κινητική Ενέργεια - Λύση.....	53
Εικόνα 29: Ερωτηματολόγιο - Εισαγωγή	57

Εικόνα 30: Ερωτηματολόγιο - Μαθησιακή εμπειρία	58
Εικόνα 31: Ερωτηματολόγιο - Μαθησιακή Εμπειρία_2	58
Εικόνα 32: Ερωτηματολόγιο – Κατανόηση	59
Εικόνα 33: Ερωτηματολόγιο – Δέσμευση.....	60
Εικόνα 34: Ερωτηματολόγιο – Συνάφεια.....	61
Εικόνα 35: Ερωτηματολόγιο – Προτίμηση	62
Εικόνα 36: Ερωτηματολόγιο - Προτίμηση, Ανατροφοδότηση και Υποβολή.....	63
Εικόνα 37: Τρέχον επίπεδο τάξης	64
Εικόνα 38: Μαθησιακή Εμπειρία - Πρώτη ερώτηση	64
Εικόνα 39: Μαθησιακή Εμπειρία - Δεύτερη ερώτηση.....	65
Εικόνα 40: Μαθησιακή Εμπειρία - Τρίτη ερώτηση	65
Εικόνα 41: Μαθησιακή Εμπειρία - Τέταρτη ερώτηση.....	66
Εικόνα 42: Κατανόηση - Πρώτη ερώτηση	66
Εικόνα 43: Κατανόηση - Δεύτερη ερώτηση.....	67
Εικόνα 44: Κατανόηση - Τρίτη ερώτηση	67
Εικόνα 45: Δέσμευση - Πρώτη ερώτηση	68
Εικόνα 46: Δέσμευση - Δεύτερη ερώτηση	68
Εικόνα 47: Δέσμευση - Τρίτη ερώτηση	69
Εικόνα 48: Συνάφεια - Πρώτη ερώτηση	69
Εικόνα 49: Συνάφεια - Δεύτερη ερώτηση	70
Εικόνα 50: Προτίμηση - Πρώτη ερώτηση.....	70
Εικόνα 51: Προτίμηση - Δεύτερη ερώτηση	71
Εικόνα 52: Προτίμηση - Τρίτη ερώτηση.....	71

Εισαγωγή

Η φυσική, με τις περίπλοκες αρχές της και τις απαιτητικές ασκήσεις επίλυσης προβλημάτων, θεωρείται εδώ και καιρό ένα δύσκολο μάθημα για πολλούς μαθητές. Η πολυπλοκότητα της κατανόησης και της εμπέδωσης των εννοιών της φυσικής συχνά αφήνει τους μαθητές να αναζητούν εναλλακτικές μεθόδους για να κατανοήσουν το θέμα πιο αποτελεσματικά. Καθώς η τεχνολογία συνεχίζει να εξελίσσεται, στον τομέα της εκπαίδευσης παρατηρείται μια έξαρση καινοτόμων προσεγγίσεων που αποσκοπούν στην ενίσχυση της διδασκαλίας και της εκμάθησης της φυσικής.

Ανταποκρινόμενοι στο εξελισσόμενο τοπίο της εκπαίδευσης, ερευνητές και εκπαιδευτικοί έχουν διερευνήσει νέους τρόπους παρουσίασης των εννοιών της φυσικής στους μαθητές. Μια τέτοια προσέγγιση περιλαμβάνει τη χρήση διαδραστικών τρισδιάστατων προσομοιώσεων, οι οποίες προσφέρουν μια πολλά υποσχόμενη οδό για τη γεφύρωση του χάσματος μεταξύ θεωρητικών γνώσεων και εφαρμογών στον πραγματικό κόσμο. Αυτές οι προσομοιώσεις, που δημιουργήθηκαν με τη χρήση της πλατφόρμας GlowScript, παρέχουν στους μαθητές δυναμικές αναπαραστάσεις προβλημάτων φυσικής, επιτρέποντάς τους να ασχοληθούν με το υλικό με έναν νέο και συναρπαστικό τρόπο.

Στόχος της παρούσας μελέτης ήταν η ανάπτυξη διαδραστικών προγραμμάτων φυσικής που θα λειτουργούσαν ως ισχυρά εκπαιδευτικά εργαλεία, δίνοντας τη δυνατότητα στους μαθητές να αλληλεπιδρούν και να χειρίζονται τρισδιάστατα μοντέλα προβλημάτων φυσικής. Η ενσωμάτωση της τρισδιάστατης απεικόνισης προσθέτει ένα επίπεδο βάθους στη μαθησιακή εμπειρία, μαγνητίζοντας την προσοχή των μαθητών και προωθώντας την ενεργή εξερεύνηση των αρχών της φυσικής.

Για να αξιολογηθεί η αποτελεσματικότητα αυτών των διαδραστικών προγραμμάτων, σχεδιάστηκε ένα ολοκληρωμένο ερωτηματολόγιο για να συγκεντρωθούν πολύτιμες πληροφορίες από τους μαθητές που αλληλεπιδρούσαν με τις προσομοιώσεις. Αυτό το ερωτηματολόγιο αποσκοπούσε στη διερεύνηση των αντιλήψεων των μαθητών σχετικά με τη νέα προσέγγιση και τον αντίκτυπό της στην κατανόηση των εννοιών της φυσικής.

Αυτή η μελέτη παρέχει μια επισκόπηση του μαθήματος της φυσικής και των προκλήσεων που αντιμετωπίζουν οι μαθητές στην κατανόηση των περιπλοκών της προβλημάτων. Παρουσιάζει επίσης την καινοτόμο προσέγγιση της αξιοποίησης διαδραστικών τρισδιάστατων προσομοιώσεων μέσω της πλατφόρμας GlowScript για τη

βελτίωση της εκπαίδευσης στη φυσική. Επιπλέον, περιγράφει το σκεπτικό πίσω από τη δημιουργία του ερωτηματολογίου και τη σημασία του στη μέτρηση της αποτελεσματικότητας των διαδραστικών προγραμμάτων. Τέλος, υπογραμμίζει τα ενθαρρυντικά αποτελέσματα της μελέτης, τα οποία υποδεικνύουν τις ελπιδοφόρες δυνατότητες ενσωμάτωσης νέων και ελκυστικών μεθόδων για την προώθηση της διεύρυνσης των γνώσεων και της βαθιάς κατανόησης των εννοιών της φυσικής από τους μαθητές.

1 Επιστήμη της Φυσικής

Η φυσική, η θεμελιώδης επιστήμη που στηρίζει την κατανόηση του σύμπαντος, κατέχει μια θέση ύψιστης σημασίας στη διαμόρφωση της αντίληψής μας για τον φυσικό κόσμο. Από το μικρόκοσμο των υποατομικών σωματιδίων, μέχρι τις αχανείς εκτάσεις του σύμπαντος, η φυσική προσπαθεί να αποκαλύψει τους θεμελιώδεις νόμους που διέπουν τον περίπλοκο χορό του σύμπαντος. Μέσα από την εξερεύνηση της ύλης, της ενέργειας, του χώρου και του χρόνου, η φυσική μας δίνει τη δυνατότητα να κατανοήσουμε τους μηχανισμούς που κρύβονται πίσω από μυριάδες φαινόμενα. Πέρα από τη σφαίρα της ακαδημαϊκής περιέργειας, ο βαθύς αντίκτυπος της φυσικής αντηχεί σε διάφορες πτυχές του ανθρώπινου πολιτισμού, οδηγώντας στην τεχνολογική πρόοδο και την κοινωνική πρόοδο.

1.1 Σημασία της Φυσικής ως θεμελιώδους επιστήμης

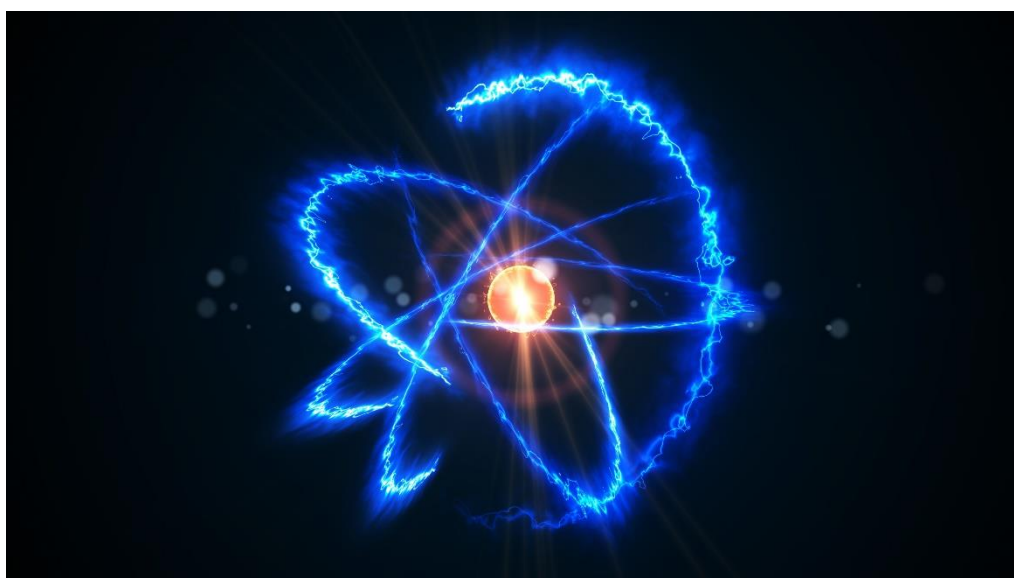
Στον πυρήνα της, η φυσική αποτελεί το θεμέλιο πάνω στο οποίο στηρίζεται το οικοδόμημα της επιστημονικής γνώσης. Με την αποκάλυψη των μυστηρίων της φύσης, η φυσική μας επιτρέπει να οικοδομήσουμε μια ολοκληρωμένη κατανόηση του κόσμου και των λειτουργιών του. Μέσω αυστηρών πειραμάτων, θεωρητικής ανάλυσης και μαθηματικής μοντελοποίησης, οι φυσικοί έχουν αποκρυπτογραφήσει τις θεμελιώδεις αρχές που διέπουν τη συμπεριφορά της ύλης και της ενέργειας. Αυτές οι αποκαλύψεις όχι μόνο εμπλούτισαν τις πνευματικές μας αναζητήσεις αλλά και μας ώθησαν σε πρωτοποριακές καινοτομίες και τεχνολογικές εξελίξεις.

Από τις περιπλοκές των υποατομικών σωματιδίων μέχρι την εκπληκτική έκταση του σύμπαντος, η φυσική μας παρέχει ένα ενιαίο πλαίσιο για να εξερευνήσουμε το εύρος και το βάθος του σύμπαντος. Το εκτεταμένο εύρος της επιστήμης εκτείνεται από τις αόρατες αλληλεπιδράσεις των στοιχειωδών σωματιδίων μέχρι τα κοσμικά φαινόμενα που διαμορφώνουν τους γαλαξίες και τις μαύρες τρύπες. Ενισχύοντας την κατανόηση των φυσικών διεργασιών, η φυσική μας δίνει τη δυνατότητα να ερμηνεύσουμε τα φυσικά φαινόμενα που διαμορφώνουν την πραγματικότητά μας.

Επιπλέον, η επιρροή της φυσικής υπερβαίνει τα όρια του επιστημονικού πεδίου. Χρησιμεύει ως καταλύτης για την καινοτομία, τροφοδοτώντας τις εξελίξεις στη μηχανική, την ιατρική και σε πολλούς άλλους κλάδους. Οι αρχές της φυσικής είναι συνυφασμένες με τον ιστό της καθημερινής ζωής, επηρεάζοντας τις τεχνολογίες που χρησιμοποιούμε, τις υποδομές που χτίζουμε και τον τρόπο με τον οποίο περιηγούμαστε στον κόσμο. Η βαθιά

κατανόηση της φυσικής όχι μόνο ενισχύει την ικανότητά μας να ασχολούμαστε με τον φυσικό κόσμο, αλλά και μας εφοδιάζει με δεξιότητες επίλυσης προβλημάτων και αναλυτική οξύνοια που εφαρμόζονται σε διάφορες επαγγελματικές επιδιώξεις.

Συνοψίζοντας, η φυσική δεν είναι απλώς μια επιστημονική προσπάθεια- είναι ένα διανοητικό ταξίδι που εμπλουτίζει την κατανόηση του σύμπαντος και μας δίνει τη δυνατότητα να αντιμετωπίσουμε τις προκλήσεις του σύγχρονου κόσμου. Στα επόμενα υποκεφάλαια, παρουσιάζονται πρακτικές εφαρμογές της φυσικής στην καθημερινή ζωή, διερευνώντας ενδιαφέροντα παραδείγματα που καταδεικνύουν τη σημασία και την αναντικατάστασή της. Μέσω μιας σταθερής βάσης στην εκπαίδευση της φυσικής, μπορεί να καλλιεργηθεί μια γενιά ερευνητικών μυαλών, έτοιμων να ξεδιαλύνουν τα μυστήρια του σύμπαντος και να διαμορφώσουν ένα μέλλον που αγκαλιάζει τα θαύματα της επιστήμης (The Scientific World, 2021), (Calltutors, n.d.).



Εικόνα 1. Physics (<https://www.nbcnews.com/mach/science/why-some-scientists-say-physics-has-gone-rails-ncna879346>)

1.2 Πρακτικές εφαρμογές της φυσικής στην καθημερινή ζωή

Ο αντίκτυπος της φυσικής στις καθημερινές εμπειρίες των ανθρώπων είναι βαθύς και διάχυτος. Από τις πιο καθημερινές δραστηριότητες μέχρι την πολύπλοκη δυναμική των μεταφορών, η φυσική διέπει και διαμορφώνει τον κόσμο γύρω μας.

Ένα από τα πιο εμφανή παραδείγματα της φυσικής στην καθημερινή ζωή μπορεί να παρατηρηθεί στη φαινομενικά απλή πράξη του ανέβασμα της σκάλας. Ενώ αυτή η δραστηριότητα μπορεί να φαίνεται ρουτίνα, η εμβάθυνση στη φυσική που κρύβεται πίσω

από αυτήν αποκαλύπτει μια πληθώρα πληροφοριών. Καθώς ανεβαίνουμε μια σκάλα, ασκούμε δύναμη ενάντια στη δύναμη της βαρύτητας. Με κάθε βήμα, ανυψώνουμε τη θέση μας, αυξάνοντας τη δυναμική μας ενέργεια λόγω του κερτημένου ύψους. Αυτή η δυναμική ενέργεια μετατρέπεται στη συνέχεια σε κινητική ενέργεια καθώς κινούμαστε προς τα πάνω, προωθώντας μας στο επόμενο σκαλοπάτι. Κατά συνέπεια, η επιπλέον προσπάθεια που απαιτείται για την ανύψωση του σώματός μας ενάντια στη βαρύτητα συμβάλλει στην αίσθηση κόπωσης που βιώνουμε κατά την ανάβαση σε σκάλες. Αυτή η βασική αρχή της φυσικής μας βοηθά να κατανοήσουμε γιατί το ανέβασμα σκαλοπατιών είναι πιο κουραστικό από το περπάτημα σε μια επίπεδη επιφάνεια, αναδεικνύοντας τη σημασία της φυσικής στην εξήγηση ακόμη και των πιο απλών καθημερινών δραστηριοτήτων.

Πέρα από τα όρια των σπιτιών μας, η φυσική παίζει επίσης σημαντικό ρόλο στο πεδίο των μεταφορών, ιδίως όσον αφορά την κατανάλωση καυσίμων σε οχήματα που κινούνται σε κεκλιμένα επίπεδα. Έστω ένα αυτοκίνητο που κινείται σε ανηφόρα: για να διατηρήσει σταθερή ταχύτητα, το όχημα πρέπει να υπερνικήσει τη δύναμη της βαρύτητας που το τραβάει προς τα κάτω. Ως αποτέλεσμα, το αυτοκίνητο δαπανά περισσότερη ενέργεια, καταναλώνοντας μεγαλύτερη ποσότητα καυσίμου σε σύγκριση με την κίνηση σε επίπεδο δρόμο. Αντίθετα, όταν το όχημα κατεβαίνει ένα κεκλιμένο επίπεδο, η βαρύτητα δρα ως υποβοηθητική δύναμη, μειώνοντας την ποσότητα ενέργειας που απαιτείται για τη διατήρηση της ταχύτητας. Αυτή η διαφοροποίηση στην κατανάλωση ενέργειας είναι ο λόγος για τον οποίο η απόδοση καυσίμου είναι συνήθως χαμηλότερη όταν οι άνθρωποι οδηγούν σε ανηφόρα και υψηλότερη όταν κατεβαίνουν. Η κατανόηση αυτών των φυσικών αρχών είναι ζωτικής σημασίας για τη βελτιστοποίηση της αποδοτικότητας των καυσίμων, την ελαχιστοποίηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων και τη σχεδίαση ασφαλέστερων συστημάτων μεταφορών.

Επιπλέον, η φυσική παίζει καθοριστικό ρόλο στη σύγχρονη τεχνολογία, διαμορφώνοντας τις συσκευές και τα gadgets στα οποία βασιζόμαστε καθημερινά. Οι αρχές του ηλεκτρομαγνητισμού και της κβαντομηχανικής διέπουν τη λειτουργία ηλεκτρονικών συσκευών όπως τα smartphones και οι υπολογιστές. Επιπλέον, έννοιες από τη δυναμική των ρευστών επηρεάζουν το σχεδιασμό αεροπλάνων και οχημάτων, ενώ οι αρχές της θερμοδυναμικής καθορίζουν την αποδοτικότητα των ψυγείων και των κλιματιστικών. Από τα μικρότερα μικροτσίπ μέχρι τα μεγαλύτερα τεχνικά θαύματα, η φυσική διαπερνά τις τεχνολογίες που έχουν γίνει απαραίτητες στη ζωή μας.

Αναγνωρίζοντας και εκτιμώντας αυτές τις πρακτικές εφαρμογές της φυσικής, τα άτομα μπορούν να καλλιεργήσουν μια βαθύτερη κατανόηση του κόσμου γύρω τους. Το αίσθημα του θαύματος και της περιέργειας ενισχύεται, ενδυναμώνοντας τα άτομα να διερευνούν τις υποκείμενες αρχές που διέπουν τα φυσικά φαινόμενα και τις τεχνολογικές καινοτομίες. Επιπλέον, οι γνώσεις που αποκτούμε από την κατανόηση των εφαρμογών της φυσικής μας επιτρέπουν να λαμβάνουμε τεκμηριωμένες αποφάσεις, από την εξοικονόμηση ενέργειας στην καθημερινότητά μας μέχρι τη συμβολή σε βιώσιμες εξελίξεις σε διάφορες βιομηχανίες.

Κατά την επιδίωξη μιας ολοκληρωμένης εκπαίδευσης στη φυσική, είναι ζωτικής σημασίας να αναγνωρίσουμε και να διερευνήσουμε την πρακτική σημασία του αντικειμένου. Αναγνωρίζοντας τις εκτεταμένες επιδράσεις της φυσικής στην καθημερινή ζωή, οι μαθητές μπορούν να αναπτύξουν μια ισχυρότερη σύνδεση με το γνωστικό αντικείμενο, βρίσκοντας έμπνευση στη γνώση ότι οι ίδιες αρχές που διέπουν τα αστέρια ψηλά διαμορφώνουν και τις περιπλοκές της καθημερινής μας ύπαρξης.



Εικόνα 2. Εφαρμογές φυσικής στην καθημερινότητα (<https://www.toppr.com/bytes/enjoying-physics/>)

1.3 Οφέλη μιας ισχυρής εκπαίδευσης στη Φυσική

Μια ισχυρή εκπαίδευση στη φυσική αποφέρει μια πληθώρα πλεονεκτημάτων που εκτείνονται πολύ πέρα από τα ακαδημαϊκά όρια. Ασχολούμενοι με τις περιπλοκές της

φυσικής, οι μαθητές αναπτύσσουν μια σειρά από δεξιότητες και νοοτροπίες που αποδεικνύονται ανεκτίμητες σε διάφορες πτυχές της ζωής.

Το κυριότερο από τα οφέλη μιας ισχυρής φυσικής εκπαίδευσης είναι η καλλιέργεια δεξιοτήτων κριτικής σκέψης, αναλυτικού συλλογισμού και ικανοτήτων επίλυσης προβλημάτων. Η φυσική παρουσιάζει στους φοιτητές και μαθητές πολύπλοκα συστήματα και φαινόμενα που απαιτούν σχολαστική ανάλυση και συστηματικές προσεγγίσεις για την αποκάλυψή τους. Καθώς οι μαθητές καταπιάνονται με δύσκολες έννοιες και περίπλοκα προβλήματα, μαθαίνουν να σκέφτονται κριτικά, εντοπίζοντας τις υποκείμενες αρχές και σχέσεις που διέπουν τα φυσικά φαινόμενα. Αυτή η αναλυτική νοοτροπία τους εξοπλίζει ώστε να αντιμετωπίζουν τις προκλήσεις του πραγματικού κόσμου με μια λογική και τεκμηριωμένη προσέγγιση, επιτρέποντάς τους να λαμβάνουν τεκμηριωμένες αποφάσεις και να επινοούν δημιουργικές λύσεις.

Επιπλέον, η εκπαίδευση στη φυσική καλλιεργεί μια βαθιά αίσθηση περιέργειας και θαυμασμού για τον φυσικό κόσμο. Ενθαρρύνει τους μαθητές να αμφισβητούν τη μηχανική των καθημερινών γεγονότων, από την ταλάντωση ενός εκκρεμούς μέχρι την τροχιά ενός βλήματος. Αυτή η περιέργεια τροφοδοτεί τη δίψα για γνώση και την επιθυμία να εξερευνήσουν τα μυστήρια του κόσμου. Οι μαθητές αρχίζουν να αντιλαμβάνονται την ομορφιά και την κομψότητα των θεμελιωδών νόμων που διέπουν το σύμπαν, εμπνέοντάς τους να εμβαθύνουν στην επιστημονική έρευνα. Αυτή η έμφυτη αίσθηση του θαύματος ενσταλάζει μια δια βίου αγάπη για τη μάθηση και προάγει μια βαθύτερη κατανόηση του περιβάλλοντος στο οποίο ζούμε.

Ακόμη, η φυσική χρησιμεύει ως πύλη προς διάφορους κλάδους STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics), θέτοντας γερά θεμέλια για την επιτυχία σε διάφορους τομείς. Οι μεταβιβάσιμες δεξιότητες που αποκτώνται μέσω της μελέτης της φυσικής, όπως η επίλυση προβλημάτων, η ανάλυση δεδομένων και η μαθηματική συλλογιστική, αποδεικνύονται απαραίτητα εφόδια σε τομείς τόσο διαφορετικούς όσο η μηχανική, η επιστήμη των υπολογιστών και η ιατρική. Η ικανότητα εφαρμογής των αρχών της φυσικής σε σενάρια του πραγματικού κόσμου ενισχύει την προσαρμοστικότητα και την ευελιξία των μαθητών, δίνοντάς τους τη δυνατότητα να διαπρέψουν σε πολύπλευρα επαγγέλματα (Content Generate, 2020), (The Scientific World, 2021).

2 Εισαγωγή στη Μηχανική Στερεού

Η μηχανική των στερεών είναι ένας κλάδος της μηχανικής που διερευνά τη συμπεριφορά των στερεών υλικών υπό διάφορες συνθήκες φόρτισης. Εμβαθύνει στη μελέτη του τρόπου με τον οποίο οι δυνάμεις και οι εξωτερικοί παράγοντες επηρεάζουν την παραμόρφωση και την απόκριση των στερεών δομών. Η κατανόηση της στερεάς μηχανικής είναι ζωτικής σημασίας για τη μηχανική και το σχεδιασμό φυσικών συστημάτων, εξασφαλίζοντας τη σταθερότητα, την ασφάλεια και την αποτελεσματικότητά τους. Το παρόν κεφάλαιο παρέχει μια επισκόπηση των θεμελιωδών εννοιών της στερεάς μηχανικής, δίνοντας έμφαση στη σημασία του κλάδου αυτού σε διάφορες εφαρμογές.

2.1 Ορισμός και πεδίο εφαρμογής

Η μηχανική στερεών υλικών, γνωστή και ως μηχανική των υλικών, είναι ένας κλάδος της μηχανικής που εξετάζει τη μηχανική συμπεριφορά των στερεών υλικών. Περιλαμβάνει τη μελέτη του τρόπου με τον οποίο τα στερεά υλικά ανταποκρίνονται σε εξωτερικές δυνάμεις, μεταβολές της θερμοκρασίας και άλλους περιβαλλοντικούς παράγοντες.

Το πεδίο εφαρμογής της μηχανικής στερεών υλικών εκτείνεται από τη μικροσκοπική ανάλυση, κατανοώντας τη συμπεριφορά μεμονωμένων ατόμων και μορίων, έως τη μακροσκοπική ανάλυση, εξετάζοντας την απόκριση υλικών και δομών μεγάλου όγκου υπό διαφορετικές συνθήκες φόρτισης. Μέσω της στερεάς μηχανικής, οι μηχανικοί και οι επιστήμονες μπορούν να προβλέψουν τη συμπεριφορά των υλικών, να αναλύσουν τις κατανομές τάσεων και να σχεδιάσουν δομές που μπορούν να αντέξουν διάφορες δυνάμεις και φορτία.

2.2 Σημασία κατανόησης της Μηχανικής Στερεού

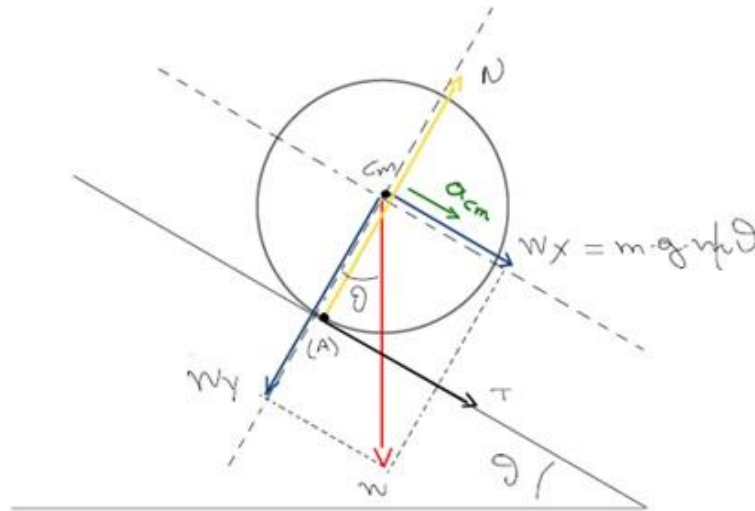
Η μηχανική στερεού διαδραματίζει καθοριστικό ρόλο στη μηχανική και το σχεδιασμό φυσικών συστημάτων σε πολυάριθμες βιομηχανίες. Οι μηχανικοί βασίζονται στις αρχές της στερεάς μηχανικής για να διασφαλίσουν τη δομική ακεραιότητα και την ασφάλεια κτιρίων, γεφυρών και άλλων έργων υποδομής. Αποτελεί το θεμέλιο για το σχεδιασμό μηχανικών εξαρτημάτων στην αυτοκινητοβιομηχανία, την αεροδιαστημική βιομηχανία και τη μεταποιητική βιομηχανία. Η κατανόηση της στερεάς μηχανικής είναι ζωτικής σημασίας στον τομέα της εμβιομηχανικής, όπου βοηθά στο σχεδιασμό προσθετικών και ιατρικών συσκευών που αλληλεπιδρούν με τους ανθρώπινους ιστούς.

