



ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΑΝΟΙΚΤΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ

Μεταπτυχιακή Ειδίκευση Καθηγητών Φυσικών Επιστημών
(ΚΦΕ)

Διπλωματική Εργασία

**Η Τεχνητή Νοημοσύνη (Artificial Intelligence) στη Διδασκαλία
των Φυσικών Επιστημών και ο Ρόλος της στη Βελτιστοποίηση
των Μαθησιακών Αποτελεσμάτων**

Μουρατίδου Δήμητρα

Επιβλέπων καθηγητής: Νόνης Σταύρος

Πάτρα, Σεπτέμβριος 2026

Η παρούσα εργασία αποτελεί πνευματική ιδιοκτησία του φοιτητή («συγγραφέας/δημιουργός») που την εκπόνησε. Στο πλαίσιο της πολιτικής ανοικτής πρόσβασης ο συγγραφέας/δημιουργός εκχωρεί στο ΕΑΠ, μη αποκλειστική άδεια χρήσης του δικαιώματος αναπαραγωγής, προσαρμογής, δημόσιου δανεισμού, παρουσίασης στο κοινό και ψηφιακής διάχυσής τους διεθνώς, σε ηλεκτρονική μορφή και σε οποιοδήποτε μέσο, για διδακτικούς και ερευνητικούς σκοπούς, άνευ ανταλλάγματος και για όλο το χρόνο διάρκειας των δικαιωμάτων πνευματικής ιδιοκτησίας. Η ανοικτή πρόσβαση στο πλήρες κείμενο για μελέτη και ανάγνωση δεν σημαίνει καθ' οιονδήποτε τρόπο παραχώρηση δικαιωμάτων διανοητικής ιδιοκτησίας του συγγραφέα/δημιουργού ούτε επιτρέπει την αναπαραγωγή, αναδημοσίευση, αντιγραφή, αποθήκευση, πώληση, εμπορική χρήση, μετάδοση, διανομή, έκδοση, εκτέλεση, «μεταφόρτωση» (downloading), «ανάρτηση» (uploading), μετάφραση, τροποποίηση με οποιονδήποτε τρόπο, τμηματικά ή περιληπτικά της εργασίας, χωρίς τη ρητή προηγούμενη έγγραφη συναίνεση του συγγραφέα/δημιουργού. Ο συγγραφέας/δημιουργός διατηρεί το σύνολο των ηθικών και περιουσιακών του δικαιωμάτων.

**Η Τεχνητή Νοημοσύνη (Artificial Intelligence) στη Διδασκαλία
των Φυσικών Επιστημών και ο Ρόλος της στη Βελτιστοποίηση
των Μαθησιακών Αποτελεσμάτων**

Μουρατίδου Δήμητρα

Επιτροπή Επίβλεψης Πτυχιακής / Διπλωματικής Εργασίας

Επιβλέπων Καθηγητής:

Νόνης Σταύρος

ΣΕΠ ΕΑΠ

Συν-Επιβλέπων Καθηγητής:

Λέισος Αντώνιος

Καθηγητής ΕΑΠ

Πάτρα, Σεπτέμβριος 2026

Ευχαριστίες

Θα ήθελα να εκφράσω τις θερμές μου ευχαριστίες προς τον επιβλέποντα καθηγητή μου, Σταύρο Νόννη, για την ουσιαστική υποστήριξη και την καθοδήγηση που μου παρείχε κατά τη διάρκεια εκπόνησης της παρούσας εργασίας. Οι παρατηρήσεις, οι συμβουλές και το ενδιαφέρον του συνέβαλαν σημαντικά στη διαμόρφωση και ολοκλήρωση της ερευνητικής αυτής προσπάθειας.

Οφείλω επίσης ένα μεγάλο ευχαριστώ στην οικογένειά μου για την αδιάκοπη υποστήριξη και εμπιστοσύνη που μου έδειξε σε όλη τη διάρκεια των σπουδών.

Περίληψη

Η παρούσα διπλωματική εργασία διερευνά τον ρόλο της Τεχνητής Νοημοσύνης στην εκπαίδευση και τις δυνατότητες αξιοποίησής της για τη βελτιστοποίηση της μαθησιακής διαδικασίας και την αποτελεσματικότερη επίτευξη των επιδιωκόμενων μαθησιακών αποτελεσμάτων. Η Τεχνητή Νοημοσύνη αποτελεί πλέον αναπόσπαστο μέρος της σύγχρονης καθημερινότητας, επηρεάζοντας σημαντικά πολλούς τομείς της ανθρώπινης δραστηριότητας, από την αυτοματοποίηση διαδικασιών και τη βελτιστοποίηση σύνθετων λειτουργιών έως την εξατομικευμένη πρόσβαση στη γνώση και την αποτελεσματικότερη διαχείριση της πληροφορίας. Στον χώρο της εκπαίδευσης, η συνεχώς αυξανόμενη παρουσία της δημιουργεί νέες δυνατότητες για εξατομικευμένη μάθηση, παραγωγή εκπαιδευτικού υλικού, υποστήριξη της διδασκαλίας και ενίσχυση της μαθησιακής εμπειρίας.

Για τις ανάγκες της μελέτης εξετάστηκαν βιβλιογραφικά και πειραματικά πέντε σύγχρονα εργαλεία Τεχνητής Νοημοσύνης: ChatGPT, Gemini, NotebookLM, MagicSchool AI και Curipod. Η αξιολόγησή τους πραγματοποιήθηκε με βάση τρεις βασικούς άξονες: την επιστημονική ακρίβεια σε σχέση με το περιεχόμενο των σχολικών εγχειριδίων, την παιδαγωγική συμβατότητα με τους επιδιωκόμενους μαθησιακούς στόχους, καθώς και τη σαφήνεια και τη δομική ποιότητα του παραγόμενου εκπαιδευτικού υλικού.

Τα αποτελέσματα της βιβλιογραφικής ανασκόπησης και της πειραματικής διαδικασίας ανέδειξαν σημαντικές δυνατότητες των εργαλείων αυτών στην υποστήριξη του εκπαιδευτικού έργου, αλλά παράλληλα και περιορισμούς που σχετίζονται με την αξιοπιστία, την επιστημονική εγκυρότητα και την παιδαγωγική συνέπεια του παραγόμενου περιεχομένου. Συνεπώς, ο ρόλος του εκπαιδευτικού αναπροσδιορίζεται, καθώς καλείται να αποκτήσει νέες ψηφιακές δεξιότητες, να ενσωματώσει κριτικά και υπεύθυνα τις τεχνολογίες Τεχνητής Νοημοσύνης στη διδακτική πράξη, να εποπτεύει τη χρήση τους στο μαθησιακό περιβάλλον και να αξιολογεί συστηματικά τα αποτελέσματά τους.

Λέξεις – Κλειδιά

Τεχνητή Νοημοσύνη, Εκπαίδευση, Παραγωγή Εκπαιδευτικού Υλικού, Εξατομικευμένη Μάθηση, ChatGPT, Gemini, NotebookLM, MagicSchool AI, Curipod

Abstract

This thesis examines the role of Artificial Intelligence in education and its potential to optimize the learning process and enhance the effective achievement of intended learning outcomes. Artificial Intelligence has become an integral part of modern everyday life, significantly influencing various aspects of human activity, ranging from process automation and the optimization of complex operations to personalized access to knowledge and more efficient information management. In the field of education, its increasing integration into educational practice creates new opportunities for personalized learning, educational content generation, instructional support, and the enhancement of the overall learning experience.

For the purposes of this study, five contemporary Artificial Intelligence tools were examined through both literature review and experimental application: ChatGPT, Gemini, NotebookLM, MagicSchool AI, and Curipod. Their evaluation was based on three main dimensions: scientific accuracy in relation to the content of school textbooks, pedagogical compatibility with the intended learning objectives, as well as the clarity and structural quality of the generated educational material.

The findings of both the literature review and the experimental process highlighted the significant potential of these tools in supporting educational practice, while also revealing limitations related to the reliability, scientific validity, and pedagogical consistency of the generated content. Consequently, the role of the educator is being redefined, as educators are called upon to develop new digital competencies, critically and responsibly integrate Artificial Intelligence technologies into teaching practice, supervise their use within the learning environment, and systematically evaluate their outcomes.

Keywords

Artificial Intelligence, Education, Educational Content Generation, Personalized Learning, ChatGPT, Gemini, NotebookLM, MagicSchool AI, Curipod

Περιεχόμενα

Ευχαριστίες.....	iv
Περίληψη.....	v
Abstract.....	vi
Περιεχόμενα.....	vii
Κατάλογος Εικόνων / Σχημάτων.....	ix
Συντομογραφίες & Ακρωνύμια	xv
1. Εισαγωγή.....	1
1.1 Τι Είναι η Τεχνητή Νοημοσύνη (Artificial Intelligence, AI);.....	2
1.2 Δομικά Χαρακτηριστικά της Τεχνητής Νοημοσύνης	2
1.2.1 Αντίληψη (Perception)	3
1.2.2 Συλλογιστική και Λήψη Αποφάσεων (Reasoning and Decision-Making).....	3
1.2.3 Μάθηση (Learning).....	4
1.2.4 Επεξεργασία Φυσικής Γλώσσας (Natural Language Processing).....	4
1.2.5 Ρομποτική (Robotics).....	5
1.3 Σκοπός της Εργασίας	5
2. Εργαλεία Τεχνητής Νοημοσύνης στην Εκπαίδευση	7
2.1 ChatGPT.....	7
2.1.1 Δημιουργία Περιλήψεων.....	7
2.1.2 Δημιουργία Σχεδίων Μαθημάτων.....	16
2.1.3 Δημιουργία Φύλλων Εργασίας.....	27
2.1.4 Δημιουργία Κουίζ.....	32
2.1.5 Προτερήματα	41
2.1.6 Μειονεκτήματα	42
2.1.7 Κόστος και Προσβασιμότητα	44
2.2 Gemini.....	44
2.2.1 Δημιουργία Σχεδίων Μαθημάτων.....	45
2.2.2 Δημιουργία Φύλλων Εργασίας.....	50
2.2.3 Δημιουργία Κουίζ.....	54
2.2.4 Προτερήματα	63
2.2.5 Μειονεκτήματα	64
2.2.6 Κόστος και Προσβασιμότητα	66
2.3 NotebookLM.....	66
2.3.1 Δημιουργία Περιλήψεων.....	67
2.3.2 Προτερήματα	74
2.3.3 Μειονεκτήματα	75
2.3.4 Κόστος και Προσβασιμότητα	76
2.4 MagicSchool AI.....	77
2.4.1 Δημιουργία Σχεδίων Μαθημάτων.....	77
2.4.2 Δημιουργία PBL Δραστηριοτήτων.....	83
2.4.3 Διαφοροποίηση Διδακτικού Υλικού.....	90
2.4.4 Προτερήματα	102
2.4.5 Μειονεκτήματα	103
2.4.6 Κόστος και Προσβασιμότητα	104

2.5 Curipod.....	105
2.5.1 Σχεδιασμός Διαδραστικών Μαθημάτων.....	105
2.5.2 Προτερήματα.....	133
2.5.3 Μειονεκτήματα	135
2.5.4 Κόστος και Προσβασιμότητα	136
3. Ηθικά Ζητήματα και Ενδεχόμενοι Κίνδυνοι.....	137
Συμπεράσματα	140
Βιβλιογραφία.....	142

Κατάλογος Εικόνων / Σχημάτων

Εικόνα 1 Ορισμός – Μοντέλο Κρούσεων.....	8
Εικόνα 2 Ορμή και Διατήρησή της.....	9
Εικόνα 3 Κινητική Ενέργεια και Είδος Κρούσης.....	9
Εικόνα 4 Κεντρικές Κρούσεις.....	9
Εικόνα 5 Πλάγια Κρούση.....	10
Εικόνα 6 Ώση.....	10
Εικόνα 7 Τυπικά Εξεταστικά Σημεία – Παγίδες.....	10
Εικόνα 8 Ελάχιστο “Toolkit” Εξισώσεων.....	10
Εικόνα 9 Τελική Συμβουλή Πανελλαδικών.....	11
Εικόνα 10 Μονόφυλλο Επανάληψης PDF με Σημειώσεις για τις Κρούσεις.....	12
Εικόνα 11 Ορισμός Κρούσης.....	14
Εικόνα 12 Κατηγορίες Κρούσεων.....	14
Εικόνα 13 Νόμος Διατήρησης της Ορμής.....	14
Εικόνα 14 Διατήρησης Κινητικής Ενέργειας.....	15
Εικόνα 15 Μη Ελαστικές Κρούσεις.....	15
Εικόνα 16 Πίνακας Κατηγοριών Κρούσεων.....	15
Εικόνα 17 Σχέδιο Μαθήματος.....	17
Εικόνα 18 Διδακτικοί Στόχοι.....	18
Εικόνα 19 Εισαγωγή.....	18
Εικόνα 20 Δραστηριότητες.....	19
Εικόνα 21 Οπτικοακουστικό Υλικό.....	19
Εικόνα 22 Έννοια Έργου και Μαθηματική Διατύπωση.....	20
Εικόνα 23 Παραδείγματα Καθημερινής Ζωής και Ενδεικτικές Ερωτήσεις.....	21
Εικόνα 24 Αξιολόγηση Μαθητών και Διαφοροποίηση Διδασκαλίας.....	22
Εικόνα 25 Προσθήκη Νέου Διδακτικού Στόχου.....	24
Εικόνα 26 Δραστηριότητα και Συσχέτιση του Έργου με την Έννοια της Ενέργειας.....	25
Εικόνα 27 Καθημερινά Παραδείγματα.....	26
Εικόνα 28 Ερωτήσεις Κατανόησης.....	26
Εικόνα 29 Ερωτήσεις Αξιολόγησης.....	26

Εικόνα 30 Παιδαγωγικό Συμπέρασμα.....	27
Εικόνα 31 Άσκηση 1.....	28
Εικόνα 32 Άσκηση 2.....	29
Εικόνα 33 Άσκηση 3.....	29
Εικόνα 34 Άσκηση 4.....	29
Εικόνα 35 Άσκηση 5.....	30
Εικόνα 36 Γράφημα x-t Άσκησης 2.....	31
Εικόνα 37 Γράφημα u-t Άσκησης 3.....	32
Εικόνα 38 Ερώτηση 1.....	33
Εικόνα 39 Ερώτηση 2.....	33
Εικόνα 40 Ερώτηση 3.....	34
Εικόνα 41 Ερώτηση 4.....	34
Εικόνα 42 Ερώτηση 5.....	34
Εικόνα 43 Ερώτηση 6.....	35
Εικόνα 44 Ερώτηση 7.....	35
Εικόνα 45 Ερώτηση 8.....	35
Εικόνα 46 Ερώτηση 9.....	36
Εικόνα 47 Ερώτηση 10.....	36
Εικόνα 48 Ομάδα Ερωτήσεων 1.....	38
Εικόνα 49 Ομάδα Ερωτήσεων 2.....	38
Εικόνα 50 Ομάδα Ερωτήσεων 3.....	38
Εικόνα 51 Ομάδα Ερωτήσεων 4.....	39
Εικόνα 52 Ομάδα Ερωτήσεων 5.....	39
Εικόνα 53 Ομάδα Ερωτήσεων 6.....	39
Εικόνα 54 Ομάδα Ερωτήσεων 7.....	40
Εικόνα 55 Ομάδα Ερωτήσεων 8.....	40
Εικόνα 56 Σχέδιο Μαθήματος.....	46
Εικόνα 57 Διδακτικοί Στόχοι.....	46
Εικόνα 58 Εισαγωγή.....	46
Εικόνα 59 Δραστηριότητες.....	47

Εικόνα 60 Έννοια Έργου και Μαθηματική Διατύπωση	48
Εικόνα 61 Οπτικοακουστικό Υλικό	48
Εικόνα 62 Ερωτήσεις Κατανόησης και Αξιολόγηση Μαθητών	49
Εικόνα 63 Διαφοροποίηση Διδασκαλίας	49
Εικόνα 64 Άσκηση 1	51
Εικόνα 65 Άσκηση 2	51
Εικόνα 66 Άσκηση 3	52
Εικόνα 67 Άσκηση 4	52
Εικόνα 68 Άσκηση 5	52
Εικόνα 69 Γράφημα x-t Άσκησης 2	54
Εικόνα 70 Ερώτηση 1	55
Εικόνα 71 Ερώτηση 2	55
Εικόνα 72 Ερώτηση 3	56
Εικόνα 73 Ερώτηση 4	56
Εικόνα 74 Ερώτηση 5	56
Εικόνα 75 Ερώτηση 6	57
Εικόνα 76 Ερώτηση 7	57
Εικόνα 77 Ερώτηση 8	57
Εικόνα 78 Ερώτηση 9	58
Εικόνα 79 Ερώτηση 10	58
Εικόνα 80 Ομάδα Ερωτήσεων 1	59
Εικόνα 81 Ομάδα Ερωτήσεων 2	60
Εικόνα 82 Ομάδα Ερωτήσεων 3	60
Εικόνα 83 Ομάδα Ερωτήσεων 4	61
Εικόνα 84 Ομάδα Ερωτήσεων 5	61
Εικόνα 85 Ομάδα Ερωτήσεων 6	61
Εικόνα 86 Ομάδα Ερωτήσεων 7	62
Εικόνα 87 Ομάδα Ερωτήσεων 8	62
Εικόνα 88 Περίληψη του Περιεχομένου του Συνδέσμου	67
Εικόνα 89 Ορισμός Κρούσης	68

Εικόνα 90 Κατηγορίες Κρούσεων.....	69
Εικόνα 91 Νόμος Διατήρησης της Ορμής.....	69
Εικόνα 92 Ενεργειακή Προσέγγιση Κρούσεων.....	69
Εικόνα 93 Κρίσιμα Σημεία για την Επίλυση Θεμάτων.....	70
Εικόνα 94 Εισαγωγική Διαφάνεια.....	71
Εικόνα 95 Ορισμός Κρούσης.....	71
Εικόνα 96 Νόμος Διατήρησης της Ορμής.....	72
Εικόνα 97 Κατηγορίες Κρούσεων.....	72
Εικόνα 98 Πίνακας Κατηγοριών Κρούσης ως προς την Ενέργεια.....	73
Εικόνα 99 Κινητικό Διάγραμμα.....	73
Εικόνα 100 Στόχοι, Αξιολόγηση Υπάρχουσας Γνώσης και Κύρια Σημεία.....	79
Εικόνα 101 Εισαγωγή Μαθήματος και Έννοιας της Πίεσης.....	80
Εικόνα 102 Θεωρητικές και Πειραματικές Ασκήσεις.....	81
Εικόνα 103 Κλείσιμο Μαθήματος και Εργασίες για το Σπίτι.....	81
Εικόνα 104 Καθοδήγηση για το Σχέδιο Μαθήματος βάσει των Αρχών της Project-Based Learning.....	84
Εικόνα 105 Σχέδιο Μαθήματος βάσει των Αρχών της Project-Based Learning.....	85
Εικόνα 106 Καθοδήγηση για τις Δραστηριότητες βάσει των Αρχών της Project-Based Learning.....	87
Εικόνα 107 Προτεινόμενες Δραστηριότητες, Μαθησιακοί Στόχοι και Ρόλοι Μαθητών	88
Εικόνα 108 Μορφές Αξιολόγησης, Πρότυπα, Παρατηρήσεις και Προτάσεις για Ρουμπρίκα	89
Εικόνα 109 Απλοποίηση Κειμένου για την Έννοια της Στροφορμής.....	91
Εικόνα 110 Ερωτήσεις Συμπλήρωσης Κενών.....	93
Εικόνα 111 Ερωτήσεις Πολλαπλής Επιλογής.....	93
Εικόνα 112 Ερωτήσεις Ανάπτυξης.....	94
Εικόνα 113 Απαντήσεις Ερωτήσεων.....	94
Εικόνα 114 Ερωτήσεις Συμπλήρωσης Κενών.....	96
Εικόνα 115 Ερωτήσεις Πολλαπλής Επιλογής.....	97
Εικόνα 116 Ερωτήσεις Ανάπτυξης.....	97
Εικόνα 117 Απαντήσεις Ερωτήσεων.....	98

Εικόνα 118 Ανάλυση Δεδομένων Άσκησης.....	99
Εικόνα 119 Επεξήγηση Όρων και Μεθοδολογία Άσκησης.....	100
Εικόνα 120 Υποδείξεις για την Επίλυση και την Επαλήθευση.....	101
Εικόνα 121 Διαφάνεια 1 του Σχεδίου Μαθήματος Θερμότητας.....	107
Εικόνα 122 Διαφάνεια 2 του Σχεδίου Μαθήματος Θερμότητας.....	107
Εικόνα 123 Διαφάνεια 3 του Σχεδίου Μαθήματος Θερμότητας.....	108
Εικόνα 124 Διαφάνεια 4 του Σχεδίου Μαθήματος Θερμότητας.....	108
Εικόνα 125 Διαφάνεια 5 του Σχεδίου Μαθήματος Θερμότητας.....	109
Εικόνα 126 Διαφάνεια 6 του Σχεδίου Μαθήματος Θερμότητας.....	109
Εικόνα 127 Διαφάνεια 7 του Σχεδίου Μαθήματος Θερμότητας.....	110
Εικόνα 128 Διαφάνεια 8 του Σχεδίου Μαθήματος Θερμότητας.....	110
Εικόνα 129 Διαφάνεια 9 του Σχεδίου Μαθήματος Θερμότητας.....	111
Εικόνα 130 Διαφάνεια 10 του Σχεδίου Μαθήματος Θερμότητας.....	111
Εικόνα 131 Διαφάνεια 11 του Σχεδίου Μαθήματος Θερμότητας.....	112
Εικόνα 132 Διαφάνεια 12 του Σχεδίου Μαθήματος Θερμότητας.....	112
Εικόνα 133 Διαφάνεια 13 του Σχεδίου Μαθήματος Θερμότητας.....	113
Εικόνα 134 Διαφάνεια 14 του Σχεδίου Μαθήματος Θερμότητας.....	113
Εικόνα 135 Διαφάνεια 15 του Σχεδίου Μαθήματος Θερμότητας.....	114
Εικόνα 136 Διαφάνεια 16 του Σχεδίου Μαθήματος Θερμότητας.....	114
Εικόνα 137 Διαφάνεια 17 του Σχεδίου Μαθήματος Θερμότητας.....	115
Εικόνα 138 Διαφάνεια 18 του Σχεδίου Μαθήματος Θερμότητας.....	115
Εικόνα 139 Διαφάνεια 19 του Σχεδίου Μαθήματος Θερμότητας.....	116
Εικόνα 140 Διαφάνεια 20 του Σχεδίου Μαθήματος Θερμότητας.....	116
Εικόνα 141 Αξιολόγηση Απάντησης Ερωτήματος Διαφάνειας 1.....	118
Εικόνα 142 Αξιολόγηση Απάντησης Ερωτήματος Διαφάνειας 14.....	119
Εικόνα 143 Αξιολόγηση Απάντησης Ερωτήματος Διαφάνειας 15.....	119
Εικόνα 144 Αξιολόγηση Απάντησης Ερωτήματος Διαφάνειας 16.....	120
Εικόνα 145 Αξιολόγηση Απάντησης Ερωτήματος Διαφάνειας 17.....	120
Εικόνα 146 Αξιολόγηση Απάντησης Ερωτήματος Διαφάνειας 20.....	121
Εικόνα 147 Σελίδα 1 Αρχείου PDF του Σχεδίου Μαθήματος Θερμότητας.....	122