Επιπλέον, η στερεά μηχανική βρίσκει εφαρμογές στην επιστήμη των υλικών, όπου βοηθά στην ανάλυση των ιδιοτήτων των υλικών, στη μελέτη της αστοχίας των υλικών και στην ανάπτυξη νέων υλικών με βελτιωμένα χαρακτηριστικά. Η γνώση που αποκτάται από τη στερεομηχανική επιτρέπει στους μηχανικούς και τους επιστήμονες να βελτιστοποιούν τα σχέδια, να ελαχιστοποιούν τους κινδύνους και να δημιουργούν καινοτόμες λύσεις για ένα ευρύ φάσμα μηχανικών και φυσικών συστημάτων.

2.3 Θεμελιώδεις έννοιες

Αρκετές θεμελιώδεις έννοιες αποτελούν τη ραχοκοκαλιά της ανάλυσης της μηχανικής στερεού. Η τάση και η παραμόρφωση είναι δύο κρίσιμες παράμετροι που περιγράφουν την απόκριση των υλικών σε εξωτερικές δυνάμεις. Η τάση αντιπροσωπεύει τις εσωτερικές δυνάμεις εντός ενός υλικού, ενώ η παραμόρφωση μετρά την προκύπτουσα παραμόρφωση. Η κατανόηση της σχέσης τάσης-παραμόρφωσης βοηθά στην πρόβλεψη του τρόπου με τον οποίο τα υλικά θα ανταποκριθούν σε διαφορετικά φορτία και συνθήκες.

Η ανάλυση παραμόρφωσης περιλαμβάνει την αξιολόγηση του τρόπου με τον οποίο το σχήμα και οι διαστάσεις ενός στερεού μεταβάλλονται λόγω εξωτερικών δυνάμεων, αλλαγών θερμοκρασίας ή άλλων παραγόντων. Επιπλέον, η μηχανική των στερεών διερευνά έννοιες όπως η ελαστικότητα, η πλαστικότητα και η μηχανική της θραύσης, καθεμία από τις οποίες συμβάλλει στην ολοκληρωμένη κατανόηση της συμπεριφοράς των υλικών. Αυτές οι θεμελιώδεις έννοιες χρησιμεύουν ως δομικά στοιχεία για πιο σύνθετες αναλύσεις και επιτρέπουν στους μηχανικούς να σχεδιάζουν στιβαρές και αξιόπιστες δομές και συστήματα (Kirner, 2022).



Εικόνα 3. Παράδειγμα προβλήματος στη Μηχανική Στερεού

3 Προκλήσεις στην εκμάθηση της Φυσικής

Δεν είναι μυστικό ότι η εκμάθηση της φυσικής μπορεί να είναι ένα αποθαρρυντικό εγχείρημα για πολλούς μαθητές. Οι αφηρημένες έννοιες του αντικειμένου, οι πολύπλοκες μαθηματικές διατυπώσεις και οι νέοι τρόποι σκέψης παρουσιάζουν μοναδικές προκλήσεις που μπορούν να εμποδίσουν την αποτελεσματική μάθηση. Αυτό το κεφάλαιο εμβαθύνει στα διάφορα εμπόδια που αντιμετωπίζουν οι μαθητές όταν καταπιάνονται με την εκπαίδευση στη φυσική. Από τις συνήθεις παρανοήσεις και τα κενά στην κατανόηση μέχρι τους περιορισμούς των παραδοσιακών διδακτικών προσεγγίσεων, διερευνώνται οι πολυπλοκότητες που συχνά προκύπτουν στην επιδίωξη της κατάκτησης αυτής της θεμελιώδους επιστήμης.

3.1 Επισκόπηση των κοινών προκλήσεων

Ξεκινώντας το ταξίδι της εκμάθησης της φυσικής, οι μαθητές αντιμετωπίζουν ένα ευρύ φάσμα προκλήσεων που μπορεί να εμποδίσουν την κατανόηση των θεμελιωδών αρχών του αντικειμένου. Μεταξύ των πιο διαδεδομένων εμποδίων είναι ο αφηρημένος χαρακτήρας πολλών εννοιών της φυσικής. Θεμελιώδεις αρχές, όπως η ενέργεια, η δύναμη και η επιτάχυνση, είναι συχνά άυλες και δεν παρατηρούνται άμεσα στην καθημερινή ζωή. Κατά συνέπεια, οι μαθητές μπορεί να δυσκολεύονται να σχηματίσουν συγκεκριμένα νοητικά μοντέλα αυτών των αφηρημένων εννοιών, καθιστώντας δύσκολη την πλήρη κατανόηση της υποκείμενης σημασίας τους.

Επιπλέον, η γλώσσα της φυσικής βασίζεται σε μεγάλο βαθμό σε μαθηματικούς φορμαλισμούς για την περιγραφή και την ποσοτικοποίηση των φυσικών φαινομένων. Οι περιπλοκές των μαθηματικών εξισώσεων και των παραγώγων μπορεί να είναι συντριπτικές, ειδικά για μαθητές με περιορισμένη έκθεση σε προχωρημένα μαθηματικά. Η απαιτητική μαθηματική πτυχή της φυσικής μπορεί να επισκιάσει τη διαισθητική κατανόηση του αντικειμένου, εμποδίζοντας ενδεχομένως την ικανότητα των μαθητών να συνδέσουν τη θεωρία με εφαρμογές στον πραγματικό κόσμο.

Επιπλέον, η φυσική είναι μια διεπιστημονική επιστήμη, η οποία αντλεί αρχές από διάφορους τομείς, όπως τα μαθηματικά, η χημεία, ακόμη και η μηχανική. Αυτή η αλληλένδετη φύση της φυσικής μπορεί να δημιουργήσει πρόσθετα εμπόδια, καθώς οι μαθητές πρέπει να ενσωματώσουν διαφορετικές γνώσεις για να αποκτήσουν μια ολοκληρωμένη κατανόηση του αντικειμένου. Η ανάγκη σύνδεσης εννοιών από διαφορετικούς κλάδους προσθέτει πολυπλοκότητα στη μαθησιακή διαδικασία, απαιτώντας από τους μαθητές να αναπτύξουν μια ολιστική προοπτική που υπερβαίνει την απομνημόνευση.

Ακόμη, η εφαρμογή των εννοιών της φυσικής σε διαφορετικά σενάρια και πλαίσια μπορεί να προκαλέσει αμηχανία στους μαθητές. Ενώ οι θεμελιώδεις αρχές παραμένουν σταθερές, οι εκφάνσεις τους σε διαφορετικές καταστάσεις του πραγματικού κόσμου μπορεί να διαφέρουν σημαντικά. Αυτή η μεταβλητότητα μπορεί να οδηγήσει σε σύγχυση, καθώς οι μαθητές πρέπει να διακρίνουν τις σχετικές αρχές και να τις εφαρμόζουν κατάλληλα σε διαφορετικά σενάρια. Η ανάπτυξη της ικανότητας γεφύρωσης του χάσματος μεταξύ θεωρίας και πρακτικών εφαρμογών είναι απαραίτητη για την εκλέπτυνση των δεξιοτήτων επίλυσης προβλημάτων στη φυσική.

Η αναγνώριση αυτών των κοινών προκλήσεων είναι ζωτικής σημασίας για την ανάπτυξη αποτελεσματικών στρατηγικών διδασκαλίας που ανταποκρίνονται στις ανάγκες των μαθητών και ενισχύουν την κατανόηση των εννοιών της φυσικής. Η εμπλοκή των μαθητών με σχετικά παραδείγματα, πρακτικές εφαρμογές και διαδραστικές μαθησιακές εμπειρίες μπορεί να βοηθήσει στη γεφύρωση του χάσματος μεταξύ αφηρημένων εννοιών και πραγματικών σεναρίων. Η ενσωμάτωση διαισθητικών εξηγήσεων παράλληλα με τους μαθηματικούς φορμαλισμούς μπορεί επίσης να προωθήσει μια βαθύτερη εκτίμηση για τις υποκείμενες αρχές της φυσικής. Με την προώθηση της ενεργητικής μάθησης και την παροχή άφθονων ευκαιριών στους μαθητές να εφαρμόσουν τις γνώσεις τους, οι εκπαιδευτικοί

μπορούν να δώσουν στους μαθητές τη δυνατότητα να ξεπεράσουν αυτές τις προκλήσεις και να αναπτύξουν μια βαθιά κατανόηση των θεμελιωδών νόμων του φυσικού κόσμου.

3.2 Βιβλιογραφική ανασκόπηση για τις δυσκολίες των μαθητών

Στον τομέα της έρευνας για την εκπαίδευση στη φυσική έχει πραγματοποιηθεί ένας σημαντικός όγκος μελετών που διερευνούν τις προκλήσεις που αντιμετωπίζουν οι μαθητές κατά τη διάρκεια της μαθησιακής διαδικασίας. Μέσω εκτεταμένων βιβλιογραφικών ανασκοπήσεων και εμπειρικών ερευνών, οι ερευνητές έχουν ρίξει φως στα κοινά μοτίβα δυσκολιών που αντιμετωπίζουν οι μαθητές σε διάφορα εκπαιδευτικά περιβάλλοντα και σε διαφορετικούς μαθητικούς πληθυσμούς.

Ένας κυρίαρχος τομέας μελέτης είναι η επιμονή των παρανοήσεων μεταξύ των μαθητών φυσικής. Οι λανθασμένες αντιλήψεις είναι βαθιά ριζωμένες, συχνά διαισθητικές πεποιθήσεις που μπορεί να έρχονται σε αντίθεση με τις επιστημονικές αρχές. Οι ερευνητές έχουν εντοπίσει πολυάριθμες παρανοήσεις που προκύπτουν στη φυσική, οι οποίες εκτείνονται από έννοιες που σχετίζονται με την κίνηση και τις δυνάμεις έως εκείνες που αφορούν την ενέργεια και τα κύματα. Αυτές οι παρανοήσεις μπορούν να εμποδίσουν την ικανότητα των μαθητών να κατανοήσουν με ακρίβεια τις θεμελιώδεις αρχές και μπορεί να επιμείνουν ακόμη και μετά την παραδοσιακή διδασκαλία. Η κατανόηση του επιπολασμού και της φύσης αυτών των παρανοήσεων είναι ζωτικής σημασίας για την καθοδήγηση των διδακτικών στρατηγικών για την αποτελεσματική αντιμετώπιση και διόρθωσή τους.

Μια άλλη εστίαση της έρευνας περιστρέφεται γύρω από τους παράγοντες που επηρεάζουν την εννοιολογική κατανόηση της φυσικής από τους μαθητές. Μελέτες έχουν διερευνήσει τον αντίκτυπο της προηγούμενης γνώσης, των γνωστικών διαδικασιών και των στρατηγικών μάθησης στην ικανότητα των μαθητών να αφομοιώνουν έννοιες της φυσικής. Οι προηγούμενες εμπειρίες των μαθητών και η εξοικείωση με συναφή θέματα μπορούν να επηρεάσουν σημαντικά την ικανότητά τους να συνδέουν τις νέες έννοιες και να οικοδομούν ένα συνεκτικό νοητικό μοντέλο της φυσικής. Με τη διερεύνηση αυτών των παραγόντων, οι ερευνητές στοχεύουν στον εντοπισμό των βασικών προσδιοριστικών παραγόντων των επιτυχημένων μαθησιακών εμπειριών, επιτρέποντας στους εκπαιδευτικούς να σχεδιάζουν στοχευμένες παρεμβάσεις προσαρμοσμένες στις ατομικές ανάγκες των μαθητών.

Επιπλέον, οι ερευνητές έχουν εξετάσει την αποτελεσματικότητα διάφορων στρατηγικών διδασκαλίας και παρεμβάσεων για την ενίσχυση της κατανόησης και της

διατήρησης των εννοιών της φυσικής από τους μαθητές. Οι παραδοσιακές μέθοδοι διδασκαλίας, όπως αναφέρθηκε προηγουμένως, μπορεί να έχουν περιορισμούς στην προώθηση της βαθιάς κατανόησης και της μακροπρόθεσμης διατήρησης. Ως αποτέλεσμα, οι ερευνητές έχουν διερευνήσει εναλλακτικές προσεγγίσεις, όπως τεχνικές ενεργητικής μάθησης, διαδραστικές προσομοιώσεις και χαρτογράφηση εννοιών, για τη δημιουργία πιο ελκυστικών και αποτελεσματικών μαθησιακών εμπειριών. Η διερεύνηση των αποτελεσμάτων αυτών των καινοτόμων διδακτικών μεθόδων προσφέρει πολύτιμες πληροφορίες σχετικά με τον αντίκτυπό τους στην εννοιολογική κατανόηση και την ακαδημαϊκή επίδοση των μαθητών.

Συνθέτοντας τα ευρήματα αυτών των μελετών, οι εκπαιδευτικοί αποκτούν μια ολοκληρωμένη κατανόηση των συγκεκριμένων προκλήσεων που αντιμετωπίζουν οι μαθητές και των πιθανών οδών βελτίωσης στην εκπαίδευση της φυσικής. Ο πλούτος της γνώσης που παράγεται μέσω της έρευνας για την εκπαίδευση στη φυσική παρέχει μια ισχυρή βάση για διδακτικές πρακτικές και σχεδιασμό προγραμμάτων σπουδών βασισμένες σε στοιχεία. Αντλώντας από αυτές τις γνώσεις, οι εκπαιδευτικοί μπορούν να εφαρμόσουν στοχευμένες παρεμβάσεις, να εντοπίσουν και να αντιμετωπίσουν κοινές παρανοήσεις και να δημιουργήσουν ένα πιο υποστηρικτικό μαθησιακό περιβάλλον που να ανταποκρίνεται στις διαφορετικές ανάγκες των μαθητών τους.

Τελικά, η συνεχής διερεύνηση των δυσκολιών των μαθητών και των αποτελεσματικών στρατηγικών διδασκαλίας στην εκπαίδευση της φυσικής λειτουργεί ως καταλύτης για συνεχή βελτίωση. Δίνει τη δυνατότητα στους εκπαιδευτικούς να βελτιστοποιήσουν τις διδακτικές τους πρακτικές, να καλλιεργήσουν μια βαθύτερη κατανόηση της φυσικής από τους μαθητές τους και να συμβάλουν στην πρόοδο της φυσικής εκπαίδευσης στο σύνολό της. Αξιοποιώντας τον πλούτο των πληροφοριών που παρέχονται από τη βιβλιογραφική ανασκόπηση και την έρευνα στον τομέα αυτό, οι εκπαιδευτικοί μπορούν να καλλιεργήσουν μια νέα γενιά ενθουσιωδών φυσικών, οι οποίοι είναι καλά εξοπλισμένοι για να περιηγηθούν στις προκλήσεις αυτής της συναρπαστικής επιστήμης και να συμβάλουν σε μελλοντικές επιστημονικές ανακαλύψεις (National Research Council, 2013), (Euler, 2004).

3.3 Περιορισμοί των παραδοσιακών μεθόδων διδασκαλίας

Οι παραδοσιακές μέθοδοι διδασκαλίας της φυσικής, που συχνά βασίζονται σε μια προσέγγιση που βασίζεται σε διαλέξεις και συμπληρώνεται από εγχειρίδια και

απομνημόνευση, έχουν χρησιμοποιηθεί ευρέως στις σχολικές αίθουσες παγκοσμίως. Ωστόσο, αυτές οι συμβατικές μέθοδοι έχουν τεθεί υπό έλεγχο για τους περιορισμούς τους όσον αφορά τη διευκόλυνση της βαθιάς μάθησης και την ανάπτυξη μιας βαθιάς εννοιολογικής κατανόησης της φυσικής από τους μαθητές.

Μια εξέχουσα κριτική των παραδοσιακών μεθόδων διδασκαλίας έγκειται στη μεγάλη έμφαση που δίνουν στις μαθηματικές παραγωγές και στην επίλυση προβλημάτων με βάση τύπους. Ενώ τα μαθηματικά είναι μια απαραίτητη γλώσσα στη φυσική, η υπερβολική έμφαση στον μαθηματικό χειρισμό μπορεί να επισκιάσει τη διαισθητική κατανόηση των υποκείμενων φυσικών αρχών. Οι μαθητές μπορεί να βρεθούν να απομνημονεύουν εξισώσεις και να εκτελούν υπολογισμούς χωρίς να κατανοούν πλήρως τη φυσική σημασία των μεταβλητών και των σχέσεων που εμπλέκονται. Ως αποτέλεσμα, η ουσία της φυσικής ως επιστήμης που εξερευνά τον φυσικό κόσμο και αποκαλύπτει τους θεμελιώδεις νόμους του μπορεί να θολώσει μέσα σε μια θάλασσα εξισώσεων.

Στην προσπάθεια να καλλιεργηθεί μια βαθύτερη και διαρκέστερη κατανόηση της φυσικής από τους μαθητές, αναγνωρίζεται ολοένα και περισσότερο η ανάγκη για καινοτόμες και διαδραστικές μεθόδους διδασκαλίας. Αυτές οι εναλλακτικές προσεγγίσεις επικεντρώνονται στην ενεργητική μάθηση, όπου οι μαθητές συμμετέχουν ενεργά στην επίλυση προβλημάτων, σε συνεργατικές συζητήσεις και σε πρακτικές δραστηριότητες. Παρέχοντας ευκαιρίες στους μαθητές να εξερευνήσουν έννοιες μέσω πειραματισμού και πρακτικών εφαρμογών, οι εκπαιδευτικοί μπορούν να διευκολύνουν μια πιο διαισθητική και ουσιαστική μαθησιακή εμπειρία.

Η ενσωμάτωση της τεχνολογίας έχει επίσης αναδειχθεί ως ένα ισχυρό εργαλείο για τη βελτίωση της εκπαίδευσης στη φυσική. Οι διαδραστικές προσομοιώσεις και τα εικονικά εργαστήρια επιτρέπουν στους μαθητές να οπτικοποιήσουν και να χειριστούν φυσικά φαινόμενα που μπορεί να είναι δύσκολο να παρατηρηθούν σε παραδοσιακές συνθήκες τάξης. Η τεχνολογία επιτρέπει εξατομικευμένες μαθησιακές εμπειρίες, προσαρμόζοντας το περιεχόμενο στις ατομικές ανάγκες των μαθητών και παρέχοντας άμεση ανατροφοδότηση, η οποία μπορεί να συμβάλει στον εντοπισμό και την αντιμετώπιση παρανοήσεων και κενών στην κατανόηση.

Επιπλέον, η ενσωμάτωση εφαρμογών του πραγματικού κόσμου και πλαισιωμένων παραδειγμάτων στην εκπαίδευση της φυσικής μπορεί να κεντρίσει την περιέργεια των

μαθητών και να προωθήσει μια βαθύτερη εκτίμηση για το αντικείμενο. Συνδέοντας τις έννοιες της φυσικής με τις καθημερινές εμπειρίες και τις εξελίξεις αιχμής στην τεχνολογία και την επιστημονική έρευνα, οι εκπαιδευτικοί μπορούν να γεφυρώσουν το χάσμα μεταξύ θεωρίας και πρακτικής συνάφειας.

Για να αντιμετωπίσουν τους περιορισμούς των παραδοσιακών μεθόδων διδασκαλίας, πολλά εκπαιδευτικά ιδρύματα και εκπαιδευτικοί υιοθετούν μια μικτή προσέγγιση, συνδυάζοντας στοιχεία της παραδοσιακής διδασκαλίας με καινοτόμες και διαδραστικές τεχνικές. Αυτή η μικτή προσέγγιση αναγνωρίζει την αξία των καθιερωμένων μεθόδων διδασκαλίας, ενώ παράλληλα αξιοποιεί τις δυνατότητες των νέων παιδαγωγικών στρατηγικών για τη δημιουργία ενός πιο ελκυστικού και αποτελεσματικού μαθησιακού περιβάλλοντος.

Εν κατακλείδι, οι περιορισμοί των παραδοσιακών μεθόδων διδασκαλίας της φυσικής οδήγησαν σε επαναξιολόγηση των διδακτικών πρακτικών στην εκπαίδευση της φυσικής. Η στροφή προς πιο καινοτόμες και διαδραστικές προσεγγίσεις αποσκοπεί στην εμπέδωση μιας βαθύτερης κατανόησης των εννοιών της φυσικής, στην καλλιέργεια δεξιοτήτων κριτικής σκέψης και στην ενίσχυση της αίσθησης του θαύματος για τον φυσικό κόσμο. Αναγνωρίζοντας τις διαφορετικές ανάγκες των μαθητών και αξιοποιώντας την τεχνολογία και τη βιωματική μάθηση, οι εκπαιδευτικοί μπορούν να ανοίξουν το δρόμο για μια γενιά ενθουσιωδών της φυσικής, που, όχι μόνο κατανοούν τους μαθηματικούς φορμαλισμούς του αντικειμένου, αλλά και εκτιμούν τις βαθιές αρχές που διέπουν το σύμπαν. Η υιοθέτηση αυτών των εξελίξεων στις μεθόδους διδασκαλίας έχει τη δυνατότητα να μεταμορφώσει την εκπαίδευση στη φυσική, ενδυναμώνοντας τους μαθητές να γίνουν παθιασμένοι εξερευνητές και συνεισφέροντες στο διαρκώς εξελισσόμενο πεδίο της επιστημονικής ανακάλυψης (Ellermeijer, 2019), (Esquembre, 2002).

4 Εκπαιδευτικό Λογισμικό GlowScript (VPython)

Στη σύγχρονη εκπαίδευση, η ενσωμάτωση της τεχνολογίας έχει γίνει όλο και πιο σημαντική για τη δημιουργία δυναμικών και διαδραστικών μαθησιακών εμπειριών. Η ανάγκη για εκπαιδευτικό λογισμικό στους τομείς της φυσικής και της μηχανικής έχει προκύψει, καθώς οι εκπαιδευτικοί αναζητούν καινοτόμα εργαλεία για την εμπλοκή των μαθητών, την ενίσχυση της κατανόησης και τη γεφύρωση του χάσματος μεταξύ των θεωρητικών εννοιών και των εφαρμογών στον πραγματικό κόσμο.

4.1 Ανάγκη ύπαρξης εκπαιδευτικών λογισμικών

Οι παραδοσιακές μέθοδοι διδασκαλίας, αν και πολύτιμες, μπορεί μερικές φορές να μην μπορούν να μεταδώσουν τις πολύπλοκες επιστημονικές αρχές με τρόπο που να συναρπάξει και να ενθουσιάζει τους μαθητές. Στη φυσική και τη μηχανική, οι μαθητές συναντούν συχνά αφηρημένες έννοιες που μπορεί να είναι δύσκολο να κατανοηθούν μόνο μέσω των παραδοσιακών διαλέξεων και των εγχειριδίων. Επιπλέον, η εφαρμογή της θεωρητικής γνώσης σε πρακτικά σενάρια μπορεί να είναι δύσκολο να οπτικοποιηθεί χωρίς διαδραστικά εργαλεία.

Το εκπαιδευτικό λογισμικό χρησιμεύει ως ισχυρό συμπλήρωμα στις παραδοσιακές διδακτικές προσεγγίσεις, προσφέροντας δυναμικές προσομοιώσεις, εικονικά πειράματα και διαδραστικές απεικονίσεις. Αυτά τα εργαλεία επιτρέπουν στους μαθητές να εξερευνήσουν επιστημονικά φαινόμενα με πρακτικό και ελκυστικό τρόπο, προωθώντας τη βαθύτερη κατανόηση και κεντρίζοντας την περιέργεια.

Επιπλέον, η προσβασιμότητα και η ευκολία του εκπαιδευτικού λογισμικού επιτρέπουν στους μαθητές να μαθαίνουν με το δικό τους ρυθμό, παρέχοντας ευκαιρίες για αυτοκατευθυνόμενη και εξατομικευμένη μάθηση. Με το λογισμικό που είναι διαθέσιμο σε διάφορες συσκευές, οι μαθητές μπορούν να έχουν πρόσβαση σε εκπαιδευτικούς πόρους πέρα από την τάξη, ενθαρρύνοντας τη συνεχή εξερεύνηση και μελέτη.

Οι εκπαιδευτικοί επωφελούνται επίσης από την ενσωμάτωση του εκπαιδευτικού λογισμικού στις μεθοδολογίες διδασκαλίας τους. Οι διαδραστικές προσομοιώσεις και οι οπτικοποιήσεις παρέχουν πολύτιμα εργαλεία για την απεικόνιση πολύπλοκων εννοιών, την ενίσχυση βασικών αρχών και την αξιολόγηση της κατανόησης των μαθητών. Με τη χρήση λογισμικού που παράγει ανατροφοδότηση και δεδομένα σε πραγματικό χρόνο, οι εκπαιδευτικοί μπορούν να προσαρμόζουν τις στρατηγικές διδασκαλίας τους ώστε να ανταποκρίνονται στις ατομικές ανάγκες των μαθητών, προωθώντας ένα πιο περιεκτικό και αποτελεσματικό μαθησιακό περιβάλλον.

Πέραν των άμεσων πλεονεκτημάτων για τους μαθητές και τους εκπαιδευτικούς, το εκπαιδευτικό λογισμικό συμβάλλει στην προώθηση του επιστημονικού αλφαριθμητισμού και στην καλλιέργεια μελλοντικών επιστημόνων και μηχανικών. Εμπνέοντας την περιέργεια και ενθαρρύνοντας την ενεργό συμμετοχή, τα εργαλεία αυτά θέτουν τις βάσεις για μια γενιά

μαθητών που παθιάζονται με την κατανόηση του κόσμου και παρακινούνται να εξερευνήσουν περαιτέρω την επιστημονική έρευνα.

Στις επόμενες ενότητες αυτού του κεφαλαίου, διερευνάται ο κομβικός ρόλος της Python στο εκπαιδευτικό λογισμικό και εξετάζεται ο αντίκτυπος των προγραμμάτων που βασίζονται στην Python στην εκπαίδευση στη φυσική και τη μηχανική. Με έμφαση στο GlowScript, ένα ισχυρό εκπαιδευτικό εργαλείο που αξιοποιεί την απλότητα και τις δυνατότητες τρισδιάστατης απεικόνισης της Python, στόχος είναι η ανάδειξη της αξίας του εκπαιδευτικού λογισμικού στη διευκόλυνση διαδραστικών και καθηλωτικών μαθησιακών εμπειριών.

4.2 Ο ρόλος της Python στο εκπαιδευτικό λογισμικό

Η Python έχει αναδειχθεί σε εξέχουσα γλώσσα προγραμματισμού στην ανάπτυξη εκπαιδευτικού λογισμικού, ιδίως στους τομείς της φυσικής και της μηχανικής. Η δημοτικότητά της μπορεί να αποδοθεί σε διάφορους βασικούς παράγοντες:

- Η αναγνωσιμότητα και η ευκολία χρήσης: Το απλό και διαισθητικό συντακτικό της Python την καθιστά εύκολη στην εκμάθηση και κατανόηση από τους αρχάριους. Η εστίαση της γλώσσας στην αναγνωσιμότητα επιτρέπει στους εκπαιδευτικούς και τους προγραμματιστές να δημιουργούν κώδικα που είναι σαφής και συνοπτικός, καθιστώντας τον προσιτό σε μαθητές όλων των επιπέδων δεξιοτήτων.
- Τεράστια υποστήριξη από την κοινότητα: Η Python διαθέτει μια μεγάλη και ενεργή κοινότητα προγραμματιστών και εκπαιδευτικών που συμβάλλουν στη δημιουργία και βελτίωση των εκπαιδευτικών πόρων. Αυτό το εκτεταμένο δίκτυο υποστήριξης διασφαλίζει ότι οι εκπαιδευτικοί έχουν πρόσβαση σε ένα ευρύ φάσμα βιβλιοθηκών, πλαισίων και εργαλείων για τη βελτίωση της μαθησιακής εμπειρίας.
- Διαδραστικότητα και οπτικοποίηση: Η ευελιξία και η πολυχρηστικότητα της Python επιτρέπουν τη δημιουργία διαδραστικού και οπτικά ελκυστικού εκπαιδευτικού περιεχομένου. Με βιβλιοθήκες όπως η Matplotlib για την οπτικοποίηση δεδομένων και τα γραφικά Turtle για απλές κινούμενες εικόνες, οι εκπαιδευτικοί μπορούν να οπτικοποιήσουν σύνθετες έννοιες, καθιστώντας τη μάθηση πιο ελκυστική και ευχάριστη για τους μαθητές.
- Εκτεταμένες εκπαιδευτικές βιβλιοθήκες: Η Python προσφέρει πληθώρα εκπαιδευτικών βιβλιοθηκών και ενοτήτων που έχουν σχεδιαστεί ρητά για τη διδασκαλία της φυσικής, της μηχανικής και άλλων επιστημονικών αντικειμένων.

Βιβλιοθήκες όπως η NumPy για αριθμητικούς υπολογισμούς, η SciPy για επιστημονικούς υπολογισμούς και η SymPy για συμβολικά μαθηματικά παρέχουν ισχυρά εργαλεία στους εκπαιδευτικούς για τη δημιουργία προσομοιώσεων και πειραμάτων που διευκολύνουν τη βαθύτερη κατανόηση.

- Προσβασιμότητα και συμβατότητα πολλαπλών πλατφορμών: Η Python είναι μια γλώσσα ανεξάρτητη από πλατφόρμες, επιτρέποντας στο εκπαιδευτικό λογισμικό να τρέχει σε διάφορα λειτουργικά συστήματα χωρίς τροποποίηση. Αυτή η προσβασιμότητα επιτρέπει στους μαθητές να έχουν πρόσβαση στους μαθησιακούς πόρους σε διαφορετικές συσκευές, συμπεριλαμβανομένων υπολογιστών, ταμπλετών, ακόμη και smartphones.

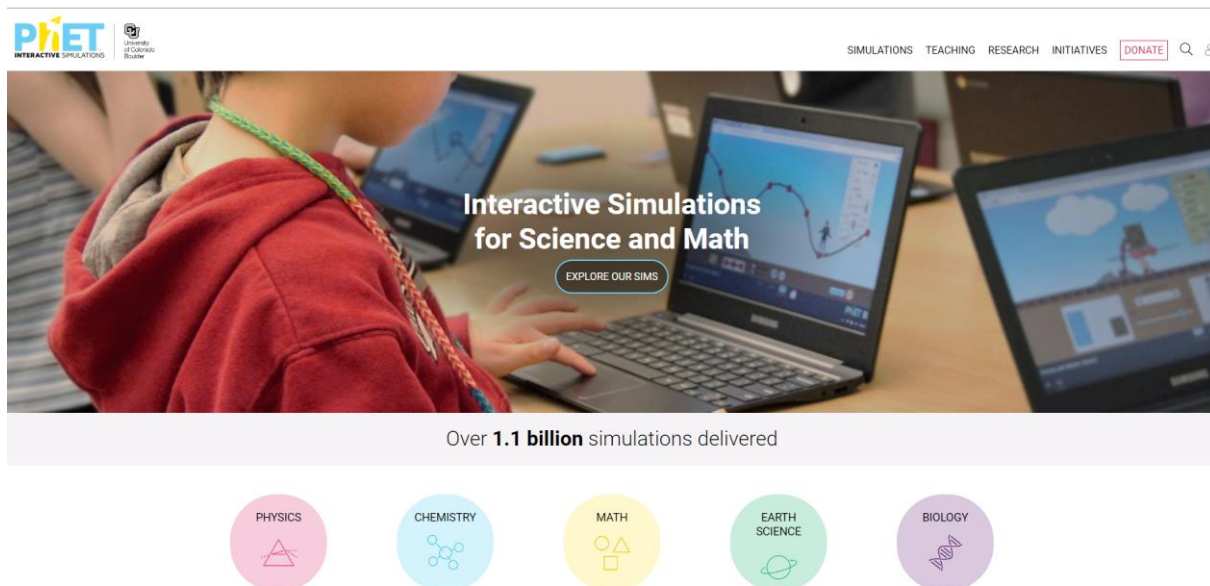
Η ευελιξία της Python στην ανάπτυξη εκπαιδευτικού λογισμικού έχει οδηγήσει στη δημιουργία διαδραστικών προσομοιώσεων, εικονικών πειραμάτων και περιβαλλόντων κωδικοποίησης που ανταποκρίνονται σε διαφορετικά μαθησιακά στυλ και διευκολύνουν τις πρακτικές μαθησιακές εμπειρίες. Έχει γίνει κινητήρια δύναμη στην επανάσταση του τρόπου με τον οποίο οι μαθητές αλληλεπιδρούν με πολύπλοκες επιστημονικές έννοιες, δίνοντάς τους τη δυνατότητα να συμμετέχουν ενεργά στο μαθησιακό τους ταξίδι (Tollervey, 2015), (Python in education, n.d.).

4.3 Εκπαιδευτικό λογισμικό για τη Φυσική και τη Μηχανική

Η ανάπτυξη εκπαιδευτικού λογισμικού προσαρμοσμένου στη φυσική και τη μηχανική έχει ανοίξει νέους δρόμους για τη διαδραστική μάθηση. Διάφορες πλατφόρμες, όπως η PhET Interactive Simulations (phet.colorado.edu), η Seilias (seilias.gr) και οι προσομοιώσεις φυσικής του Walter Fendt (walter-fendt.de/html5/phet/), έχουν συμβάλει καθοριστικά στη συμπλήρωση της παραδοσιακής διδασκαλίας στην τάξη με δυναμικές προσομοιώσεις και διαδραστικά πειράματα. Αυτές οι προσφορές λογισμικού απευθύνονται σε μαθητές όλων των επιπέδων, από αρχάριους έως προχωρημένους φοιτητές, παρέχοντας μια πληθώρα πόρων για την κατανόηση πολύπλοκων εννοιών στη φυσική και τη μηχανική.

Το PhET Interactive Simulations, το οποίο αναπτύχθηκε από το Πανεπιστήμιο του Κολοράντο Μπόλντερ, προσφέρει ένα ευρύ φάσμα διαδραστικών προσομοιώσεων που καλύπτουν θέματα φυσικής, χημείας, βιολογίας, μαθηματικών και άλλα. Αυτές οι προσομοιώσεις επιτρέπουν στους μαθητές να εξερευνήσουν τη συμπεριφορά των φυσικών συστημάτων και να παρατηρήσουν πώς οι αλλαγές στις μεταβλητές επηρεάζουν τα αποτελέσματα. Μέσω του PhET, οι μαθητές μπορούν να συμμετάσχουν σε εικονικά

πειράματα, αποκτώντας βαθύτερη κατανόηση των επιστημονικών αρχών με διαισθητικό και διαδραστικό τρόπο.



Εικόνα 4: Phet Interactive Simulations (<https://phet.colorado.edu/>)

Η Seilias, μια ελληνική εκπαιδευτική πλατφόρμα, είναι αφιερωμένη στην παροχή προσομοιώσεων και πειραμάτων φυσικής για μαθητές και εκπαιδευτικούς. Με έμφαση σε θέματα φυσικής, το Seilias προσφέρει ένα ευρύ φάσμα προσομοιώσεων που επιτρέπουν στους μαθητές να εξερευνήσουν έννοιες μέσω πρακτικών εικονικών πειραμάτων. Στόχος της πλατφόρμας είναι να συμπληρώσει τις παραδοσιακές μεθόδους διδασκαλίας και να δώσει τη δυνατότητα στους μαθητές να εφαρμόσουν τις θεωρητικές γνώσεις σε πρακτικά σενάρια.

Seilias
Physics and Photography

Αρχική Φυσική Φωτογραφία Τεχνικά Θέματα Download Επικοινωνία Guest Book

Επιλογές
 Αρχική
 Φυσική - HTML5
 Φυσική - FLASH
 Φυσική Γ Λυκείου - FLASH
 Γεωγραφία - Χημεία
 Πίνακας Περιεχομένων
 Φωτογραφικά Απειριώματα
 Πανοραμικές Φωτογραφίες
 Τεχνικά θέματα
 Download
 Σύνθεσμοι Εκπαίδευσης
 Επικοινωνία
 Αναζήτηση
 Βιβλίο Επισκεπτών

Νέες Δημοσιεύσεις
 Πείραμα Thomson
 Φασματογράφος Μάζας
 Μαγνητική Φιάλη 3D
 Κίνηση πολλών φωσφίων μέσα σε μαγνητικό πεδίο
 Κίνηση Φωσφίου σε Ομογενές Μαγνητικό και Ηλεκτρικό Πεδίο
 Κίνηση φωσφίου σε Ομογενές Μαγνητικό Πεδίο 3D
 Μετατόπιση Τροχού - HTML5
 Πρίσματα - HTML5
 Ανάκλαση 3D - HTML5
 Καθρέφτες και Φως
 Παραβολικά Κάτοπτρα -

Με δυο λόγια
 Το ξέρατε ότι η εξάτμιση έχει σαν αποτέλεσμα την ψύξη?
 Να γιατί κινδυνεύουμε να πάθουμε ψύξη όταν βγαίνουμε έξω με βρεγμένα μαλλιά ακόμη και αν είναι καλοκαίρι.

Αναζήτηση... Αναζήτηση

Αρχική
 25 2019
Εισαγωγή στην έννοια Κύμα - HTML5
 (19 ψήφοι)

Προσομοίωση για την μελέτη της διάδοσης ενός κύματος σε κάποιο ελαστικό μέσο. Μπορείς να μεταβάλλεις την περίοδο και την ταχύτητα διάδοσης του κύματος και να μετρήσεις την οριζόντια απόσταση δύο σημείων με την επιλογή 'Μέτρηση'. Πατώντας το πλήκτρο της φωτογραφικής μηχανής δημιουργείς στιγμιότυπα του κύματος τα οποία μπορείς να διαγράψεις με το πλήκτρο 'X'. Πατώντας τα πλήκτρα '+' και '-' μπορείς να δημιουργήσεις σημεία και να τα τοποθετήσεις σε διάφορες θέσεις ούροντάς τα.

Αργή Προβολή

x (m)

y

Εικόνα 5: Seilias Physics and Photography (<https://www.seilias.gr/>)

Οι προσομοιώσεις φυσικής του Walter Fendt είναι μια συλλογή προσομοιώσεων βασισμένων σε HTML5 που καλύπτουν διάφορα θέματα φυσικής. Αυτές οι διαδραστικές προσομοιώσεις επιτρέπουν στους μαθητές να οπτικοποιήσουν πολύπλοκα φυσικά φαινόμενα και να κατανοήσουν τις υποκείμενες αρχές μέσω διαδραστικής εξερεύνησης. Οι προσομοιώσεις του Walter Fendt χρησιμοποιούνται ευρέως από εκπαιδευτικούς σε όλο τον κόσμο για την ενίσχυση της μάθησης στην τάξη και την προώθηση της εννοιολογικής κατανόησης.

Apps on Physics
Walter Fendt
Μετάφραση: Χαρίλαος Χρυσόχοιλης, WebLab NHRF

Greek version www.walter.fendt.de/html5/phe1 (HTML5, 42 apps, 2022-02-01) [Download \(2022-02-01\)](#)

Deutsch	Czechy	Dansk	English	Español	Ελληνικά	French
Magyar	Italiano	日本語	Polish	Português	Romanian	Russian
Slovenčina	Slovak	Svenska	Thai	Türkçe		

Μηχανική	
Κίνηση με σταθερή επιτάχυνση	11/02/2000 - 12/15/2017
Ισορροπία τεχνών διανυσμάτων	03/11/2000 - 12/15/2017
Κεντρομόλη Κεντρομόλων (Αυτοαναματική Ποσοθέση)	11/02/1998 - 12/15/2017
Αιθέριος Δίνωμης σε συνιστώσες	05/30/2003 - 12/15/2017
Εξίσωση με τετραγωνικές	03/24/1998 - 12/15/2017
Μαγικός	11/01/1997 - 12/15/2017
Κελευστά επιπέδου	02/24/1999 - 12/15/2017
Αιθέριος νόμος του Νεύτωνα	12/23/1997 - 01/30/2022
Πλάγια Βολή	08/13/2000 - 12/15/2017
Ελαστική και Ανελαστική Κρούση	11/07/1998 - 12/15/2017
Το κκερμείος του Νεύτωνα	11/04/1997 - 12/15/2017
Κυκλική κίνηση με σταθερή γωνιακή ταχύτητα	03/25/2007 - 01/24/2022
Μοντέλο Λόγκ-Πρόκ (Κεντρομόλος Δίνωμης)	03/10/1999 - 01/30/2022

Εικόνα 6: Apps on Physics (<https://www.walter.fendt.de/html5/phe1/>)

4.4 Glowscript (VPython)

Το GlowScript, επίσης γνωστό ως VPython, είναι ένα ισχυρό εκπαιδευτικό εργαλείο προγραμματισμού που αξιοποιεί την απλότητα και την ευελιξία της Python για τη δημιουργία συναρπαστικών τρισδιάστατων οπτικοποιήσεων και προσομοιώσεων. Αναπτυγμένο με στόχο τη βελτίωση της εκπαίδευσης στη φυσική και τη μηχανική, το GlowScript δίνει τη δυνατότητα σε εκπαιδευτικούς και μαθητές να εξερευνήσουν σύνθετες επιστημονικές έννοιες μέσω διαδραστικών και καθηλωτικών εμπειριών.

Το GlowScript δημιουργήθηκε από τον Bruce Sherwood, καθηγητή φυσικής στο Κρατικό Πανεπιστήμιο της Βόρειας Καρολίνας. Είναι επίσης γνωστός για τη συμβολή του στη βιβλιοθήκη VPython, η οποία αποτελεί τη βάση του GlowScript. Η VPython είναι μια επέκταση της γλώσσας προγραμματισμού Python που απλοποιεί την τρισδιάστατη απεικόνιση και χρησιμοποιείται ευρέως σε εκπαιδευτικά περιβάλλοντα για τη διδασκαλία της φυσικής και των επιστημονικών εννοιών. Το GlowScript βασίζεται στις αρχές της VPython και παρέχει μια διαδικτυακή πλατφόρμα που επιτρέπει στους χρήστες να δημιουργούν διαδραστικές τρισδιάστατες απεικονίσεις και προσομοιώσεις απευθείας σε ένα πρόγραμμα περιήγησης, καθιστώντας την πιο προσιτή σε ένα ευρύτερο κοινό εκπαιδευτικών και εκπαιδευομένων. Το έργο του Bruce Sherwood στην ανάπτυξη του VPython και στη συνέχεια στη δημιουργία του GlowScript είχε σημαντικό αντίκτυπο στην εκπαίδευση στη φυσική και τη μηχανική, επιτρέποντας στους μαθητές να εξερευνήσουν σύνθετες επιστημονικές έννοιες μέσω διαδραστικών και καθηλωτικών εμπειριών.

Ένα από τα κύρια πλεονεκτήματα της χρήσης του GlowScript είναι η ικανότητά του να αποδίδει αβίαστα τρισδιάστατες απεικονίσεις. Οι μαθητές μπορούν να δημιουργούν και να χειρίζονται τρισδιάστατα αντικείμενα, να παρατηρούν τις αλληλεπιδράσεις τους και να διερευνούν πώς οι μεταβλητές επηρεάζουν τη συμπεριφορά τους. Συνδυάζοντας την ευκολία χρήσης της Python με τις δυνατότητες τρισδιάστατης οπτικοποίησης, το GlowScript προσφέρει μια διαισθητική πλατφόρμα για την οπτικοποίηση αφηρημένων επιστημονικών εννοιών, γεφυρώνοντας το χάσμα μεταξύ της θεωρίας και της εφαρμογής στον πραγματικό κόσμο.

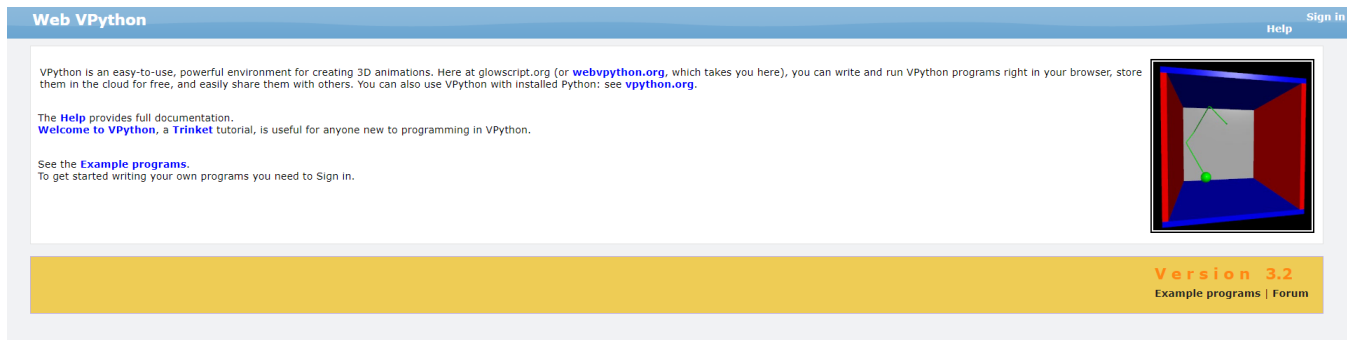
Ο διαδραστικός χαρακτήρας του GlowScript επιτρέπει δυναμικά πειράματα και προσομοιώσεις. Οι μαθητές μπορούν να αλλάζουν τις παραμέτρους, να μεταβάλλουν τις συνθήκες και να βλέπουν άμεσα αποτελέσματα, καλλιεργώντας μια πειραματική νοοτροπία και ενθαρρύνοντας τη μάθηση με γνώμονα την περιέργεια. Μέσω αυτών των διαδραστικών προσομοιώσεων, οι μαθητές μπορούν να εμβαθύνουν στην κατανόηση των αρχών της φυσικής και της μηχανικής, εξερευνώντας τις σχέσεις αίτιου-αποτελέσματος και διεξάγοντας εικονικά πειράματα σε ένα ασφαλές και ελεγχόμενο περιβάλλον.

Η ευελιξία του GlowScript επεκτείνεται πέρα από τα παραδοσιακά θέματα φυσικής και μηχανικής. Οι χρήστες μπορούν να εξερευνήσουν πολύπλοκα συστήματα, όπως η ουράνια μηχανική ή η δυναμική των ρευστών, με οπτικά ελκυστικό τρόπο. Η πλατφόρμα ενθαρρύνει τη δημιουργικότητα και τον πειραματισμό, επιτρέποντας στους χρήστες να σχεδιάζουν προσαρμοσμένες προσομοιώσεις και να εξερευνούν ένα ευρύ φάσμα επιστημονικών φαινομένων.

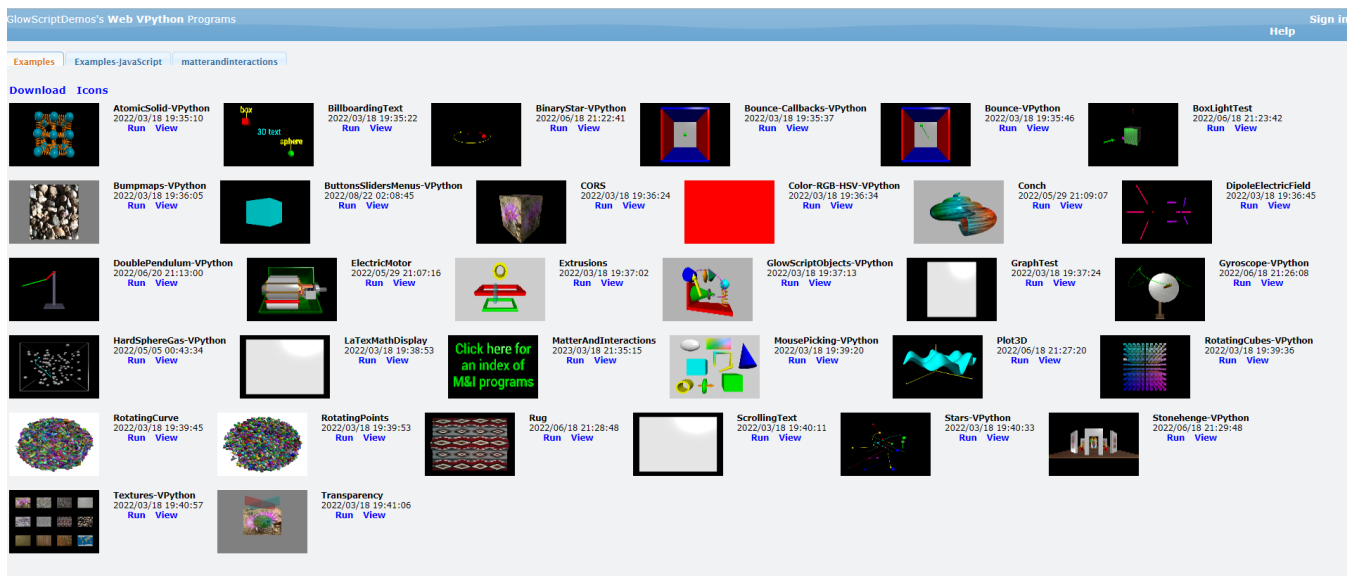
Επιπλέον, το GlowScript είναι βασισμένο στο διαδίκτυο, καθιστώντας το εύκολα προσβάσιμο σε διάφορες συσκευές και πλατφόρμες. Αυτό το χαρακτηριστικό διασφαλίζει ότι οι μαθητές μπορούν να χρησιμοποιούν το εργαλείο τόσο σε παραδοσιακά περιβάλλοντα τάξης όσο και για αυτοκατευθυνόμενη μάθηση, επιτρέποντας την απρόσκοπτη ενσωμάτωση σε ποικίλα εκπαιδευτικά πλαίσια.

Ο αντίκτυπος του GlowScript εκτείνεται πέρα από τα όρια των μαθημάτων φυσικής και μηχανικής. Χρησιμεύει ως πολύτιμο εργαλείο για τους εκπαιδευτικούς που επιδιώκουν να βελτιώσουν τις διδακτικές τους μεθοδολογίες και να εμπλέξουν τους μαθητές με διαδραστικές μαθησιακές εμπειρίες. Σε σύγκριση με άλλα εκπαιδευτικά εργαλεία προγραμματισμού, το GlowScript ξεχωρίζει ως μια μοναδική πλατφόρμα που προσφέρει

ένα ξεχωριστό πλεονέκτημα - τις εξαιρετικές δυνατότητες τρισδιάστατης απεικόνισης. Ενώ πολλά εργαλεία προγραμματισμού επικεντρώνονται στη διδασκαλία μέσω κώδικα ή 2D απεικονίσεων, η έμφαση που δίνει το GlowScript στις διαδραστικές και καθηλωτικές 3D απεικονίσεις το κάνει να ξεχωρίζει από τα υπόλοιπα. Αγκαλιάζοντας τη δύναμη της Python και της τρισδιάστατης απεικόνισης, το GlowScript εμπλουτίζει το μαθησιακό ταξίδι, κάνοντας τις έννοιες της φυσικής και της μηχανικής να ζωντανέψουν και εμπνέοντας την επόμενη γενιά επιστημόνων, μηχανικών και καινοτόμων (<https://glowsript.org/>), (<https://brucesherwood.net/>).



Εικόνα 7: Web VPython (<https://glowsript.org/>)



Εικόνα 8: Web Vpython - Example Programs (<https://www.glowscript.org/#/user/GlowScriptDemos/folder/Examples/>)

5 Υλοποίηση Εκπαιδευτικού Λογισμικού Φυσικής στο Glowscript

Αυτό το κεφάλαιο παρουσιάζει μια συλλογή από σχολαστικά σχεδιασμένες τρισδιάστατες προσομοιώσεις που αναπτύχθηκαν με τη χρήση του GlowScript, με στόχο την ενίσχυση της κατανόησης των ασκήσεων φυσικής από τους μαθητές. Αυτές οι προσομοιώσεις έχουν σχεδιαστεί προσεκτικά για να παρέχουν μια καθηλωτική και διαδραστική μαθησιακή εμπειρία, επιτρέποντας στους μαθητές να εξερευνήσουν σύνθετες επιστημονικές έννοιες με οπτικά ελκυστικό τρόπο.



Εικόνα 9: Αρχική Σελίδα

5.1 Υλοποίηση και Περιγραφή

Τα παρακάτω προγράμματα δημιουργήθηκαν στα πλαίσια της διπλωματικής εργασίας και στη συνέχεια δόθηκαν στους μαθητές, ώστε να εξεταστεί κατά πόσο διευκολύνει την κατανόηση των συγκεκριμένων προβλημάτων. Παρακάτω παρουσιάζονται αναλυτικά τα προγράμματα.