Εικόνα 148 Σελίδα 2 Αρχείου PDF του Σχεδίου Μαθήματος Θερμότητας.....	123
Εικόνα 149 Σελίδα 3 Αρχείου PDF του Σχεδίου Μαθήματος Θερμότητας.....	123
Εικόνα 150 Σελίδα 4 Αρχείου PDF του Σχεδίου Μαθήματος Θερμότητας.....	124
Εικόνα 151 Σελίδα 5 Αρχείου PDF του Σχεδίου Μαθήματος Θερμότητας.....	124
Εικόνα 152 Σελίδα 6 Αρχείου PDF του Σχεδίου Μαθήματος Θερμότητας.....	125
Εικόνα 153 Σελίδα 7 Αρχείου PDF του Σχεδίου Μαθήματος Θερμότητας.....	125
Εικόνα 154 Σελίδα 8 Αρχείου PDF του Σχεδίου Μαθήματος Θερμότητας.....	126
Εικόνα 155 Σελίδα 9 Αρχείου PDF του Σχεδίου Μαθήματος Θερμότητας.....	126
Εικόνα 156 Σελίδα 10 Αρχείου PDF του Σχεδίου Μαθήματος Θερμότητας.....	127
Εικόνα 157 Σελίδα 11 Αρχείου PDF του Σχεδίου Μαθήματος Θερμότητας.....	127
Εικόνα 158 Σελίδα 12 Αρχείου PDF του Σχεδίου Μαθήματος Θερμότητας.....	128
Εικόνα 159 Σελίδα 13 Αρχείου PDF του Σχεδίου Μαθήματος Θερμότητας.....	128
Εικόνα 160 Σελίδα 14 Αρχείου PDF του Σχεδίου Μαθήματος Θερμότητας.....	129
Εικόνα 161 Σελίδα 15 Αρχείου PDF του Σχεδίου Μαθήματος Θερμότητας.....	129
Εικόνα 162 Σελίδα 16 Αρχείου PDF του Σχεδίου Μαθήματος Θερμότητας.....	130
Εικόνα 163 Σελίδα 17 Αρχείου PDF του Σχεδίου Μαθήματος Θερμότητας.....	130
Εικόνα 164 Σελίδα 18 Αρχείου PDF του Σχεδίου Μαθήματος Θερμότητας.....	131
Εικόνα 165 Σελίδα 19 Αρχείου PDF του Σχεδίου Μαθήματος Θερμότητας.....	131
Εικόνα 166 Σελίδα 20 Αρχείου PDF του Σχεδίου Μαθήματος Θερμότητας.....	132
Εικόνα 167 Σελίδα 21 Αρχείου PDF του Σχεδίου Μαθήματος Θερμότητας.....	132
Εικόνα 168 Σελίδα 22 Αρχείου PDF του Σχεδίου Μαθήματος Θερμότητας.....	133

Συντομογραφίες & Ακρωνύμια

AI	Artificial Intelligence
CTML	Cognitive Theory of Multimedia Learning
ITS	Intelligent Tutoring Systems
LLMs	Large Language Models
ML	Machine Learning
RAG	Retrieval-Augmented Generation

1. Εισαγωγή

Η χρήση της Τεχνητής Νοημοσύνης (Artificial Intelligence, AI) αποτελεί πλέον αναπόσπαστο κομμάτι της σύγχρονης καθημερινότητας, επηρεάζοντας βαθύτατα τόσο τον τρόπο με τον οποίο εργαζόμαστε και επικοινωνούμε, όσο και τον τρόπο με τον οποίο μαθαίνουμε. Τα τελευταία χρόνια, οι γοργοί ρυθμοί με τους οποίους εξελίσσονται τεχνολογίες όπως η Μηχανική Μάθηση (Machine Learning, ML), τα Ευφυή Συστήματα Διδασκαλίας (Intelligent Tutoring Systems, ITS) και τα Μεγάλα Γλωσσικά Μοντέλα (Large Language Models, LLMs) έχουν δημιουργήσει ένα νέο πλαίσιο ψηφιακών δυνατοτήτων, επιτρέποντας την ανάπτυξη εργαλείων που προσαρμόζονται στις ατομικές ανάγκες των χρηστών και αυτοματοποιούν σε μεγάλο βαθμό διαδικασίες, οι οποίες μέχρι πρόσφατα απαιτούσαν ανθρώπινη παρέμβαση (Wang και συν., 2024).

Στον τομέα της εκπαίδευσης η Τεχνητή Νοημοσύνη έχει προσελκύσει έντονο επιστημονικό ενδιαφέρον, οδηγώντας σε μια σημαντική αύξηση των επιστημονικών δημοσιεύσεων την τελευταία δεκαετία με θέμα την αξιοποίησή της για τη βελτίωση της διδασκαλίας και της μάθησης (Akhmadieva και συν., 2023). Σύμφωνα με τις αρχές της Πολυμεσικής Μάθησης του Mayer (Cognitive Theory of Multimedia Learning, CTML), ο συνδυασμός διάφορων μέσων, όπως κείμενο με εικόνες, μπορεί να ενισχύσει ουσιαστικά την απόκτηση γνώσεων. Πάνω σε αυτές στηρίχτηκαν αργότερα και οι Schnotz και Bannert, οι οποίοι με τα ευρήματά τους τεκμηρίωσαν την αποτελεσματικότητα της πολυτροπικής προσέγγισης της μάθησης, ιδίως στο πλαίσιο της διδακτικής των φυσικών επιστημών. Παρ' όλα αυτά, έρευνες έχουν δείξει ότι πολλές φορές οι εκπαιδευτικοί δυσκολεύονται να προσφέρουν στους μαθητές το απαιτούμενο υλικό, είτε λόγω έλλειψης πόρων είτε λόγω περιορισμένου χρόνου, και στην αντιμετώπιση αυτού του ζητήματος μπορεί να συμβάλει η Τεχνητή Νοημοσύνη. Με τη ραγδαία εξέλιξή της, και ειδικότερα της Παραγωγικής Τεχνητής Νοημοσύνης (Generative AI), η επεξεργασία και παραγωγή κειμένου, εικόνων, βίντεο, ήχου κ.ά. ανοίγει τον δρόμο για ένα ευρύ φάσμα εφαρμογών που εκτείνεται από τη δημιουργία περιεχομένου έως την επίλυση σύνθετων προβλημάτων, ενώ ταυτόχρονα μειώνει σημαντικά τον χρόνο που απαιτείται για αυτή (Bewersdorff και συν., 2024).

Ωστόσο, όπως κάθε τεχνολογική επανάσταση, έτσι και η ενσωμάτωση της Τεχνητής Νοημοσύνης στην εκπαιδευτική διαδικασία παρουσιάζει ορισμένες προκλήσεις. Η ανεξέλεγκτη χρήση της από τους μαθητές εγείρει την ανησυχία ότι υπομονεύει την

ανάπτυξη της κριτικής σκέψης τους και τη βαθύτερη κατανόηση του προς μελέτη θέματος (Elstad E., 2024), καθώς υποκύπτουν στην άκριτη αναπαραγωγή των αποτελεσμάτων που προκύπτουν από εργαλεία Τεχνητής Νοημοσύνης χωρίς να αξιολογούν την εγκυρότητά τους (Zhai C. και συν., 2024). Ο εκπαιδευτικός, λοιπόν, καλείται να καθοδηγήσει τους μαθητές και να ενσωματώσει την τεχνολογία αυτή στο σχολικό πλαίσιο με τέτοιο τρόπο ώστε να λειτουργεί υποστηρικτικά στη διαδικασία της μάθησης ενισχύοντας τις δεξιότητές τους (Elstad E., 2024).

1.1 Τι Είναι η Τεχνητή Νοημοσύνη (Artificial Intelligence, AI);

Ιστορικά έχουν διαμορφωθεί ποικίλες προσεγγίσεις ως προς τον ορισμό της Τεχνητής Νοημοσύνης, με κάποιες από αυτές να την ταυτίζουν με την προσομοίωση της ανθρώπινης απόδοσης, ενώ άλλες να υποστηρίζουν έναν πιο αφηρημένο ορισμό που βασίζεται στην έννοια του ορθολογισμού, δηλαδή της ικανότητας επιλογής της κατάλληλης ενέργειας σε κάθε δεδομένο πλαίσιο (Russell S., Norvig P., 2020). Παρά τις διαφοροποιήσεις αυτές, οι ορισμοί που δίνονται από τη σύγχρονη βιβλιογραφία για την Τεχνητή Νοημοσύνη τείνουν να εστιάζουν στην ικανότητα των υπολογιστικών συστημάτων να προσομοιώνουν τον τρόπο με τον οποίο λειτουργεί η ανθρώπινη νοημοσύνη (Cukurova M., 2024). Κάθε υπολογιστικό σύστημα που διαθέτει τη δυνατότητα να μαθαίνει εμπειρικά και να επιλύει σύνθετα προβλήματα εντάσσεται στο πεδίο της Τεχνητής Νοημοσύνης (Elstad E., 2024), και ειδικότερα στο πεδίο της Μηχανικής Μάθησης. Όσον αφορά το πεδίο της σύγχρονης εκπαιδευτικής έρευνας, τα περισσότερα εργαλεία Τεχνητής Νοημοσύνης που αναπτύσσονται βρίσκουν χρήση στην αυτοματοποίηση της λήψης αποφάσεων, αναλύοντας τα αντίστοιχα δεδομένα και προβλέποντας τις βέλτιστες τιμές για τα επιθυμητά μαθησιακά αποτελέσματα (Cukurova M., 2024).

1.2 Δομικά Χαρακτηριστικά της Τεχνητής Νοημοσύνης

Όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως, τα συστήματα Τεχνητής Νοημοσύνης αναπτύσσονται και εκπαιδεύονται με τέτοιο τρόπο ώστε να προσομοιώνουν τη δομή και ορισμένες λειτουργίες της ανθρώπινης σκέψης (Mishra A., 2024). Έτσι, διακρίνονται τα εξής δομικά χαρακτηριστικά: Αντίληψη (Perception), Συλλογιστική και Λήψη Αποφάσεων

(Reasoning and Decision-Making), Μάθηση (Learning), Επεξεργασία Φυσικής Γλώσσας (Natural Language Processing) και Ρομποτική (Robotics).

1.2.1 Αντίληψη (Perception)

Πρόκειται για τη διαδικασία κατά την οποία τα συστήματα συλλέγουν δεδομένα από το περιβάλλον μέσω συσκευών όπως είναι οι αισθητήρες, οι κάμερες και τα μικρόφωνα (Mishra A., 2024). Αποτελεί μια ιδιαίτερα απαιτητική διαδικασία, τόσο λόγω των θορυβώδων δεδομένων που παράγονται από τους αισθητήρες όσο και της μερικώς παρατηρήσιμης και συνεχώς μεταβαλλόμενης φύσης του περιβάλλοντος. Επομένως, για την αποτελεσματική λειτουργία ενός συστήματος θα πρέπει να χαρακτηρίζεται από τις παρακάτω ιδιότητες:

- Οι πληροφορίες που επεξεργάζεται πρέπει να είναι επαρκείς για τη λήψη των κατάλληλων αποφάσεων.
- Το σύστημα πρέπει να είναι δομημένο με τέτοιο τρόπο ώστε να είναι εφικτή η αποδοτική ενημέρωσή του και να προσαρμόζεται εύκολα σε νέα δεδομένα.
- Οι μεταβλητές του πρέπει να ανταποκρίνονται με ακρίβεια στις φυσικές μεταβλητές του περιβάλλοντος (Russell S., Norvig P., 2020).

1.2.2 Συλλογιστική και Λήψη Αποφάσεων (Reasoning and Decision-Making)

Η Συλλογιστική επιτρέπει στα συστήματα να πραγματοποιούν προβλέψεις συνδυάζοντας τα δεδομένα εισόδου με την προϋπάρχουσα γνώση και τα μοτίβα που έχουν μάθει (Del Ser J. και συν., 2025). Με βάση τις πληροφορίες αυτές λαμβάνουν αποφάσεις για την επίλυση προβλημάτων ακόμα και υπό συνθήκες αβεβαιότητας (Mishra A., 2024). Συνεπώς, η διαδικασία της συλλογιστικής απαιτεί τη σύνθεση πληροφοριών, καθώς και την αξιολόγηση και διαχείριση του βαθμού αβεβαιότητας, προκειμένου να δημιουργηθούν ουσιαστικές συνδέσεις μεταξύ των στοιχείων εισόδου και των αποφάσεων, σε αντίθεση με την περίπτωση μιας απλής αναγνώρισης μοτίβων, η οποία περιορίζεται στον απλό εντοπισμό συσχετίσεων (Del Ser J και συν., 2025).

1.2.3 Μάθηση (Learning)

Με την πάροδο του χρόνου, τα συστήματα βελτιώνουν την απόδοσή τους αξιοποιώντας την εμπειρία, τα δεδομένα που εισάγονται και την ανατροφοδότηση που λαμβάνουν. Όταν το σύστημα πρόκειται για έναν υπολογιστή, τότε μιλάμε για Μηχανική Μάθηση (Russell S., Norvig P., 2020). Στο πεδίο αυτό διακρίνονται τρεις κατηγορίες μηχανισμών μάθησης:

- **Επιβλεπόμενη Μάθηση (Supervised Learning):** Η εκπαίδευση ενός μοντέλου βασίζεται σε δεδομένα με προκαθορισμένες ετικέτες, επιτρέποντάς του να μάθει να προβλέπει το σωστό αποτέλεσμα.
- **Μη Επιβλεπόμενη Μάθηση (Unsupervised Learning):** Το σύστημα εκπαιδεύεται με τη χρήση δεδομένων χωρίς προκαθορισμένες ετικέτες και επιχειρεί να ανακαλύψει μοτίβα ή ομαδοποιήσεις.
- **Ενισχυτική Μάθηση (Reinforcement Learning):** Περιλαμβάνει την εκπαίδευση ενός Ευφυή Πράκτορα (Intelligent Agent) μέσω συνεχούς αλληλεπίδρασης και ανατροφοδότησης υπό τη μορφή ανταμοιβών, με σκοπό να παίρνει αποφάσεις για τα βέλτιστα αποτελέσματα (Mishra R. και συν., 2025).

1.2.4 Επεξεργασία Φυσικής Γλώσσας (Natural Language Processing)

Η Επεξεργασία Φυσικής Γλώσσας αποτελεί το πεδίο της Τεχνητής Νοημοσύνης που ασχολείται με την κατανόηση και παραγωγή ανθρώπινης γλώσσας από υπολογιστικά συστήματα (Mishra A., 2024). Στο πλαίσιο αυτό συνδυάζει την υπολογιστική γλωσσολογία με στατιστικές και τεχνικές μηχανικής μάθησης, με σκοπό την ανάλυση της συντακτικής δομής, της σημασιολογίας, της πραγματολογίας και της γενικότερης δομής του λόγου (Mishra R. και συν., 2025). Τρεις είναι οι βασικοί στόχοι που εξυπηρετεί η χρήση της Επεξεργασίας Φυσικής Γλώσσας από τα υπολογιστικά συστήματα:

- **Η επικοινωνία χρήστη – υπολογιστή.** Η χρήση της φυσικής γλώσσας για την αλληλεπίδραση με τον υπολογιστή είναι σαφώς πιο αποτελεσματική και εύχρηστη για τον μέσο χρήστη, σε σύγκριση με τη χρήση μιας τυπικής ή προγραμματιστικής γλώσσας.
- **Η μάθηση.** Το μεγαλύτερο κομμάτι της ανθρώπινης γνώσης είναι καταγεγραμμένο σε φυσική γλώσσα. Επομένως, για να μπορέσει να μάθει και να εξελιχθεί ένα υπολογιστικό σύστημα, είναι απαραίτητο να κατανοεί τη φυσική γλώσσα.

- Η προώθηση της επιστημονικής έρευνας πάνω στη γλώσσα και τη χρήση της, αξιοποιώντας τα εργαλεία της Τεχνητής Νοημοσύνης σε συνδυασμό με τη γλωσσολογία, την γνωστική ψυχολογία και τη νευροεπιστήμη (Russell S., Norvig P., 2020).

1.2.5 Ρομποτική (Robotics)

Η ρομποτική αποτελεί πεδίο της μηχανικής που επικεντρώνεται στην κατασκευή και τη λειτουργία μηχανών, οι οποίες έχουν τη δυνατότητα να παρατηρούν το περιβάλλον και να επιτελούν εργασίες είτε αυτόνομα είτε με ανθρώπινη καθοδήγηση (Subash N. και συν., 2023). Οι μηχανές αυτές ονομάζονται ρομπότ και ο συνδυασμός τους με την Τεχνητή Νοημοσύνη τους επιτρέπει να επιτελούν λειτουργίες στον φυσικό κόσμο, όπως είναι ο σχεδιασμός, η συναρμολόγηση ή η αυτόνομη πλοήγηση (Mishra A., 2024). Η συνεχής εξέλιξη της Μηχανικής Μάθησης και της Βαθιάς Μάθησης έχει σημειώσει ιδιαίτερη πρόοδο στα ρομποτικά συστήματα που υποστηρίζουν τις παραπάνω διαδικασίες, σε βαθμό που είναι ικανά να παίρνουν αποφάσεις σε πραγματικό χρόνο με τρόπο που προσεγγίζει την ανθρώπινη συμπεριφορά. Η ενσωμάτωση της Τεχνητής Νοημοσύνης στη ρομποτική διαμορφώνει ένα μέλλον στο οποίο τα ρομπότ θα παίζουν καίριο ρόλο στην κοινωνία παρέχοντας υψηλά επίπεδα αυτοματοποίησης, αποδοτικότητας και προσαρμοστικότητας (Subash N. και συν., 2023).

1.3 Σκοπός της Εργασίας

Η παρούσα εργασία αποσκοπεί στη μελέτη της αξιοποίησης εργαλείων Τεχνητής Νοημοσύνης στο πλαίσιο της διδασκαλίας των Φυσικών Επιστημών ως υποστηρικτικό μέσο για τη διευκόλυνση της εκπαιδευτικής διαδικασίας. Η έρευνα επικεντρώνεται στην αξιολόγηση του παραγόμενου εκπαιδευτικού υλικού ως προς τρεις άξονες: την επιστημονική του εγκυρότητα και την εναρμόνισή του με το περιεχόμενο των σχολικών εγχειριδίων, την παιδαγωγική του καταλληλότητα σε σχέση με τους επιδιωκόμενους μαθησιακούς στόχους, καθώς και τη σαφήνεια και δομική του επάρκεια. Η αξιολόγηση των εργαλείων πραγματοποιείται μέσα από την εφαρμογή κατάλληλα σχεδιασμένων προτροπών σε συγκεκριμένα σενάρια διδακτικής χρήσης και την κριτική ανάλυση των παραγόμενων αποτελεσμάτων με βάση τα προαναφερθέντα κριτήρια. Έπειτα ακολουθεί η ανάλυση των

πλεονεκτημάτων και μειονεκτημάτων που σχετίζονται με τη χρήση του εξεταζόμενου εργαλείου Τεχνητής Νοημοσύνης στην εκπαιδευτική διαδικασία, καθώς και η εξέταση της προσβασιμότητάς του ως προς τα διαθέσιμα συνδρομητικά πλάνα και των αντίστοιχων λειτουργιών τους.

2. Εργαλεία Τεχνητής Νοημοσύνης στην Εκπαίδευση

Στα ακόλουθα κεφάλαια μελετάται η αξιοποίηση σύγχρονων εργαλείων Τεχνητής Νοημοσύνης που απευθύνονται στον εκπαιδευτικό χώρο και υποστηρίζουν τον σχεδιασμό, την υλοποίηση και την αξιολόγηση της διδακτικής διαδικασίας. Ειδικότερα, εξετάζονται τα εργαλεία ChatGPT, Gemini, NotebookLM, MagicSchool AI και Curipod. Η ανάλυση εστιάζει στις δυνατότητες των παραπάνω εργαλείων ως προς τη δημιουργία εκπαιδευτικού υλικού και εργαλείων αξιολόγησης, την παραγωγή περιλήψεων, τη διευκόλυνση του διδακτικού έργου με εξατομικευμένες δραστηριότητες για τις μαθησιακές ανάγκες του κάθε μαθητή, με στόχο την αποτίμηση της παιδαγωγικής τους χρησιμότητας και των περιορισμών τους στο πλαίσιο της σύγχρονης σχολικής εκπαίδευσης.

2.1 ChatGPT

Το ChatGPT (Chat Generative Pretrained Transformer) αποτελεί ένα γλωσσικό μοντέλο το οποίο δίνει τη δυνατότητα στους χρήστες να αλληλεπιδρούν με αυτό μέσω γραπτής επικοινωνίας σε φυσική γλώσσα (Mbawambo N. M., Kaaya P., 2024). Έχει αναπτυχθεί από την OpenAI και θεωρείται από τα δημοφιλέστερα εργαλεία Τεχνητής Νοημοσύνης, λόγω της ικανότητάς του να παράγει συνεκτικό κείμενο και να υποστηρίζει την επίλυση σύνθετων προβλημάτων σε πραγματικό χρόνο (Taktak M. και συν., 2024). Στο εκπαιδευτικό πλαίσιο βρίσκει χρήση σε ένα ευρύ φάσμα διαδικασιών, όπως είναι ο σχεδιασμός εργαλείων αξιολόγησης, η μετάφραση και περίληψη κειμένων, αλλά και η δημιουργία σχεδίων μαθημάτων (Sok S., Heng K., 2023), ενώ από την πλευρά των μαθητών μπορεί να λειτουργήσει ως υποστηρικτικό εργαλείο για τη μελέτη τους. Στις ακόλουθες ενότητες μελετάται ο τρόπος χρήσης του σε διάφορα σενάρια χρήσης για τη διευκόλυνση του διδακτικού έργου των εκπαιδευτικών. Η έρευνα πραγματοποιείται με τη χρήση της οικογένειας μοντέλων GPT-5, ενώ η γλώσσα που χρησιμοποιείται είναι η ελληνική, τόσο στις προτροπές (prompts) όσο και στα παραγόμενα αποτελέσματα.

2.1.1 Δημιουργία Περιλήψεων

Η δημιουργία περιλήψεων για σαφή οργάνωση της διδακτέας ύλης ευνοεί την αποτελεσματικότερη προετοιμασία τόσο των μαθητών όσο και των εκπαιδευτικών. Στο

παρόν κεφάλαιο εξετάζεται η δυνατότητα του ChatGPT να παρέχει περιλήψεις από το κεφάλαιο των «Κρούσεων» του σχολικού βιβλίου Φυσικής Γ' Λυκείου (Ομάδας Προσανατολισμού Θετικών Σπουδών & Σπουδών Υγείας), με σκοπό την προετοιμασία του μαθητή για τις Πανελλήνιες.

Η διαδικασία αυτή αποτυπώνεται στα παρακάτω βήματα:

Βήμα 1: Η μελέτη ξεκινά με τη δημιουργία περίληψης της θεωρίας του κεφαλαίου των κρούσεων, εστιάζοντας στους νόμους και τις σχέσεις που χρησιμοποιούνται για την επίλυση θεμάτων, με στόχο την προετοιμασία των μαθητών για τις Πανελλήνιες.

Prompt: Δημιούργησε συνοπτική περίληψη της θεωρίας του κεφαλαίου «Κρούσεις» της Φυσικής Κατεύθυνσης Γ' Λυκείου, με αποκλειστικό στόχο την προετοιμασία των μαθητών για τις Πανελλαδικές Εξετάσεις. Η περίληψη να περιλαμβάνει μόνο τις βασικές έννοιες, τους θεμελιώδεις νόμους και τις σχέσεις που είναι απαραίτητες για την επίλυση εξεταστικών θεμάτων, αποφεύγοντας δευτερεύουσες ή επεξηγηματικές πληροφορίες. Να δοθεί ιδιαίτερη έμφαση στις προϋποθέσεις εφαρμογής των νόμων, στη φυσική ερμηνεία των μεγεθών και στη μεταξύ τους συσχέτιση, καθώς και στα κρίσιμα σημεία που επηρεάζουν τη σωστή αντιμετώπιση σύνθετων εξεταστικών ερωτημάτων. Η έκταση και η δομή της περίληψης να είναι κατάλληλες ώστε να μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως υλικό επανάληψης πριν τις εξετάσεις.

Αποτέλεσμα:

Κρούσεις — Σύνοψη Θεωρίας (Πανελλαδικές)

1) Ορισμός – Μοντέλο

- Κρούση: αλληλεπίδραση σωμάτων μικρής χρονικής διάρκειας, με μεγάλες δυνάμεις σε μικρό χρόνο.
- Οι εξωτερικές δυνάμεις θεωρούνται αμελητέες κατά την κρούση $\Rightarrow$ το σύστημα προσεγγίζεται ως μονωμένο.

Εικόνα 1 Ορισμός - Μοντέλο Κρούσεων

2) Ορμή και Διατήρησή της

- Ορμή: $\vec{p} = m\vec{v}$. Διάνυσμα με κατεύθυνση την ταχύτητα.
- Νόμος διατήρησης ορμής:

$$\sum \vec{p}_{\text{πριν}} = \sum \vec{p}_{\text{μετά}}$$

- Προϋπόθεση: αμελητέες εξωτερικές δυνάμεις (ή μηδενική συνισταμένη εξωτερική ώση).
- Ισχύει σε όλες τις κρούσεις (ελαστικές & ανελαστικές), σε κάθε διεύθυνση ξεχωριστά (συνιστώσες).

Κρίσιμο: Πρώτα ορίζουμε σύστημα και άξονες, μετά γράφουμε ορμή διανυσματικά.

Εικόνα 2 Ορμή και Διατήρησή της

3) Κινητική Ενέργεια και Είδος Κρούσης

- Κινητική ενέργεια: $K = \frac{1}{2}mv^2$.
- Ελαστική κρούση:
- Διατηρούνται ορμή και κινητική ενέργεια.
- Ανελαστική κρούση:
- Διατηρείται μόνο η ορμή.
- Η κινητική ενέργεια μειώνεται (μετατρέπεται σε θερμότητα, παραμόρφωση κ.ά.).
- Τέλεια ανελαστική: τα σώματα συσσωματώνονται και κινούνται με κοινή ταχύτητα μετά.

Κρίσιμο: Αν δεν δηλώνεται ρητά ότι η κρούση είναι ελαστική, δεν εφαρμόζουμε διατήρηση K .

Εικόνα 3 Κινητική Ενέργεια και Είδος Κρούσης

4) Κεντρικές Κρούσεις (1Δ)

- Οι ταχύτητες πριν/μετά βρίσκονται στην ίδια ευθεία.
- Εφαρμόζουμε:
- Διατήρηση ορμής (πάντα).
- Διατήρηση κινητικής ενέργειας μόνο αν η κρούση είναι ελαστική.
- Σε ελαστική 1Δ κρούση, χρήσιμη σχέση (όχι υποχρεωτική):

$$v_1 - v_2 = -(v'_1 - v'_2)$$

(αντιστροφή σχετικών ταχυτήτων).

Εικόνα 4 Κεντρικές Κρούσεις

5) Πλάγια Κρούση

- Εφαρμόζουμε διατήρηση ορμής κατά συνιστώσες.
- Σε ελαστική πλάγια κρούση: διατηρείται και η ολική κινητική ενέργεια.
- Κρίσιμο: Συχνά ζητείται μόνο μία συνιστώσα (π.χ. οριζόντια), όπου οι εξωτερικές δυνάμεις είναι αμελητέες.

Εικόνα 5 Πλάγια Κρούση

6) Ώση

- Ώση: $\vec{J} = \int \vec{F} dt = \Delta\vec{p}$.
- Ερμηνεία: Μεταβολή ορμής λόγω μεγάλης δύναμης σε μικρό χρόνο.
- Χρήσιμη σε ποιοτικές ερμηνείες (π.χ. γιατί μεγάλος χρόνος επαφής μειώνει τη δύναμη).

Εικόνα 6 Ώση

7) Τυπικά Εξεταστικά Σημεία – Παγίδες

- Σύστημα: ποια σώματα περιλαμβάνονται; (μην ξεχνάς να ελέγχεις εξωτερικές δυνάμεις).
- Διάνυσμα: πρόσημα/κατευθύνσεις στην ορμή.
- Είδος κρούσης: ελαστική ή όχι; (μην εφαρμόζεις K χωρίς δεδομένο).
- Συσσωμάτωση: κοινή ταχύτητα μετά, όχι πριν.
- Ενέργεια: η απώλεια K δεν σημαίνει απώλεια ορμής.

Εικόνα 7 Τυπικά Εξεταστικά Σημεία – Παγίδες

8) Ελάχιστο “Toolkit” Εξισώσεων

- $\vec{p} = m\vec{v}$
- $\sum \vec{p}_{\text{πριν}} = \sum \vec{p}_{\text{μετά}}$
- $K = \frac{1}{2}mv^2$ (μόνο όπου επιτρέπεται)
- $\vec{J} = \Delta\vec{p}$

Εικόνα 8 Ελάχιστο “Toolkit” Εξισώσεων

Τελική συμβουλή Πανελλαδικών

Πρώτα φυσική ερμηνεία → μετά μαθηματική γραφή.

Αν εντοπίσεις σωστά το σύστημα, το είδος κρούσης και τις διευθύνσεις, το πρόβλημα «λύνεται μόνο του».

Εικόνα 9 Τελική Συμβουλή Πανελλαδικών

Συμπεράσματα: Το επιστημονικό περιεχόμενο δεν περιέχει σφάλματα και είναι εναρμονισμένο με το περιεχόμενο του κεφαλαίου 5 του σχολικού βιβλίου Φυσικής (ΥΠΑΙΘ, n.d., σ. 154-157). Παρ' όλα αυτά, η «Ωση» ως όρος δεν αναφέρεται στο σχολικό εγχειρίδιο, ενώ με μια αναζήτηση στην ελληνική βιβλιογραφία η μεταβολή της ορμής ενός σώματος στο οποίο ασκείται μια δύναμη για ορισμένο χρονικό διάστημα θα εντοπιστεί με τον όρο «Ωθηση», κάτι που μπορεί να προκαλέσει σύγχυση.

Οι μαθησιακοί στόχοι που αντιστοιχούν στη διδακτέα ύλη, σύμφωνα με το βιβλίο του καθηγητή που διανέμεται, είναι οι εξής: α) η εφαρμογή της αρχής διατήρησης της ορμής και της αρχής διατήρησης της ενέργειας κατά τη μελέτη της κρούσης, β) ο προσδιορισμός του είδους της κρούσης και η χρήση των αντίστοιχων εξισώσεων που αφορούν την ορμή και τη μηχανική ενέργεια πριν και μετά την κρούση, και γ) η κατανόηση ότι η ορμή του συστήματος διατηρείται σε όλα τα προβλήματα κρούσης (ΥΠΑΙΘ, 2012). Από τα αποτελέσματα συμπεραίνεται ότι το παραγόμενο υλικό ανταποκρίνεται στους στόχους α και γ. Όσον αφορά τον στόχο β, το υλικό κρίνεται ελλιπές, καθώς από τα είδη των κρούσεων παραλείπεται η έκκεντρη και η πλαστική κρούση, ενώ για την κεντρική και την πλάγια κρούση δεν δίνεται ο ορισμός τους.

Ως προς τη δομή, η χρήση των bullets κάνει το κείμενο της περίληψης ευανάγνωστο. Ωστόσο, θα μπορούσε να είναι πιο οργανωμένη, καθώς ορισμένα bullets δεν ακολουθούν λογική ακολουθία, επηρεάζοντας τη ροή του κειμένου. Ένα τέτοιο παράδειγμα παρατηρείται στην Εικόνα 3, όπου η «Ελαστική κρούση:» και η «Ανελαστική κρούση:» αποτελούν ξεχωριστά bullets από τις ιδιότητες που τις χαρακτηρίζουν σχετικά με την ορμή και την κινητική ενέργεια του συστήματος αντίστοιχα.

Βήμα 2: Σε συνέχεια του προηγούμενου prompt, ζητήθηκε να μετατρέψει τις παραπάνω σημειώσεις σε μονόφυλλο επανάληψης PDF, με σκοπό την εκτύπωσή του ως έντυπο υλικό.

Prompt: Θα μπορούσες να το μετατρέψεις σε μονόφυλλο επανάληψης (PDF);

Αποτέλεσμα:

ΚΡΟΥΣΕΙΣ – Μονόφυλλο Επανάληψης (Φυσική Κατεύθυνσης Γ' Λυκείου)

Ορισμός: Κρούση είναι η αλληλεπίδραση σωμάτων μικρής χρονικής διάρκειας με μεγάλες δυνάμεις. Κατά την κρούση οι εξωτερικές δυνάμεις θεωρούνται αμελητέες, άρα το σύστημα είναι μονωμένο.

Ορμή: $p = mv$ (διανυσματικό μέγεθος).

Νόμος Διατήρησης Ορμής: $\Sigma p_{\text{πριν}} = \Sigma p_{\text{μετά}}$. Ισχύει σε όλες τις κρούσεις, ελαστικές και ανελαστικές, εφόσον οι εξωτερικές δυνάμεις είναι αμελητέες.

Κινητική Ενέργεια: $K = 1/2 mv^2$.

– Ελαστική κρούση: Διατηρούνται ορμή και κινητική ενέργεια.

– Ανελαστική κρούση: Διατηρείται μόνο η ορμή.

– Τέλεια ανελαστική: Τα σώματα συσσωματώνονται και κινούνται με κοινή ταχύτητα.

Κεντρικές Κρούσεις (1Δ): Όλες οι ταχύτητες στην ίδια ευθεία. Εφαρμόζεται πάντα η διατήρηση ορμής και, μόνο αν δηλώνεται, η διατήρηση κινητικής ενέργειας.

Πλάγιες Κρούσεις: Η διατήρηση της ορμής εφαρμόζεται κατά συνιστώσες. Η κινητική ενέργεια διατηρείται μόνο στις ελαστικές.

Ώση: $J = \Delta p$. Εκφράζει τη μεταβολή της ορμής λόγω μεγάλης δύναμης σε μικρό χρόνο.

Κρίσιμα Εξεταστικά Σημεία:

- Προσδιορισμός συστήματος και αξόνων αναφοράς.
- Έλεγχος αν η κρούση είναι ελαστική ή όχι.
- Σωστή χρήση προσημών στις ταχύτητες.
- Μη σύγχυση απώλειας κινητικής ενέργειας με απώλεια ορμής.

Βασικές Σχέσεις:

$$p = mv$$

$$\Sigma p_{\text{πριν}} = \Sigma p_{\text{μετά}}$$

$$K = 1/2 mv^2$$

$$J = \Delta p$$

Συμβουλή Πανελλαδικών: Πρώτα φυσική ερμηνεία (σύστημα – είδος κρούσης – διευθύνσεις) και μετά μαθηματική επίλυση.

Εικόνα 10 Μονόφυλλο Επανάληψης PDF με Σημειώσεις για τις Κρούσεις

Συμπεράσματα: Ομοίως με το προηγούμενο prompt, εξετάζεται η επιστημονική εγκυρότητα του παραγόμενου αποτελέσματος με βάση το κεφάλαιο 5 του σχολικού βιβλίου

Φυσικής. Το PDF σε γενικό επίπεδο δεν περιλαμβάνει επιστημονικά σφάλματα, αλλά συγκριτικά με τις πληροφορίες που παράχθηκαν στο προηγούμενο prompt, παρουσιάζει ορισμένες ελλείψεις. Για παράδειγμα, στις κεντρικές κρούσεις αναφέρεται ότι η διατήρηση της κινητικής ενέργειας εφαρμόζεται «μόνο αν δηλώνεται», χωρίς να αποσαφηνίζεται ότι αυτό αφορά την περίπτωση της ελαστικής κρούσης.

Όσον αφορά τους μαθησιακούς στόχους, το περιεχόμενο δεν διαφοροποιείται σε σχέση με το Βήμα 1, και ως εκ τούτου ισχύουν τα ίδια σχόλια που επισημάνθηκαν στο προηγούμενο βήμα.

Ως προς τη σαφήνεια, το αρχείο PDF που δημιουργήθηκε παρουσιάζει σημαντικά προβλήματα αναγνωσιμότητας, με αποτέλεσμα το περιεχόμενο να μην είναι κατανοητό. Οι σημειώσεις εμφανίζονται αποσπασματικές και χαοτικά οργανωμένες, χωρίς σαφή κενά ανάμεσα στις λέξεις και με άναρχη έντονη γραφή σε τυχαία γράμματα, ενώ η συνολική δομή του υλικού έχει αλλοιωθεί σε σύγκριση με το γραπτό αποτέλεσμα που παρήχθη σε μορφή απλού κειμένου από το προηγούμενο prompt. Συνεπώς, το παραγόμενο αρχείο κρίνεται ακατάλληλο για διδακτική αξιοποίηση, τουλάχιστον χωρίς περαιτέρω επεξεργασία από την πλευρά του εκπαιδευτικού.

Βήμα 3: Στο συγκεκριμένο βήμα τροποποιείται ο τρόπος διατύπωσης του prompt, με στόχο την επίτευξη μεγαλύτερης σαφήνειας της περίληψης, τη βελτίωση της δομής του παραγόμενου περιεχομένου και την πληρέστερη αντιστοιχία του με το υλικό του σχολικού βιβλίου. Χρησιμοποιείται σύνδεσμος από το αντίστοιχο κεφάλαιο, αποσκοπώντας στον καλύτερο έλεγχο του παραγόμενου αποτελέσματος και στη διερεύνηση του κατά πόσο το εργαλείο μπορεί να ανταποκριθεί αποτελεσματικότερα στις διδακτικές απαιτήσεις.

Prompt: Δώσε περίληψη του περιεχομένου που βρίσκεται στον παρακάτω σύνδεσμο: https://ebooks.edu.gr/ebooks/v/html/8547/2728/Fysiki-G-Lykeiou-ThSp_html-apli/index5_2.html. Η περίληψη να επικεντρώνεται στις μαθηματικές σχέσεις που αναφέρονται στο κείμενο και τις προϋποθέσεις εφαρμογής τους. Να αποφευχθούν δευτερεύουσες πληροφορίες και να αποκτήσει η περίληψη σύντομη δομή και έκταση κατάλληλη για επανάληψη πριν τις εξετάσεις.

Αποτέλεσμα:

Κρούσεις – Βασικές Μαθηματικές Σχέσεις & Προϋποθέσεις

1) Ορισμός Κρούσης

Κρούση είναι το φαινόμενο όπου δύο σώματα αλληλεπιδρούν για πολύ μικρό χρονικό διάστημα λόγω μεγάλων δυνάμεων, προκαλώντας απότομη μεταβολή της κινητικής τους κατάστασης. Ο όρος επεκτείνεται και στον μικρόκοσμο (π.χ. σκέδαση σωματιδίων). [Ebooks](#)

Εικόνα 11 Ορισμός Κρούσης

2) Κατηγορίες Κρούσεων – Γεωμετρική Προϋπόθεση

Οι κρούσεις διακρίνονται ανάλογα με τις διευθύνσεις των ταχυτήτων πριν την κρούση:

- **Κεντρική (μετωπική):** οι ταχύτητες βρίσκονται στην ίδια ευθεία.
- **Έκκεντρη:** οι ταχύτητες είναι παράλληλες.
- **Πλάγια:** οι ταχύτητες έχουν γενικές διευθύνσεις. [Ebooks](#)

Αυτή η διάκριση καθορίζει πώς εφαρμόζονται οι διατηρήσεις στις συνιστώσες των διανυσμάτων.

Εικόνα 12 Κατηγορίες Κρούσεων

3) Νόμος Διατήρησης της Ορμής

Ο βασικός νόμος που ισχύει σε κάθε κρούση (υπό τις κατάλληλες προϋποθέσεις) είναι η **διατήρηση της ορμής του συστήματος**.

Προϋπόθεση εφαρμογής:

Κατά τη διάρκεια της κρούσης, οι ωθήσεις από εξωτερικές δυνάμεις θεωρούνται αμελητέες λόγω της πολύ μικρής διάρκειας, άρα το σύστημα των δύο σωμάτων μπορεί να θεωρηθεί **μονωμένο**. [Ebooks](#)

Μαθηματική σχέση:

$$\mathbf{P}_{\text{πριν}} = \mathbf{P}_{\text{μετά}}$$

δηλαδή

$$\sum_i m_i \mathbf{v}_i^{\text{πριν}} = \sum_i m_i \mathbf{v}_i^{\text{μετά}}$$

όπου $\mathbf{p}$ είναι το διάνυσμα ορμής των σωμάτων. [Ebooks](#)

Σύμβουλο επανάληψης: η διατήρηση ορμής εφαρμόζεται πάντα σε κρούσεις όταν οι εξωτερικές ωθήσεις είναι αμελητέες — ανεξάρτητα από το αν η κρούση είναι ελαστική ή όχι.

Εικόνα 13 Νόμος Διατήρησης της Ορμής

4) Διατήρηση Κινητικής Ενέργειας – Ελαστική Κρούση

Σε μια ελαστική κρούση διατηρείται και η συνολική κινητική ενέργεια των σωμάτων.

Προϋπόθεση εφαρμογής:

Η κρούση πρέπει να είναι **ελαστική** — μόνο τότε ισχύει διατήρηση κινητικής ενέργειας. Ebooks

Μαθηματική σχέση:

$$\sum_i \frac{1}{2} m_i v_i^2 \text{ πριν} = \sum_i \frac{1}{2} m_i v_i^2 \text{ μετά}$$

Όπου v_i είναι τα μέτρα των ταχυτήτων των σωμάτων. Ebooks

Εικόνα 14 Διατήρησης Κινητικής Ενέργειας

5) Μη Ελαστικές Κρούσεις

- Αν μέρος της κινητικής ενέργειας μετατραπεί σε άλλες μορφές (π.χ. θερμότητα ή παραμόρφωση), η κρούση λέγεται **ανελαστική**.
- Σε τέτοιες περιπτώσεις **δεν διατηρείται** η κινητική ενέργεια, αλλά η **ορμή εξακολουθεί να διατηρείται**.

Ebooks

Ιδιαίτερη περίπτωση:

Όταν τα δύο σώματα **συγκρούονται και παραμένουν ενωμένα** μετά την κρούση (π.χ. πλαστική), τότε η μεταβολή της κινητικής ενέργειας είναι ακόμη μεγαλύτερη, αλλά η ορμή **παραμένει** διατηρημένη.

Εικόνα 15 Μη Ελαστικές Κρούσεις

Καταστάσεις Εφαρμογής (κλειδιά για εξετάσεις)

Κατηγορία κρούσης	Διατήρηση ορμής	Διατήρηση κινητικής ενέργειας
Κεντρική/πλάγια/έκκεντρη	✓	Μόνο αν είναι ελαστική
Ελαστική	✓	✓
Ανελαστική	✓	✗
Πλαστική	✓	✗

Εικόνα 16 Πίνακας Κατηγοριών Κρούσεων

Συμπεράσματα: Το επιστημονικό περιεχόμενο κρίνεται ορθό με βάση το σχολικό εγχειρίδιο και εμφανίζει ακριβέστερη αντιστοιχία με αυτό, τόσο ως προς το περιεχόμενο όσο και ως προς τον τρόπο παρουσίασης των βασικών εννοιών.

Σε αντίθεση με τα προηγούμενα βήματα, το υλικό που παρήχθη στο συγκεκριμένο στάδιο εκπληρώνει, πέραν των στόχων α και γ, και τον στόχο β που αφορά τα είδη κρούσεων, καθώς διακρίνει σαφώς την κεντρική, την έκκεντρη, την πλάγια και την πλαστική κρούση.

Τέλος, η δομή του παραγόμενου περιεχομένου είναι αισθητά βελτιωμένη, με σαφή ροή και ορθή χρήση των bullets. Παράλληλα, ο πίνακας που παρουσιάζει τις κατηγορίες των κρούσεων και τη διατήρηση ή μη της ορμής και της κινητικής ενέργειας σε κάθε περίπτωση οργανώνει αποδοτικά το υλικό που ανταποκρίνεται στους μαθησιακούς στόχους.

2.1.2 Δημιουργία Σχεδίων Μαθημάτων

Η δημιουργία σχεδίων μαθήματος διασφαλίζει τη συστηματική οργάνωση της μαθησιακής διαδικασίας και τον σαφή προσδιορισμό των διδακτικών στόχων, περιεχομένου και δραστηριοτήτων. Μέσω του προγραμματισμού των επιμέρους σταδίων του μαθήματος, ενισχύεται η αποτελεσματική παρουσίαση και κατανόηση σύνθετων φυσικών εννοιών, κάτι που μελετάται παρακάτω με το εισαγωγικό κεφάλαιο του «Έργου και Ενέργεια» από το βιβλίο Φυσικής Β' Γυμνασίου.

Η διαδικασία αυτή αποτυπώνεται στα παρακάτω βήματα:

Βήμα 1: Το ζητούμενο είναι η δημιουργία ενός σχεδίου μαθήματος που θα καλύπτει τα επιθυμητά μαθησιακά αποτελέσματα με βάση το βιβλίο εκπαιδευτικού Φυσικής Β' Γυμνασίου, τις βασικές έννοιες του κεφαλαίου με τους μαθηματικούς του τύπους, παραδείγματα εισαγωγικών ερωτήσεων για διαδραστική διδασκαλία, προτεινόμενες δραστηριότητες και βοηθητικό οπτικοακουστικό υλικό, καθώς και τρόπους αξιολόγησης του επιπέδου κατανόησης αυτών από τους μαθητές.

Prompt: Ανάλαβε τον ρόλο έμπειρου εκπαιδευτικού Φυσικής Γυμνασίου και παιδαγωγού. Σχεδίασε ένα αναλυτικό σχέδιο μαθήματος για το κεφάλαιο 5.1 «Έργο και Ενέργεια» της Φυσικής Β' Γυμνασίου, σύμφωνα με το ελληνικό αναλυτικό πρόγραμμα. Το σχέδιο μαθήματος να απευθύνεται σε μαθητές χωρίς προηγούμενη γνώση των εννοιών του έργου και της ενέργειας και να έχει έντονα βιωματικό και διερευνητικό χαρακτήρα. Να περιλαμβάνει υποχρεωτικά: 1. Διδακτικούς στόχους (γνωστικούς, δεξιότητων και

στάσεων). 2. Εισαγωγική δραστηριότητα αφόρμησης με καθημερινά παραδείγματα. 3. Δραστηριότητες μέσα στην τάξη (ομαδοσυνεργατικές, πειραματικές ή προσομοιώσεις). 4. Προτάσεις για οπτικοακουστικό υλικό (βίντεο, προσομοιώσεις τύπου PhET, εικόνες, animations). 5. Σταδιακή εισαγωγή της έννοιας του έργου δύναμης. 6. Παρουσίαση και επεξήγηση των μαθηματικών τύπων για το έργο, με έμφαση στην περίπτωση όπου η δύναμη έχει την ίδια κατεύθυνση με τη μετατόπιση. 7. Παραδείγματα από την καθημερινή ζωή για: - θετικό έργο - αρνητικό έργο - μηδενικό έργο 8. Ενδεικτικές ερωτήσεις κατανόησης κατά τη διάρκεια του μαθήματος. 9. Τρόπους αξιολόγησης της κατανόησης των μαθητών: - διαμορφωτική αξιολόγηση - σύντομες δραστηριότητες αναστοχασμού - φύλλο εργασίας ή μικρό κουίζ 10. Προτάσεις διαφοροποίησης για μαθητές με διαφορετικά επίπεδα κατανόησης. Το σχέδιο μαθήματος να είναι δομημένο, σαφές, με χρονικές ενότητες και κατάλληλο για διδακτική ώρα 45–90 λεπτών.