5.1.1 Έργο Κλειστής Διαδρομής

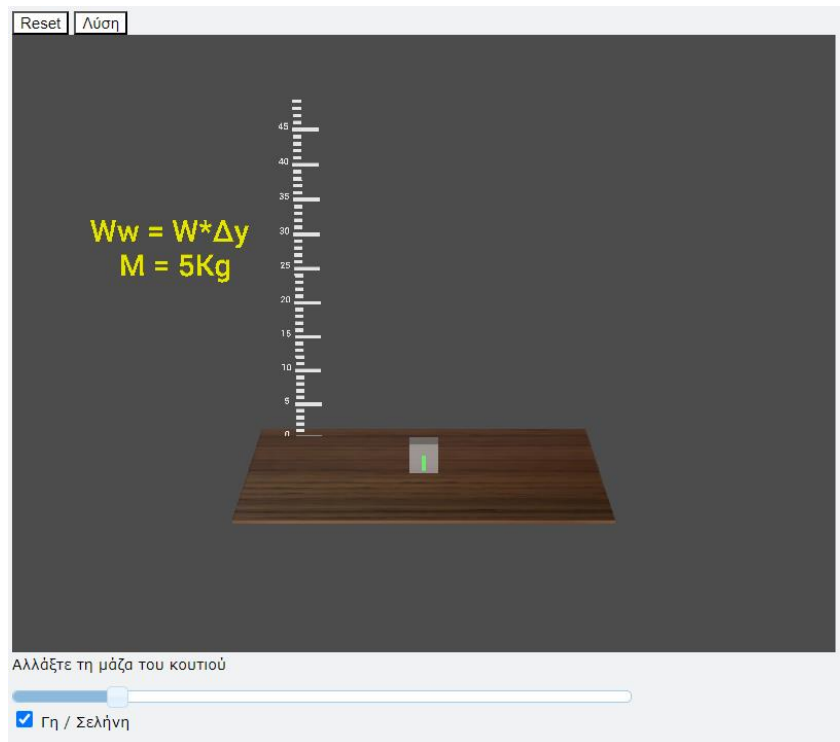
Το πρόγραμμα αυτό αφορά μια 3D αναπαράσταση στο πλαίσιο του προβλήματος για το έργο κλειστής διαδρομής. Ο κώδικας για το σχετικό πρόγραμμα περιλαμβάνεται στο παράρτημα. Ο κώδικας αναπαριστά μια τρισδιάστατη προσομοίωση και λειτουργεί ως εξής:

- **Ρύθμιση της σκηνής:** Ο κώδικας αρχικοποιεί την τρισδιάστατη σκηνή, ορίζοντας το χρώμα φόντου, τη θέση της κάμερας και το οπτικό πεδίο. Δημιουργεί ένα ξύλινο πάτωμα (flo) και ένα λευκό κουτί (subject) που θα είναι το κύριο αντικείμενο της προσομοίωσης. Ένα μονοπάτι συνδέεται με το κουτί (trail) για να απεικονίσει τη διαδρομή του.
- **Αλληλεπίδραση με τον χρήστη:** Ο κώδικας επιτρέπει την αλληλεπίδραση του χρήστη με το κουτί. Όταν ο χρήστης κάνει κλικ στο κουτί και κρατά πατημένο το

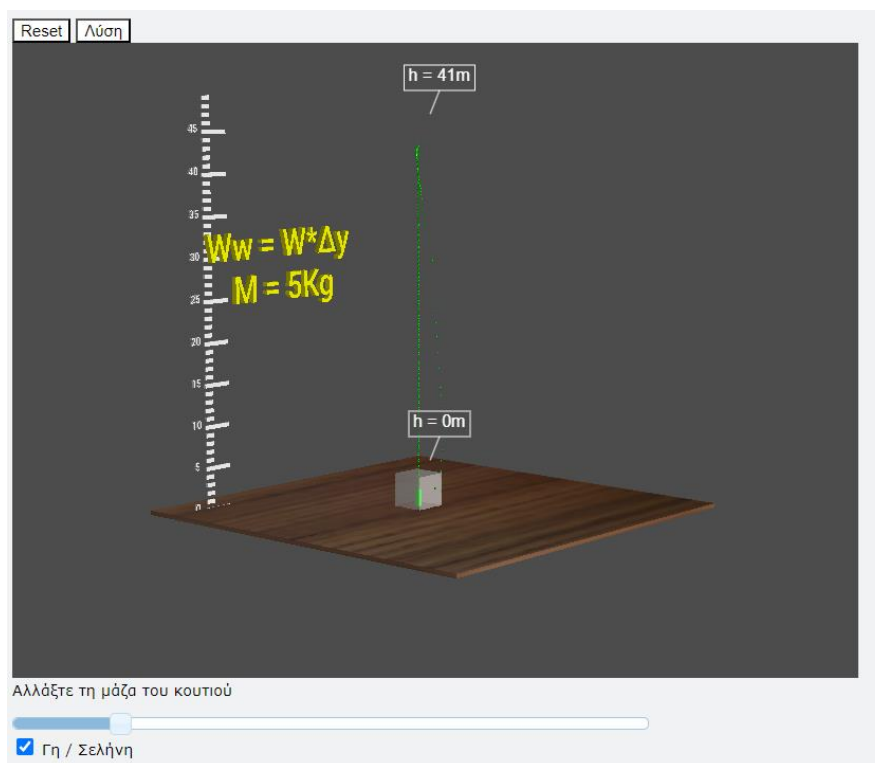
κουμπί του ποντικιού, μπορεί να σύρει και να μετακινήσει το κουτί στον τρισδιάστατο χώρο.

- **Ρυθμιζόμενες παράμετροι:** Η προσομοίωση περιλαμβάνει ρυθμιζόμενες παραμέτρους για τον έλεγχο της μάζας του κουτιού και της τιμής της βαρύτητας. Ένας ρυθμιστής (mass_slider) επιτρέπει στους χρήστες να αλλάζουν τη μάζα του κουτιού διαδραστικά. Ένα πλαίσιο ελέγχου επιτρέπει στους χρήστες να εναλλάσσουν μεταξύ της βαρύτητας της Γης ($9,8 \text{ m/s}^2$) και της βαρύτητας της Σελήνης ($1,6 \text{ m/s}^2$).
- **Κουμπιά και λειτουργίες:** Η προσομοίωση περιλαμβάνει κουμπιά για Επαναφορά Λύση και Εκκίνηση/Παύση. Το κουμπί "Επαναφορά" επαναφέρει το κουτί και το μονοπάτι στις αρχικές τους θέσεις. Το κουμπί "Λύση" υπολογίζει και εμφανίζει το έργο που έγινε για την κίνηση του κουτιού. Το κουμπί "Εκκίνηση" εκκινεί ή διακόπτει την προσομοίωση.
- **Προσομοίωση φυσικής:** Ο κύριος βρόχος προσομοίωσης ενημερώνει τη θέση του κουτιού με βάση τους νόμους της κίνησης και της βαρύτητας. Όταν η προσομοίωση εκτελείται, η θέση του κουτιού αλλάζει σε απόκριση στη βαρύτητα και η ταχύτητά του ενημερώνεται ανάλογα. Η προσομοίωση εμφανίζει επίσης το ύψος του κουτιού και το έργο που επιτελείται στο κουτί (W_w) καθώς αυτό κινείται.

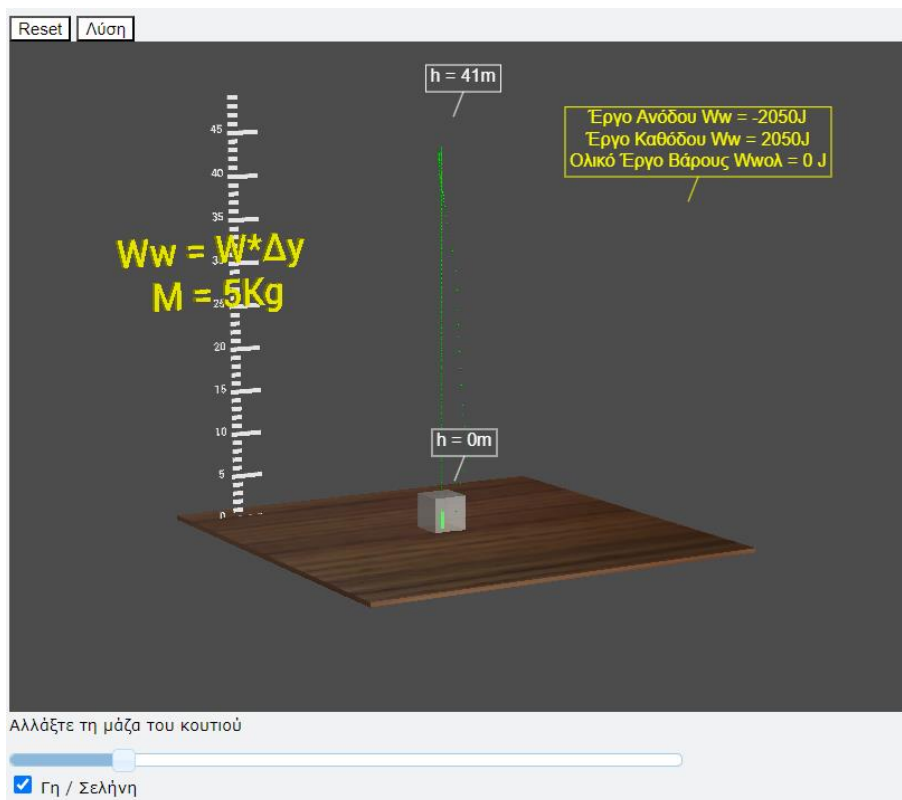
Συνολικά, αυτό το πρόγραμμα GlowScript δημιουργεί μια τρισδιάστατη προσομοίωση φυσικής όπου οι χρήστες μπορούν να αλληλεπιδρούν με ένα κουτί, να αλλάζουν τη μάζα του, να παρατηρούν την κίνησή του κάτω από διαφορετικές βαρυτικές δυνάμεις και να υπολογίζουν το έργο που επιτελείται στο κουτί. Η προσομοίωση παρέχει μια ελκυστική και διαδραστική πλατφόρμα για τη διερεύνηση εννοιών της φυσικής που σχετίζονται με την κίνηση, τη βαρύτητα και το έργο με οπτικά ελκυστικό τρόπο.



Εικόνα 10: Glowscript - Έργο Κλειστής Διαδρομής



Εικόνα 11: Glowscript - Έργο Κλειστής Διαδρομής - Μετακίνηση κύβου



Εικόνα 12: Glowscript - Έργο κλειστής Διαδρομής - Λύση

5.1.2 Γραφήματα της ΑΔΜΕ (Αρχή Διατήρησης Μηχανικής Ενέργειας)

Το πρόγραμμα αυτό αφορά μια 3D αναπαράσταση στο πλαίσιο του προβλήματος για την ΑΔΜΕ. Ο κώδικας για το σχετικό πρόγραμμα περιλαμβάνεται στο παράρτημα. Ο κώδικας αναπαριστά μια τρισδιάστατη προσομοίωση και λειτουργεί ως εξής:

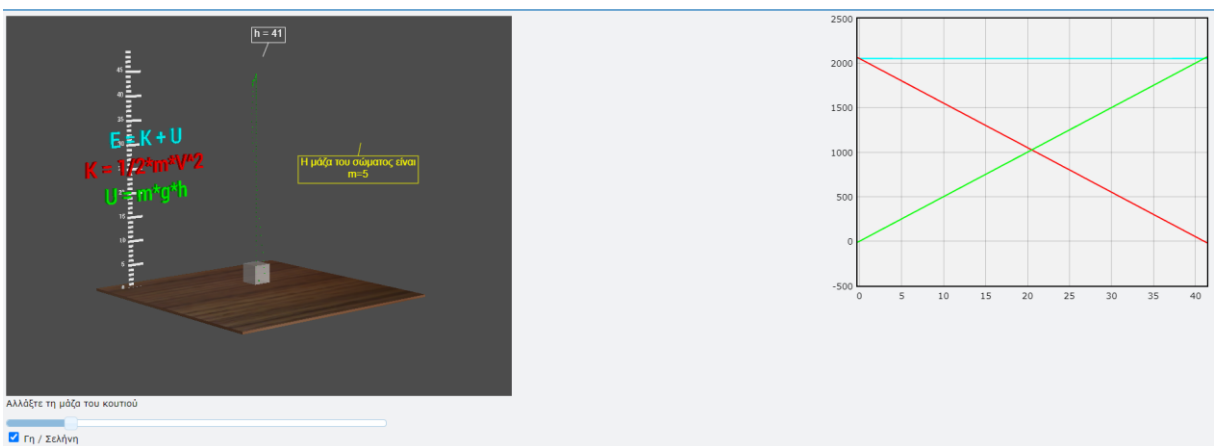
- **Ρύθμιση του σκηνικού:** Ο κώδικας αρχικοποιεί την τρισδιάστατη σκηνή, ρυθμίζοντας το χρώμα φόντου, τη θέση της κάμερας και το οπτικό πεδίο. Δημιουργεί ένα ξύλινο πάτωμα (flo) και ένα λευκό κουτί (subject) που θα είναι το κύριο αντικείμενο της προσομοίωσης. Ένα μονοπάτι συνδέεται με το κουτί (trail) για να απεικονίσει τη διαδρομή του.
- **Γραφική παράσταση:** Ο κώδικας δημιουργεί ένα δισδιάστατο γράφημα (graphikh) ευθυγραμμισμένο στα δεξιά της τρισδιάστατης σκηνής. Το γράφημα θα εμφανίζει πληροφορίες που σχετίζονται με την ενέργεια κατά τη διάρκεια της προσομοίωσης.
- **Εξισώσεις φυσικής:** Ο κώδικας ορίζει τρεις εξισώσεις (tupologio1, tupologio2 και tupologio3) που σχετίζονται με τη διατήρηση της ενέργειας στη φυσική. Αυτές οι εξισώσεις αντιπροσωπεύουν τη συνολική μηχανική ενέργεια ($E = K + U$), την κινητική ενέργεια ($K = 1/2 * m * V^2$) και τη δυναμική ενέργεια ($U = m * g * h$) του συστήματος.

- **Ετικέτες και κείμενα:** Η προσομοίωση εμφανίζει κείμενο (eksiswsh1, eksiswsh2 και eksiswsh3) που περιέχει τις εξισώσεις φυσικής και μια ετικέτα (mass_label) που υποδεικνύει τη μάζα του κουτιού (υποκείμενο). Μια άλλη ετικέτα (height_label) δείχνει το ύψος του κουτιού από το δάπεδο. Ένα κείμενο λύσης (solution) είναι αρχικά κρυμμένο και θα εμφανιστεί αργότερα.
- **Αλληλεπίδραση με τον χρήστη:** Ο κώδικας επιτρέπει την αλληλεπίδραση του χρήστη με το πλαίσιο. Όταν ο χρήστης κάνει κλικ στο κουτί και κρατά πατημένο το κουμπί του ποντικιού, μπορεί να σύρει και να μετακινήσει το κουτί στον τρισδιάστατο χώρο.
- **Ρυθμιζόμενες παράμετροι:** Η προσομοίωση περιλαμβάνει μια ρυθμιζόμενη παράμετρο για τον έλεγχο της μάζας του κουτιού. Ένας ρυθμιστής (mass_slider) επιτρέπει στους χρήστες να αλλάζουν τη μάζα του κουτιού διαδραστικά.
- **Προσομοίωση φυσικής:** Ο κύριος βρόχος προσομοίωσης ενημερώνει τη θέση του κουτιού με βάση τους νόμους της κίνησης και της βαρύτητας. Όταν εκτελείται η προσομοίωση, η θέση του κουτιού αλλάζει σε απόκριση στη βαρύτητα και η ταχύτητά του ενημερώνεται ανάλογα. Το γράφημα εμφανίζει πώς μεταβάλλονται η μηχανική ενέργεια (μπλε γραμμή), η κινητική ενέργεια (κόκκινη γραμμή) και η δυναμική ενέργεια (πράσινη γραμμή) του συστήματος με την πάροδο του χρόνου.
- **Επαναφορά και λύση:** Η προσομοίωση περιλαμβάνει ένα δεσμευτικό πλήκτρο (reset) για την επαναφορά της προσομοίωσης, την εκκαθάριση της διαδρομής και την απόκρυψη του κειμένου της λύσης. Πατώντας το πλήκτρο "r" θα επαναφέρετε την προσομοίωση και πατώντας το πλήκτρο "s" θα εμφανιστεί ένα κείμενο λύσης (solution) που εμφανίζει την τρέχουσα δυναμική ενέργεια του κουτιού με βάση το ύψος του από το δάπεδο.

Συνολικά, αυτό το πρόγραμμα GlowScript δημιουργεί μια τρισδιάστατη προσομοίωση φυσικής όπου οι χρήστες μπορούν να αλληλεπιδρούν με ένα κουτί, να αλλάζουν τη μάζα του, να παρατηρούν την κίνησή του υπό τη βαρύτητα και να κατανοούν τη διατήρηση της μηχανικής ενέργειας. Το γράφημα παρέχει οπτική ανατροφοδότηση σχετικά με το πώς η κινητική και η δυναμική ενέργεια μεταβάλλονται με το ύψος, βοηθώντας τους μαθητές να κατανοήσουν βασικές έννοιες της φυσικής με διαδραστικό και ελκυστικό τρόπο.



Εικόνα 13: Glowscript - Γραφήματα της ΑΔΜΕ



Εικόνα 14: Glowscript - Γραφήματα της ΑΔΜΕ - Γραφική Παράσταση

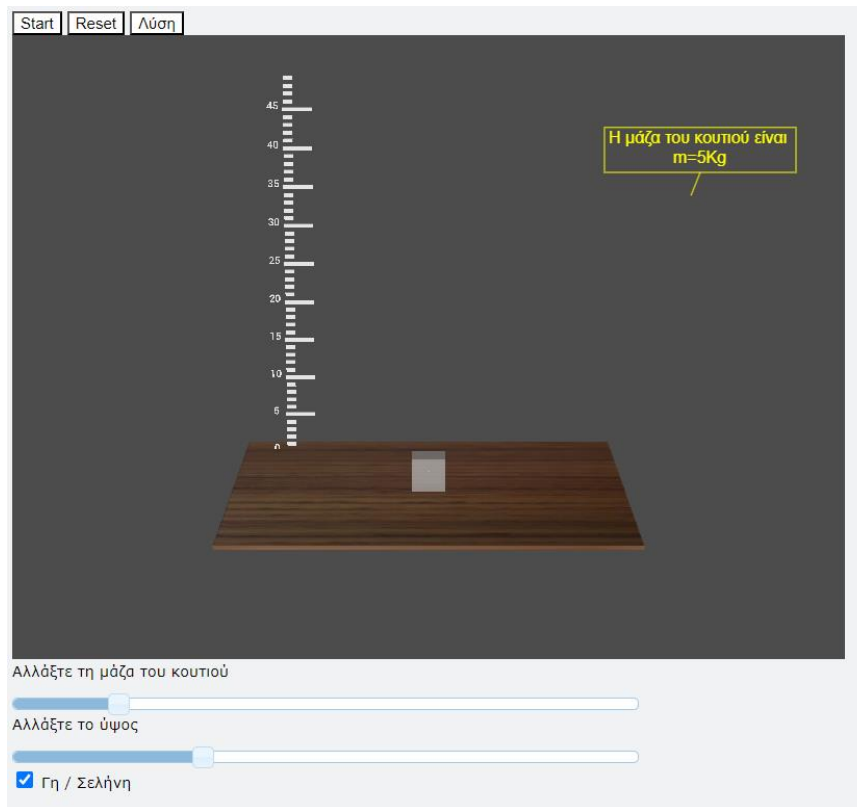
5.1.3 Δυναμική Ενέργεια

Το πρόγραμμα αυτό αφορά μια 3D αναπαράσταση στο πλαίσιο του προβλήματος για την δυναμική ενέργεια. Ο κώδικας για το σχετικό πρόγραμμα περιλαμβάνεται στο παράρτημα. Ο κώδικας αναπαριστά μια τρισδιάστατη προσομοίωση και λειτουργεί ως εξής:

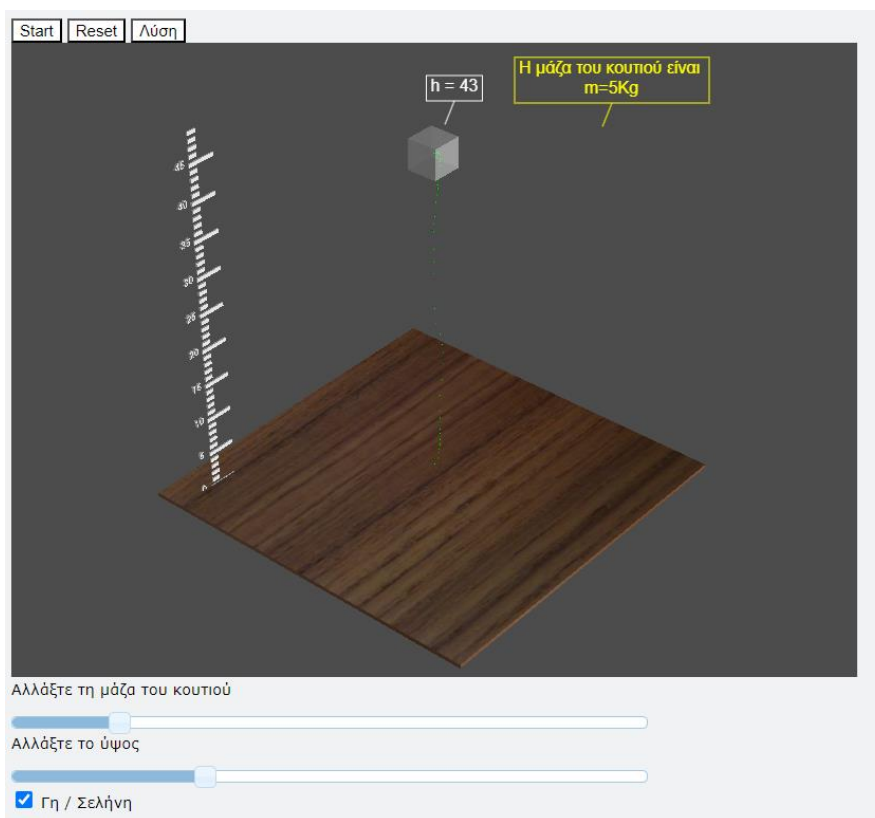
- **Ρύθμιση του σκηνικού:** Ο κώδικας αρχικοποιεί την τρισδιάστατη σκηνή, ρυθμίζοντας το χρώμα φόντου, τη θέση της κάμερας και το οπτικό πεδίο. Δημιουργεί ένα ξύλινο πάτωμα (flo) και ένα λευκό κουτί (subject) που θα είναι το κύριο αντικείμενο της προσομοίωσης. Ένα μονοπάτι συνδέεται με το κουτί (trail) για να απεικονίσει τη διαδρομή του.
- **Ετικέτες και κείμενα:** Η προσομοίωση εμφανίζει ετικέτες (box_mass, height_selection και height_label) που περιέχουν πληροφορίες σχετικά με τη μάζα του κουτιού, το τελικό ύψος και το τρέχον ύψος πάνω από το δάπεδο. Ένα κείμενο λύσης (solution) είναι αρχικά κρυμμένο και θα εμφανιστεί αργότερα.

- **Αλληλεπίδραση με τον χρήστη:** Η προσομοίωση περιλαμβάνει κουμπιά (b1, b2, b3) που επιτρέπουν στους χρήστες να ελέγχουν την προσομοίωση. Με το πάτημα του κουμπιού "Start" ξεκινά ή διακόπτεται η προσομοίωση, το κουμπί "Reset" επαναφέρει την προσομοίωση και το κουμπί "Λύση" θα εμφανίσει ένα κείμενο λύσης (solution) που εμφανίζει τη δυναμική ενέργεια του κουτιού στο τελικό ύψος με βάση τη μάζα του και την τιμή που έχει οριστεί με τη χρήση του ρυθμιστή height_slider.
- **Ρυθμιζόμενες παράμετροι:** Η προσομοίωση περιλαμβάνει δύο ρυθμιζόμενες παραμέτρους. Ένας ρυθμιστής (mass_slider) επιτρέπει στους χρήστες να αλλάζουν τη μάζα του κουτιού διαδραστικά. Ένα άλλο ρυθμιστικό (height_slider) επιτρέπει στους χρήστες να ορίσουν το τελικό ύψος στο οποίο θα κινηθεί το κουτί.
- **Προσομοίωση φυσικής:** Η κύρια επανάληψη προσομοίωσης ενημερώνει τη θέση του κουτιού με βάση την αρχική του θέση, τη θέση-στόχο (που έχει οριστεί με τη χρήση του ρυθμιστή height_slider) και τους νόμους της κίνησης. Όταν η προσομοίωση εκτελείται, το κουτί κινείται από την αρχική του θέση στο ύψος-στόχο υπό την επίδραση της βαρύτητας.
- **Επιλογή βαρύτητας:** Η προσομοίωση περιλαμβάνει ένα πλαίσιο ελέγχου (checkbox) που επιτρέπει στους χρήστες να εναλλάσσονται μεταξύ της γήινης βαρύτητας ($g=10 \text{ m/s}^2$) και της σεληνιακής βαρύτητας ($g=1,67 \text{ m/s}^2$).