Αποτέλεσμα:

ΣΧΕΔΙΟ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ

Φυσική Β' Γυμνασίου – Κεφάλαιο 5.1

«Έργο και Ενέργεια»

Διάρκεια

- 1 διδακτική ώρα (45') → βασική εισαγωγή
- 2 διδακτικές ώρες (90') → πλήρης ανάπτυξη με δραστηριότητες

Εικόνα 17 Σχέδιο Μαθήματος

1. Διδακτικοί Στόχοι

Γνωστικοί στόχοι

Οι μαθητές να μπορούν:

- να περιγράφουν πότε μια δύναμη παράγει έργο και πότε όχι
- να αναγνωρίζουν ότι το έργο σχετίζεται με δύναμη και μετατόπιση
- να χρησιμοποιούν τον τύπο:
 - $W = F \cdot s$ (όταν η δύναμη έχει την ίδια κατεύθυνση με τη μετατόπιση)
- να διακρίνουν:
 - θετικό
 - αρνητικό
 - μηδενικό έργο

Στόχοι δεξιοτήτων

Οι μαθητές να μπορούν:

- να παρατηρούν, να περιγράφουν και να ερμηνεύουν φυσικά φαινόμενα
- να συνεργάζονται σε μικρές ομάδες
- να εξαγάγουν συμπεράσματα από δραστηριότητες και προσομοιώσεις

Στόχοι στάσεων

Οι μαθητές να:

- αναπτύξουν ενδιαφέρον για τη Φυσική ως ερμηνεία της καθημερινότητας
- συμμετέχουν ενεργά και με αυτοπεποίθηση
- αποδέχονται το λάθος ως μέρος της μάθησης

Εικόνα 18 Διδακτικοί Στόχοι

2. Εισαγωγική Δραστηριότητα Αφόρμησης (10')

Ερώτημα προς την τάξη (χωρίς τύπους):

«Κουράστηκες ποτέ σπρώχνοντας έναν τοίχο; Έκανες έργο;»

Καθημερινά παραδείγματα (συζήτηση):

- σπρώχνω ένα θρανίο και μετακινείται
- σπρώχνω έναν τοίχο και δεν κινείται
- σηκώνω μια σχολική τσάντα
- κρατάω μια τσάντα ακίνητη

➡ Ο εκπαιδευτικός δεν δίνει απαντήσεις, καταγράφει τις απόψεις στον πίνακα.

Στόχος: να δημιουργηθεί γνωστική σύγκρουση: $\text{κούραση} \neq \text{έργο}$

Εικόνα 19 Εισαγωγή

3. Δραστηριότητες Μέσα στην Τάξη

Δραστηριότητα 1 – Βιωματικό πείραμα (15')

Υλικά:

- σχολική τσάντα ή βιβλίο
- θρανίο
- χάρακας / μέτρο

Ομαδική εργασία (3–4 μαθητές):

1. Σπρώχνουν το θρανίο και το μετακινούν κατά 1 m.
2. Σπρώχνουν τον τοίχο για 10 s χωρίς μετατόπιση.
3. Κρατούν την τσάντα ακίνητη για 10 s.

Ερωτήσεις φύλλου εργασίας:

- Υπάρχει δύναμη;
- Υπάρχει μετατόπιση;
- Σε ποια περίπτωση «κάτι αλλάζει»;

➡ Συμπέρασμα:

Έργο παράγεται μόνο όταν δύναμη προκαλεί μετατόπιση.

Δραστηριότητα 2 – Προσομοίωση (10–15')

Πρόταση:

- Προσομοίωση τύπου PhET – Forces and Motion (Basics)

Οι μαθητές:

- αλλάζουν τη δύναμη
- παρατηρούν τη μετατόπιση
- συνδέουν ποιοτικά δύναμη ↔ κίνηση

Εικόνα 20 Δραστηριότητες

4. Οπτικοακουστικό Υλικό

Προτείνεται:

- σύντομο animation: σπρώξιμο κιβωτίου σε ευθεία
- εικόνες:
 - παιδί που σπρώχνει καρότσι
 - άτομο που κρατά βάρος ακίνητο
- προσομοιώσεις τύπου PhET για δυνάμεις και μετατόπιση

(Ο στόχος είναι η οπτικοποίηση της έννοιας, όχι η ακρίβεια υπολογισμών.)

Εικόνα 21 Οπτικοακουστικό Υλικό

5. Σταδιακή Εισαγωγή της Έννοιας του Έργου (10')

Ο εκπαιδευτικός οδηγεί τη συζήτηση:

«Όταν σπρώχνουμε και το αντικείμενο κινείται, τότε η δύναμη παράγει έργο.»

Λεκτικός ορισμός (απλός):

Το έργο μιας δύναμης δείχνει πόσο “αποτελεσματικά” η δύναμη προκαλεί κίνηση.

6. Μαθηματική Διατύπωση (10')

Περίπτωση: ίδια κατεύθυνση δύναμης – μετατόπισης

Παρουσίαση στον πίνακα:

Τύπος:

$$W = F \cdot s$$

Όπου:

- **W:** έργο (Joule)
- **F:** δύναμη (Newton)
- **s:** μετατόπιση (μέτρα)

Παράδειγμα:

Σπρώχνω ένα κιβώτιο με δύναμη 10 N και μετακινείται 2 m.

$$W = 10 \cdot 2 = 20 \text{ J}$$

Έμφαση:

- χωρίς μετατόπιση → **W = 0**
- ίδια κατεύθυνση → **θετικό έργο**

Εικόνα 22 Έννοια Έργου και Μαθηματική Διατύπωση

7. Παραδείγματα από την Καθημερινή Ζωή

Θετικό έργο

- σπρώχνω ποδήλατο και επιταχύνεται
- σηκώνω βιβλίο από το πάτωμα

Αρνητικό έργο

- φρένα αυτοκινήτου
- τριβή που σταματά ένα κινούμενο αντικείμενο

Μηδενικό έργο

- σπρώχνω τοίχο
- κρατώ βάρος ακίνητο
- δύναμη κάθετη στη μετατόπιση (προετοιμασία για επόμενα κεφάλαια)

8. Ενδεικτικές Ερωτήσεις Κατανόησης

Κατά τη διάρκεια:

- «Υπάρχει έργο αν δεν υπάρχει κίνηση; Γιατί;»
- «Πότε μια δύναμη δεν παράγει έργο;»
- «Αν διπλασιάσω τη μετατόπιση, τι συμβαίνει στο έργο;»

Εικόνα 23 Παραδείγματα Καθημερινής Ζωής και Ενδεικτικές Ερωτήσεις

9. Αξιολόγηση Μαθητών

Διαμορφωτική αξιολόγηση

- παρατήρηση ομάδων
- προφορικές απαντήσεις
- αιτιολόγηση επιλογών

Αναστοχασμός (5')

Οι μαθητές συμπληρώνουν:

«Σήμερα έμαθα ότι έργο σημαίνει...»

Φύλλο εργασίας / mini-quiz

- 2 ερωτήσεις σωστό-λάθος
- 1 ερώτηση αιτιολόγησης
- 1 απλό αριθμητικό παράδειγμα

10. Διαφοροποίηση Διδασκαλίας

- **Μαθητές που δυσκολεύονται:**
 - περισσότερα σχήματα και λιγότερα νούμερα
 - ποιοτικές ερωτήσεις
- **Προχωρημένοι μαθητές:**
 - περισσότερα παραδείγματα
 - σύγκριση έργου σε διαφορετικές περιπτώσεις

Εικόνα 24 Αξιολόγηση Μαθητών και Διαφοροποίηση Διδασκαλίας

Συμπεράσματα: Το επιστημονικό περιεχόμενο είναι εναρμονισμένο με το περιεχόμενο του κεφαλαίου 5.1 του σχολικού βιβλίου Φυσικής Β' Γυμνασίου (ΥΠΑΙΘΑ, π.δ., σ. 89-91). Παρ' όλα αυτά, παρατηρείται διαφοροποίηση στον συμβολισμό της μετατόπισης στη μαθηματική διατύπωση (βλέπε Εικόνα 22). Συγκεκριμένα, αντί του συμβόλου Δx που αναγράφεται στο σχολικό εγχειρίδιο, γίνεται χρήση του συμβόλου s , γεγονός που μπορεί να προκαλέσει σύγχυση.

Οι μαθησιακοί στόχοι που αντιστοιχούν στη διδακτέα ύλη, σύμφωνα με το βιβλίο του εκπαιδευτικού που διανέμεται, είναι οι εξής: α) ο προσδιορισμός των προϋποθέσεων κάτω από τις οποίες μια δύναμη παράγει έργο, β) ο υπολογισμός του έργου που παράγεται από σταθερή δύναμη, και γ) η συσχέτιση του παραγόμενου έργου με τη μεταφερόμενη ενέργεια

σε ένα σώμα (ΥΠΕΘ, n.d.). Οι παραγόμενες δραστηριότητες συμβάλλουν στην επίτευξη του μαθησιακού στόχου α και στη συσχέτιση του έργου με την έννοια της δύναμης και της μετατόπισης μέσω καθημερινών παραδειγμάτων. Παράλληλα, δίνεται η μαθηματική διατύπωση για την επίλυση προβλημάτων υπολογισμού έργου όταν η δύναμη και η μετατόπιση είναι στην ίδια διεύθυνση, όπως προβλέπεται από τον μαθησιακό στόχο β. Ωστόσο, το παραγόμενο υλικό δε δίνει επαρκή έμφαση στην έννοια της ενέργειας, η οποία σχετίζεται άμεσα με τον ορισμό του έργου, κάτι που ζητείται από τον μαθησιακό στόχο γ.

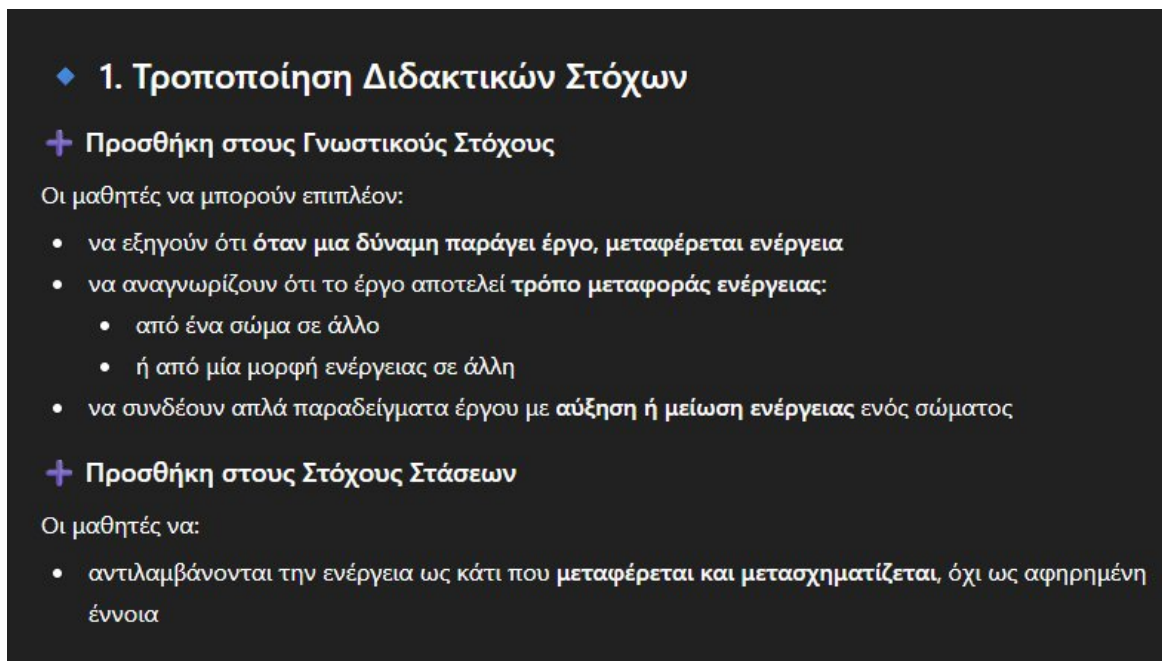
Όσον αφορά τη δομή, το εκπαιδευτικό υλικό είναι οργανωμένο και διαρθρωμένο σε επιμέρους κατηγορίες δραστηριοτήτων με συγκεκριμένο παιδαγωγικό προσανατολισμό. Επιπλέον, για κάθε δραστηριότητα προτείνεται ενδεικτικός χρόνος υλοποίησης εντός της διδακτικής ώρας, στοιχείο που συμβάλλει στην αποτελεσματικότερη χρονική κατανομή τους και στην ομαλή ροή της μαθησιακής διαδικασίας.

Βήμα 2: Στο επόμενο βήμα, επιχειρείται ο εμπλουτισμός του προηγούμενου prompt, με στόχο να ενσωματωθούν επιπλέον στοιχεία που θα επιτρέψουν την υλοποίηση και του μαθησιακού στόχου γ, ο οποίος αφορά τη συσχέτιση του παραγόμενου έργου με τη μεταφορά και μεταβολή ενέργειας στα σώματα.

Prompt: Σε συνέχεια του προηγούμενου σχεδίου μαθήματος που σχεδίασες για το κεφάλαιο 5.1 «Έργο και Ενέργεια» της Φυσικής Β' Γυμνασίου, τροποποίησε και εμπλούτισε το σχέδιο ώστε να εκπληρώνεται ρητά και ο μαθησιακός στόχος: «Οι μαθητές να κατανοούν ότι το έργο μιας δύναμης αποτελεί τρόπο μεταφοράς ενέργειας από ένα σώμα σε ένα άλλο ή από μια μορφή σε άλλη». Ζητείται: 1. Να προστεθούν ή να τροποποιηθούν διδακτικοί στόχοι ώστε να περιλαμβάνουν ρητά τη σύνδεση έργου – μεταφοράς ενέργειας. 2. Να ενσωματωθεί τουλάχιστον μία νέα βιωματική ή πειραματική δραστηριότητα όπου να αναδεικνύεται ότι όταν παράγεται έργο, μεταφέρεται ενέργεια (π.χ. σπρώξιμο αντικειμένου, ανύψωση σώματος). 3. Να προταθούν παραδείγματα από την καθημερινή ζωή που να δείχνουν καθαρά τη μεταφορά ενέργειας μέσω έργου. 4. Να προστεθούν ερωτήσεις κατανόησης που να ελέγχουν αν οι μαθητές συνδέουν το έργο με την ενέργεια. 5. Να διατηρηθεί η δομή, το ύφος και η φιλοσοφία του αρχικού σχεδίου μαθήματος και να παρουσιαστούν μόνο οι απαραίτητες τροποποιήσεις ή προσθήκες, όχι ολόκληρο νέο σχέδιο. Στόχος είναι το μάθημα να παραμένει βιωματικό και διερευνητικό, αλλά να οδηγεί σαφώς

τους μαθητές στο συμπέρασμα ότι: «Όταν μια δύναμη παράγει έργο, μεταφέρεται ενέργεια».

Αποτέλεσμα:



◆ **1. Τροποποίηση Διδακτικών Στόχων**

✚ **Προσθήκη στους Γνωστικούς Στόχους**

Οι μαθητές να μπορούν επιπλέον:

- να εξηγούν ότι όταν μια δύναμη παράγει έργο, μεταφέρεται ενέργεια
- να αναγνωρίζουν ότι το έργο αποτελεί τρόπο μεταφοράς ενέργειας:
 - από ένα σώμα σε άλλο
 - ή από μία μορφή ενέργειας σε άλλη
- να συνδέουν απλά παραδείγματα έργου με αύξηση ή μείωση ενέργειας ενός σώματος

✚ **Προσθήκη στους Στόχους Στάσεων**

Οι μαθητές να:

- αντιλαμβάνονται την ενέργεια ως κάτι που μεταφέρεται και μετασχηματίζεται, όχι ως αφηρημένη έννοια

Εικόνα 25 Προσθήκη Νέου Διδακτικού Στόχου

♦ 2. Νέα Βιωματική / Πειραματική Δραστηριότητα

Δραστηριότητα: «Από το χέρι στο αντικείμενο»

Χρόνος: 10–15'

Υλικά:

- μπάλα ή βιβλίο
- θρανίο
- ελατήριο ή λαστιχάκι (αν υπάρχει)

Βήματα:

1. Μαθητής σηκώνει αργά μια μπάλα από το πάτωμα και την αφήνει πάνω στο θρανίο.
2. Μαθητής σπρώχνει τη μπάλα πάνω στο θρανίο ώστε να κινηθεί.
3. Μαθητής πιέζει ελατήριο και το αφήνει.

Ερωτήσεις προς τις ομάδες:

- Ποιο σώμα άσκησε δύναμη;
- Υπήρξε μετατόπιση;
- Τι άλλαξε στο αντικείμενο μετά το σπρώξιμο ή το σήκωμα;

Καθοδηγούμενο συμπέρασμα:

- Το αντικείμενο απέκτησε **ικανότητα να κινηθεί**, να πέσει, να παραμορφώσει κάτι → άρα απέκτησε **ενέργεια**.

➡ Ο εκπαιδευτικός οδηγεί:

«Όταν εμείς ασκήσαμε δύναμη και έγινε μετατόπιση, κάναμε έργο.
Με αυτό το έργο δώσαμε ενέργεια στο αντικείμενο.»

♦ 3. Στοχευμένη Ενσωμάτωση στη Ροή του Μαθήματος

Μετά την εισαγωγή του τύπου:

Προσθήκη πρότασης:

Το έργο μιας δύναμης είναι ένας τρόπος με τον οποίο **μεταφέρεται ενέργεια**.

Στον πίνακα:

Όταν:

- υπάρχει έργο → υπάρχει μεταφορά ενέργειας
- δεν υπάρχει έργο → δεν μεταφέρεται ενέργεια

Σχηματικά:

Χέρι → (έργο) → Κιβώτιο

Χέρι → ενέργεια → Κιβώτιο

Εικόνα 26 Δραστηριότητα και Συσχέτιση του Έργου με την Έννοια της Ενέργειας

◆ 4. Εμπλουτισμός Καθημερινών Παραδειγμάτων

Μεταφορά ενέργειας μέσω έργου

- Σηκώνω τσάντα → ενέργεια από το σώμα μου → τσάντα
- Σπρώχνω καρότσι → ενέργεια από εμένα → καρότσι
- Τεντώνω τόξο → ενέργεια από χέρι → τόξο
- Ποδήλατο σε ανηφόρα → ενέργεια από αναβάτη → ποδήλατο

Αντιπαράδειγμα

- Σπρώχνω τοίχο → δεν κινείται → δεν μεταφέρεται ενέργεια

Εικόνα 27 Καθημερινά Παραδείγματα

◆ 5. Νέες Ερωτήσεις Κατανόησης

Κατά τη διάρκεια:

- «Όταν σπρώχνεις ένα αντικείμενο και κινείται, τι του δίνεις;»
- «Αν δεν υπάρχει μετατόπιση, μεταφέρεται ενέργεια; Γιατί;»
- «Σε ποιο σώμα καταλήγει η ενέργεια όταν κάνεις έργο;»
- «Ποια σχέση βλέπεις ανάμεσα στο έργο και στην ενέργεια;»

Εικόνα 28 Ερωτήσεις Κατανόησης

◆ 6. Προσθήκη στην Αξιολόγηση

Σύντομη ερώτηση αναστοχασμού

Συμπλήρωσε:

| Όταν μια δύναμη παράγει έργο, τότε

Αναμενόμενη απάντηση:

| μεταφέρεται ενέργεια.

Εικόνα 29 Ερωτήσεις Αξιολόγησης

◆ 7. Τελικό Παιδαγωγικό Μήνυμα προς τους Μαθητές

Ο εκπαιδευτικός κλείνει με φράση-κλειδί:

Το έργο είναι ο τρόπος με τον οποίο η ενέργεια ταξιδεύει από το ένα σώμα στο άλλο.

Εικόνα 30 Παιδαγωγικό Συμπέρασμα

Συμπεράσματα: Και σε αυτή την περίπτωση, το επιστημονικό περιεχόμενο βρίσκεται σε αντιστοιχία με τη διδακτέα ύλη του κεφαλαίου 5.1. Ωστόσο, η χρήση της λέξης «ταξιδεύει» για την περιγραφή της μεταφοράς ενέργειας από ένα σώμα σε ένα άλλο (βλέπε Εικόνα 30) κρίνεται επιστημονικά ακατάλληλη και μη συμβατή με την ορολογία που χρησιμοποιείται στο σχολικό εγχειρίδιο.

Όσον αφορά τους μαθησιακούς στόχους, στο συγκεκριμένο βήμα ζητήθηκε η επίτευξη του μαθησιακού στόχου γ. Συμπληρωματικά προς το υλικό που παρήχθη στο Βήμα 1, προτάθηκαν νέα καθοδηγητικά ερωτήματα, τα οποία συσχετίζουν την έννοια του παραγόμενου έργου με τη μεταφορά ενέργειας σε ένα σώμα μέσα από δραστηριότητες και παραδείγματα παρόμοιας μορφής με εκείνα του αρχικού μαθησιακού πλάνου. Η επιλογή αυτή διευκολύνει την τροποποίηση του πλάνου, καθώς επιτρέπει την ομαλή και συνεκτική ενσωμάτωση των νέων στοιχείων, με αποτέλεσμα την υλοποίηση όλων των επιθυμητών μαθησιακών στόχων.

Σε επίπεδο δομής και σαφήνειας, διατηρείται η συνοχή η οποία είχε και το αρχικό μαθησιακό πλάνο, με διακριτές κατηγορίες δραστηριοτήτων και ξεκάθαρη ροή για την εφαρμογή του στη διδακτική διαδικασία.

2.1.3 Δημιουργία Φύλλων Εργασίας

Στο πλαίσιο αξιολόγησης των μαθητών ως προς την εμπέδωση και την εφαρμογή των διδαχθέντων εννοιών, απαραίτητος είναι ο σχεδιασμός φύλλων εργασίας. Ζητούμενο είναι οι ασκήσεις να έχουν κλιμακούμενο επίπεδο δυσκολίας για μαθητές Α' Λυκείου πάνω στην ευθύγραμμη ομαλή κίνηση και την ευθύγραμμη ομαλά μεταβαλλόμενη κίνηση (Κεφάλαια 1.1.5, 1.1.8 και 1.1.9).

Η διαδικασία αυτή αποτυπώνεται στα παρακάτω βήματα:

Βήμα 1: Η ανάλυση ξεκινά προσδιορίζοντας σαφώς το θέμα που εξετάζει η κάθε άσκηση και την εκπαιδευτική βαθμίδα στην οποία απευθύνεται.

Prompt: Δημιούργησε φύλλο εργασίας Φυσικής για μαθητές Α΄ Λυκείου με θέμα την Κινηματική και ειδικότερα την Ευθύγραμμη Ομαλή Κίνηση (ΕΟΚ) και την Ευθύγραμμη Ομαλά Μεταβαλλόμενη Κίνηση (ΕΟΜΚ). Το φύλλο εργασίας να αποτελείται από πέντε (5) ασκήσεις, με σαφώς αυξανόμενο βαθμό δυσκολίας από την Άσκηση 1 έως την Άσκηση 5. Οι ασκήσεις να είναι διατυπωμένες σε ύφος και δομή αντίστοιχα με εκείνα του σχολικού βιβλίου και να είναι απαιτητικές, κατάλληλες για τελικές εξετάσεις. Συγκεκριμένα: Άσκηση 1: Εισαγωγική άσκηση βασικής κατανόησης (ΕΟΚ), με απλούς υπολογισμούς και ποιοτική ερμηνεία. Άσκηση 2: Άσκηση ΕΟΚ ή ΕΟΜΚ που να περιλαμβάνει γράφημα θέσης–χρόνου ($x-t$) και ερωτήματα ερμηνείας και υπολογισμού. Άσκηση 3: Άσκηση ΕΟΜΚ με γράφημα ταχύτητας–χρόνου ($v-t$), όπου να ζητείται η εξαγωγή φυσικών μεγεθών από το γράφημα. Άσκηση 4: Συνδυαστική άσκηση που να απαιτεί μετάβαση μεταξύ εξισώσεων, γραφημάτων και λεκτικής περιγραφής της κίνησης. Άσκηση 5: Απαιτητική συνδυαστική άσκηση αυξημένης δυσκολίας, με σύγκριση δύο κινήσεων (ΕΟΚ και ΕΟΜΚ) ή δύο σωμάτων, κατάλληλη για αξιολόγηση υψηλού επιπέδου. Σε όλες τις ασκήσεις να ζητείται, όπου είναι παιδαγωγικά σκόπιμο, η κατασκευή ή ερμηνεία γραφημάτων ($x-t$, $v-t$) και να αποφεύγονται ανούσιες επαναλήψεις. Η διατύπωση να είναι σαφής, επιστημονικά ορθή και κατάλληλη για μαθητές Α΄ Λυκείου.

Αποτέλεσμα:

Άσκηση 1 – Βασική κατανόηση (ΕΟΚ)

Ένα αυτοκίνητο κινείται ευθύγραμμα με σταθερή ταχύτητα μέτρου $v = 20 \text{ m/s}$.

1. Να υπολογίσετε τη μετατόπιση του αυτοκινήτου σε χρονικό διάστημα $t = 15 \text{ s}$.
2. Να υπολογίσετε τον χρόνο που απαιτείται για να διανύσει απόσταση 600 m .
3. Να εξηγήσετε ποιοτικά τι σημαίνει ότι η κίνηση είναι ευθύγραμμη ομαλή.

Εικόνα 31 Άσκηση 1

Άσκηση 2 – Γράφημα θέσης-χρόνου ($x-t$)

Ένα σώμα κινείται ευθύγραμμα και η θέση του μεταβάλλεται σύμφωνα με το παρακάτω γράφημα θέσης-χρόνου:

(το γράφημα $x-t$ είναι ευθεία γραμμή με θετική κλίση)

1. Να χαρακτηρίσετε το είδος της κίνησης.
2. Να υπολογίσετε την ταχύτητα του σώματος από το γράφημα.
3. Να βρείτε τη θέση του σώματος τη χρονική στιγμή $t = 8 \text{ s}$.
4. Να σχεδιάσετε το αντίστοιχο γράφημα ταχύτητας-χρόνου ($v-t$).

Εικόνα 32 Άσκηση 2

Άσκηση 3 – Γράφημα ταχύτητας-χρόνου ($v-t$) (ΕΟΜΚ)

Η κίνηση ενός σώματος περιγράφεται από το παρακάτω γράφημα ταχύτητας-χρόνου:

(το γράφημα $v-t$ είναι ευθεία γραμμή με θετική κλίση)

1. Να προσδιορίσετε το είδος της κίνησης.
2. Να υπολογίσετε την επιτάχυνση του σώματος.
3. Να υπολογίσετε τη μεταβολή της ταχύτητας στο χρονικό διάστημα από $t = 0$ έως $t = 6 \text{ s}$.
4. Να υπολογίσετε τη μετατόπιση του σώματος στο ίδιο χρονικό διάστημα.
5. Να σχεδιάσετε ποιοτικά το γράφημα θέσης-χρόνου ($x-t$).

Εικόνα 33 Άσκηση 3

Άσκηση 4 – Συνδυαστική άσκηση (εξισώσεις – γραφήματα – περιγραφή)

Ένα σώμα κινείται ευθύγραμμα με αρχική ταχύτητα $v_0 = 5 \text{ m/s}$ και σταθερή επιτάχυνση $a = 2 \text{ m/s}^2$.

1. Να γράψετε τις εξισώσεις της κίνησης $v(t)$ και $x(t)$, θεωρώντας ότι τη χρονική στιγμή $t = 0$ το σώμα βρίσκεται στη θέση $x_0 = 0$.
2. Να υπολογίσετε την ταχύτητα του σώματος τη χρονική στιγμή $t = 4 \text{ s}$.
3. Να υπολογίσετε τη μετατόπιση στο ίδιο χρονικό διάστημα.
4. Να σχεδιάσετε τα γραφήματα $v-t$ και $x-t$.
5. Να περιγράψετε λεκτικά την κίνηση του σώματος.

Εικόνα 34 Άσκηση 4

Άσκηση 5 – Συνδυαστική άσκηση αυξημένης δυσκολίας (σύγκριση κινήσεων)

Δύο σώματα Α και Β κινούνται ευθύγραμμα στον ίδιο άξονα.

- Το σώμα Α εκτελεί ΕΟΚ με ταχύτητα $v_A = 10 \text{ m/s}$.
- Το σώμα Β εκτελεί ΕΟΜΚ με αρχική ταχύτητα $v_{0B} = 0$ και επιτάχυνση $a_B = 2 \text{ m/s}^2$.

Τη χρονική στιγμή $t = 0$ τα δύο σώματα βρίσκονται στην ίδια θέση.

1. Να γράψετε τις εξισώσεις κίνησης των δύο σωμάτων.
2. Να υπολογίσετε τη χρονική στιγμή κατά την οποία τα δύο σώματα έχουν ίσες ταχύτητες.
3. Να εξετάσετε αν και πότε το σώμα Β προσπερνά το σώμα Α.
4. Να σχεδιάσετε σε κοινό σύστημα αξόνων τα γραφήματα $x-t$ των δύο σωμάτων.
5. Να ερμηνεύσετε ποιοτικά τη σύγκριση των δύο κινήσεων.

Εικόνα 35 Άσκηση 5

Συμπεράσματα: Το επιστημονικό περιεχόμενο των ασκήσεων συνάδει με το περιεχόμενο των κεφαλαίων 1.1.5, 1.1.8 και 1.1.9 του σχολικού βιβλίου Φυσικής Α' Λυκείου (ΥΠΕΘ, n.d., σ. 42-47 και 50-60).

Οι μαθησιακοί στόχοι που συνδέονται με το περιεχόμενο των ασκήσεων, όπως αυτό καθορίζεται στο prompt και σύμφωνα με το βιβλίο του καθηγητή που διανέμεται, είναι οι εξής: α) ο ορισμός της έννοιας της ταχύτητας ως μέγεθος διανυσματικό και η ανακάλυψη της εξίσωσης που παρέχει τη μετατόπιση στην ευθύγραμμη ομαλή κίνηση, β) η κατασκευή γραφικών παραστάσεων και η εξαγωγή στοιχείων από μια γραφική παράσταση ταχύτητας-χρόνου και μετατόπισης-χρόνου, γ) ο ορισμός της επιτάχυνσης, δ) ο ορισμός της ομαλά μεταβαλλόμενης κίνησης, ε) η κατανόηση της αντίθετης φοράς της επιτάχυνσης συγκριτικά με την ταχύτητα στην ομαλά επιβραδυνόμενη κίνηση, στ) ο προσδιορισμός της εξίσωσης της ομαλά μεταβαλλόμενης κίνησης, ζ) η απόδοση γραφικά της εξίσωσης της ταχύτητας σε συνάρτηση με τον χρόνο, και η) ο προσδιορισμός της εξίσωσης της μετατόπισης από το γράφημα ταχύτητας-χρόνου (ΥΠΔΒΜΘ, n.d.). Ο μαθησιακός στόχος που δεν καλύπτεται από τις παραπάνω ασκήσεις είναι ο ε, καθώς καμία από αυτές δεν πραγματεύεται την περίπτωση της ομαλά επιβραδυνόμενης κίνησης. Παρατηρείται ότι, εφόσον δεν προσδιορίστηκε στο prompt η περίπτωση ομαλά επιταχυνόμενης ή ομαλά επιβραδυνόμενης κίνησης, σε όποια ερωτήματα χρησιμοποιήθηκε η ομαλά μεταβαλλόμενη κίνηση αυτόματα ερμηνεύτηκε ως ομαλά επιταχυνόμενη κίνηση. Επιπλέον, μια τροποποίηση που θα μπορούσε να γίνει είναι στις ασκήσεις 2 και 3 (βλέπε Εικόνα 32 και Εικόνα 33 αντίστοιχα),

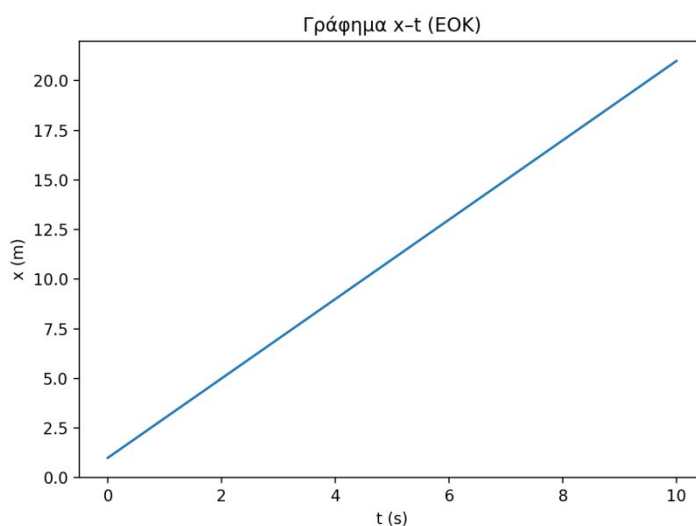
όπου θα μπορούσε να μην αναφέρεται το είδος του γραφήματος που δίνεται στην εκφώνηση, ώστε ο μαθητής να μπει σε θέση να αναγνωρίσει μόνος του τα φυσικά μεγέθη τα οποία απεικονίζονται.

Όσον αφορά τη δομή, τα ερωτήματα είναι κατανοητά και με σαφή διατύπωση.

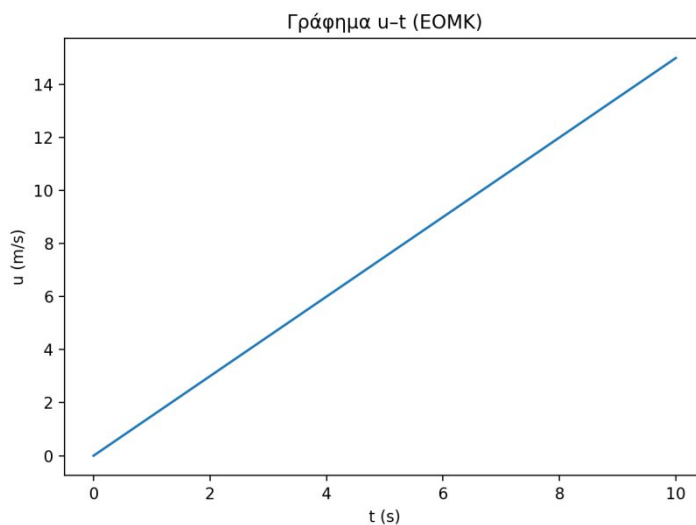
Βήμα 2: Σε συνέχεια των ασκήσεων που δόθηκαν στο πρώτο βήμα, ζητείται να δώσει σε μορφή εικόνας τα γραφήματα που συνοδεύουν την εκφώνηση στις ασκήσεις 2 και 3.

Prompt: Θα ήθελα να μου δώσεις σε μορφή εικόνας τα γραφήματα των ασκήσεων 2 και 3 με τα φυσικά μεγέθη να είναι γραμμένα με τα σύμβολα που εμφανίζονται και στο σχολικό βιβλίο (ταχύτητα u , θέση x , χρόνος t).

Αποτέλεσμα:



Εικόνα 36 Γράφημα x-t Άσκησης 2



Εικόνα 37 Γράφημα u-t Άσκησης 3

Συμπεράσματα: Αρχικά, διαπιστώνεται ότι το παραγόμενο υλικό περιέχει επιστημονικές ανακρίβειες. Συγκεκριμένα, η αρχή των αξόνων (0,0) δεν παρουσιάζεται με τον σύνηθη τρόπο, ενώ στο γράφημα u-t (βλέπε Εικόνα 37) η συνιστώσα x με την συνιστώσα y δεν ταυτίζονται στο (0,0). Συνεπώς, κρίνεται απαραίτητη η τροποποίησή τους με κάποιο πρόγραμμα επεξεργασίας εικόνων, προκειμένου να καταστούν αξιοποιήσιμες.

Σε σχέση με τους μαθησιακούς στόχους, τα γραφήματα λειτουργούν συμπληρωματικά με τις ασκήσεις που παράχθηκαν στο Βήμα 1 για την επίτευξη του στόχου β, ο οποίος αφορά την εξαγωγή στοιχείων από γραφικές παραστάσεις.

Τέλος, ως προς τη δομή και τη σαφήνεια, τα γραφήματα είναι ευανάγνωστα, διευκολύνοντας την κατανόηση και την ερμηνεία των δεδομένων.

2.1.4 Δημιουργία Κουίζ

Στο πλαίσιο της διερεύνησης της χρήσης του ChatGPT στη δημιουργία κουίζ, μελετάται η απόδοση του εργαλείου για τη διδασκαλία των Νόμων του Νεύτωνα σε μαθητές Β' Γυμνασίου, με στόχο τη βαθύτερη κατανόηση των βασικών εννοιών της Κλασικής Μηχανικής.

Η διαδικασία αυτή αποτυπώνεται στα παρακάτω βήματα:

Βήμα 1: Αρχικά, ζητείται η δημιουργία ενός κουίζ σε μορφή ερωτήσεων πολλαπλής επιλογής με θέμα τους Νόμους του Νεύτωνα, διευκρινίζοντας την εκπαιδευτική βαθμίδα στην οποία απευθύνεται, τον αριθμό των επιλογών ανά ερώτηση, το πλήθος των σωστών απαντήσεων και την αντίστοιχη αιτιολόγηση αυτών.

Prompt: Δημιούργησε ένα κουίζ 10 ερωτήσεων πολλαπλής επιλογής για το μάθημα της Φυσικής Β' Γυμνασίου με θέμα «Νόμοι του Νεύτωνα». Κάθε ερώτηση να έχει 4 επιλογές απάντησης, εκ των οποίων μία σωστή, και να συνοδεύεται από σύντομη αιτιολόγηση της σωστής απάντησης.

Αποτέλεσμα:

1. Τι περιγράφει ο 1ος Νόμος του Νεύτωνα (νόμος της αδράνειας);

- A. Τη σχέση δύναμης και επιτάχυνσης
- B. Τη διατήρηση της κίνησης χωρίς εξωτερική δύναμη
- Γ. Την ισότητα δράσης-αντίδρασης
- Δ. Τη μεταβολή της μάζας

Σωστή απάντηση: B

Αιτιολόγηση: Ένα σώμα διατηρεί την κατάσταση ηρεμίας ή ευθύγραμμης ομαλής κίνησης αν δεν ασκείται συνισταμένη δύναμη.

Εικόνα 38 Ερώτηση 1

2. Ποιο φυσικό μέγεθος εκφράζει την αδράνεια ενός σώματος;

- A. Η ταχύτητα
- B. Η δύναμη
- Γ. Η μάζα
- Δ. Η επιτάχυνση

Σωστή απάντηση: Γ

Αιτιολόγηση: Η μάζα μετρά την αντίσταση ενός σώματος στη μεταβολή της κίνησής του.

Εικόνα 39 Ερώτηση 2

3. Σύμφωνα με τον 2ο Νόμο του Νεύτωνα, η επιτάχυνση ενός σώματος είναι:

- A. Ανάλογη της μάζας
- B. Αντίστροφα ανάλογη της δύναμης
- Γ. Ανάλογη της συνισταμένης δύναμης
- Δ. Ανεξάρτητη από τη δύναμη

Σωστή απάντηση: Γ

Αιτιολόγηση: Ο 2ος νόμος δηλώνει ότι η επιτάχυνση είναι ανάλογη της δύναμης που ασκείται.

Εικόνα 40 Ερώτηση 3

4. Ποιος μαθηματικός τύπος εκφράζει τον 2ο Νόμο του Νεύτωνα;

- A. $v = \frac{s}{t}$
- B. $F = m \cdot a$
- Γ. $p = m \cdot v$
- Δ. $W = F \cdot s$

Σωστή απάντηση: B

Αιτιολόγηση: Ο νόμος συνδέει τη δύναμη με τη μάζα και την επιτάχυνση.

Εικόνα 41 Ερώτηση 4

5. Αν η δύναμη που ασκείται σε ένα σώμα διπλασιαστεί (σταθερή μάζα), τότε η επιτάχυνση:

- A. Μειώνεται στο μισό
- B. Παραμένει ίδια
- Γ. Διπλασιάζεται
- Δ. Μηδενίζεται

Σωστή απάντηση: Γ

Αιτιολόγηση: Η επιτάχυνση είναι ανάλογη της δύναμης.

Εικόνα 42 Ερώτηση 5

6. Ποια πρόταση περιγράφει σωστά τον 3ο Νόμο του Νεύτωνα;

- A. Η δύναμη προκαλεί επιτάχυνση
- B. Η μάζα καθορίζει την κίνηση
- Γ. Κάθε δράση συνοδεύεται από ίση και αντίθετη αντίδραση
- Δ. Η κίνηση διατηρείται χωρίς δύναμη

Σωστή απάντηση: Γ

Αιτιολόγηση: Οι δυνάμεις εμφανίζονται πάντα σε ζεύγη δράσης-αντίδρασης.

Εικόνα 43 Ερώτηση 6

7. Οι δυνάμεις δράσης και αντίδρασης:

- A. Ασκούνται στο ίδιο σώμα
- B. Έχουν ίδιο σημείο εφαρμογής
- Γ. Ασκούνται σε διαφορετικά σώματα
- Δ. Καταργούν η μία την άλλη

Σωστή απάντηση: Γ

Αιτιολόγηση: Κάθε δύναμη ασκείται σε διαφορετικό σώμα, άρα δεν αναιρούνται.

Εικόνα 44 Ερώτηση 7

8. Ένα βιβλίο ακουμπά σε τραπέζι και παραμένει ακίνητο. Ποιος νόμος εξηγεί την κατάσταση αυτή;

- A. 1ος Νόμος
- B. 2ος Νόμος
- Γ. 3ος Νόμος
- Δ. Κανένας

Σωστή απάντηση: Α

Αιτιολόγηση: Δεν υπάρχει συνισταμένη δύναμη, οπότε το σώμα παραμένει σε ηρεμία.

Εικόνα 45 Ερώτηση 8

9. Όταν σπρώχνουμε έναν τοίχο και δεν κινείται, ποια δύναμη ασκεί ο τοίχος;

- A. Καμία
- B. Μικρότερη από τη δική μας
- Γ. Ίση και αντίθετη
- Δ. Μεγαλύτερη

Σωστή απάντηση: Γ

Αιτιολόγηση: Σύμφωνα με τον 3ο νόμο, η αντίδραση είναι ίση και αντίθετη.

Εικόνα 46 Ερώτηση 9

10. Γιατί ένα φορτηγό επιταχύνεται λιγότερο από ένα αυτοκίνητο όταν δέχονται την ίδια δύναμη;

- A. Έχει μεγαλύτερη ταχύτητα
- B. Έχει μικρότερη μάζα
- Γ. Έχει μεγαλύτερη μάζα
- Δ. Δέχεται μικρότερη δύναμη

Σωστή απάντηση: Γ

Αιτιολόγηση: Όσο μεγαλύτερη είναι η μάζα, τόσο μικρότερη είναι η επιτάχυνση για την ίδια δύναμη.

Εικόνα 47 Ερώτηση 10

Συμπεράσματα: Τόσο οι ερωτήσεις όσο και οι απαντήσεις, σε γενικές γραμμές, είναι ορθώς διατυπωμένες και σε αντιστοιχία με τα αντίστοιχα κεφάλαια του βιβλίου Φυσικής Β' Γυμνασίου (ΥΠΑΙΘΑ, n.d., σ. 52-59). Ωστόσο, η διατύπωση του νόμου της αδράνειας στην Ερώτηση 1 (βλέπε Εικόνα 38) θα μπορούσε να είναι σαφέστερη, καθώς η κίνηση ενός σώματος διατηρείται και με την άσκηση εξωτερικών δυνάμεων στο σώμα, εφόσον η συνισταμένη αυτών ισούται με το μηδέν. Άλλη μία επισημάνση θα μπορούσε να γίνει στην ερώτηση 4 (βλέπε Εικόνα 41), όπου το σύμβολο ορισμένων μεγεθών δεν αντιστοιχεί σε αυτό που αναγράφεται στο σχολικό βιβλίο, όπως παρατηρείται στην έκφραση της μετατόπισης του σώματος στην επιλογή Δ.

Οι μαθησιακοί στόχοι που αντιστοιχούν στους νόμους του Νεύτωνα, σύμφωνα με το βιβλίο του εκπαιδευτικού που διανέμεται, είναι οι εξής: α) η προσέγγιση της μεταβολής της ταχύτητας ενός σώματος ως μέγεθος ανάλογο της συνισταμένης δύναμης που ασκείται σε

αυτό μέσω παραδειγμάτων, β) η προσέγγιση της έννοιας της αδράνειας μέσω παραδειγμάτων και η συσχέτισή της με τη μάζα, γ) η συσχέτιση του τρίτου νόμου του Νεύτωνα με την έννοια της αλληλεπίδρασης δύο σωμάτων και χρήση παραδειγμάτων, και δ) ο σχεδιασμός της δράσης και της αντίδρασης κατά την αλληλεπίδραση δύο σωμάτων, ως δύο δυνάμεις που ασκούνται σε διαφορετικά σώματα και η διάκρισή τους από δύο αντίθετες δυνάμεις, που ενεργούν σε ένα σώμα και προκαλούν την ισορροπία του (ΥΠΕΘ, π.δ.). Σε σχέση με την αντιστοίχιση των ερωτήσεων με τους μαθησιακούς στόχους, διαπιστώνεται ότι ο στόχος α επιτυγχάνεται μέσω των ερωτήσεων 3, 4 και 5 (βλέπε Εικόνα 40, 41 και 42 αντίστοιχα), οι οποίες εστιάζουν στον 2^ο Νόμο του Νεύτωνα. Επιπλέον, ο στόχος β εξυπηρετείται από τις ερωτήσεις 1, 2 και 8 (βλέπε Εικόνα 38, 39 και 45 αντίστοιχα), καθώς αυτές αφορούν την αδράνεια και τον 1^ο Νόμο του Νεύτωνα. Παράλληλα, οι στόχοι γ και δ πραγματώνονται μέσα από τις ερωτήσεις 6, 7 και 9 (βλέπε Εικόνα 43, 44 και 46 αντίστοιχα), οι οποίες στοχεύουν στον 3^ο Νόμο του Νεύτωνα. Η ερώτηση 10 (βλέπε Εικόνα 47) δεν αντιστοιχεί σε κάποιον από τους παραπάνω στόχους, παρότι αξιολογεί την κατανόηση του 2^{ου} Νόμου του Νεύτωνα. Τέλος, η μορφή του κουίζ είναι τέτοια ώστε η σχεδίαση δυνάμεων, η οποία απαιτείται από τον μαθησιακό στόχο δ, να μην είναι εφικτή.

Όσον αφορά τη δομή, οι ερωτήσεις είναι αριθμημένες, κατανοητές και με σαφή διατύπωση.

Βήμα 2: Συνεχίζοντας τη μελέτη του εργαλείου, ζητείται η δημιουργία κουίζ σε μορφή Σωστό – Λάθος πάνω στο ίδιο θέμα με την προηγούμενη δραστηριότητα.