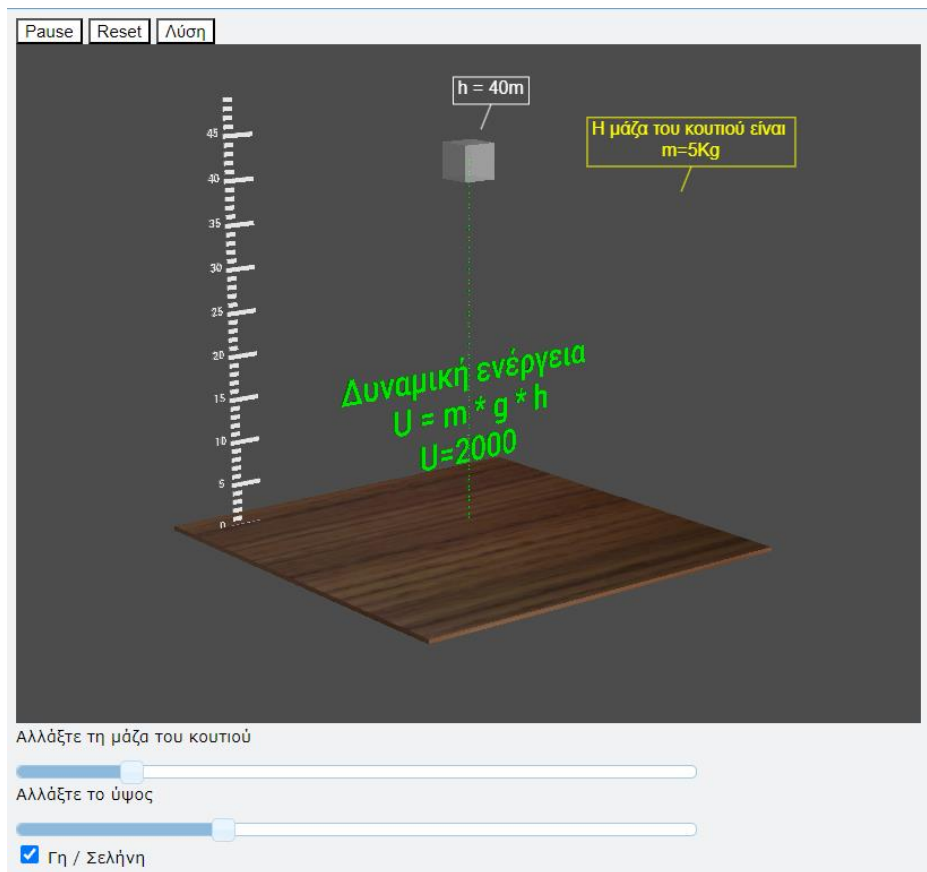
Συνολικά, αυτό το πρόγραμμα GlowScript δημιουργεί μια τρισδιάστατη προσομοίωση φυσικής όπου οι χρήστες μπορούν να αλληλεπιδράσουν με ένα κουτί, να αλλάξουν τη μάζα και το τελικό του ύψος, να παρατηρήσουν την κίνησή του υπό τη βαρύτητα και να κατανοήσουν την έννοια της δυναμικής ενέργειας. Η προσομοίωση παρέχει μια διαδραστική και οπτική αναπαράσταση των νόμων της κίνησης και των επιδράσεων της βαρύτητας σε ένα αντικείμενο.



Εικόνα 15: Glowscript - Δυναμική Ενέργεια



Εικόνα 16: Glowscript - Δυναμική Ενέργεια - Έναρξη



Εικόνα 17: Glowscript - Δυναμική Ενέργεια - Λύση

5.1.4 Δυναμική Ενέργεια Τριών Σωμάτων

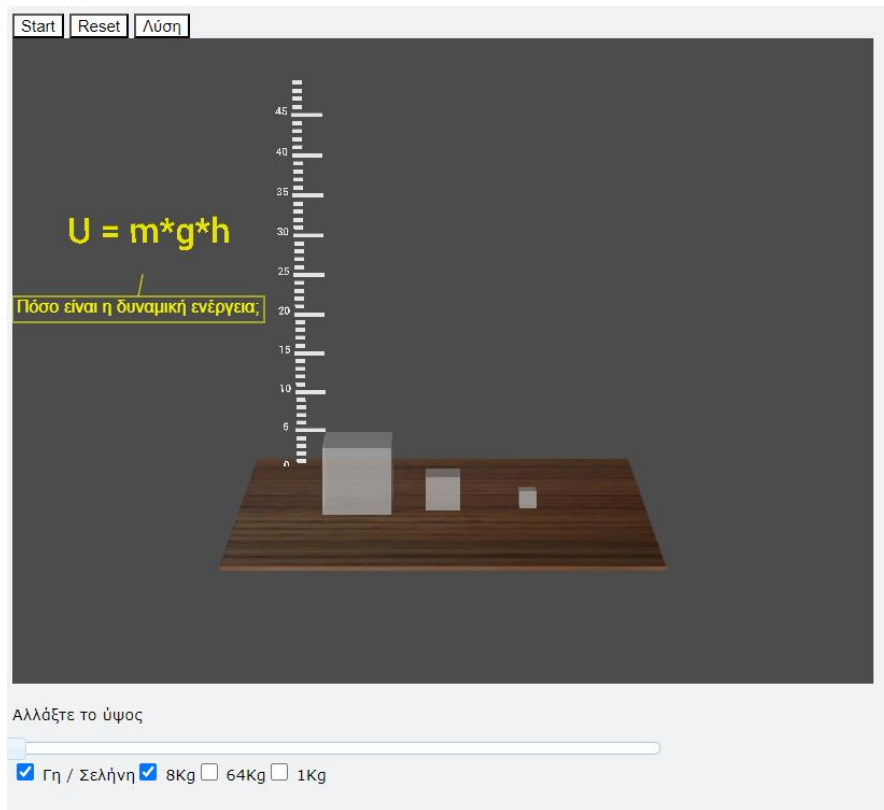
Το πρόγραμμα αυτό αφορά μια 3D αναπαράσταση στο πλαίσιο του προβλήματος για την δυναμική ενέργεια τριών σωμάτων. Ο κώδικας για το σχετικό πρόγραμμα περιλαμβάνεται στο παράρτημα. Ο κώδικας αναπαριστά μια τρισδιάστατη προσομοίωση και λειτουργεί ως εξής:

- **Ρύθμιση του σκηνικού:** Ο κώδικας αρχικοποιεί την τρισδιάστατη σκηνή, ρυθμίζοντας το χρώμα φόντου, τη θέση της κάμερας και το οπτικό πεδίο.
- **Αλληλεπίδραση με τον χρήστη:** Η προσομοίωση περιλαμβάνει κουμπιά (b1, b2, b3) που επιτρέπουν στους χρήστες να ελέγχουν την προσομοίωση. Με το πάτημα του κουμπιού "Start" ξεκινά ή διακόπτεται η προσομοίωση, το κουμπί "Reset" επαναφέρει την προσομοίωση και το κουμπί "Λύση" εμφανίζει τη δυναμική ενέργεια τριών διαφορετικών αντικειμένων.
- **Αντικείμενα και ετικέτες:** Η προσομοίωση περιλαμβάνει τρία αντικείμενα: subject (ένα κουτί με μάζα 4kg), subjectFat (ένα μεγαλύτερο κουτί με μάζα 8kg) και subjectSlim (ένα μικρότερο κουτί με μάζα 1kg). Οι ετικέτες (U_label1, U_label2 και

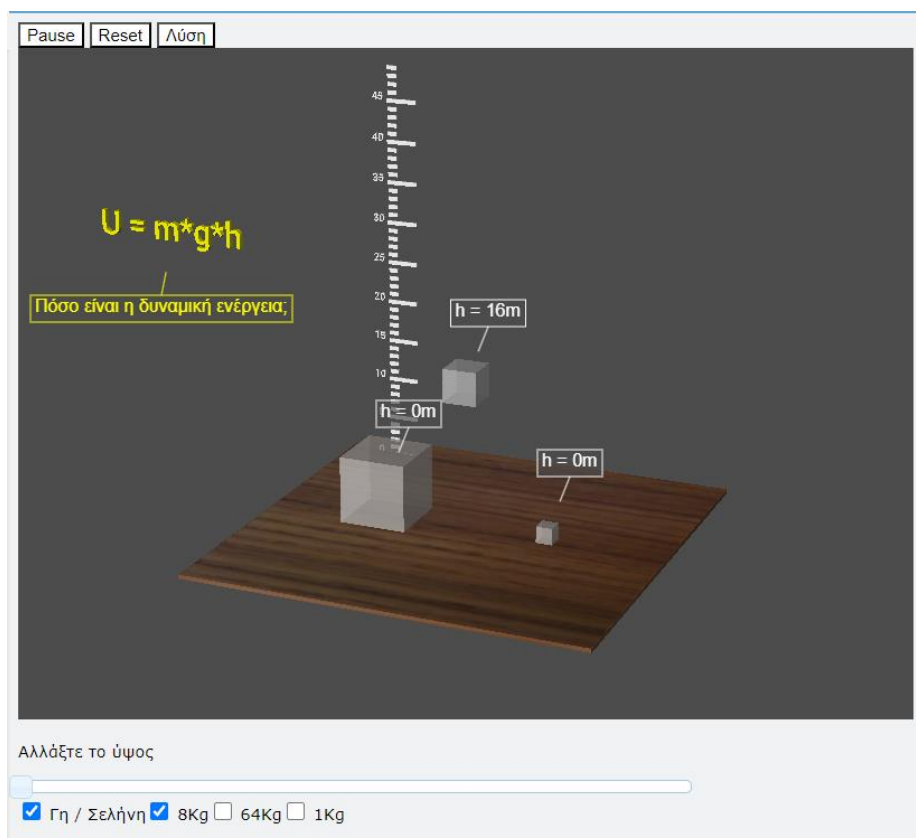
U_label3) τοποθετούνται στις θέσεις αυτών των αντικειμένων και εμφανίζουν το ύψος (h) των αντικειμένων από το δάπεδο.

- **Επιλογή βαρύτητας:** Η προσομοίωση περιλαμβάνει ένα πλαίσιο ελέγχου (checkbox) που επιτρέπει στους χρήστες να εναλλάσσονται μεταξύ της γήινης βαρύτητας ($g=10 \text{ m/s}^2$) και της σεληνιακής βαρύτητας ($g=1,67 \text{ m/s}^2$).
- **Κίνηση αντικειμένων:** Οι θέσεις των τριών αντικειμένων (subject, subjectFat και subjectSlim) ενημερώνονται στο βρόχο προσομοίωσης με βάση τις αρχικές τους θέσεις και τις τιμές των free1, free2 και free3, αντίστοιχα. Οι μεταβλητές free1, free2 και free3 αντιπροσωπεύουν την επιτάχυνση ελεύθερης πτώσης κάθε αντικειμένου και καθορίζονται με βάση τις επιλογές του χρήστη με τη χρήση κουτιών ελέγχου. Κατά την εκτέλεση, τα αντικείμενα θα κινηθούν προς τα κάτω (θα πέσουν) με τις καθορισμένες επιταχύνσεις ελεύθερης πτώσης.
- **Ολισθητής για τον ορισμό ύψους:** Η προσομοίωση περιλαμβάνει ένα ρυθμιστικό (height_slider) που επιτρέπει στους χρήστες να ορίσουν το ύψος στο οποίο θα πέσουν τα αντικείμενα.
- **Υπολογισμός δυναμικής ενέργειας:** Το κουμπί "Λύση" (b3) ενεργοποιεί τη λειτουργία Solve, η οποία υπολογίζει και εμφανίζει τη δυναμική ενέργεια (U) κάθε αντικειμένου στο τελικό ύψος που έχει οριστεί με τη χρήση του ρυθμιστικού. Η δυναμική ενέργεια υπολογίζεται ως $U = m * g * h$, όπου m είναι η μάζα του αντικειμένου, g είναι η επιτάχυνση λόγω βαρύτητας και h είναι το ύψος του αντικειμένου από το δάπεδο.

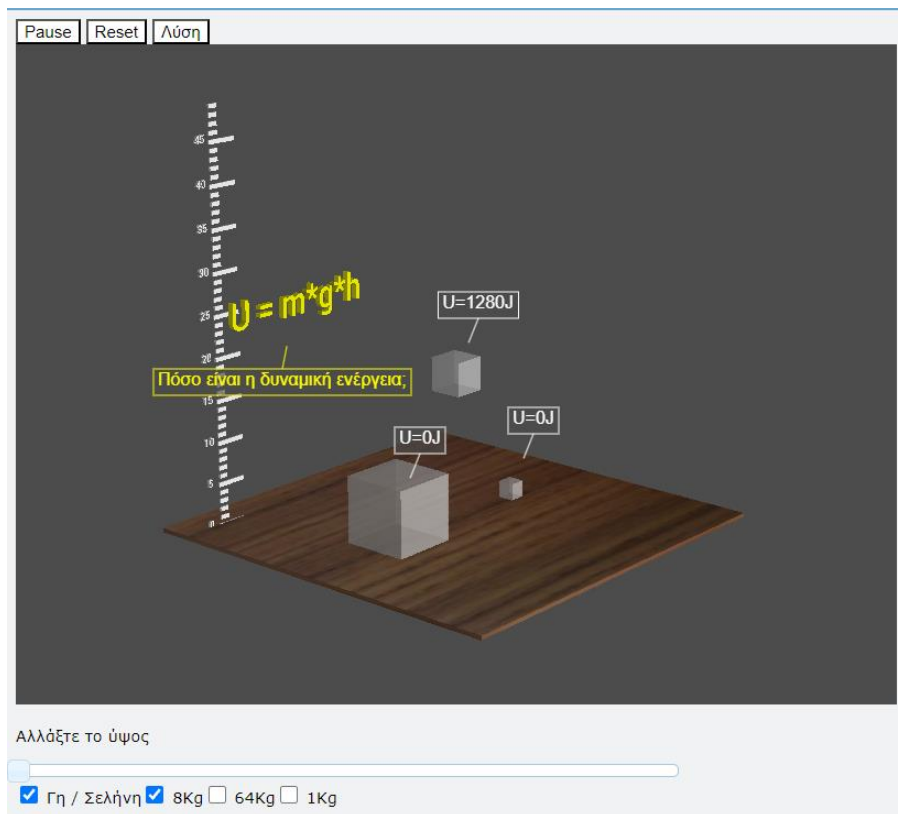
Συνολικά, αυτό το πρόγραμμα GlowScript δημιουργεί μια τρισδιάστατη προσομοίωση φυσικής όπου οι χρήστες μπορούν να αλληλεπιδράσουν με τρία διαφορετικά αντικείμενα, να ορίσουν τα τελικά ύψη πτώσης τους και να παρατηρήσουν τη δυναμική ενέργεια σε αυτά τα ύψη για αντικείμενα διαφορετικής μάζας. Η προσομοίωση επιτρέπει στους χρήστες να οπτικοποιήσουν τις επιδράσεις των αντικειμένων διαφορετικής μάζας και των διαφορετικών βαρυτικών δυνάμεων στη δυναμική ενέργεια.



Εικόνα 18: Glowscript - Δυναμική Ενέργεια Τριών Σωμάτων



Εικόνα 19: Glowscript - Δυναμική Ενέργεια Τριών Σωμάτων - Έναρξη



Εικόνα 20: Glowscript - Δυναμική Ενέργεια Τριών Σωμάτων - Λύση

5.1.5 Έργο

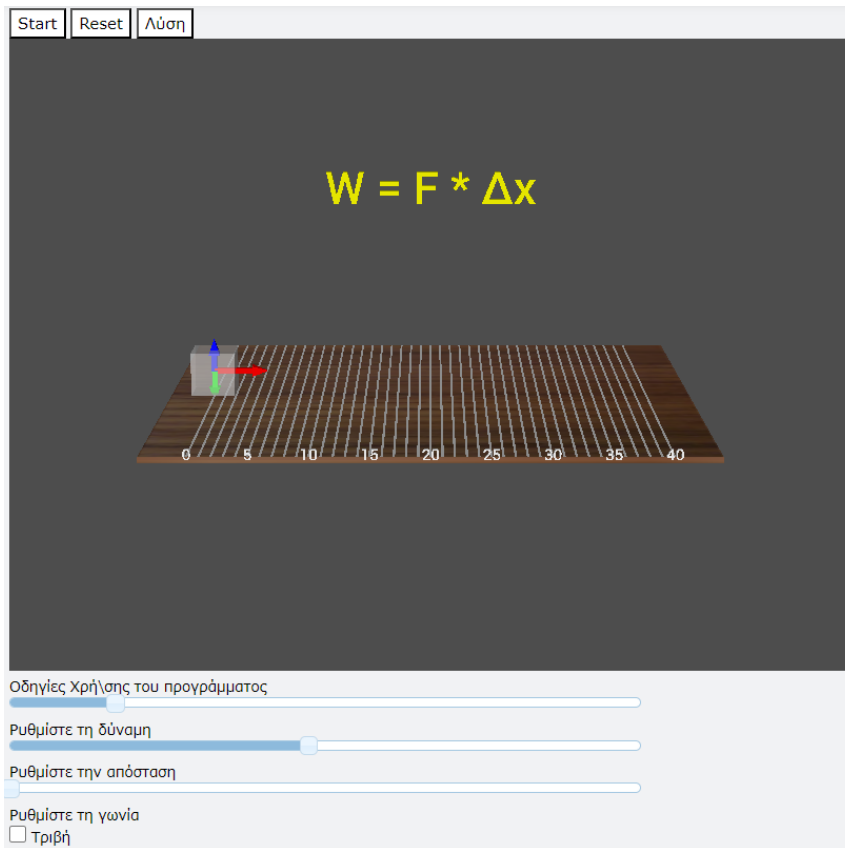
Το πρόγραμμα αυτό αφορά μια 3D αναπαράσταση στο πλαίσιο του προβλήματος για τον υπολογισμό του έργου. Ο κώδικας για το σχετικό πρόγραμμα περιλαμβάνεται στο παράρτημα. Ο κώδικας αναπαριστά μια τρισδιάστατη προσομοίωση και λειτουργεί ως εξής:

- **Ρύθμιση του σκηνικού:** Ο κώδικας αρχικοποιεί την τρισδιάστατη σκηνή, ρυθμίζοντας το χρώμα φόντου, τη θέση της κάμερας και το οπτικό πεδίο.
- **Αλληλεπίδραση με τον χρήστη:** Η προσομοίωση περιλαμβάνει κουμπιά (b1, b2, b3) που επιτρέπουν στους χρήστες να ελέγχουν την προσομοίωση. Με το πάτημα του κουμπιού "Start" ξεκινά ή διακόπτεται η προσομοίωση, το κουμπί "Reset" επαναφέρει την προσομοίωση και το κουμπί "Λύση" εμφανίζει το έργο και άλλες πληροφορίες.
- **Αντικείμενα και βέλη:** Η προσομοίωση περιλαμβάνει διάφορα αντικείμενα που αναπαρίστανται με βέλη: υποκείμενο (ένα κουτί), δύναμη (ένα κόκκινο βέλος που αναπαριστά την εφαρμοζόμενη δύναμη), βάρος (ένα πράσινο βέλος που αναπαριστά το βάρος), δύναμη N (ένα μπλε βέλος που αναπαριστά την κανονική δύναμη) και

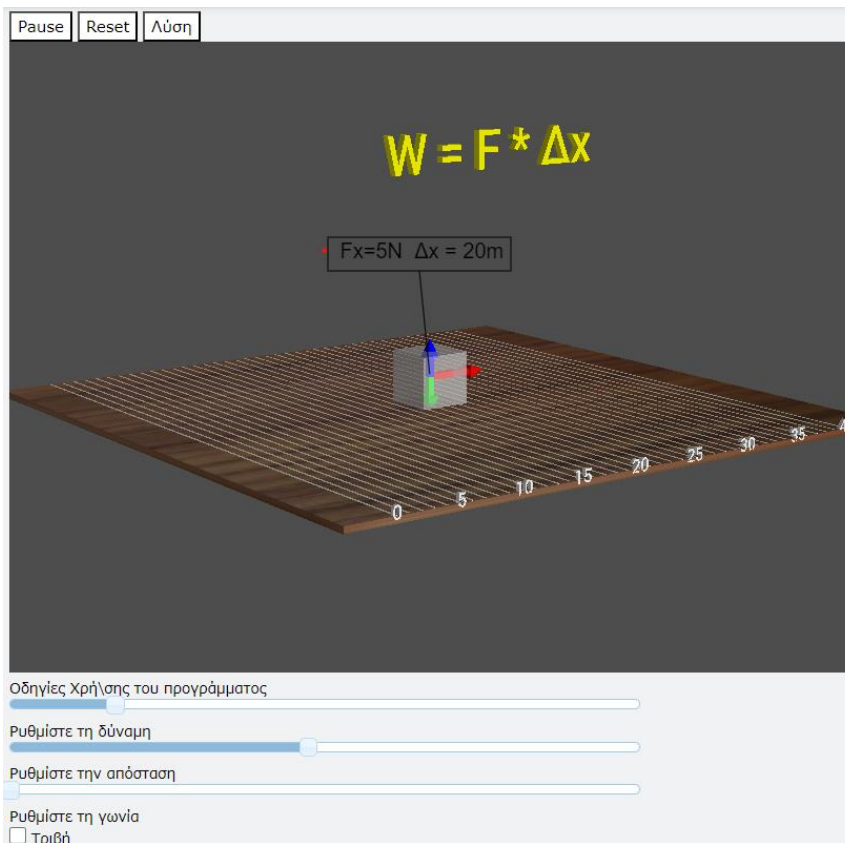
τριβή (ένα κίτρινο βέλος που αναπαριστά την τριβή). Τα βέλη απεικονίζουν τις δυνάμεις που ασκούνται στο κουτί.

- **Ρύθμιση της δύναμης, της απόστασης και της γωνίας:** Η προσομοίωση περιλαμβάνει τρία ρυθμιστικά (slider), τα οποία επιτρέπουν στους χρήστες να ρυθμίζουν τη δύναμη (forceX), την απόσταση (maxDistance) και τη γωνία της δύναμης που ασκείται στο κουτί.
- **Επιλογή τριβής:** Η προσομοίωση περιλαμβάνει ένα πλαίσιο ελέγχου (checkbox) που επιτρέπει στους χρήστες να ενεργοποιούν ή να απενεργοποιούν την τριβή.
- **Υπολογισμός και εμφάνιση εργασιών:** Το κουμπί "Λύση" (b3) ενεργοποιεί τη λειτουργία Επίλυση, η οποία υπολογίζει και εμφανίζει το έργο ($W = F * \Delta x$) στο πλαίσιο. Το παραγόμενο έργο βασίζεται στην εφαρμοζόμενη δύναμη, τη διανυόμενη απόσταση και τη γωνία της εφαρμοζόμενης δύναμης. Επιπλέον, οι πληροφορίες σχετικά με τις δυνάμεις και το έργο που επιτελέστηκε εμφανίζονται με τη χρήση της ετικέτας distancelabel.
- **Κίνηση αντικειμένου:** Οι θέσεις των αντικειμένων (υποκείμενο, δύναμη, βάρος, forceN και τριβή) ενημερώνονται στο βρόχο προσομοίωσης με βάση τις τιμές που ορίζει ο χρήστης και τις εξισώσεις φυσικής. Η προσομοίωση δείχνει την κίνηση του κουτιού και τις δυνάμεις που ασκούνται σε αυτό καθώς διανύει την καθορισμένη απόσταση υπό την εφαρμοζόμενη δύναμη.

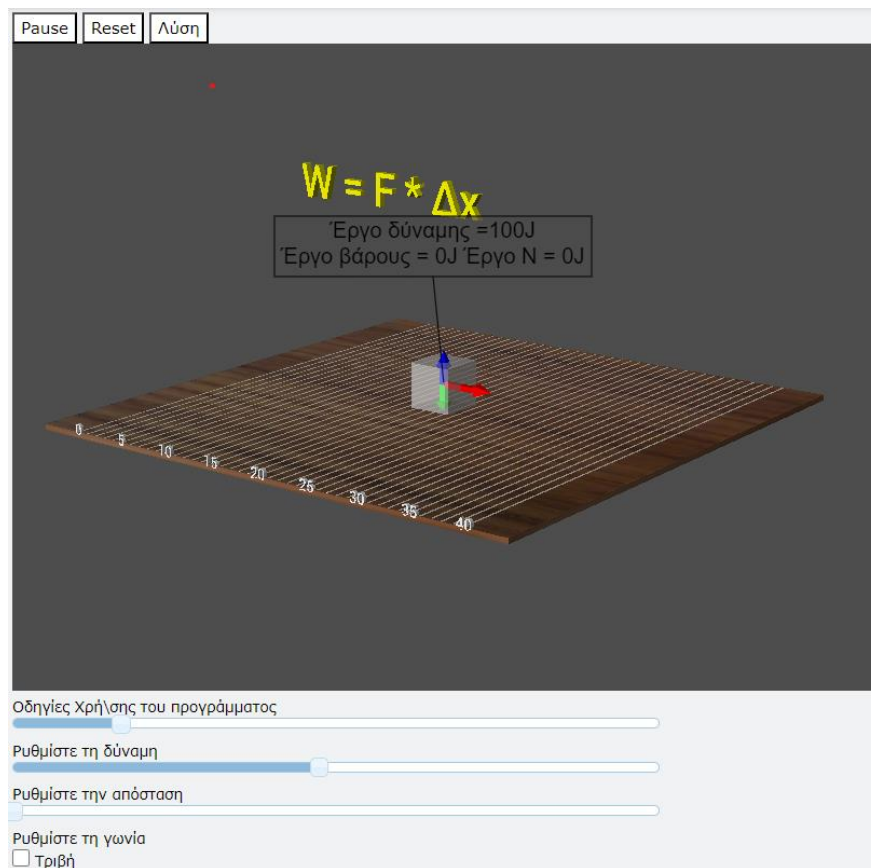
Συνολικά, αυτό το πρόγραμμα GlowScript δημιουργεί μια τρισδιάστατη προσομοίωση φυσικής όπου οι χρήστες μπορούν να αλληλεπιδρούν με ένα κουτί, να εφαρμόζουν δυνάμεις σε διάφορες γωνίες και να παρατηρούν τα αποτελέσματα των δυνάμεων, το έργο που επιτελείται και την κίνηση του αντικειμένου. Η προσομοίωση επιτρέπει στους χρήστες να κατανοήσουν την έννοια του έργου στη φυσική και πώς οι διάφορες δυνάμεις μπορούν να επηρεάσουν την κίνηση των αντικειμένων.



Εικόνα 21: Glowscript - Έργο



Εικόνα 22: Glowscript - Έργο - Έναρξη



Εικόνα 23: Glowscript - Έργο - Λύση

5.1.6 Κινητική Ενέργεια

Το πρόγραμμα αυτό αφορά μια 3D αναπαράσταση στο πλαίσιο του προβλήματος για τον υπολογισμό του έργου. Ο κώδικας για το σχετικό πρόγραμμα περιλαμβάνεται στο παράρτημα. Ο κώδικας αναπαριστά μια τρισδιάστατη προσομοίωση και λειτουργεί ως εξής:

- **Ρύθμιση του σκηνικού:** Ο κώδικας αρχικοποιεί την τρισδιάστατη σκηνή, ρυθμίζοντας το χρώμα φόντου, τη θέση της κάμερας και το οπτικό πεδίο.
- **Αλληλεπίδραση με τον χρήστη:** Η προσομοίωση περιλαμβάνει κουμπιά (b1, b2, b3) που επιτρέπουν στους χρήστες να ελέγχουν την προσομοίωση. Με το πάτημα του κουμπιού "Start" ξεκινάει ή διακόπτεται η προσομοίωση, με το κουμπί "Reset" θα γίνει επαναφορά της προσομοίωσης και με το κουμπί "Λύση" θα εμφανιστεί η κινητική ενέργεια των κινούμενων αντικειμένων.
- **Αντικείμενα:** Η προσομοίωση περιλαμβάνει τρία αντικείμενα που αντιπροσωπεύονται από κουτιά: το subject (ένα κουτί με μάζα 20 kg), το subject2 (ένα μικρότερο κουτί με μάζα 40 kg) και το subject3 (το μεγαλύτερο κουτί με μάζα 80 kg). Αυτά τα αντικείμενα θα κινούνται σε απόκριση στην είσοδο του χρήστη.