Prompt: Δημιούργησε ένα κουίζ τύπου Σωστό–Λάθος για το θέμα των Νόμων του Νεύτωνα, κατάλληλο για μαθητές Β' Γυμνασίου. Το κουίζ να αποτελείται από 8 ομάδες προτάσεων, όπου κάθε ομάδα περιλαμβάνει 4 προτάσεις. Σε κάθε ομάδα, μόνο μία πρόταση να είναι επιστημονικά ορθή, ενώ οι υπόλοιπες τρεις να είναι λανθασμένες αλλά παραπλανητικές, ώστε να ελέγχουν συνηθισμένες παρανοήσεις των μαθητών. Η διατύπωση των προτάσεων να είναι σαφής, σύντομη και σύμφωνη με το σχολικό βιβλίο Φυσικής της Β' Γυμνασίου. Στο τέλος κάθε ομάδας να αναφέρεται ποια πρόταση είναι η σωστή, συνοδευόμενη από σύντομη αιτιολόγηση.

Αποτέλεσμα:

Ομάδα 1 – Αδράνεια

- Α. Ένα σώμα χωρίς δύναμη σταματά πάντα μετά από λίγο χρόνο.
- Β. Ένα σώμα στο οποίο δεν ασκείται συνισταμένη δύναμη παραμένει ακίνητο ή κινείται με σταθερή ταχύτητα.
- Γ. Για να διατηρηθεί η κίνηση χρειάζεται συνεχώς δύναμη.
- Δ. Η κίνηση ενός σώματος συνεχίζεται μόνο αν αυξάνεται η δύναμη.

Σωστή πρόταση: Β

Αιτιολόγηση: Ο 1ος Νόμος του Νεύτωνα (νόμος της αδράνειας) περιγράφει τη διατήρηση της κατάστασης κίνησης χωρίς συνισταμένη δύναμη.

Εικόνα 48 Ομάδα Ερωτήσεων 1

Ομάδα 2 – Μάζα και αδράνεια

- Α. Η αδράνεια εξαρτάται από την ταχύτητα του σώματος.
- Β. Η αδράνεια εξαρτάται από τη μάζα του σώματος.
- Γ. Η αδράνεια εμφανίζεται μόνο όταν το σώμα κινείται.
- Δ. Η αδράνεια εξαρτάται από τη δύναμη που ασκείται.

Σωστή πρόταση: Β

Αιτιολόγηση: Η μάζα εκφράζει την αντίσταση ενός σώματος στη μεταβολή της κίνησής του.

Εικόνα 49 Ομάδα Ερωτήσεων 2

Ομάδα 3 – Δύναμη και επιτάχυνση

- Α. Η επιτάχυνση είναι ανεξάρτητη από τη δύναμη.
- Β. Όσο μεγαλύτερη είναι η δύναμη, τόσο μεγαλύτερη είναι η επιτάχυνση (για σταθερή μάζα).
- Γ. Η επιτάχυνση μειώνεται όταν αυξάνεται η δύναμη.
- Δ. Η επιτάχυνση εξαρτάται μόνο από την ταχύτητα.

Σωστή πρόταση: Β

Αιτιολόγηση: Σύμφωνα με τον 2ο Νόμο του Νεύτωνα, η επιτάχυνση είναι ανάλογη της συνισταμένης δύναμης.

Εικόνα 50 Ομάδα Ερωτήσεων 3

Ομάδα 4 – Μάζα και επιτάχυνση

- A. Αν αυξηθεί η μάζα, η επιτάχυνση αυξάνεται.
- B. Αν διπλασιαστεί η μάζα και η δύναμη μείνει ίδια, η επιτάχυνση μειώνεται.
- Γ. Η επιτάχυνση δεν επηρεάζεται από τη μάζα.
- Δ. Η μάζα επηρεάζει μόνο την ταχύτητα, όχι την επιτάχυνση.

Σωστή πρόταση: B

Αιτιολόγηση: Η επιτάχυνση είναι αντίστροφα ανάλογη της μάζας ($a = F/m$).

Εικόνα 51 Ομάδα Ερωτήσεων 4

Ομάδα 5 – Δράση και αντίδραση

- A. Η δράση είναι πάντα μεγαλύτερη από την αντίδραση.
- B. Για κάθε δράση υπάρχει ίση και αντίθετη αντίδραση.
- Γ. Η αντίδραση εμφανίζεται μόνο αν το σώμα κινείται.
- Δ. Η δράση και η αντίδραση έχουν ίδια κατεύθυνση.

Σωστή πρόταση: B

Αιτιολόγηση: Αυτός είναι ο 3ος Νόμος του Νεύτωνα.

Εικόνα 52 Ομάδα Ερωτήσεων 5

Ομάδα 6 – Σώματα στα οποία ασκούνται οι δυνάμεις

- A. Η δράση και η αντίδραση ασκούνται στο ίδιο σώμα.
- B. Η δράση και η αντίδραση ασκούνται σε διαφορετικά σώματα.
- Γ. Η αντίδραση καταργεί τη δράση.
- Δ. Η δράση υπάρχει μόνο χωρίς αντίδραση.

Σωστή πρόταση: B

Αιτιολόγηση: Οι δυνάμεις δράσης-αντίδρασης ασκούνται σε διαφορετικά σώματα και δεν αναιρούνται.

Εικόνα 53 Ομάδα Ερωτήσεων 6

Ομάδα 7 – Ισορροπία δυνάμεων

- A. Ένα ακίνητο σώμα δεν δέχεται καμία δύναμη.
- B. Σε ένα ακίνητο σώμα οι δυνάμεις ισορροπούν.
- Γ. Ένα σώμα σε ισορροπία δέχεται μόνο μία δύναμη.
- Δ. Η ισορροπία σημαίνει μηδενική μάζα.

Σωστή πρόταση: B

Αιτιολόγηση: Ισορροπία σημαίνει μηδενική συνισταμένη δύναμη, όχι απουσία δυνάμεων.

Εικόνα 54 Ομάδα Ερωτήσεων 7

Ομάδα 8 – Σταθερή ταχύτητα

- A. Σταθερή ταχύτητα σημαίνει μεγάλη επιτάχυνση.
- B. Σταθερή ταχύτητα σημαίνει μηδενική συνισταμένη δύναμη.
- Γ. Για σταθερή ταχύτητα απαιτείται συνεχώς αυξανόμενη δύναμη.
- Δ. Σταθερή ταχύτητα σημαίνει ότι δεν ασκείται βάρος.

Σωστή πρόταση: B

Αιτιολόγηση: Η σταθερή ταχύτητα αντιστοιχεί σε μηδενική επιτάχυνση και άρα μηδενική συνισταμένη δύναμη (1ος Νόμος).

Εικόνα 55 Ομάδα Ερωτήσεων 8

Συμπεράσματα: Σε αυτό το βήμα παρατηρείται αισθητή βελτίωση ως προς την επιστημονική ορθότητα του παραγόμενου υλικού, ενώ παράλληλα η χρήση ορολογίας παρουσιάζει μεγαλύτερη συνέπεια και σαφέστερη αντιστοιχία με αυτή που χρησιμοποιείται στο σχολικό εγχειρίδιο (ΥΠΑΙΘΑ, n.d., σ. 52-59).

Παράλληλα παρατηρείται ότι ο στόχος α καλύπτεται μέσω της ερώτησης 3 (βλέπε Εικόνα 50), η οποία αποσκοπεί στην κατανόηση του 2^{ου} Νόμου του Νεύτωνα. Ο στόχος β επιτυγχάνεται από τις ερωτήσεις 1, 2, 4, 7 και 8 (βλέπε Εικόνα 48, 49, 51, 54 και 55 αντίστοιχα), αξιολογώντας την εμπέδωση της έννοιας της αδράνειας και του 1^{ου} Νόμου του Νεύτωνα. Επιπλέον, οι στόχοι γ και δ εξετάζονται μέσα από τις ερωτήσεις 5 και 6 (βλέπε Εικόνα 52 και 53 αντίστοιχα), οι οποίες αφορούν τον 3^ο Νόμο του Νεύτωνα. Η ερώτηση 4 (βλέπε Εικόνα 51) δεν εντάσσεται σε συγκεκριμένο μαθησιακό στόχο, αν και εστιάζει στην

κατανόηση του 2^{ου} Νόμου του Νεύτωνα. Τέλος, και σε αυτή την περίπτωση, η μορφή του κοινής δεν ευνοεί τη σχεδίαση δυνάμεων, όπως ορίζεται από τον μαθησιακό στόχο δ.

Τέλος, ως προς τη δομή και τη σαφήνεια των ερωτήσεων, παρουσιάζεται συνοχή με το προηγούμενο αποτέλεσμα. Ωστόσο, αξίζει να σημειωθεί ότι, καθώς δεν προσδιορίστηκε κατά τη συγγραφή της προτροπής, η σωστή απάντηση σε κάθε ερώτηση είναι η Β.

2.1.5 Προτερήματα

Από τα σημαντικότερα προτερήματα του ChatGPT είναι η χρονική ευελιξία του, αφού παρέχει υποστήριξη και απαντά σε ερωτήσεις οποιαδήποτε στιγμή μέσα στο εικοσιτετράωρο ανεξαρτήτως τόπου, διευκολύνοντας εκπαιδευτικούς και μαθητές με μη σταθερά προγράμματα (Heathen T., Lin D., 2024).

Όσον αφορά το έργο των εκπαιδευτικών, η χρήση του ChatGPT δύναται να συμβάλει στη μείωση τόσο του απαιτούμενου χρόνου όσο και της απαιτούμενης προσπάθειας για τον σχεδιασμό εργαλείων αξιολόγησης (Baltezarević R., Baltezarevic I., 2024). Παράλληλα, προσφέρει τη δυνατότητα προσαρμογής του εκπαιδευτικού υλικού και του βαθμού δυσκολίας του σύμφωνα με την επίδοση και την πρόοδο του κάθε μαθητή (Baidoo-Anu D., Ansah L., 2023), βελτιώνοντας συνολικά τη μαθησιακή εμπειρία μέσω μαθητοκεντρικών και εξατομικευμένων προσεγγίσεων (Baltezarević R., Baltezarevic I., 2024).

Στο πλαίσιο της προσωπικής επαγγελματικής ανάπτυξης, γλωσσικά μοντέλα, όπως το ChatGPT, λειτουργούν υποστηρικτικά ενημερώνοντας τους εκπαιδευτικούς για σύγχρονες διδακτικές προσεγγίσεις και εκπαιδευτικές τεχνολογίες που θα ενισχύσουν το διδακτικό τους έργο, παρουσιάζοντας προτάσεις για καλύτερη δομή και σαφήνεια του διδακτικού υλικού και πληροφορίες που σχετίζονται με την ανάπτυξη επικοινωνιακών και παρουσιαστικών δεξιοτήτων, απαραίτητων για την αλληλεπίδραση στην εκπαιδευτική διαδικασία (Kasneci E. και συν., 2023).

Επιπλέον, το ChatGPT μπορεί να στηρίξει την επιστημονική έρευνα των εκπαιδευτικών μέσω της αλληλεπίδρασης, του διαμοιρασμού και της ανάλυσης πολλών δεδομένων από ποικίλες πηγές (Afzal S. και συν., 2025), κάτι που πραγματοποιείται ακόμα πιο αποτελεσματικά μέσω της λειτουργίας «Κοινής Χρήσης» που προσφέρει για ευκολότερη συνεργασία και δημιουργία ομαδικών συζητήσεων (Zheng Y., 2023).

Πέρα από τα οφέλη που προσφέρει στο έργο των εκπαιδευτικών, το ChatGPT παρουσιάζει σημαντικά πλεονεκτήματα και στη μελέτη των μαθητών. Η δυνατότητά του να ανταποκρίνεται άμεσα σε ερωτήματα των μαθητών, αλλά και να παρέχει εξατομικευμένη ανατροφοδότηση στις δυσκολίες που πιθανώς να αντιμετωπίζουν ενισχύει το αίσθημα της αυτοπεποίθησης κατά το διάβασμα και λειτουργεί ενθαρρυντικά (Baltezarević R., Baltezarevic I., 2024). Μέσω της συλλογής και της ανάλυσης δεδομένων από τις αλληλεπιδράσεις των μαθητών, το σύστημα μπορεί και προσαρμόζει τις απαντήσεις του σύμφωνα με τα ενδιαφέροντα και τις μαθησιακές ανάγκες του χρήστη, παρέχοντας ταυτόχρονα επιπρόσθετη βοήθεια σε γνωστικούς τομείς που παρουσιάζονται ελλείψεις (Chukwuere J., 2025).

Τέλος, αξιοσημείωτη είναι η δυνατότητα συμπερίληψης που προσφέρει σε μαθητές με διαφορετικό γνωστικό υπόβαθρο και δεξιότητες, γεφυρώνοντας το πιθανό χάσμα που υπάρχει μεταξύ τους, μέσω της πολυγλωσσικής υποστήριξης και των προσαρμοσμένων πληροφοριών που παρέχει ανάλογα με το μαθησιακό προφίλ (Baltezarević R., Baltezarevic I., 2024). Στο πλαίσιο της συμπερίληψης, μπορεί να αξιοποιηθεί υποστηρικτικά και για μαθητές που παρουσιάζουν κάποιο είδος αναπηρίας. Για παράδειγμα, σε συνδυασμό με τις λειτουργίες μετατροπής ομιλίας σε κείμενο ή κειμένου σε ομιλία, διευκολύνεται η μελέτη ατόμων με προβλήματα όρασης, πάντα με την επίβλεψη κάποιου ειδικού, υπεύθυνου για τη χρήση της τεχνολογίας αυτής προσαρμοσμένη στις ειδικές ανάγκες που απορρέουν από την αναπηρία του μαθητή (Kasneci E. και συν., 2023).

2.1.6 Μειονεκτήματα

Παρά τα πλεονεκτήματα της χρήσης του ChatGPT στην εκπαίδευση και τις νέες δυνατότητες που αναδεικνύει, η αξιοποίησή του δεν στερείται προβληματισμών και προκλήσεων, γεγονός που καθιστά αναγκαία τη διερεύνηση των μειονεκτημάτων της.

Αρχικά, παρατηρείται ότι, ενώ μπορεί να μιμηθεί την επιστημονική γλώσσα και ορολογία, ενδέχεται συχνά να αναπαράγει επιστημονικές ανακρίβειες και λανθασμένες έννοιες, καθιστώντας δύσκολη τη διάκριση μεταξύ ορθής και εσφαλμένης πληροφορίας χωρίς την εμπλοκή ενός γνώστη του αντικειμένου (Bessas N. και συν., 2025b). Η ποιότητα των παραγόμενων απαντήσεων, βέβαια, μπορεί να βελτιωθεί σημαντικά όταν τα ερωτήματα που τίθενται από τους χρήστες είναι δομημένα και διατυπωμένα με σαφήνεια, γεγονός που

αναδεικνύει τη σημασία της προσεκτικής διαμόρφωσης των προτροπών (Naidu K., Kershnee S., 2023). Παράλληλα με την αναξιοπιστία των απαντήσεων, ενδέχεται να ενσωματώνονται μεροληπτικά πρότυπα, ιδίως σε ζητήματα τα οποία αφορούν κοινωνικές και φυλετικές προκαταλήψεις (Ali D. και συν., 2024), δεδομένου ότι τα γλωσσικά μοντέλα, όπως το ChatGPT, αναπτύσσονται και εκπαιδεύονται σε δεδομένα που παράγονται από ανθρώπους και, ως εκ τούτου, αντανακλούν τα αντίστοιχα στερεότυπα.

Η δυνατότητα του ChatGPT να ερμηνεύει, αλλά και να παράγει εικόνες, διευρύνει το φάσμα των πιθανών εφαρμογών του. Ειδικότερα στο πεδίο των Φυσικών Επιστημών, σύγχρονες έρευνες έχουν εξετάσει την απόδοσή του τόσο στην ερμηνεία γραφημάτων, όσο και στη δημιουργία αντίστοιχων οπτικών αναπαραστάσεων. Τα ευρήματα δείχνουν ότι, αν και τα κειμενικά στοιχεία που περιλαμβάνονται σε μια εικόνα ερμηνεύονται συνήθως με ικανοποιητική ακρίβεια, τα γραφικά στοιχεία συχνά παρερμηνεύονται, με αποτέλεσμα οι απαντήσεις ή οπτικές αναπαραστάσεις που προκύπτουν να περιέχουν σφάλματα (Polverini G., Gregorcic B., 2024). Κατά συνέπεια, οι γλωσσικές του δεξιότητες είναι ανεπτυγμένες σε μεγαλύτερο βαθμό από την ικανότητα οπτικής αντίληψης (Polverini G. και συν., 2025), γεγονός που περιορίζει την αποτελεσματικότητά του σε εφαρμογές των Φυσικών Επιστημών που απαιτούν ακριβή ερμηνεία και κατανόηση διαγραμμάτων.

Από τις σημαντικότερες ανησυχίες που εγείρει η χρήση του ChatGPT είναι η πιθανότητα αντιγραφής τόσο στις εργασίες όσο και στις γραπτές εξετάσεις (Kiryakova G., 2025). Οι προβληματισμοί γύρω από τη γνησιότητα των εργασιών των μαθητών έχουν ωθήσει ορισμένα εκπαιδευτικά ιδρύματα να υιοθετήσουν αυστηρά μέτρα και να απογορεύσουν τη χρήση του ChatGPT κατά το σχολικό ωράριο (Onyema E. και συν., 2024). Παράλληλα, στο πλαίσιο αναθεώρησης του τρόπου αξιολόγησης, αρκετοί εκπαιδευτικοί μηδενίζουν γραπτές εργασίες με περιεχόμενο παραγόμενο από εργαλεία Τεχνητής Νοημοσύνης και καταφεύγουν στην προφορική εξέταση με σκοπό να περιορίσουν φαινόμενα αντιγραφής (Thomas S. P., 2023).

Ένα ακόμα ζήτημα που προκύπτει από τη χρήση γλωσσικών μοντέλων, όπως το ChatGPT, είναι η προστασία των προσωπικών δεδομένων. Τόσο μαθητές όσο και εκπαιδευτικοί συχνά δεν είναι επαρκώς ενημερωμένοι σχετικά με τους κινδύνους που ενέχει η χρήση τέτοιων συστημάτων, καθώς δεν υπάρχει διαφάνεια ως προς τον τρόπο συλλογής, αποθήκευσης και επεξεργασίας των δεδομένων του χρήστη, ενώ παράλληλα οι σύγχρονες έρευνες που μελετούν τα θεσμικά μέτρα προστασίας είναι περιορισμένες. (Milakis E. και συν., 2025).

Τέλος, λόγω της εκτενούς εκπαίδευσής του σε γλώσσες όπως τα αγγλικά, η ποιότητα των απαντήσεων του διαφοροποιείται ανάλογα με τα δεδομένα στα οποία έχει εκτεθεί στην εκάστοτε γλώσσα, με αποτέλεσμα να παρουσιάζει ενδεχομένως σφάλματα και ασυνέπειες στα παραγόμενα αποτελέσματα (Houston A. B., Corrado E. M., 2023).

2.1.7 Κόστος και Προσβασιμότητα

Το ChatGPT εντάσσεται στην κατηγορία εργαλείων τύπου freemium, προσφέροντας δωρεάν πρόσβαση σε βασικές λειτουργίες, ενώ η αξιοποίηση προηγμένων δυνατοτήτων απαιτεί την ύπαρξη μηνιαίας συνδρομής. Οι δυνατότητες αυτές περιλαμβάνουν, μεταξύ άλλων, αυξημένη υπολογιστική απόδοση με παροχές όπως το deep research, εκτενέστερες λειτουργίες παραγωγής εικόνας και βίντεο, βελτιωμένη διαχείριση και επισύναψη αρχείων, καθώς και πρόσβαση σε νεότερες εκδόσεις των γλωσσικών μοντέλων της σειράς GPT (OpenAI, n.d.). Η ύπαρξη δωρεάν έκδοσης του εργαλείου το καθιστά ευρέως προσβάσιμο και διευκολύνει την εξοικείωση του χρήστη με εργαλεία Παραγωγικής Τεχνητής Νοημοσύνης, ιδιαίτερα σε συνθήκες όπου οι οικονομικοί ή τεχνολογικοί πόροι είναι περιορισμένοι.

2.2 Gemini

Το Gemini αποτελεί ένα προηγμένο γλωσσικό μοντέλο της Google, το οποίο υποστηρίζει την εξατομικευμένη μάθηση και την παροχή πληροφοριών σε πραγματικό χρόνο, δημιουργώντας νέες προοπτικές για την ανάπτυξη καινοτόμων μαθησιακών εργαλείων (Hasanein A. και συν., 2024). Αρχικά γνωστό ως Bard, το Gemini αξιοποιεί δεδομένα από τη μηχανή αναζήτησης Google, προκειμένου να παρέχει επικαιροποιημένες απαντήσεις και πληροφορίες για τη δημιουργία μαθησιακού υλικού, λειτουργώντας τόσο ως εργαλείο υποστήριξης διδασκαλίας όσο και ως ερευνητικό εργαλείο για τους μαθητές (Limna P., Kraiwanit T., 2024). Στο πλαίσιο της παρούσας μελέτης αξιοποιείται η οικογένεια μοντέλων Gemini 3 για την υποστήριξη των εκπαιδευτικών ως προς τη δημιουργία σχεδίων μαθημάτων, φύλλων εργασίας και την ανάπτυξη κουίζ, με την ελληνική γλώσσα να εφαρμόζεται τόσο στη διαμόρφωση των προτροπών όσο και στην παραγωγή των αποτελεσμάτων. Δεδομένου ότι το ChatGPT και το Gemini ανήκουν στην ίδια κατηγορία συστημάτων γενετικής Τεχνητής Νοημοσύνης, με παρόμοιο τρόπο αλληλεπίδρασης

χρήστη-συστήματος, χρησιμοποιήθηκαν κοινά prompts για τη διασφάλιση αξιόπιστης σύγκρισης.

2.2.1 Δημιουργία Σχεδίων Μαθημάτων

Ομοίως με την προηγούμενη ενότητα, εξετάζεται η αποδοτικότητα του Gemini στη δημιουργία σχεδίων μαθήματος, με εστίαση στο εισαγωγικό κεφάλαιο της ενότητας «Έργο και Ενέργεια» από το σχολικό εγχειρίδιο Φυσικής Β΄ Γυμνασίου, με στόχο την αξιολόγηση της παιδαγωγικής του καταλληλότητας και της υποστήριξης που παρέχει στον εκπαιδευτικό σχεδιασμό.

Η διαδικασία αυτή αποτυπώνεται στα παρακάτω βήματα:

Βήμα 1: Το ζητούμενο είναι η δημιουργία ενός σχεδίου μαθήματος που θα καλύπτει τα επιθυμητά μαθησιακά αποτελέσματα με βάση το βιβλίο εκπαιδευτικού Φυσικής Β΄ Γυμνασίου, τις βασικές έννοιες του κεφαλαίου με τους μαθηματικούς του τύπους, παραδείγματα εισαγωγικών ερωτήσεων για διαδραστική διδασκαλία, προτεινόμενες δραστηριότητες και βοηθητικό οπτικοακουστικό υλικό, καθώς και τρόπους αξιολόγησης του επιπέδου κατανόησης αυτών από τους μαθητές.

Prompt: Ανάλαβε τον ρόλο έμπειρου εκπαιδευτικού Φυσικής Γυμνασίου και παιδαγωγού. Σχεδιάσε ένα αναλυτικό σχέδιο μαθήματος για το κεφάλαιο 5.1 «Έργο και Ενέργεια» της Φυσικής Β΄ Γυμνασίου, σύμφωνα με το ελληνικό αναλυτικό πρόγραμμα. Το σχέδιο μαθήματος να απευθύνεται σε μαθητές χωρίς προηγούμενη γνώση των εννοιών του έργου και της ενέργειας και να έχει έντονα βιωματικό και διερευνητικό χαρακτήρα. Να περιλαμβάνει υποχρεωτικά: 1. Διδακτικούς στόχους (γνωστικούς, δεξιοτήτων και στάσεων). 2. Εισαγωγική δραστηριότητα αφόρμησης με καθημερινά παραδείγματα. 3. Δραστηριότητες μέσα στην τάξη (ομαδοσυνεργατικές, πειραματικές ή προσομοιώσεις). 4. Προτάσεις για οπτικοακουστικό υλικό (βίντεο, προσομοιώσεις τύπου PhET, εικόνες, animations). 5. Σταδιακή εισαγωγή της έννοιας του έργου δύναμης. 6. Παρουσίαση και επεξήγηση των μαθηματικών τύπων για το έργο, με έμφαση στην περίπτωση όπου η δύναμη έχει την ίδια κατεύθυνση με τη μετατόπιση. 7. Παραδείγματα από την καθημερινή ζωή για: - θετικό έργο - αρνητικό έργο - μηδενικό έργο 8. Ενδεικτικές ερωτήσεις κατανόησης κατά τη διάρκεια του μαθήματος. 9. Τρόπους αξιολόγησης της κατανόησης των μαθητών: - διαμορφωτική αξιολόγηση - σύντομες δραστηριότητες αναστοχασμού - φύλλο εργασίας ή

μικρό κουίζ 10. Προτάσεις διαφοροποίησης για μαθητές με διαφορετικά επίπεδα κατανόησης. Το σχέδιο μαθήματος να είναι δομημένο, σαφές, με χρονικές ενότητες και κατάλληλο για διδακτική ώρα 45–90 λεπτών.

Αποτέλεσμα:

Σχέδιο Μαθήματος: Έργο και Ενέργεια (Ενότητα 5.1)

Τάξη: Β' Γυμνασίου

Διάρκεια: 90 λεπτά (2 διδακτικές ώρες)

Προσέγγιση: Διερευνητική / Ομαδοσυνεργατική

Εικόνα 56 Σχέδιο Μαθήματος

1. Διδακτικοί Στόχοι

- **Γνωστικοί:** Οι μαθητές να ορίζουν το φυσικό μέγεθος "Έργο", να αναγνωρίζουν τις προϋποθέσεις παραγωγής του και να διακρίνουν το θετικό, αρνητικό και μηδενικό έργο.
- **Δεξιότητων:** Να υπολογίζουν το έργο σταθερής δύναμης (παράλληλης στη μετατόπιση) και να χρησιμοποιούν σωστά τις μονάδες μέτρησης (Joule).
- **Στάσεων:** Να αντιληφθούν ότι οι επιστημονικοί όροι διαφέρουν από την καθομιλουμένη και να εκτιμήσουν τη σημασία της ενέργειας στη ζωή μας.

Εικόνα 57 Διδακτικοί Στόχοι

2. Αφόρμηση: «Ποιος κουράστηκε περισσότερο;» (10 λεπτά)

Ξεκινάμε με δύο εθελοντές:

1. **Μαθητής Α:** Σπρώχνει με όλη του τη δύναμη έναν τοίχο της τάξης για 30 δευτερόλεπτα. (Δεν μετακινείται τίποτα).
2. **Μαθητής Β:** Σπρώχνει μια καρέκλα με ροδάκια από τη μια άκρη της τάξης στην άλλη.

Ερώτηση προς την τάξη: «Στην καθημερινή ζωή, ποιος έκανε δουλειά; Στη Φυσική όμως, μόνο ένας παράγαγε Έργο. Ποιος και γιατί;»

Εικόνα 58 Εισαγωγή

3. Δραστηριότητες Διερεύνησης (25 λεπτά)

Ομαδική Εργασία (4-5 άτομα):

Χρησιμοποιούμε ένα δυναμόμετρο, ένα ξύλινο κύβο (ή βιβλίο) και έναν χάρακα.

- **Βήμα 1:** Σύρετε το αντικείμενο στο θρανίο με σταθερή δύναμη για 20 cm. Καταγράψτε τη δύναμη.
- **Βήμα 2:** Σύρετε το ίδιο αντικείμενο για 40 cm.
- **Βήμα 3:** Προσθέστε βάρος (άλλο ένα βιβλίο) και σύρετε για 20 cm.

Συμπέρασμα: Οι μαθητές οδηγούνται στο ότι το "αποτέλεσμα" εξαρτάται και από τη Δύναμη (F) και από τη Μετατόπιση (Δx).

Εικόνα 59 Δραστηριότητες

4. Εισαγωγή της Έννοιας & Μαθηματικός Τύπος (15 λεπτά)

Εξηγούμε ότι το Έργο (W) είναι το μέτρο της ενέργειας που μεταφέρεται από ένα σώμα σε ένα άλλο μέσω μιας δύναμης.

Ο Τύπος:

Όταν η δύναμη F είναι σταθερή και έχει την ίδια κατεύθυνση με τη μετατόπιση Δx :

$$W = F \cdot \Delta x$$

- **Μονάδα Μέτρησης:** 1 Joule (J) = 1 N · 1 m
- **Ανάλυση:** Για να έχουμε έργο, πρέπει η δύναμη να προκαλεί μετατόπιση. (Ο τοίχος στην αφόρμηση είχε $\Delta x = 0$, άρα $W = 0$).

5. Θετικό, Αρνητικό & Μηδενικό Έργο (15 λεπτά)

Χρησιμοποιούμε παραδείγματα από την καθημερινότητα για να γίνει σαφές:

Είδος Έργου	Σχέση F και Δx	Παράδειγμα
Θετικό ($W > 0$)	Ίδια κατεύθυνση (Η F "βοηθά" την κίνηση)	Σπρώχνω ένα καρότσι σούπερ μάρκετ προς τα εμπρός.
Αρνητικό ($W < 0$)	Αντίθετη κατεύθυνση (Η F "εμποδίζει" την κίνηση)	Η τριβή που σταματά ένα ποδήλατο ή το φρενάρισμα.
Μηδενικό ($W = 0$)	Κάθετη ή μηδενική μετατόπιση	Κρατάω μια τσάντα σταθερή ή περπατάω οριζόντια κρατώντας τη (η F είναι κάθετη στην κίνηση).

Εικόνα 60 Έννοια Έργου και Μαθηματική Διατύπωση

6. Οπτικοακουστικό Υλικό (10 λεπτά)

- **Προσομοίωση PhET:** [Forces and Motion: Basics](#). Δείχνουμε πώς η εφαρμοσμένη δύναμη μετακινεί το σώμα και πώς η τριβή δρα αντίθετα.
- **Video:** Μικρό clip (π.χ. από το YouTube) που δείχνει αθλητές άρσης βαρών (Έργο κατά το ανέβασμα vs Μηδενικό έργο κατά τη σταθερή αναμονή).

Εικόνα 61 Οπτικοακουστικό Υλικό

7. Ερωτήσεις Κατανόησης & Αξιολόγηση (15 λεπτά)

Ερωτήσεις "Fast-Track":

1. "Αν σπρώχνω ένα αμάξι και δεν κουνιέται, παράγω έργο;" (Όχι, $\Delta x = 0$)
2. "Τι έργο παράγει το βάρος ενός σώματος που κινείται οριζόντια;" (Μηδέν, γιατί είναι κάθετο στη μετατόπιση)

Διαμορφωτική Αξιολόγηση:

Μοιράζουμε ένα σύντομο **Φύλλο Εργασίας** με 3 ασκήσεις:

- Υπολογισμός W (π.χ. $F = 10\text{N}$, $\Delta x = 5\text{m}$).
- Σχολιασμός εικόνας (ένας άνθρωπος ανεβαίνει σκάλες - παράγει έργο;).
- **Exit Ticket:** Κάθε μαθητής πρέπει να γράψει σε ένα χαρτάκι ένα παράδειγμα αρνητικού έργου πριν βγει από την τάξη.

Εικόνα 62 Ερωτήσεις Κατανόησης και Αξιολόγηση Μαθητών

8. Διαφοροποιημένη Διδασκαλία

- **Για μαθητές με δυσκολίες:** Παροχή έτοιμων σχημάτων όπου απλώς θα τοποθετούν τα βέλη των δυνάμεων και θα κυκλώνουν το σωστό πρόσημο (+, -, 0).
- **Για προχωρημένους μαθητές:** Πρόκληση - "Τι συμβαίνει με το έργο αν η δύναμη ασκείται υπό γωνία;" (Εισαγωγή της ιδέας της ανάλυσης δυνάμεων χωρίς τον μαθηματικό τύπο του συνημιτόνου).

Εικόνα 63 Διαφοροποίηση Διδασκαλίας

Συμπεράσματα: Το επιστημονικό περιεχόμενο που παράγεται κρίνεται ορθό και εναρμονισμένο με το περιεχόμενο του κεφαλαίου 5.1 του σχολικού εγχειριδίου Φυσικής Β' Γυμνασίου (ΥΠΑΙΘΑ, n.d., σ. 89-91), ενώ οι μαθηματικοί τύποι και οι συμβολισμοί παρουσιάζουν συνέπεια και αντιστοιχία με τα πρότυπα του βιβλίου.

Σύμφωνα με το βιβλίο του εκπαιδευτικού, οι μαθησιακοί στόχοι της εν λόγω διδακτέας ύλης είναι οι ακόλουθοι: α) ο προσδιορισμός των προϋποθέσεων κάτω από τις οποίες μια δύναμη παράγει έργο, β) ο υπολογισμός του έργου που παράγεται από σταθερή δύναμη, και γ) η συσχέτιση του παραγόμενου έργου με τη μεταφερόμενη ενέργεια σε ένα σώμα (ΥΠΕΘ, n.d.). Η παρουσίαση της μαθηματικής σχέσης του έργου, σε συνδυασμό με τον πίνακα παραδειγμάτων από την καθημερινή ζωή που αναδεικνύει τα διαφορετικά είδη

έργου, καθώς και των ερωτήσεων κατανόησης που συνοδεύουν τη διδασκαλία, επιτυγχάνονται σε ικανοποιητικό βαθμό οι στόχοι α και β. Αν και στον στόχο γ δεν δίνεται αντίστοιχα μεγάλη έμφαση, η συσχέτιση του έργου με τη μεταφορά ενέργειας καθίσταται σαφής μέσω του ορισμού του, γεγονός που οδηγεί τελικά στην επίτευξη και του συγκεκριμένου στόχου.

Αναφορικά με τη δομή, το εκπαιδευτικό υλικό είναι συστηματικά οργανωμένο και κατανέμεται σε διακριτές κατηγορίες δραστηριοτήτων που εξυπηρετούν συγκεκριμένους παιδαγωγικούς στόχους. Παράλληλα, η πρόβλεψη ενδεικτικού χρόνου για την υλοποίηση κάθε δραστηριότητας εντός της διδακτικής ώρας συμβάλλει στην αποτελεσματική χρονική οργάνωση και στην εύρυθμη ροή της διδασκαλίας.

Ως εκ τούτου, δεν κρίνεται απαραίτητη η περαιτέρω επεξήγηση ή τροποποίηση του συγκεκριμένου σχεδίου μαθήματος σε επόμενο στάδιο, καθώς αξιολογείται ως επαρκές.

2.2.2 Δημιουργία Φύλλων Εργασίας

Η αξιολόγηση των μαθητών ως προς την κατανόηση και εφαρμογή των εννοιών προϋποθέτει τον σχεδιασμό φύλλων εργασίας. Στόχος είναι οι ασκήσεις να παρουσιάζουν κλιμακούμενο βαθμό δυσκολίας, προσαρμοσμένο στο επίπεδο μαθητών Α' Λυκείου, οι οποίες εστιάζουν στην ευθύγραμμη ομαλή και στην ευθύγραμμη ομαλά μεταβαλλόμενη κίνηση (Κεφάλαια 1.1.5, 1.1.8 και 1.1.9).

Η διαδικασία αυτή αποτυπώνεται στα παρακάτω βήματα:

Βήμα 1: Ομοίως με την περίπτωση του ChatGPT, αρχικά προσδιορίζεται το αντικείμενο που πραγματεύεται η κάθε άσκηση και η εκπαιδευτική βαθμίδα στην οποία απευθύνεται.

Prompt: Δημιούργησε φύλλο εργασίας Φυσικής για μαθητές Α' Λυκείου με θέμα την Κινηματική και ειδικότερα την Ευθύγραμμη Ομαλή Κίνηση (ΕΟΚ) και την Ευθύγραμμη Ομαλά Μεταβαλλόμενη Κίνηση (ΕΟΜΚ). Το φύλλο εργασίας να αποτελείται από πέντε (5) ασκήσεις, με σαφώς αυξανόμενο βαθμό δυσκολίας από την Άσκηση 1 έως την Άσκηση 5. Οι ασκήσεις να είναι διατυπωμένες σε ύφος και δομή αντίστοιχα με εκείνα του σχολικού βιβλίου και να είναι απαιτητικές, κατάλληλες για τελικές εξετάσεις. Συγκεκριμένα: Άσκηση 1: Εισαγωγική άσκηση βασικής κατανόησης (ΕΟΚ), με απλούς υπολογισμούς και ποιοτική ερμηνεία. Άσκηση 2: Άσκηση ΕΟΚ ή ΕΟΜΚ που να περιλαμβάνει γράφημα θέσης-χρόνου ($x-t$) και ερωτήματα ερμηνείας και υπολογισμού. Άσκηση 3: Άσκηση ΕΟΜΚ με γράφημα

ταχύτητας-χρόνου ($v-t$), όπου να ζητείται η εξαγωγή φυσικών μεγεθών από το γράφημα. Άσκηση 4: Συνδυαστική άσκηση που να απαιτεί μετάβαση μεταξύ εξισώσεων, γραφημάτων και λεκτικής περιγραφής της κίνησης. Άσκηση 5: Απαιτητική συνδυαστική άσκηση αυξημένης δυσκολίας, με σύγκριση δύο κινήσεων (ΕΟΚ και ΕΟΜΚ) ή δύο σωμάτων, κατάλληλη για αξιολόγηση υψηλού επιπέδου. Σε όλες τις ασκήσεις να ζητείται, όπου είναι παιδαγωγικά σκόπιμο, η κατασκευή ή ερμηνεία γραφημάτων ($x-t$, $v-t$) και να αποφεύγονται ανούσιες επαναλήψεις. Η διατύπωση να είναι σαφής, επιστημονικά ορθή και κατάλληλη για μαθητές Α΄ Λυκείου.

Αποτέλεσμα:

Άσκηση 1: Βασικές έννοιες της ΕΟΚ

Ένα αυτοκίνητο κινείται σε ευθύγραμμο δρόμο. Τη χρονική στιγμή $t_0 = 0$ διέρχεται από τη θέση $x_0 = +20 \text{ m}$ κινούμενο προς τη θετική κατεύθυνση με σταθερή ταχύτητα μέτρου $v = 15 \text{ m/s}$.

- Α. Να γράψετε την εξίσωση κίνησης του αυτοκινήτου.
- Β. Ποια θα είναι η θέση του σώματος τη χρονική στιγμή $t = 10 \text{ s}$;
- Γ. Πόσο χρόνο χρειάζεται το αυτοκίνητο για να διανύσει απόσταση $s = 300 \text{ m}$;
- Δ. Να σχεδιάσετε το διάγραμμα θέσης - χρόνου ($x - t$) για τα πρώτα 20 s της κίνησης.

Εικόνα 64 Άσκηση 1

Άσκηση 2: Ερμηνεία Διαγράμματος $x - t$

Στο παρακάτω διάγραμμα $x - t$ παριστάνεται η κίνηση ενός κινητού που κινείται κατά μήκος του άξονα $x'x$.

- Α. Να περιγράψετε το είδος της κίνησης για το χρονικό διάστημα $0 - 5 \text{ s}$ και για το διάστημα $5 - 15 \text{ s}$.
- Β. Να υπολογίσετε την ταχύτητα του κινητού την χρονική στιγμή $t = 2 \text{ s}$.
- Γ. Να υπολογίσετε τη μέση ταχύτητα του κινητού για όλο το χρονικό διάστημα από 0 έως 15 s.
- Δ. Να κατασκευάσετε το αντίστοιχο διάγραμμα ταχύτητας - χρόνου ($v - t$).

Εικόνα 65 Άσκηση 2

Άσκηση 3: Εξαγωγή Μεγεθών από Διάγραμμα $v - t$

Ένα σώμα ξεκινά από την ηρεμία ($v_0 = 0$) τη χρονική στιγμή $t = 0$ και κινείται ευθύγραμμα. Το διάγραμμα της ταχύτητάς του σε συνάρτηση με το χρόνο δίνεται από την εξίσωση $v = 4t$ (S.I.).

- A. Τι είδους κίνηση εκτελεί το σώμα; Να προσδιορίσετε την επιτάχυνσή του.
- B. Να σχεδιάσετε το διάγραμμα $v - t$ από 0 έως 5 s.
- Γ. Χρησιμοποιώντας το διάγραμμα (γεωμετρικά), να υπολογίσετε τη μετατόπιση του σώματος στο χρονικό διάστημα 0 – 5 s.
- Δ. Να βρείτε τη θέση του σώματος τη χρονική στιγμή $t = 5$ s, αν θεωρήσουμε ότι τη στιγμή $t = 0$ βρισκόταν στη θέση $x = -10$ m.

Εικόνα 66 Άσκηση 3

Άσκηση 4: Συνδυαστική Μελέτη Μεταβαλλόμενης Κίνησης

Μοτοσυκλετιστής κινείται με σταθερή ταχύτητα $v_1 = 20$ m/s. Τη χρονική στιγμή $t = 0$ αντιλαμβάνεται ένα εμπόδιο και φρενάρει, επιβραδύνοντας το όχημά του με σταθερή επιτάχυνση μέτρου $a = 4$ m/s² μέχρι να σταματήσει.

- A. Μετά από πόσο χρόνο από τη στιγμή που πάτησε φρένο θα σταματήσει η μοτοσυκλέτα;
- B. Πόση απόσταση θα διανύσει κατά τη διάρκεια του φρεναρίσματος;
- Γ. Να γράψετε τις εξισώσεις κίνησης $v = f(t)$ και $x = f(t)$ για τη φάση της επιβράδυνσης (θεωρήστε $x_0 = 0$ τη στιγμή του φρεναρίσματος).
- Δ. Να σχεδιάσετε σε κοινό σύστημα αξόνων τα διαγράμματα $v - t$ και $a - t$.

Εικόνα 67 Άσκηση 4

Άσκηση 5: Σύγκριση Κινήσεων και Συνάντηση (Απαιτητική)

Τη χρονική στιγμή $t = 0$ ένα φορτηγό διέρχεται από ένα σημείο A κινούμενο με σταθερή ταχύτητα $v_F = 10$ m/s. Την ίδια στιγμή, ένα Ι.Χ. αυτοκίνητο που βρίσκεται στο ίδιο σημείο A ξεκινά από την ηρεμία με σταθερή επιτάχυνση $a = 2$ m/s² στην ίδια κατεύθυνση με το φορτηγό.

- A. Μετά από πόσο χρόνο το Ι.Χ. θα φτάσει το φορτηγό;
- B. Σε ποια απόσταση από το σημείο A θα γίνει η συνάντηση;
- Γ. Ποια θα είναι η ταχύτητα του Ι.Χ. τη στιγμή της συνάντησης;
- Δ. Να σχεδιάσετε σε κοινό διάγραμμα $x - t$ τις γραφικές παραστάσεις για τις κινήσεις των δύο οχημάτων. Τι παρατηρείτε για το σημείο τομής τους;
- Ε. Ποια χρονική στιγμή η απόσταση μεταξύ των δύο οχημάτων είναι η μέγιστη πριν τη συνάντηση; (Υπόδειξη: Σκεφτείτε τη σχέση των ταχυτήτων τους).

Εικόνα 68 Άσκηση 5

Συμπεράσματα: Αρχικά, το επιστημονικό περιεχόμενο των ασκήσεων κρίνεται συμβατό με το περιεχόμενο των κεφαλαίων 1.1.5, 1.1.8 και 1.1.9 του σχολικού εγχειριδίου Φυσικής Α' Λυκείου (ΥΠΕΘ, n.d., σ. 42-47 και 50-60), καθώς πραγματεύεται έννοιες και εφαρμογές που βρίσκονται σε πλήρη αντιστοιχία με τη διδακτέα ύλη.

Οι μαθησιακοί στόχοι, όπως αυτοί προσδιορίζονται στο βιβλίο του εκπαιδευτικού, αφορούν: α) τον ορισμό της ταχύτητας ως διανυσματικού μεγέθους και την εξαγωγή της σχέσης που περιγράφει τη μετατόπιση στην ευθύγραμμη ομαλή κίνηση, β) την κατασκευή και ερμηνεία γραφικών παραστάσεων ταχύτητας-χρόνου και μετατόπισης-χρόνου, γ) τον ορισμό της επιτάχυνσης, δ) τον ορισμό της ευθύγραμμης ομαλά μεταβαλλόμενης κίνησης, ε) την κατανόηση της αντίθετης φοράς της επιτάχυνσης συγκριτικά με την ταχύτητα στην ομαλά μεταβαλλόμενη κίνηση, στ) τον προσδιορισμό των εξισώσεων της ομαλά μεταβαλλόμενης κίνησης, ζ) την γραφική απόδοση της εξίσωσης της ταχύτητας συγκριτικά με τον χρόνο, και η) την εξαγωγή της εξίσωσης της μετατόπισης από την ερμηνεία του γραφήματος ταχύτητας-χρόνου (ΥΠΔΒΜΘ, n.d.). Το περιεχόμενο των ασκήσεων ανταποκρίνεται στους παραπάνω στόχους, καλύπτοντας τόσο την περίπτωση της ομαλά επιταχυνόμενης κίνησης όσο και την περίπτωση της ομαλά επιβραδυνόμενης κίνησης, παρότι η σχετική διευκρίνιση δε δόθηκε στο prompt.

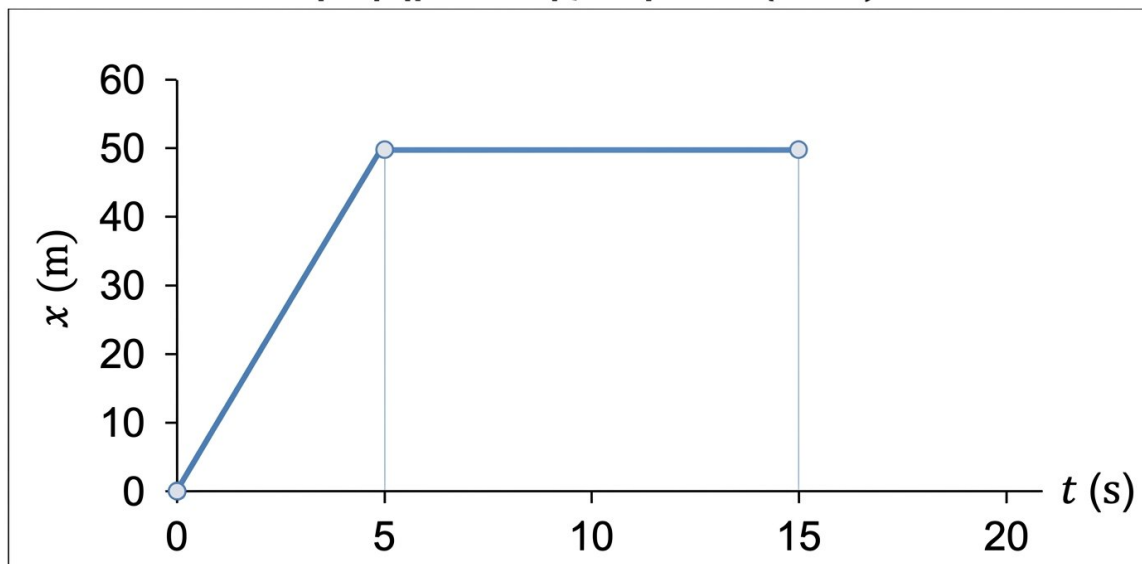
Τέλος, η δομή των ασκήσεων κρίνεται σαφής, κατανοητή και παιδαγωγικά λειτουργική.