- **Ολίσθηση:** Η προσομοίωση περιλαμβάνει ένα ρυθμιστικό (`velocity_slider`) που επιτρέπει στους χρήστες να ορίσουν την αρχική ταχύτητα των κινούμενων αντικειμένων.
- **Κείμενο και ετικέτες:** Η προσομοίωση περιλαμβάνει διάφορα στοιχεία κειμένου για την εμφάνιση οδηγιών και αποτελεσμάτων. Η παράμετρος `choice` ζητά από το χρήστη να επιλέξει ένα από τα τρία αντικείμενα πατώντας τα πλήκτρα "1", "2" ή "3". Οι παράμετροι `velocitylabel`, `velocity2label` και `velocity3label` εμφανίζουν πληροφορίες σχετικά με τις ταχύτητες και την κινητική ενέργεια κάθε αντικειμένου.
- **Λειτουργία εκτέλεσης:** Η λειτουργία `Run` ενεργοποιείται όταν πατηθεί το κουμπί "Start". Εκκινεί ή διακόπτει την προσομοίωση. Εμφανίζει επίσης πληροφορίες σχετικά με την ταχύτητα και τη μάζα του επιλεγμένου αντικειμένου χρησιμοποιώντας τις `velocitylabel`, `velocity2label` και `velocity3label`.
- **Λειτουργία επαναφοράς:** `Reset`: Η λειτουργία `Reset` ενεργοποιείται όταν πατηθεί το κουμπί "Reset". Επαναφέρει την προσομοίωση στην αρχική της κατάσταση και εμφανίζει ξανά το κείμενο "choice".
- **Λειτουργία επίλυσης:** Η λειτουργία `Solve` ενεργοποιείται όταν πατηθεί το κουμπί "Λύση". Υπολογίζει και εμφανίζει την κινητική ενέργεια των επιλεγμένων αντικειμένων με βάση τη μάζα και την ταχύτητά τους.
- **Mode Choice:** Η λειτουργία `modeChoice` ενεργοποιείται όταν ο χρήστης πατήσει τα πλήκτρα "1", "2" ή "3" για να επιλέξει ένα από τα τρία αντικείμενα. Ρυθμίζει ανάλογα την αρχική ταχύτητα και τη θέση του επιλεγμένου αντικειμένου.
- **Κίνηση αντικειμένων:** Εντός του βρόχου προσομοίωσης, εάν η προσομοίωση εκτελείται (`running` είναι `True`), το επιλεγμένο αντικείμενο (`subject`, `subject2` ή `subject3`) θα κινηθεί οριζόντια προς τα δεξιά μέχρι να φτάσει στη θέση $x=20$. Η ταχύτητα κάθε αντικειμένου ενημερώνεται με βάση την τιμή που έχει ορίσει ο χρήστης χρησιμοποιώντας το ρυθμιστικό.

Συνολικά, αυτό το πρόγραμμα `GlowScript` δημιουργεί μια τρισδιάστατη προσομοίωση φυσικής όπου οι χρήστες μπορούν να επιλέξουν μεταξύ τριών αντικειμένων με διαφορετικές μάζες, να ορίσουν την αρχική τους ταχύτητα χρησιμοποιώντας ένα ρυθμιστικό και να παρατηρήσουν την κίνησή τους και την κινητική τους ενέργεια καθώς διανύουν μια συγκεκριμένη απόσταση. Η προσομοίωση έχει ως στόχο να βοηθήσει τους χρήστες να κατανοήσουν πώς η μάζα και η ταχύτητα επηρεάζουν την κινητική ενέργεια στη φυσική.

Start Reset Λύση

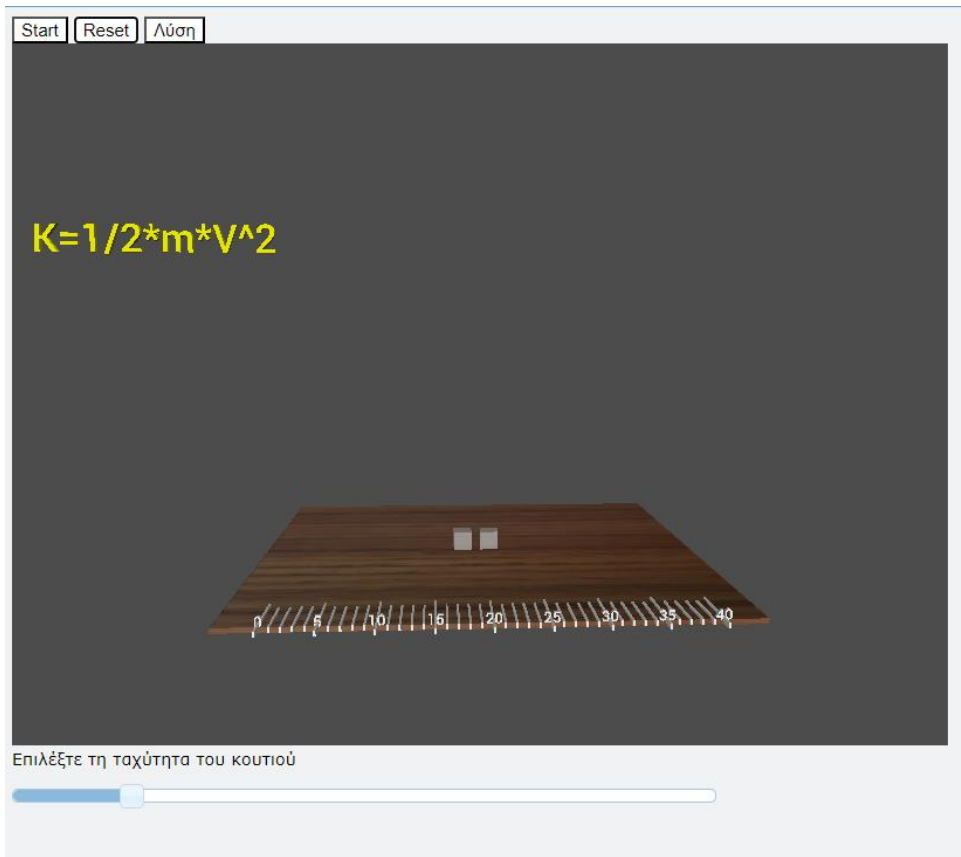
$K = \frac{1}{2} \cdot m \cdot V^2$

Επιλέξτε με τα 1 2 3 πόσες μάζες θέλετε

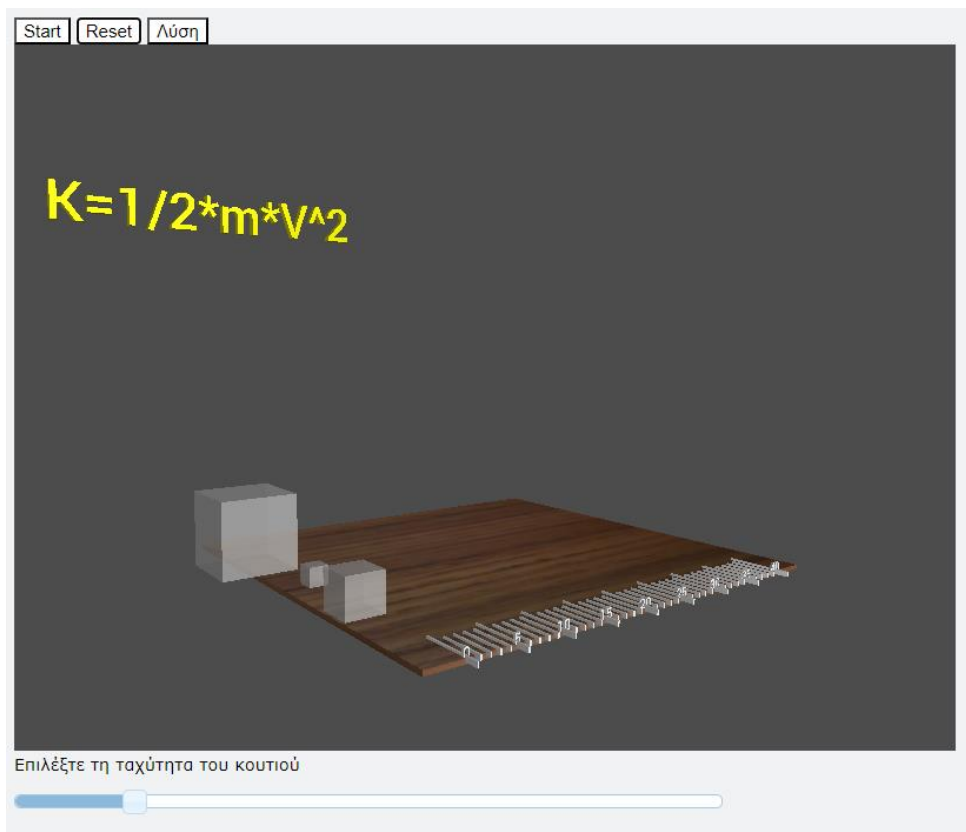


Επιλέξτε τη ταχύτητα του κουτιού

Εικόνα 24: Glowscript - Κινητική Ενέργεια 1



Εικόνα 25: Glowscript - Κινητική Ενέργεια 2



Εικόνα 26: Glowscript - Κινητική Ενέργεια 3

Pause | Reset | Λύση

$K = \frac{1}{2} * m * v^2$

Η ταχύτητα είναι $v = 5\text{m/s}$. Η μάζα είναι $m = 80\text{Kg}$
πόση είναι η κινητική ενέργεια?

Η ταχύτητα είναι $v = 5\text{m/s}$. Η μάζα είναι $m = 20\text{Kg}$
πόση είναι η κινητική ενέργεια?

Η ταχύτητα είναι $v = 5\text{m/s}$. Η μάζα είναι $m = 20\text{Kg}$
πόση είναι η κινητική ενέργεια?

Επιλέξτε τη ταχύτητα του κουτιού

Εικόνα 27: Glowscript - Κινητική Ενέργεια - Έναρξη

Pause | Reset | Λύση

$K = \frac{1}{2} * m * v^2$

Η κινητική ενέργεια είναι $K = 1000\text{J}$

Η κινητική ενέργεια είναι $K = 250\text{J}$

Η κινητική ενέργεια είναι $K = 250\text{J}$

Επιλέξτε τη ταχύτητα του κουτιού

Εικόνα 28: Glowscript - Κινητική Ενέργεια - Λύση

5.2 Χρήση Λογισμικού στο Μάθημα

Τα προγράμματα αυτά έχουν σχεδιαστεί για να παρέχουν στους μαθητές πρακτικές εμπειρίες, επιτρέποντάς τους να εξερευνήσουν και να αλληλεπιδράσουν με διάφορες έννοιες της φυσικής σε ένα εικονικό περιβάλλον. Με την ενσωμάτωση αυτών των προσομοιώσεων στην τάξη, στόχος είναι να μετασχηματιστεί ο τρόπος με τον οποίο οι μαθητές προσεγγίζουν την επίλυση προβλημάτων και την εννοιολογική κατανόηση.

Στην αρχή, παρουσιάστηκαν στους μαθητές προβλήματα φυσικής από τα σχολικά τους βιβλία. Οι μαθητές βασίστηκαν σε παραδοσιακές μεθόδους επίλυσης προβλημάτων, που περιλαμβάνουν μαθηματικές εξισώσεις και θεωρητικές έννοιες. Ενώ αυτή η προσέγγιση παρέχει μια σταθερή βάση, πολλοί μαθητές δυσκολεύτηκαν στην κατανόηση και, στη συνέχεια, στην επίλυση αυτών των προβλημάτων.

Ύστερα από αυτό, παρουσιάστηκαν στους μαθητές οι διαδραστικές προσομοιώσεις φυσικής. Τα προγράμματα διαθέτουν φιλικές προς το χρήστη διεπαφές που επιτρέπουν στους μαθητές να χειρίζονται τις μεταβλητές και να παρατηρούν τις δυναμικές αλλαγές σε πραγματικό χρόνο. Η οπτική αναπαράσταση των φυσικών φαινομένων κέρδισε την προσοχή τους και κέντρισε την περιέργειά τους. Οι μαθητές, χρησιμοποιώντας τους ηλεκτρονικούς υπολογιστές της τάξης, ξεκίνησαν να αλληλεπιδρούν με το πρόγραμμα και να προσπαθούν να λύσουν τα προβλήματα.

Η ενσωμάτωση διαδραστικών προσομοιώσεων φυσικής στην τάξη είχε σημαντικό αντίκτυπο στη μαθησιακή εμπειρία των μαθητών. Με την ενασχόληση με αυτές τις προσομοιώσεις, οι μαθητές κατανόησαν βαθύτερα τις έννοιες της φυσικής. Η δυνατότητα χειρισμού μεταβλητών και παρατήρησης αλλαγών σε πραγματικό χρόνο τους επέτρεψε να οπτικοποιήσουν πιο συγκεκριμένα τις αφηρημένες ιδέες.

Ακόμη, η χρήση των προσομοιώσεων ήταν μια ευχάριστη εμπειρία για τους μαθητές. Βρήκαν την πρακτική προσέγγιση ελκυστική και διασκεδαστική. Ως αποτέλεσμα, απέκτησαν περισσότερα κίνητρα για την επίλυση σύνθετων προβλημάτων φυσικής και την εξερεύνηση νέων προκλήσεων.

Ο διαδραστικός χαρακτήρας των προσομοιώσεων ενίσχυσε την εμπιστοσύνη των μαθητών στις ικανότητες επίλυσης προβλημάτων. Όταν επέστρεψαν στα εγχειρίδια φυσικής, βρήκαν τα προηγουμένως δύσκολα προβλήματα πιο εύχρηστα και μπόρεσαν να τα επιλύσουν με μεγαλύτερη ευκολία.

Πέρα από τα ακαδημαϊκά οφέλη, οι προσομοιώσεις έκαναν επίσης τη φυσική πιο σχετική με την καθημερινή ζωή των μαθητών. Άρχισαν να παρατηρούν τις αρχές της φυσικής να λειτουργούν στον κόσμο γύρω τους, συνδέοντας τη θεωρητική γνώση με τις εφαρμογές στον πραγματικό κόσμο.

6 Ερωτηματολόγιο

Προκειμένου να εκτιμηθεί η αποτελεσματικότητα της ενσωμάτωσης διαδραστικών προσομοιώσεων φυσικής στην τάξη, σχεδιάστηκε ένα ερωτηματολόγιο για τη συλλογή πολύτιμων ανατροφοδοτήσεων από τους μαθητές. Στόχος ήταν να κατανοηθούν οι εμπειρίες και οι προτιμήσεις τους σχετικά με αυτές τις προσομοιώσεις σε σύγκριση με τις παραδοσιακές μεθόδους μάθησης

6.1 Στόχος και λόγος δημιουργίας

Ο στόχος της δημιουργίας του ερωτηματολογίου ήταν πολύπλευρος και εξυπηρετούσε διάφορους σημαντικούς σκοπούς. Πρώτον, αποσκοπούσε στη μέτρηση της αποτελεσματικότητας της ενσωμάτωσης διαδραστικών προσομοιώσεων φυσικής ως συμπληρωματικού εργαλείου μάθησης στην τάξη. Συλλέγοντας δεδομένα σχετικά με τις εμπειρίες και τις αντιλήψεις των μαθητών, το ερωτηματολόγιο επεδίωκε να αξιολογήσει κατά πόσον αυτές οι προσομοιώσεις επηρέασαν θετικά την κατανόηση των εννοιών της φυσικής.

Επιπλέον, το ερωτηματολόγιο σχεδιάστηκε για να διερευνήσει τον αντίκτυπο των διαδραστικών προσομοιώσεων στα κίνητρα και τη δέσμευση των μαθητών στη μαθησιακή διαδικασία. Η κατανόηση του κατά πόσον αυτές οι προσομοιώσεις προκάλεσαν το αίσθημα της περιέργειας και του ενθουσιασμού για το αντικείμενο ήταν ζωτικής σημασίας για την αξιολόγηση της συνολικής αποτελεσματικότητάς τους ως εκπαιδευτικού εργαλείου.

Ακόμη, ο στόχος του ερωτηματολογίου ήταν να εντοπιστούν οι πιθανές περιοχές για βελτίωση στην εφαρμογή των διαδραστικών προσομοιώσεων φυσικής. Η ανατροφοδότηση και οι προτάσεις των μαθητών παρείχαν πολύτιμες πληροφορίες για το πώς θα μπορούσαν να βελτιστοποιηθούν αυτές οι προσομοιώσεις ώστε να ανταποκρίνονται καλύτερα στις μαθησιακές ανάγκες και προτιμήσεις των μαθητών. Αυτός ο συνεχής βρόχος

ανατροφοδότησης επέτρεψε τη βελτίωση των προσομοιώσεων, εξασφαλίζοντας ότι ευθυγραμμίζονται περισσότερο με τις εκπαιδευτικές απαιτήσεις των μαθητών.

Τελικά, η δημιουργία του ερωτηματολογίου καθοδηγήθηκε από την επιθυμία να προωθηθεί ένα δυναμικό και αποτελεσματικό μαθησιακό περιβάλλον όπου οι μαθητές συμμετέχουν ενεργά στην εκπαίδευσή τους. Με την κατανόηση των προτιμήσεων και των μαθησιακών εμπειριών των μαθητών, οι εκπαιδευτικοί θα μπορούσαν να λάβουν τεκμηριωμένες αποφάσεις σχετικά με την ενσωμάτωση διαδραστικών προσομοιώσεων στις μεθόδους διδασκαλίας τους, με στόχο τη βελτίωση της κατανόησης και της απόλαυσης της φυσικής από τους μαθητές.

6.2 Δομή και σχεδιασμός

Το ερωτηματολόγιο διαμορφώθηκε προσεκτικά για να συγκεντρώσει ολοκληρωμένες πληροφορίες από τους μαθητές. Αποτελούνταν από μια σειρά ερωτήσεων κλειστού και ανοικτού τύπου, επιτρέποντας στους μαθητές να εκφράσουν τις απόψεις τους και να παράσχουν συγκεκριμένα σχόλια.

Το ερωτηματολόγιο χωρίστηκε σε διάφορες ενότητες για να καλύψει διάφορες πτυχές των μαθησιακών εμπειριών των μαθητών.

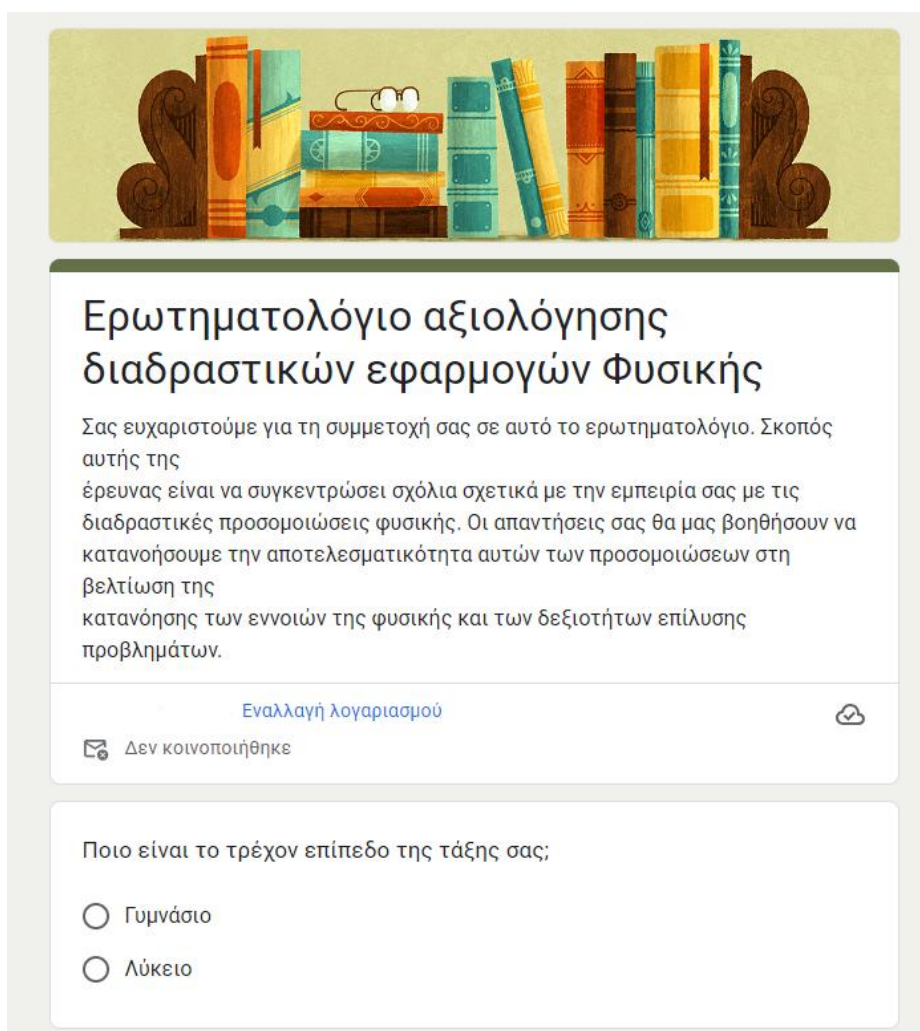
- **Εισαγωγή:** Η ενότητα αυτή εξηγεί το σκοπό και τη σημασία του ερωτηματολογίου, διασφαλίζοντας ότι οι μαθητές κατανοούν τη σημασία των απαντήσεών τους.
- **Μαθησιακή εμπειρία:** Ζητήθηκε από τους μαθητές να αξιολογήσουν τη συνολική εμπειρία τους με τις διαδραστικές προσομοιώσεις φυσικής σε σύγκριση με τις παραδοσιακές μεθόδους μάθησης.
- **Κατανόηση:** Αυτή η ενότητα επικεντρώθηκε στην κατανόηση των εννοιών της φυσικής από τους μαθητές και στην αυτοπεποίθησή τους στην επίλυση προβλημάτων μετά τη χρήση των προσομοιώσεων.
- **Δέσμευση:** Ζητήθηκε από τους μαθητές να αξιολογήσουν το επίπεδο εμπλοκής και ενδιαφέροντός τους κατά την αλληλεπίδραση με τις προσομοιώσεις.
- **Συνάφεια:** Αυτή η ενότητα διερεύνησε κατά πόσον οι μαθητές βρήκαν τις προσομοιώσεις σχετικές με σενάρια της πραγματικής ζωής και πώς επηρέασαν την κατανόηση των αρχών της φυσικής σε καθημερινές καταστάσεις.
- **Προτίμηση:** Οι μαθητές είχαν την ευκαιρία να εκφράσουν την προτίμησή τους για τις διαδραστικές προσομοιώσεις ή τις παραδοσιακές μεθόδους μάθησης.

- **Ανατροφοδότηση:** Η τελευταία ενότητα επέτρεψε στους μαθητές να υποβάλουν τυχόν πρόσθετα σχόλια ή προτάσεις.

Οι μαθητές είχαν στη διάθεσή τους τρεις ημέρες για να συμπληρώσουν το ερωτηματολόγιο. Αυτό το χρονικό πλαίσιο επιλέχθηκε για να παρέχει επαρκή ευκαιρία για προσεκτικές απαντήσεις, ενώ παράλληλα διασφαλίστηκε ότι η διαδικασία συλλογής δεδομένων δεν θα διέκοπτε τις κανονικές δραστηριότητες της τάξης τους.

6.3 Παρουσίαση ερωτηματολογίου

Παρακάτω παρουσιάζεται το ερωτηματολόγιο που χρησιμοποιήθηκε για την ανάλυση και αξιολόγηση του λογισμικού φυσικής στο Glowscript.



The image shows a screenshot of a survey introduction page. At the top, there is a decorative header with a stack of colorful books and a pair of glasses. Below the header, the title of the survey is displayed in a large, bold font. The main text of the introduction explains the purpose of the survey and asks for the respondent's current grade level. There are two radio button options for grade level: 'Γυμνάσιο' (High School) and 'Λύκειο' (Lyceum). At the bottom of the page, there is a button for 'Εναλλαγή λογαριασμού' (Switch account) and a message indicating that the survey has not been shared.

**Ερωτηματολόγιο αξιολόγησης
διαδραστικών εφαρμογών Φυσικής**

Σας ευχαριστούμε για τη συμμετοχή σας σε αυτό το ερωτηματολόγιο. Σκοπός αυτής της έρευνας είναι να συγκεντρώσει σχόλια σχετικά με την εμπειρία σας με τις διαδραστικές προσομοιώσεις φυσικής. Οι απαντήσεις σας θα μας βοηθήσουν να κατανοήσουμε την αποτελεσματικότητα αυτών των προσομοιώσεων στη βελτίωση της κατανόησης των εννοιών της φυσικής και των δεξιοτήτων επίλυσης προβλημάτων.

[Εναλλαγή λογαριασμού](#)

Δεν κοινοποιήθηκε

Ποιο είναι το τρέχον επίπεδο της τάξης σας;

Γυμνάσιο

Λύκειο

Εικόνα 29: Ερωτηματολόγιο - Εισαγωγή

Μαθησιακή Εμπειρία

Η ενότητα αυτή αποσκοπεί στη διερεύνηση της προϋπάρχουσας εμπειρίας των ερωτηθέντων, αναφορικά με τον τρόπο διδασκαλίας της Φυσικής, και τη συγκριτική αξιολόγησή του με τις τρισδιάστατες προσομοιώσεις.

Σε μια κλίμακα από το 1 έως το 5, βαθμολογήστε τη συνολική μαθησιακή σας εμπειρία με τις διαδραστικές προσομοιώσεις φυσικής, με το 1 να σημαίνει "μη αποτελεσματική" και το 5 να σημαίνει "πολύ αποτελεσματική".

	1	2	3	4	5	
μη αποτελεσματική	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	πολύ αποτελεσματική

Σε μια κλίμακα από το 1 έως το 5, παρακαλώ βαθμολογήστε την αποτελεσματικότητα των διαδραστικών προσομοιώσεων φυσικής σε σύγκριση με τις παραδοσιακές μεθόδους μάθησης (π.χ. βιβλία, διαλέξεις), με το 1 να είναι "λιγότερο αποτελεσματική" και το 5 να είναι "πιο αποτελεσματική".

	1	2	3	4	5	
λιγότερο αποτελεσματική	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	πιο αποτελεσματική

Σε μια κλίμακα από το 1 έως το 5, βαθμολογήστε πόσο σας βοήθησε η διαδραστική φύση των προσομοιώσεων να κατανοήσετε σύνθετες έννοιες της φυσικής, με το 1 να σημαίνει "δεν βοήθησε" και το 5 να σημαίνει "βοήθησε πολύ".

	1	2	3	4	5	
δεν βοήθησε	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	βοήθησε πολύ

Εικόνα 30: Ερωτηματολόγιο - Μαθησιακή εμπειρία

Σε μια κλίμακα από το 1 έως το 5, βαθμολογήστε πόσο οι προσομοιώσεις βελτίωσαν την κατανόηση των αρχών της φυσικής σε πρακτικά σενάρια, με το 1 να είναι "καθόλου" και το 5 να είναι "πολύ".

	1	2	3	4	5	
καθόλου	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	πολύ

Εικόνα 31: Ερωτηματολόγιο - Μαθησιακή Εμπειρία_2

Κατανόηση

Στις επόμενες ερωτήσεις διερευνάται η επίδραση της διδασκαλίας, με τη χρήση των τρισδιάστατων απεικονίσεων, στην κατανόηση των εννοιών και την επίλυση προβλημάτων, στους ερωτηθέντες.

Μετά τη χρήση διαδραστικών προσομοιώσεων φυσικής, σε μια κλίμακα από το 1 έως το 5, αισθάνεστε πιο σίγουροι για την κατανόηση των εννοιών της φυσικής, με το 1 να σημαίνει "όχι" και το 5 να σημαίνει "ναι".

	1	2	3	4	5	
όχι	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	ναι

Σε μια κλίμακα από το 1 έως το 5, βαθμολογήστε πόσο βελτιώθηκε η ικανότητά σας να λύνετε προβλήματα μετά τη χρήση των προσομοιώσεων, με το 1 να σημαίνει "καμία βελτίωση" και το 5 να σημαίνει "βελτιώθηκε σημαντικά".

	1	2	3	4	5	
καμία βελτίωση	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	βελτιώθηκε σημαντικά

Εάν η ικανότητά σας να επιλύετε προβλήματα βελτιώθηκε πολύ, σε κλίμακα από το 1 έως το 5, βαθμολογήστε πόσο πιο εύκολη έγινε η επίλυση ενός προβλήματος φυσικής με τη χρήση προσομοιώσεων, με το 1 να σημαίνει "καμία βελτίωση" και το 5 να σημαίνει "πολύ πιο εύκολη".

	1	2	3	4	5	
καμία βελτίωση	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	πολύ πιο εύκολη

Εικόνα 32: Ερωτηματολόγιο – Κατανόηση

Δέσμευση

Σε αυτή την ενότητα ερωτήσεων, εξετάζεται το κατά πόσο οι τρισδιάστατες απεικονίσεις κατάφεραν να δεσμεύσουν την προσοχή και την προσήλωση των ερωτηθέντων.

Σε μια κλίμακα από το 1 έως το 5, βαθμολογήστε το επίπεδο δέσμευσής σας κατά τη διάρκεια της αλληλεπίδρασής σας με τις προσομοιώσεις, με το 1 να είναι "καθόλου δεσμευμένος" και το 5 να είναι "πολύ δεσμευμένος".

	1	2	3	4	5	
καθόλου δεσμευμένος	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	πολύ δεσμευμένος

Σε μια κλίμακα από το 1 έως το 5, βαθμολογήστε κατά πόσο η διαδραστική φύση των προσομοιώσεων έκανε την εκμάθηση της φυσικής πιο ευχάριστη για εσάς, με το 1 να σημαίνει "όχι, καθόλου" και το 5 να σημαίνει "ναι, σημαντικά".

	1	2	3	4	5	
καθόλου	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	πάρα πολύ

Σε μια κλίμακα από το 1 έως το 5, βαθμολογήστε κατά πόσο συγκεκριμένα χαρακτηριστικά των προσομοιώσεων τράβηξαν το ενδιαφέρον και την προσοχή σας, με το 1 να σημαίνει "καθόλου" και το 5 να σημαίνει "πάρα πολύ".

	1	2	3	4	5	
καθόλου	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	πάρα πολύ

Εικόνα 33: Ερωτηματολόγιο – Δέσμευση

Συνάφεια

Στις επόμενες ερωτήσεις, διερευνάται η επίδραση των προσομοιώσεων στην ικανότητα των ερωτηθέντων να συνδέουν θεωρητικά προβλήματα φυσικής με ρεαλιστικά παραδείγματα της καθημερινότητας.

Σε μια κλίμακα από το 1 έως το 5, βαθμολογήστε πόσο σχετικές θεωρήσατε τις προσομοιώσεις με σενάρια της πραγματικής ζωής και εφαρμογές των αρχών της φυσικής, με το 1 να είναι "καθόλου σχετικές" και το 5 να είναι "πολύ σχετικές".

	1	2	3	4	5	
καθόλου σχετικές	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	πολύ σχετικές

Σε μια κλίμακα από το 1 έως το 5, βαθμολογήστε πόσο οι προσομοιώσεις βελτίωσαν την ικανότητά σας να συνδέετε τη φυσική με καθημερινές καταστάσεις, με το 1 να σημαίνει "καμία βελτίωση" και το 5 να σημαίνει "σημαντική βελτίωση".

	1	2	3	4	5	
καμία βελτίωση	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	σημαντική βελτίωση

Εικόνα 34: Ερωτηματολόγιο – Συνάφεια

Προτίμηση

Οι επόμενες ερωτήσεις αποσκοπούν στη συνολική αξιολόγηση των τρισδιάστατων εφαρμογών που παρουσιάστηκαν στους ερωτηθέντες, και στη συγκέντρωση προτάσεων για μελλοντικές βελτιώσεις.

Σε κλίμακα από το 1 έως το 5, βαθμολογήστε το βαθμό συμπάθειάς σας για τη φυσική ως αντικείμενο πριν από τη χρήση των διαδραστικών εφαρμογών φυσικής, με το 1 να σημαίνει "δεν σας αρέσει καθόλου" και το 5 "σας αρέσει πολύ".

	1	2	3	4	5	
δεν σας αρέσει καθόλου	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	σας αρέσει πολύ

Σε μια κλίμακα από το 1 έως το 5, βαθμολογήστε πόσο άλλαξε η συμπάθειά σας για τη φυσική ως αντικείμενο μετά τη χρήση των διαδραστικών εφαρμογών φυσικής, με το 1 να σημαίνει "μειώθηκε σημαντικά" και το 5 να σημαίνει "αυξήθηκε σημαντικά".

	1	2	3	4	5	
μειώθηκε σημαντικά	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	αυξήθηκε σημαντικά

Εικόνα 35: Ερωτηματολόγιο – Προτίμηση

Σε μια κλίμακα από το 1 έως το 5, βαθμολογήστε την προτίμησή σας για τη μελέτη της φυσικής χρησιμοποιώντας διαδραστικές προσομοιώσεις φυσικής ή παραδοσιακές μεθόδους μάθησης (π.χ. εγχειρίδια, διαλέξεις), με το 1 να σημαίνει "προτιμώ πιο πολύ τις παραδοσιακές μεθόδους" και το 5 να σημαίνει "προτιμώ πιο πολύ τις προσομοιώσεις".

1 2 3 4 5

προτιμώ πιο πολύ τις παραδοσιακές μεθόδους προτιμώ πιο πολύ τις προσομοιώσεις

Παρακαλείστε να δώσετε τυχόν πρόσθετα σχόλια ή προτάσεις σχετικά με την εμπειρία σας με τις διαδραστικές προσομοιώσεις φυσικής.

Η απάντησή σας _____

Σας ευχαριστούμε για την πολύτιμη συμβολή σας! Οι απαντήσεις σας θα συμβάλουν στη βελτίωση της μαθησιακής εμπειρίας για τους μελλοντικούς φοιτητές φυσικής.

Υποβολή Εκκαθάριση φόρμας

Εικόνα 36: Ερωτηματολόγιο - Προτίμηση, Ανατροφοδότηση και Υποβολή

7 Συζήτηση και ανάλυση

Σκοπός αυτού του κεφαλαίου είναι να παρουσιάσει και να αναλύσει τα αποτελέσματα που προέκυψαν από το ερωτηματολόγιο σχετικά με τις εμπειρίες των μαθητών από τις διαδραστικές προσομοιώσεις φυσικής. Στόχος της έρευνας ήταν να συγκεντρωθούν πολύτιμες πληροφορίες σχετικά με την αποτελεσματικότητα και την προτίμηση αυτών των προγραμμάτων έναντι των παραδοσιακών μεθόδων διδασκαλίας.

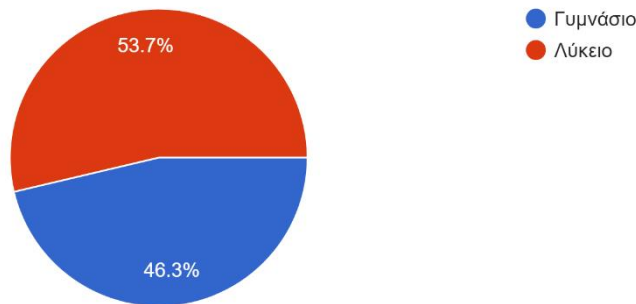
7.1 Παρουσίαση και ανάλυση των αποτελεσμάτων

Το ερωτηματολόγιο απέσπασε απαντήσεις από 153 μαθητές που είχαν την ευκαιρία να ασχοληθούν με τις διαδραστικές προσομοιώσεις φυσικής που αναπτύχθηκαν για την τάξη. Τα αποτελέσματα ήταν συντριπτικά θετικά, αποκαλύπτοντας μια ισχυρή προτίμηση για τα διαδραστικά προγράμματα σε σύγκριση με τις παραδοσιακές μεθόδους διδασκαλίας.

Αρχικά, σχετικά με την εισαγωγική ερώτηση, από το σύνολο των μαθητών, το μεγαλύτερο ποσοστό ανήκει στο Λύκειο (53.7%), ενώ το 46.3% ανήκει στο Γυμνάσιο.

Ποιο είναι το τρέχον επίπεδο της τάξης σας;

149 responses

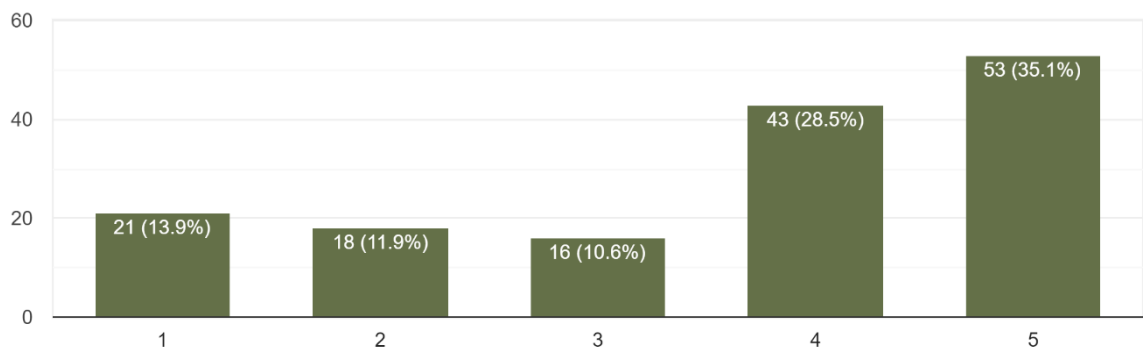


Εικόνα 37: Τρέχον επίπεδο τάξης

Στην ενότητα “Μαθησιακή εμπειρία”, τα δεδομένα αποκαλύπτουν μια σημαντική προτίμηση των ερωτηθέντων στις διαδραστικές προσομοιώσεις φυσικής, με το 63,1% να έχει προηγούμενη εμπειρία με τέτοιες προσομοιώσεις. Η προτίμηση αυτή ενισχύεται από ένα ακόμη υψηλότερο ποσοστό (65,5%) των μαθητών που προτιμούν αυτές τις προσομοιώσεις έναντι των παραδοσιακών τεχνικών μάθησης. Ενώ η πλειονότητα των μαθητών (63,6%) βρήκε τις διαδραστικές προσομοιώσεις χρήσιμες για την κατανόηση των αρχών της φυσικής σε πρακτικά σενάρια, υπάρχει αξιοσημείωτη αύξηση του αριθμού των μαθητών (17,2% και 14,6%) που ανέφεραν ότι οι προσομοιώσεις δεν ήταν τόσο αποτελεσματικές στην κατανόηση σύνθετων εννοιών της φυσικής.

Σε μια κλίμακα από το 1 έως το 5, βαθμολογήστε τη συνολική μαθησιακή σας εμπειρία με τις διαδραστικές προσομοιώσεις φυσικής, με το 1 να ...ή" και το 5 να σημαίνει "πολύ αποτελεσματική".

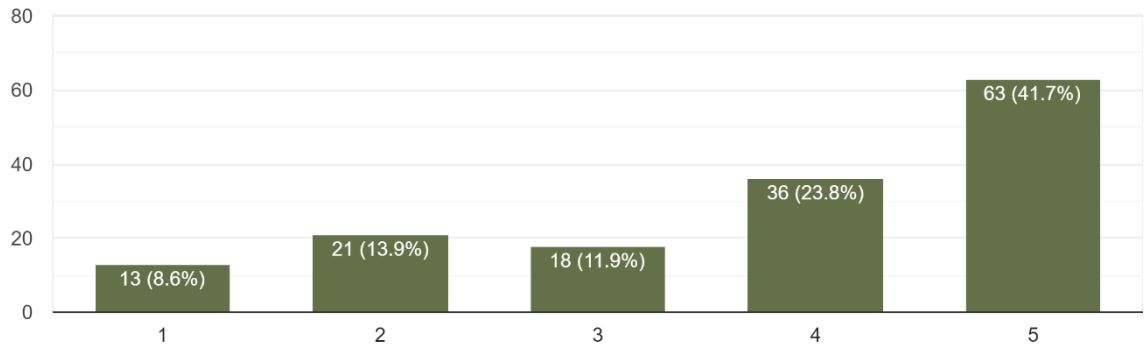
151 responses



Εικόνα 38: Μαθησιακή Εμπειρία - Πρώτη ερώτηση

Σε μια κλίμακα από το 1 έως το 5, παρακαλώ βαθμολογήστε την αποτελεσματικότητα των διαδραστικών προσομοιώσεων φυσικής σε σύγκριση ...τική" και το 5 να είναι "πιο αποτελεσματική".

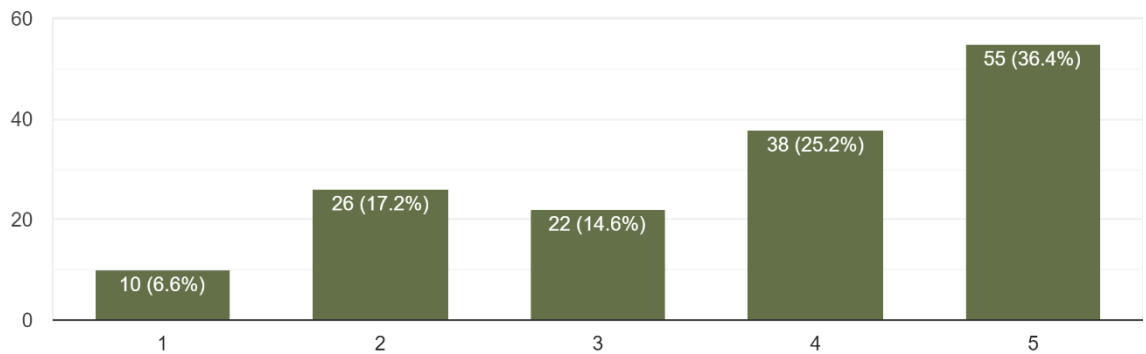
151 responses



Εικόνα 39: Μαθησιακή Εμπειρία - Δεύτερη ερώτηση

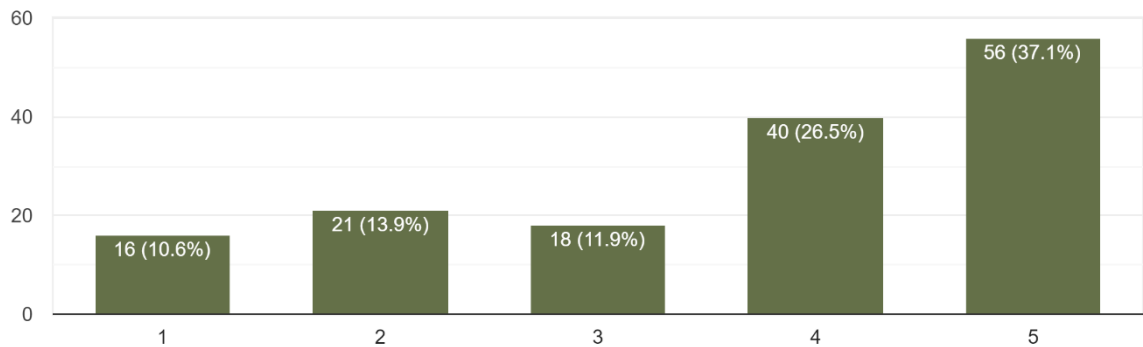
Σε μια κλίμακα από το 1 έως το 5, βαθμολογήστε πόσο σας βοήθησε η διαδραστική φύση των προσομοιώσεων να κατανοήσετε σύνθετες έννοιες ...βοήθησε" και το 5 να σημαίνει "βοήθησε πολύ".

151 responses



Εικόνα 40: Μαθησιακή Εμπειρία - Τρίτη ερώτηση

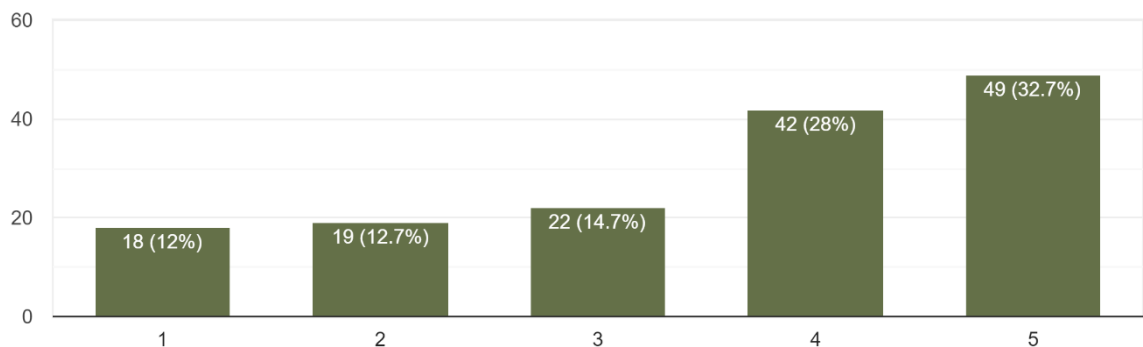
Σε μια κλίμακα από το 1 έως το 5, βαθμολογήστε πόσο οι προσομοιώσεις βελτίωσαν την κατανόηση των αρχών της φυσικής σε πρακτικά σενά...1 να είναι "καθόλου" και το 5 να είναι "πολύ".
151 responses



Εικόνα 41: Μαθησιακή Εμπειρία - Τέταρτη ερώτηση

Προχωρώντας στην ενότητα “Κατανόηση”, η πλειοψηφία των μαθητών (60,7%, 62,9% και 64,2%) αναγνώρισε ότι οι προσομοιώσεις διευκόλυναν την κατανόηση των εννοιών της φυσικής και την επίλυση προβλημάτων. Ωστόσο, ένα αξιοσημείωτο μέρος των ερωτηθέντων (24,7%, 26,5% και 22,5%) εξέφρασε την άποψη ότι οι προσομοιώσεις δεν παρείχαν ουσιαστική βοήθεια, ιδίως στην επίλυση προβλημάτων (17,2%).

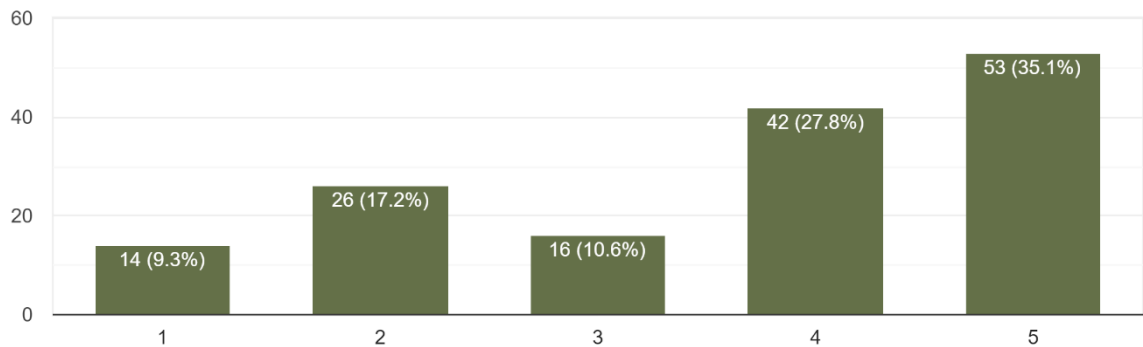
Μετά τη χρήση διαδραστικών προσομοιώσεων φυσικής, σε μια κλίμακα από το 1 έως το 5, αισθάνεστε πιο σίγουροι για την κατανόηση των εννο... 1 να σημαίνει "όχι" και το 5 να σημαίνει "ναι".
150 responses



Εικόνα 42: Κατανόηση - Πρώτη ερώτηση

Σε μια κλίμακα από το 1 έως το 5, βαθμολογήστε πόσο βελτιώθηκε η ικανότητά σας να λύσετε προβλήματα μετά τη χρήση των προσομοιώσεων, με...και το 5 να σημαίνει "βελτιώθηκε σημαντικά".

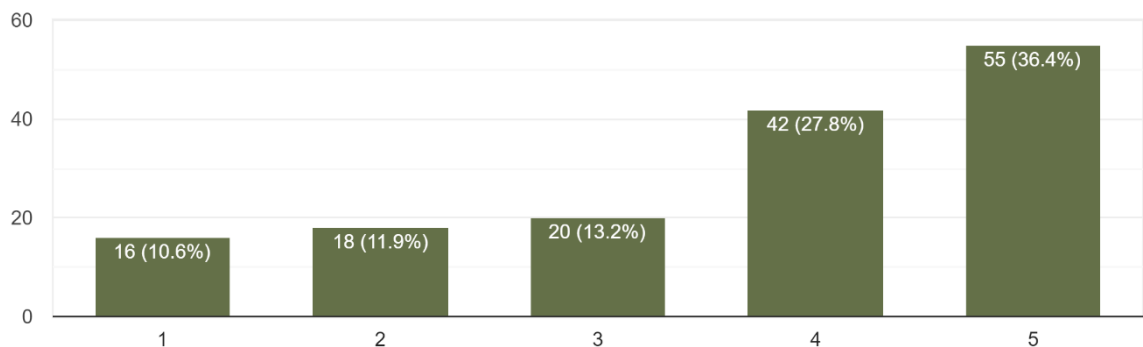
151 responses



Εικόνα 43: Κατανόηση - Δεύτερη ερώτηση

Εάν η ικανότητά σας να επιλύετε προβλήματα βελτιώθηκε πολύ, σε κλίμακα από το 1 έως το 5, βαθμολογήστε πόσο πιο εύκολη έγινε η επίλυση εν...λίτωση" και το 5 να σημαίνει "πολύ πιο εύκολη".

151 responses

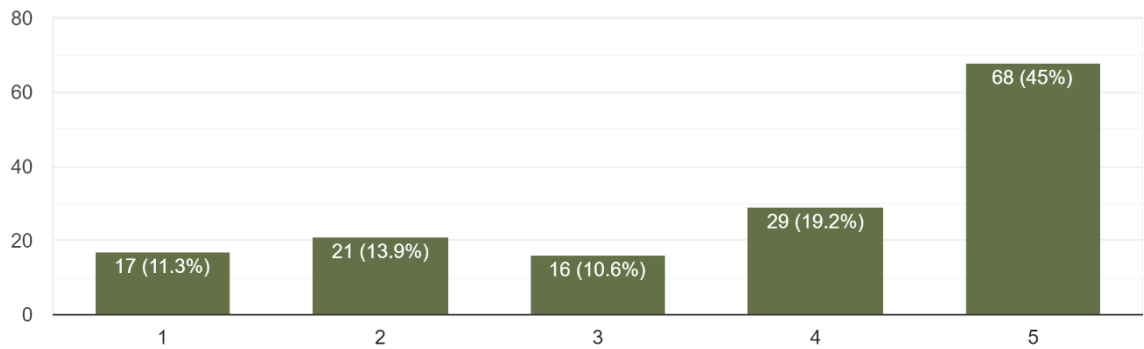


Εικόνα 44: Κατανόηση - Τρίτη ερώτηση

Στην ενότητα "Δέσμευση", η συντριπτική πλειοψηφία των μαθητών επέδειξε υψηλά επίπεδα δέσμευσης για τη χρήση προσομοιώσεων, με ποσοστά που κυμαίνονταν σταθερά γύρω στο 65,6%. Αντίθετα, μόνο ένα μικρό ποσοστό (που δεν ξεπέρασε το 15%) ανέφερε χαμηλότερα επίπεδα δέσμευσης.

Σε μια κλίμακα από το 1 έως το 5, βαθμολογήστε το επίπεδο δέσμευσής σας κατά τη διάρκεια της αλληλεπίδρασής σας με τις προσομοιώσεις, με...ευμένος" και το 5 να είναι "πολύ δεσμευμένος".

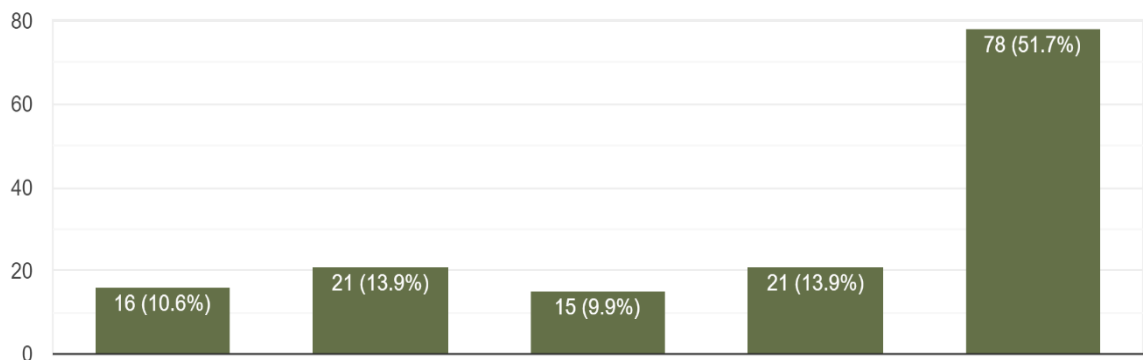
151 responses



Εικόνα 45: Δέσμευση - Πρώτη ερώτηση

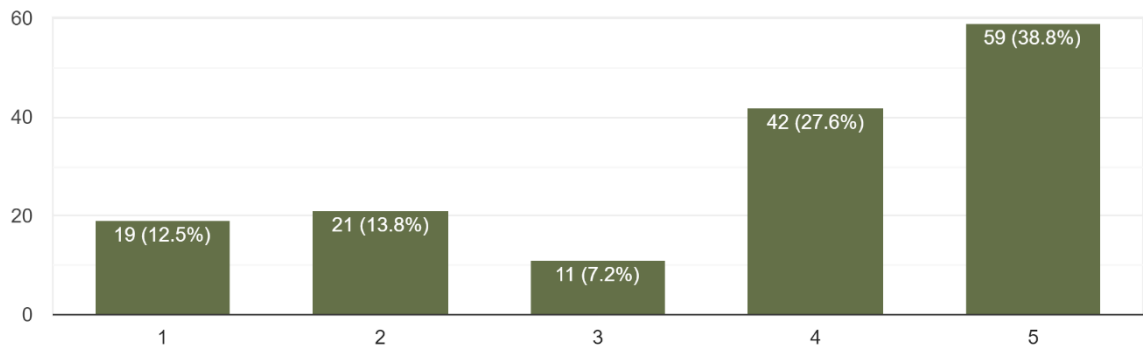
Σε μια κλίμακα από το 1 έως το 5, βαθμολογήστε κατά πόσο η διαδραστική φύση των προσομοιώσεων έκανε την εκμάθηση της φυσικής πι...θόλου" και το 5 να σημαίνει "ναι, σημαντικά".

151 responses



Εικόνα 46: Δέσμευση - Δεύτερη ερώτηση

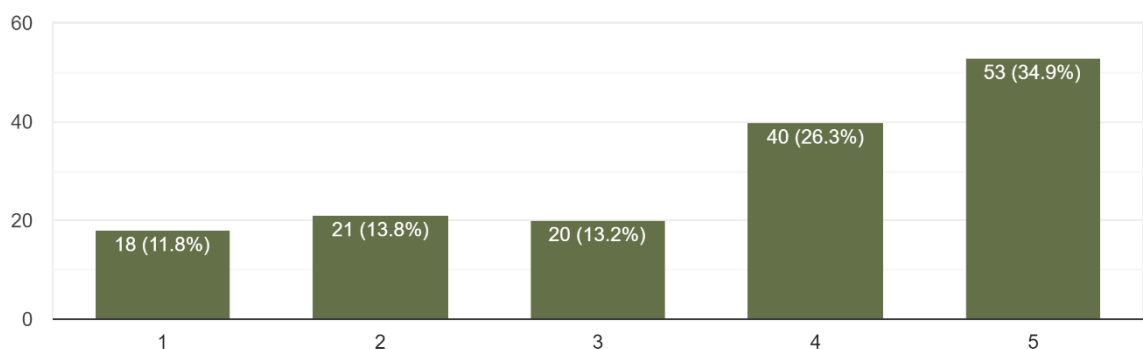
Σε μια κλίμακα από το 1 έως το 5, βαθμολογήστε κατά πόσο συγκεκριμένα χαρακτηριστικά των προσομοιώσεων τράβηξαν το ενδιαφέρον και την πρ...ι "καθόλου" και το 5 να σημαίνει "πάρα πολύ".
152 responses



Εικόνα 47: Δέσμευση - Τρίτη ερώτηση

Όσον αφορά την ενότητα “Συνάφεια”, οι αντιλήψεις των μαθητών για τη συνάφεια των προσομοιώσεων με τα σενάρια της πραγματικής ζωής ήταν αρκετά θετικές (61,2%). Ωστόσο, υπήρχαν ακόμη κάποιες αρνητικές απαντήσεις (25,6%), ενώ ένα μικρότερο ποσοστό των ερωτηθέντων (13,2%) παρέμεινε ουδέτερο. Είναι ενδιαφέρον ότι στη δεύτερη ερώτηση, οι αρνητικές απαντήσεις μειώθηκαν (24,3%), ενώ οι θετικές απαντήσεις αυξήθηκαν (61,8%), με ελάχιστη μεταβολή στις ουδέτερες απαντήσεις (13,8%).

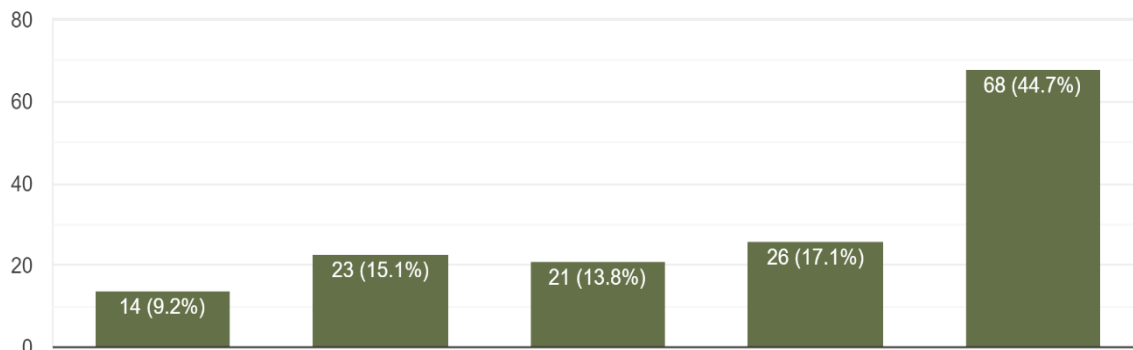
Σε μια κλίμακα από το 1 έως το 5, βαθμολογήστε πόσο σχετικές θεωρήσατε τις προσομοιώσεις με σενάρια της πραγματικής ζωής και εφαρμογές τ...υ σχετικές" και το 5 να είναι "πολύ σχετικές".
152 responses



Εικόνα 48: Συνάφεια - Πρώτη ερώτηση

Σε μια κλίμακα από το 1 έως το 5, βαθμολογήστε πόσο οι προσομοιώσεις βελτίωσαν την ικανότητά σας να συνδέετε τη φυσική με καθημερι...ση" και το 5 να σημαίνει "σημαντική βελτίωση".

152 responses

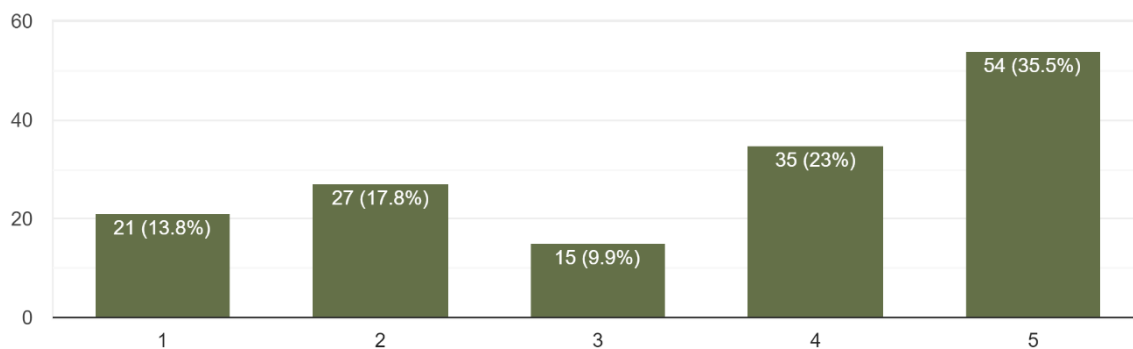


Εικόνα 49: Συνάφεια - Δεύτερη ερώτηση

Τέλος, στην ενότητα “Προτιμήσεις”, υπήρξε αξιοσημείωτη μεταβολή στις προτιμήσεις των μαθητών μετά την εφαρμογή των προσομοιώσεων. Το ποσοστό των μαθητών που δεν προτιμούσαν το μάθημα της φυσικής πριν από τη χρήση προσομοιώσεων μειώθηκε σημαντικά από 31,6% σε 22,3%. Αντίθετα, οι θετικές απαντήσεις αυξήθηκαν στο 67,7%, γεγονός που αντανακλά τη συντριπτική προτίμηση για το μάθημα με την ενσωμάτωση διαδραστικών προσομοιώσεων φυσικής. Ομοίως, όταν δόθηκε η δυνατότητα επιλογής μεταξύ διαδραστικών προσομοιώσεων και παραδοσιακών μεθόδων μάθησης, η πλειοψηφία των μαθητών (67,1%) επέλεξε την πρώτη, ενώ μια μειοψηφία (21%) εξακολουθούσε να προτιμά τις παραδοσιακές μεθόδους.

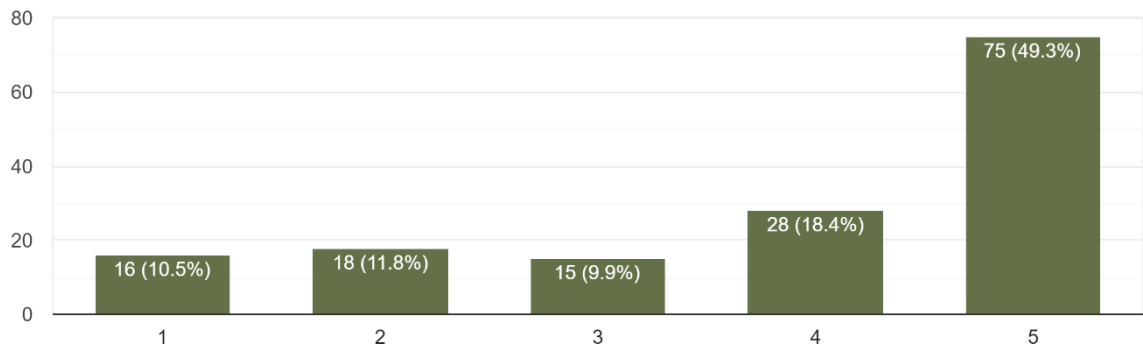
Σε κλίμακα από το 1 έως το 5, βαθμολογήστε το βαθμό συμπάθειάς σας για τη φυσική ως αντικείμενο πριν από τη χρήση των διαδραστικών ...ας αρέσει καθόλου" και το 5 "σας αρέσει πολύ".

152 responses



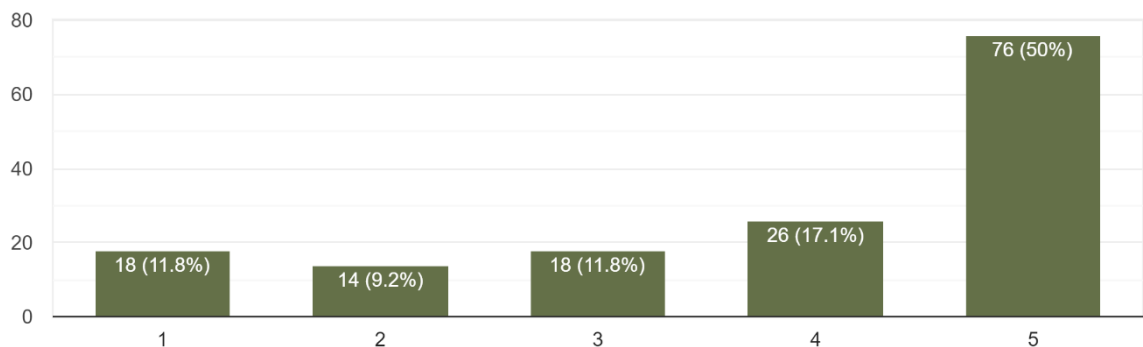
Εικόνα 50: Προτίμηση - Πρώτη ερώτηση

Σε μια κλίμακα από το 1 έως το 5, βαθμολογήστε πόσο άλλαξε η συμπάθειά σας για τη φυσική ως αντικείμενο μετά τη χρήση των διαδραστικών εφαρ...ά" και το 5 να σημαίνει "αυξήθηκε σημαντικά".
152 responses



Εικόνα 51: Προτίμηση - Δεύτερη ερώτηση

Σε μια κλίμακα από το 1 έως το 5, βαθμολογήστε την προτίμησή σας για τη μελέτη της φυσικής χρησιμοποιώντας διαδραστικές προσομοιώσεις φυ...μαίνει "προτιμώ πιο πολύ τις προσομοιώσεις".
152 responses



Εικόνα 52: Προτίμηση - Τρίτη ερώτηση

Συνολικά, τα δεδομένα αναδεικνύουν τον θετικό αντίκτυπο των διαδραστικών προσομοιώσεων φυσικής στις μαθησιακές εμπειρίες, την κατανόηση, τη δέσμευση και την προτίμηση των μαθητών για την εκπαίδευση στη φυσική. Αν και υπάρχουν ορισμένοι τομείς για βελτίωση, τα αποτελέσματα καταδεικνύουν τη δυνατότητα αυτών των προσομοιώσεων να ενισχύσουν τη μαθησιακή πορεία των μαθητών.

7.2 Σύγκριση με παραδοσιακές μεθόδους διδασκαλίας

Η σύγκριση μεταξύ των διαδραστικών προσομοιώσεων φυσικής και των παραδοσιακών μεθόδων διδασκαλίας κατέδειξε σαφή πλεονεκτήματα για την πρώτη. Ενώ οι συμβατικές μέθοδοι μάθησης ήταν απαραίτητες για την οικοδόμηση θεμελίων στη

φυσική, οι προσομοιώσεις αποδείχθηκαν πολύτιμο συμπλήρωμα του περιβάλλοντος της τάξης.

Οι μαθητές εξέφρασαν ότι οι διαδραστικές προσομοιώσεις διευκόλυναν τη βαθύτερη κατανόηση των αρχών της φυσικής παρέχοντας μια οπτική και διαδραστική μαθησιακή εμπειρία. Η δυνατότητα χειρισμού μεταβλητών και παρατήρησης δυναμικών αλλαγών σε πραγματικό χρόνο επέτρεψε στους μαθητές να οπτικοποιήσουν πολύπλοκες έννοιες, με αποτέλεσμα τη βελτίωση της συγκράτησης και της κατανόησης.

Αντίθετα, οι παραδοσιακές μέθοδοι διδασκαλίας συχνά βασίζονταν σε μεγάλο βαθμό σε αφηρημένες μαθηματικές εξισώσεις και θεωρητικές εξηγήσεις, τις οποίες ορισμένοι μαθητές θεωρούσαν δύσκολο να κατανοήσουν πλήρως. Η έλλειψη απτών αναπαραστάσεων και διαδραστικών στοιχείων στην παραδοσιακή διδασκαλία μπορεί να συνέβαλε στη μειωμένη εμπλοκή και στην περιορισμένη πρακτική εφαρμογή των αρχών της φυσικής.

7.3 Οφέλη και περιορισμοί του προτεινόμενου προγράμματος

Η εφαρμογή διαδραστικών προσομοιώσεων φυσικής παρουσίασε πολλά οφέλη τόσο για τους μαθητές όσο και για τους εκπαιδευτικούς. Ένα από τα πρωταρχικά πλεονεκτήματα ήταν η αυξημένη εμπλοκή και το ενδιαφέρον των μαθητών. Ο διαδραστικός χαρακτήρας των προσομοιώσεων καθήλωσε τους μαθητές, καλλιεργώντας την αίσθηση της περιέργειας και της εξερεύνησης που παρακίνησε τους μαθητές να συμμετέχουν ενεργά στη μαθησιακή διαδικασία.

Οι προσομοιώσεις επέτρεψαν επίσης εξατομικευμένες μαθησιακές εμπειρίες, καλύπτοντας τις ατομικές ανάγκες και τα μαθησιακά στυλ των μαθητών. Οι μαθητές μπορούσαν να προχωρούν με το δικό τους ρυθμό, να επαναλαμβάνουν τις προσομοιώσεις ανάλογα με τις ανάγκες τους και να λαμβάνουν άμεση ανατροφοδότηση, διευκολύνοντας τη βαθύτερη κατανόηση δύσκολων εννοιών.

Επιπλέον, οι διαδραστικές προσομοιώσεις γεφύρωσαν το χάσμα μεταξύ της θεωρητικής γνώσης και των εφαρμογών στον πραγματικό κόσμο. Οι μαθητές εκτίμησαν τη συνάφεια των προσομοιώσεων με καθημερινά σενάρια, δίνοντάς τους τη δυνατότητα να συνδέσουν τις αρχές της φυσικής με πρακτικές καταστάσεις.

Παρά τα συντριπτικά οφέλη, παρατηρήθηκαν ορισμένοι περιορισμοί. Οι τεχνικοί περιορισμοί και η πρόσβαση στην απαραίτητη τεχνολογία θα μπορούσαν να αποτελέσουν

προκλήσεις για την εφαρμογή σε ορισμένα εκπαιδευτικά περιβάλλοντα. Επιπλέον, η αποτελεσματικότητα των προσομοιώσεων μπορεί να ποικίλλει ανάλογα με τις ατομικές προτιμήσεις των μαθητών και την προηγούμενη έκθεση στη μάθηση με βάση την τεχνολογία.

7.4 Πιθανοί τομείς βελτίωσης και μελλοντικές εξελίξεις

Παρόλο που τα αποτελέσματα του ερωτηματολογίου έδειξαν θετικά σχόλια για τις διαδραστικές προσομοιώσεις φυσικής, υπάρχουν ευκαιρίες για συνεχή βελτίωση και μελλοντικές εξελίξεις. Η αντιμετώπιση τεχνικών προκλήσεων, όπως η βελτιστοποίηση των προσομοιώσεων για διάφορες συσκευές και συνδεσιμότητα, μπορεί να εξασφαλίσει ευρύτερη προσβασιμότητα και χρήση.

Η βελτίωση της ποικιλίας των σεναρίων προσομοίωσης και των επιπέδων πολυπλοκότητας μπορεί να καλύψει μαθητές με διαφορετικά επίπεδα δεξιοτήτων. Επιπλέον, η ενσωμάτωση ανατροφοδότησης από τους μαθητές και τους εκπαιδευτικούς για την προσαρμογή των προσομοιώσεων στις συγκεκριμένες ανάγκες και προτιμήσεις τους μπορεί να ενισχύσει περαιτέρω την εκπαιδευτική τους αξία.

Οι μελλοντικές εξελίξεις μπορεί να περιλαμβάνουν την ενσωμάτωση προηγμένων χαρακτηριστικών, όπως η επαυξημένη πραγματικότητα (AR) και η εικονική πραγματικότητα (VR), για τη δημιουργία ακόμη πιο καθηλωτικών και διαδραστικών μαθησιακών εμπειριών. Επιπλέον, η συνεχιζόμενη έρευνα και η συνεργασία μεταξύ εκπαιδευτικών και προγραμματιστών μπορεί να συμβάλει στην τελειοποίηση και επέκταση των διαδραστικών προσομοιώσεων φυσικής ώστε να ανταποκρίνονται στις εξελισσόμενες εκπαιδευτικές απαιτήσεις.

8 Συμπεράσματα

Το αποκορύφωμα αυτής της μελέτης αποκαλύπτει αδιάσειστα στοιχεία που υποστηρίζουν την αποτελεσματικότητα και την προτίμηση των διαδραστικών προσομοιώσεων φυσικής στο πλαίσιο της εκπαίδευσης στη στερεά μηχανική. Μέσω της εφαρμογής διαδραστικών τρισδιάστατων εργαλείων, οι μαθητές επέδειξαν υψηλότερο επίπεδο εμπλοκής και ενδιαφέροντος για το αντικείμενο. Η βελτιωμένη κατανόηση σύνθετων εννοιών της φυσικής και οι βελτιωμένες δεξιότητες επίλυσης προβλημάτων μετά την αλληλεπίδραση με τις προσομοιώσεις υπογραμμίζουν τον πολύτιμο ρόλο που

διαδραματίζουν αυτά τα προγράμματα στη μαθησιακή διαδικασία. Η θετική ανατροφοδότηση από το ερωτηματολόγιο επιβεβαιώνει ότι οι διαδραστικές προσομοιώσεις έχουν τη δυνατότητα να μετατρέψουν την παραδοσιακή αίθουσα διδασκαλίας της φυσικής σε ένα ελκυστικό και διαδραστικό περιβάλλον που προάγει την ενεργό μάθηση και την εννοιολογική κατανόηση.

Η ενσωμάτωση διαδραστικών τρισδιάστατων εργαλείων στην εκπαίδευση της φυσικής σηματοδοτεί μια σημαντική πρόοδο στη διδασκαλία και εκμάθηση της στερεάς μηχανικής. Παρέχοντας στους μαθητές δυναμικές οπτικές αναπαραστάσεις φυσικών φαινομένων, οι προσομοιώσεις αυτές γεφυρώνουν το χάσμα μεταξύ θεωρίας και πραγματικών εφαρμογών. Οι μαθητές μπορούν να χειρίζονται τις μεταβλητές, να διεξάγουν πειράματα και να παρατηρούν τα αποτελέσματα σε πραγματικό χρόνο, ενισχύοντας έτσι την κατανόηση των σύνθετων αρχών της μηχανικής. Η δυνατότητα οπτικοποίησης και αλληλεπίδρασης με αφηρημένες έννοιες δίνει τη δυνατότητα στους μαθητές να κατανοήσουν τις θεμελιώδεις αρχές με μεγαλύτερη σαφήνεια, προωθώντας μια βαθύτερη και πιο ουσιαστική μαθησιακή εμπειρία.

Επιπλέον, οι διαδραστικές προσομοιώσεις επιτρέπουν στους εκπαιδευτικούς να προσαρμόζουν τις μεθοδολογίες διδασκαλίας τους ώστε να ανταποκρίνονται στις διαφορετικές ανάγκες των μαθητών. Τα εργαλεία αυτά διευκολύνουν τις εξατομικευμένες μαθησιακές εμπειρίες, όπου οι μαθητές μπορούν να εξερευνήσουν τις έννοιες με το δικό τους ρυθμό και να λάβουν άμεση ανατροφοδότηση, βελτιστοποιώντας την κατανόηση και τη διατήρησή τους. Ως αποτέλεσμα, τα διαδραστικά τρισδιάστατα εργαλεία όχι μόνο ενισχύουν την εκπαίδευση στη φυσική, αλλά συμβάλλουν επίσης στη συνολική κατανόηση και εκτίμηση της στερεάς μηχανικής ως θεμελιώδους πειθαρχίας της φυσικής.

Η σημασία των διαδραστικών τρισδιάστατων εργαλείων στη μάθηση εκτείνεται πέρα από την εκπαίδευση στη φυσική. Καθώς η τεχνολογία συνεχίζει να εξελίσσεται, τα εργαλεία αυτά διαθέτουν τεράστιες δυνατότητες για τον μετασχηματισμό διαφόρων κλάδων και εκπαιδευτικών προτύπων. Ο διαδραστικός και καθηλωτικός χαρακτήρας των τρισδιάστατων προσομοιώσεων αιχμαλωτίζει τους μαθητές, καλλιεργώντας μια αίσθηση περιέργειας και εξερεύνησης που παρακινεί την ενεργό συμμετοχή. Αυτή η δυναμική προσέγγιση της μάθησης έχει τη δυνατότητα να φέρει επανάσταση στις παραδοσιακές μεθόδους διδασκαλίας και να δημιουργήσει ένα περιβάλλον όπου οι μαθητές εμπλέκονται βαθιά και παρακινούνται να εξερευνήσουν πολύπλοκα θέματα.

Επιπλέον, τα διαδραστικά τρισδιάστατα εργαλεία παρέχουν μια γέφυρα μεταξύ της θεωρητικής γνώσης και της εφαρμογής στον πραγματικό κόσμο, επιτρέποντας στους μαθητές να δουν την πρακτική συνάφεια των ακαδημαϊκών εννοιών. Αυτή η σύνδεση με σενάρια της πραγματικής ζωής ενισχύει την κριτική σκέψη των μαθητών και τις ικανότητες επίλυσης προβλημάτων, προετοιμάζοντάς τους να αντιμετωπίσουν προκλήσεις πέρα από το περιβάλλον της σχολικής τάξης.

Η ενσωμάτωση διαδραστικών τρισδιάστατων εργαλείων στην εκπαίδευση ευθυγραμμίζεται με τις εξελισσόμενες ανάγκες των σύγχρονων μαθητών, οι οποίοι ευδοκιμούν σε διαδραστικά και τεχνολογικά προηγμένα περιβάλλοντα. Καθώς οι εκπαιδευτικοί συνεχίζουν να αξιοποιούν τη δύναμη αυτών των εργαλείων, τα όρια της παραδοσιακής εκπαίδευσης θα διευρυνθούν, επιτρέποντας μεγαλύτερη δημιουργικότητα, καινοτομία και αποτελεσματικότητα στη διάδοση της γνώσης.

Βιβλιογραφία

Bruce Sherwood, Physics and Computation, Available at: <https://brucesherwood.net/>

Calltutors. Top 5 Reasons For Why Physics Is Important?, n.d., Available at: <https://www.calltutors.com/blog/why-physics-is-important/>

Content Generate (2020). Physics and its Importance, November 21, 2020, Available at: <https://contentgenerate.com/physics-and-its-importance/>

Ellermeijer, T., Tran, TB. (2019). Technology in Teaching Physics: Benefits, Challenges, and Solutions. In: Pietrocola, M. (eds) Upgrading Physics Education to Meet the Needs of Society. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-96163-7_3

Esquembre F. (2002). Computers in physics education, Computer Physics Communications, Volume 147, Issues 1–2, Pages 13-18, ISSN 0010-4655, [https://doi.org/10.1016/S0010-4655\(02\)00197-2](https://doi.org/10.1016/S0010-4655(02)00197-2).

Euler, M. (2004). Quality development: Challenges to physics education. In Quality development in teacher education and training, Girep book of selected papers, Forum, Udine (pp. 17-30).

Fendt W. Apps on Physics, Available at: <https://www.walter-fendt.de/html5/phe1/>

Kirner C. (2022). Why is solid mechanics important in engineering? July 26, 2022, Available at: <https://www.myassignmentservices.com/blog/why-is-solid-mechanics-important-in-engineering>

National Research Council (2013). Adapting to a Changing World – Challenges and Opportunities in Undergraduate Physics Education.

Python in education, n.d., Available at: <https://education.python.org/>

Phet Interactive Simulations, Available at: <https://phet.colorado.edu/>

Seilias Physics and Photography, Available at: <https://www.seilias.gr/>

The Scientific World, (2021). The Importance of Physics in our Daily Lives, September 30, 2021, Available at: <https://www.scientificworldinfo.com/2021/09/importance-of-physics-in-our-daily-life.html>.

Tollervey N. H. (2015). Python in Education, Published by O'Reilly Media, Inc., 1005 Gravenstein Highway North, Sebastopol, CA 95472, April 2015.

Web VPython. Available at: <https://glowsript.org/>