Βήμα 2: Σε συνέχεια των ασκήσεων του πρώτου βήματος, ζητείται η απεικόνιση σε μορφή εικόνας του γραφήματος που συνοδεύει την εκφώνηση της άσκησης 2.

Prompt: Θα ήθελα να μου δώσεις σε μορφή εικόνας το γράφημα της άσκησης 2 με τα φυσικά μεγέθη να είναι γραμμένα με τα σύμβολα που εμφανίζονται και στο σχολικό βιβλίο (θέση x , χρόνος t).

Αποτέλεσμα:

Γράφημα Θέσης – Χρόνου ($x - t$)



Εικόνα 69 Γράφημα $x-t$ Άσκησης 2

Συμπεράσματα: Από την αξιολόγηση του παραγόμενου υλικού διαπιστώνεται ότι το γράφημα δεν παρουσιάζει επιστημονικές ή γραφικές ανακρίβειες, ενώ τα φυσικά μεγέθη και τα σύμβολα που απεικονίζονται βρίσκονται σε πλήρη αντιστοιχία με εκείνα που παρουσιάζονται στο περιεχόμενο του σχολικού εγχειριδίου.

Αναφορικά με τους μαθησιακούς στόχους, το συγκεκριμένο γράφημα λειτουργεί υποστηρικτικά σε σχέση με την άσκηση 2 του πρώτου βήματος, ενισχύοντας την επίτευξη του στόχου που σχετίζεται με την ανάλυση και την εξαγωγή δεδομένων από γραφικές παραστάσεις.

Ως προς τη δομή, το γράφημα χαρακτηρίζεται σαφές και ευανάγνωστο, συμβάλλοντας στην ευκολότερη κατανόηση των δεδομένων που αναπαριστώνται.

2.2.3 Δημιουργία Κουίζ

Ακολουθώντας την ίδια προσέγγιση με εκείνη που εφαρμόστηκε στο ChatGPT, εξετάζεται η αξιοποίηση του Gemini για τη δημιουργία κουίζ στη διδασκαλία των Νόμων του Νεύτωνα σε μαθητές Β' Γυμνασίου, με στόχο τη βαθύτερη κατανόηση των θεμελιωδών εννοιών της Κλασικής Μηχανικής.

Η διαδικασία αυτή αποτυπώνεται στα παρακάτω βήματα:

Βήμα 1: Σε πρώτο στάδιο, ζητείται η δημιουργία ενός κουίζ σε μορφή ερωτήσεων πολλαπλής επιλογής με θέμα τους Νόμους του Νεύτωνα, με σαφή προσδιορισμό της εκπαιδευτικής βαθμίδας, του αριθμού επιλογών, των σωστών απαντήσεων και της αιτιολόγησής τους.

Prompt: Δημιούργησε ένα κουίζ 10 ερωτήσεων πολλαπλής επιλογής για το μάθημα της Φυσικής Β' Γυμνασίου με θέμα «Νόμοι του Νεύτωνα». Κάθε ερώτηση να έχει 4 επιλογές απάντησης, εκ των οποίων μία σωστή, και να συνοδεύεται από σύντομη αιτιολόγηση της σωστής απάντησης.

Αποτέλεσμα:

1. Σύμφωνα με τον 1ο Νόμο του Νεύτωνα (Νόμος της Αδράνειας), ένα σώμα παραμένει ακίνητο ή κινείται με σταθερή ταχύτητα όταν:

- A) Η συνισταμένη των δυνάμεων που ασκούνται πάνω του είναι μηδέν.
- B) Ασκείται πάνω του μόνο μία δύναμη.
- Γ) Η μάζα του είναι πολύ μικρή.
- Δ) Η τριβή είναι μεγαλύτερη από την ώθηση.

Σωστή απάντηση: Α.

Αιτιολόγηση: Ο 1ος νόμος ορίζει ότι αν $\Sigma F = 0$, το σώμα διατηρεί την κινητική του κατάσταση (ακίνησία ή ευθύγραμμη ομαλή κίνηση).

Εικόνα 70 Ερώτηση 1

2. Η ιδιότητα των σωμάτων να αντιστέκονται σε οποιαδήποτε μεταβολή της κινητικής τους κατάστασης ονομάζεται:

- A) Βάρος
- B) Επιτάχυνση
- Γ) Αδράνεια
- Δ) Δράση

Σωστή απάντηση: Γ.

Αιτιολόγηση: Η αδράνεια είναι η τάση των σωμάτων να διατηρούν την ταχύτητά τους σταθερή.

Εικόνα 71 Ερώτηση 2

3. Ποιο από τα παρακάτω μεγέθη αποτελεί το μέτρο της αδράνειας ενός σώματος;

- A) Ο όγκος
- B) Η πυκνότητα
- Γ) Η μάζα
- Δ) Η ταχύτητα

Σωστή απάντηση: Γ.

Αιτιολόγηση: Όσο μεγαλύτερη μάζα έχει ένα σώμα, τόσο πιο δύσκολα μεταβάλλεται η ταχύτητά του, άρα έχει μεγαλύτερη αδράνεια.

Εικόνα 72 Ερώτηση 3

4. Σύμφωνα με τον 2ο Νόμο του Νεύτωνα, η επιτάχυνση ενός σώματος είναι:

- A) Ανάλογη της μάζας του.
- B) Ανάλογη της συνισταμένης δύναμης που ασκείται πάνω του.
- Γ) Ανεξάρτητη από τη δύναμη.
- Δ) Πάντα μηδέν.

Σωστή απάντηση: B.

Αιτιολόγηση: Η θεμελιώδης εξίσωση της μηχανικής είναι $F = m \cdot a$, άρα η επιτάχυνση a είναι ανάλογη της δύναμης F .

Εικόνα 73 Ερώτηση 4

5. Αν διπλασιάσουμε τη συνισταμένη δύναμη που ασκείται σε ένα σώμα σταθερής μάζας, η επιτάχυνσή του:

- A) Θα υποδιπλασιαστεί.
- B) Θα μείνει η ίδια.
- Γ) Θα τετραπλασιαστεί.
- Δ) Θα διπλασιαστεί.

Σωστή απάντηση: Δ.

Αιτιολόγηση: Εφόσον η επιτάχυνση είναι ανάλογη της δύναμης, αν η δύναμη διπλασιαστεί, θα διπλασιαστεί και η επιτάχυνση.

Εικόνα 74 Ερώτηση 5

6. Η μονάδα μέτρησης της δύναμης στο διεθνές σύστημα (S.I.) είναι το:

- A) Joule (J)
- B) Watt (W)
- Γ) Newton (N)
- Δ) Kilogram (kg)

Σωστή απάντηση: Γ.

Αιτιολόγηση: Το Newton (N) είναι η μονάδα δύναμης και ορίζεται ως $1 \text{ N} = 1 \text{ kg} \cdot \text{m/s}^2$.

Εικόνα 75 Ερώτηση 6

7. Ο 3ος Νόμος του Νεύτωνα (Δράση - Αντίδραση) αναφέρει ότι:

- A) Η δράση είναι πάντα μεγαλύτερη από την αντίδραση.
- B) Η δράση και η αντίδραση ασκούνται στο ίδιο σώμα.
- Γ) Η δράση και η αντίδραση είναι δυνάμεις αντίρροπες με ίσα μέτρα.
- Δ) Η αντίδραση εμφανίζεται λίγο μετά τη δράση.

Σωστή απάντηση: Γ.

Αιτιολόγηση: Οι δυνάμεις δράσης-αντίδρασης εμφανίζονται πάντα σε ζεύγη, έχουν την ίδια διεύθυνση, ίσα μέτρα και αντίθετη φορά.

Εικόνα 76 Ερώτηση 7

8. Γιατί η δράση και η αντίδραση δεν εξουδετερώνονται (δεν δίνουν συνισταμένη μηδέν);

- A) Επειδή έχουν διαφορετικά μέτρα.
- B) Επειδή ασκούνται σε διαφορετικά σώματα.
- Γ) Επειδή έχουν την ίδια φορά.
- Δ) Επειδή ασκούνται σε διαφορετικούς χρόνους.

Σωστή απάντηση: Β.

Αιτιολόγηση: Για να βρούμε συνισταμένη δυνάμεων, αυτές πρέπει να ασκούνται στο **ίδιο** σώμα. Δράση και αντίδραση ασκούνται σε δύο διαφορετικά σώματα που αλληλεπιδρούν.

Εικόνα 77 Ερώτηση 8

9. Ένα βιβλίο βρίσκεται ακίνητο πάνω σε ένα τραπέζι. Η δύναμη του βάρους του και η κάθετη αντίδραση από το τραπέζι:

- A) Είναι ζεύγος δράσης-αντίδρασης.
- B) Έχουν συνισταμένη μηδέν.
- Γ) Είναι πάντα άνισες.
- Δ) Ασκούνται σε διαφορετικά σώματα.

Σωστή απάντηση: Β.

Αιτιολόγηση: Επειδή το βιβλίο ισορροπεί, οι δυνάμεις που ασκούνται πάνω του (Βάρος και στήριξη) εξουδετερώνονται. Προσοχή: Δεν είναι δράση-αντίδραση γιατί ασκούνται στο ίδιο σώμα.

Εικόνα 78 Ερώτηση 9

10. Αν ένα αυτοκίνητο συγκρουστεί με μια μοτοσυκλέτα, η δύναμη που δέχεται το αυτοκίνητο από τη μοτοσυκλέτα είναι:

- A) Μικρότερη από αυτή που δέχεται η μοτοσυκλέτα.
- B) Μεγαλύτερη από αυτή που δέχεται η μοτοσυκλέτα.
- Γ) Ίση με αυτή που δέχεται η μοτοσυκλέτα.
- Δ) Μηδέν.

Σωστή απάντηση: Γ.

Αιτιολόγηση: Σύμφωνα με τον 3ο νόμο, οι δυνάμεις αλληλεπίδρασης είναι πάντα ίσες κατά μέτρο, ανεξάρτητα από τη μάζα των σωμάτων. (Η μοτοσυκλέτα παθαίνει μεγαλύτερη ζημιά λόγω μικρότερης μάζας/αδράνειας).

Εικόνα 79 Ερώτηση 10

Συμπεράσματα: Οι ερωτήσεις και οι προτεινόμενες απαντήσεις κρίνονται επιστημονικά ορθές και συμβατές με το περιεχόμενο του σχολικού εγχειριδίου Φυσικής Β΄ Γυμνασίου (ΥΠΑΙΘΑ, n.d., σ. 52-59).

Οι μαθησιακοί στόχοι που σχετίζονται με τη διδασκαλία των Νόμων του Νεύτωνα, όπως αυτοί προσδιορίζονται στο βιβλίο του εκπαιδευτικού, αφορούν: α) τη συσχέτιση της μεταβολής της ταχύτητας ενός σώματος με τη συνισταμένη δύναμη που ασκείται σε αυτό με τη χρήση παραδειγμάτων, β) την κατανόηση της έννοιας της αδράνειας και τη σχέση της με τη μάζα με τη χρήση παραδειγμάτων, γ) την προσέγγιση του τρίτου νόμου του Νεύτωνα ως προς την αλληλεπίδραση δύο σωμάτων με χρήση παραδειγμάτων, και δ) ο σχεδιασμός του ζεύγους δυνάμεων δράσης και αντίδρασης ως δύο δυνάμεις που ασκούνται σε

διαφορετικά σώματα και όχι αντίθετων δυνάμεων που ενεργούν σε ένα σώμα και προκαλούν την ισορροπία του (ΥΠΕΘ, n.d.). Από τους παραπάνω στόχους, παρατηρείται ότι ο στόχος α καλύπτεται από τις ασκήσεις 4 και 5 (βλέπε Εικόνα 73 και 74 αντίστοιχα), ο στόχος β από τις ασκήσεις 1, 2, 3 και 9 (βλέπε Εικόνα 70, 71, 72 και 78 αντίστοιχα) και ο στόχος γ από τις ασκήσεις 7 και 10 (βλέπε Εικόνα 76 και 79 αντίστοιχα). Η φύση του κουίζ είναι τέτοια που δεν είναι δυνατός ο σχεδιασμός δυνάμεων, όπως απαιτείται από τον μαθησιακό στόχο δ.

Σε επίπεδο δομής, οι ερωτήσεις παρουσιάζουν σαφήνεια, λογική οργάνωση και κατανοητή διατύπωση.

Βήμα 2: Στη συνέχεια, ζητείται η δημιουργία κουίζ Σωστό–Λάθος στο ίδιο θέμα με την προηγούμενη δραστηριότητα.

Prompt: Δημιούργησε ένα κουίζ τύπου Σωστό–Λάθος για το θέμα των Νόμων του Νεύτωνα, κατάλληλο για μαθητές Β' Γυμνασίου. Το κουίζ να αποτελείται από 8 ομάδες προτάσεων, όπου κάθε ομάδα περιλαμβάνει 4 προτάσεις. Σε κάθε ομάδα, μόνο μία πρόταση να είναι επιστημονικά ορθή, ενώ οι υπόλοιπες τρεις να είναι λανθασμένες αλλά παραπλανητικές, ώστε να ελέγχουν συνηθισμένες παρανοήσεις των μαθητών. Η διατύπωση των προτάσεων να είναι σαφής, σύντομη και σύμφωνη με το σχολικό βιβλίο Φυσικής της Β' Γυμνασίου. Στο τέλος κάθε ομάδας να αναφέρεται ποια πρόταση είναι η σωστή, συνοδευόμενη από σύντομη αιτιολόγηση.

Αποτέλεσμα:

Ομάδα 1: Η έννοια της αδράνειας

1. Ένα σώμα με μεγάλη μάζα έχει μικρή αδράνεια.
2. Η αδράνεια είναι μια δύναμη που σπρώχνει τα σώματα προς τα εμπρός.
3. Η αδράνεια είναι η τάση των σωμάτων να αντιστέκονται σε οποιαδήποτε μεταβολή της ταχύτητάς τους.
4. Μόνο τα ακίνητα σώματα έχουν αδράνεια.

Σωστή η 3: Η αδράνεια δεν είναι δύναμη, αλλά ιδιότητα της ύλης που εκφράζει την αντίσταση στη μεταβολή της κίνησης.

Εικόνα 80 Ομάδα Ερωτήσεων 1

Ομάδα 2: 1ος Νόμος - Ισορροπία

1. Όταν ένα σώμα κινείται με σταθερή ταχύτητα, πάνω του ασκείται οπωσδήποτε μια μη μηδενική δύναμη.
2. **Αν η συνισταμένη των δυνάμεων είναι μηδέν, ένα σώμα που κινείται θα συνεχίσει να κινείται με σταθερή ταχύτητα.**
3. Ένα σώμα παραμένει ακίνητο μόνο αν δεν ασκείται καμία απολύτως δύναμη πάνω του.
4. Ο 1ος Νόμος του Νεύτωνα ισχύει μόνο για σώματα που βρίσκονται στο διάστημα.

Σωστή η 2: Σύμφωνα με τον νόμο της αδράνειας, η συνισταμένη $\Sigma F = 0$ συνεπάγεται είτε ακινησία είτε ευθύγραμμη ομαλή κίνηση.

Εικόνα 81 Ομάδα Ερωτήσεων 2

Ομάδα 3: Δύναμη και Κίνηση

1. Η δύναμη είναι απαραίτητη για να διατηρηθεί η κίνηση ενός σώματος.
2. Αν σταματήσουμε να ασκούμε δύναμη σε ένα σώμα, αυτό σταματά αμέσως την κίνησή του.
3. Η ταχύτητα ενός σώματος έχει πάντα την ίδια κατεύθυνση με τη συνισταμένη δύναμη.
4. **Η συνισταμένη δύναμη προκαλεί μεταβολή στην ταχύτητα ενός σώματος και όχι τη διατήρησή της.**

Σωστή η 4: Η δύναμη προκαλεί επιτάχυνση (μεταβολή ταχύτητας). Για να διατηρηθεί η ταχύτητα σταθερή, δεν απαιτείται δύναμη (εφόσον δεν υπάρχει τριβή).

Εικόνα 82 Ομάδα Ερωτήσεων 3

Ομάδα 4: 2ος Νόμος - Θεμελιώδης Νόμος

1. Η επιτάχυνση ενός σώματος είναι αντιστρόφως ανάλογη της συνισταμένης δύναμης.
2. Για την ίδια δύναμη, όσο μεγαλύτερη είναι η μάζα ενός σώματος, τόσο μικρότερη επιτάχυνση αποκτά.
3. Η μάζα ενός σώματος αλλάζει ανάλογα με τη δύναμη που του ασκούμε.
4. Αν η συνισταμένη δύναμη διπλασιαστεί, η επιτάχυνση θα υποδιπλασιαστεί.

Σωστή η 2: Από τον τύπο $F = m \cdot a$, βλέπουμε ότι μάζα και επιτάχυνση είναι μεγέθη αντιστρόφως ανάλογα.

Εικόνα 83 Ομάδα Ερωτήσεων 4

Ομάδα 5: 3ος Νόμος - Δράση & Αντίδραση

1. Η δράση είναι πάντα μεγαλύτερη από την αντίδραση.
2. Η αντίδραση εμφανίζεται λίγο μετά τη δράση χρονικά.
3. Οι δυνάμεις δράσης-αντίδρασης ασκούνται πάντα σε δύο διαφορετικά σώματα.
4. Δράση και αντίδραση εξουδετερώνονται επειδή είναι αντίθετες.

Σωστή η 3: Αυτός είναι ο λόγος που δεν μπορούμε να βρούμε συνισταμένη μεταξύ τους· η δράση ασκείται στο σώμα Α και η αντίδραση στο σώμα Β.

Εικόνα 84 Ομάδα Ερωτήσεων 5

Ομάδα 6: Μάζα και Βάρος

1. Η μάζα και το βάρος είναι το ίδιο φυσικό μέγεθος με διαφορετικά ονόματα.
2. Η μάζα ενός σώματος παραμένει ίδια παντού, ενώ το βάρος του αλλάζει από τόπο σε τόπο.
3. Το βάρος μετριέται σε κιλά (kg) στο διεθνές σύστημα μονάδων.
4. Η μάζα ενός σώματος στη Σελήνη είναι μικρότερη από τη μάζα του στη Γη.

Σωστή η 2: Η μάζα εκφράζει την ποσότητα ύλης (σταθερή), ενώ το βάρος είναι η ελκτική δύναμη της Γης (ή άλλου πλανήτη) που εξαρτάται από τη θέση.

Εικόνα 85 Ομάδα Ερωτήσεων 6

Ομάδα 7: Εφαρμογή 3ου Νόμου (Σύγκρουση)

1. Όταν ένα φορτηγό συγκρούεται με ένα κουνούπι, το φορτηγό ασκεί μεγαλύτερη δύναμη στο κουνούπι.
2. Το κουνούπι δεν ασκεί καμία δύναμη στο φορτηγό λόγω της μικρής του μάζας.
3. **Το φορτηγό και το κουνούπι δέχονται δυνάμεις ίσου μέτρου κατά τη σύγκρουση.**
4. Η δύναμη εξαρτάται από το ποιο σώμα κινείται πιο γρήγορα πριν τη σύγκρουση.

Σωστή η 3: Σύμφωνα με τον 3ο νόμο, οι δυνάμεις αλληλεπίδρασης είναι πάντα ίσες, ανεξάρτητα από τη μάζα ή την ταχύτητα των σωμάτων.

Εικόνα 86 Ομάδα Ερωτήσεων 7

Ομάδα 8: Η Τριβή ως Δύναμη

1. Η τριβή έχει πάντα την ίδια φορά με την κίνηση του σώματος.
2. Η τριβή εξαρτάται από το εμβαδόν της επιφάνειας επαφής των σωμάτων.
3. **Η τριβή ολίσθησης είναι μια δύναμη που ανθίσταται στην κίνηση ενός σώματος που γλιστρά σε μια επιφάνεια.**
4. Σε ένα λείο επίπεδο χωρίς τριβές, ένα σώμα που κινείται θα σταματήσει τελικά μόνο του.

Σωστή η 3: Η τριβή είναι δύναμη επαφής που αντιτίθεται στην ολίσθηση ενός σώματος πάνω σε ένα άλλο.

Εικόνα 87 Ομάδα Ερωτήσεων 8

Συμπεράσματα: Ομοίως με το προηγούμενο βήμα, δεν εντοπίζονται επιστημονικές ανακρίβειες ή ουσιαστικές αποκλίσεις σε σχέση με το περιεχόμενο του σχολικού εγχειριδίου (ΥΠΑΙΘΑ, n.d., σ. 52-59).

Οι μαθησιακοί στόχοι που αναφέρθηκαν και προηγουμένως επιτυγχάνονται σε ικανοποιητικό βάθος, με την ομάδα 4 να αντιστοιχεί στον στόχο α (βλέπε Εικόνα 83), οι ομάδες 1, 2 και 3 να αντιστοιχούν στον στόχο β (βλέπε Εικόνα 80, 81 και 82 αντίστοιχα) και οι ομάδες 5 και 7 να αντιστοιχούν στον στόχο γ (βλέπε Εικόνα 84 και 86 αντίστοιχα). Αντίστοιχα και σε αυτό το κουίζ, η δομή του κουίζ δεν επιτρέπει την ανάπτυξη

δραστηριοτήτων που απαιτούν σχεδίαση δυνάμεων, όπως προβλέπεται από τον μαθησιακό στόχο δ.

Τέλος, σε επίπεδο δομής και σαφήνειας, οι ερωτήσεις εμφανίζουν αντίστοιχη συνοχή και κατανοητή διατύπωση με εκείνες του προηγούμενου αποτελέσματος.

2.2.4 Προτερήματα

Το Gemini ξεχωρίζει ως ένα από τα σύγχρονα εργαλεία Τεχνητής Νοημοσύνης που διαθέτουν τη δυνατότητα να επεξεργάζονται διαφορετικούς τύπους δεδομένων, όπως κείμενο, εικόνες, ήχο, αρχεία PDF και βίντεο. Δεν περιορίζεται σε απλή εισαγωγή κειμένου επιτρέποντας να παράγει πιο ολοκληρωμένες και συμφραζόμενες απαντήσεις, καθιστώντας το χρήσιμο για ποικίλες εργασίες και εφαρμογές (Imran M., Almusharraf N., 2024). Για τις ανάγκες των ερευνών της ομάδας Gemini της Google σχετικά με την απόδοση του μοντέλου στην επεξεργασία διαφορετικών μορφών δεδομένων, χρησιμοποιήθηκε ένα εκπαιδευτικό σενάριο στο οποίο ένας καθηγητής παρουσιάζει στον πίνακα μια άσκηση φυσικής προς επίλυση. Η άσκηση αφορά την κίνηση ενός σκιέρ που κατεβαίνει μια πλαγιά ενώ οι μαθητές επιχειρούν να δώσουν τη λύση. Παρέχοντας στο Gemini ως δεδομένο μια φωτογραφία από την επίλυση του μαθητή, παρατηρείται ότι το μοντέλο κατανοεί το δυσανάγνωστο χειρόγραφο κείμενο, ερμηνεύει σωστά τη διατύπωση του προβλήματος και μετατρέπει τόσο το πρόβλημα όσο και τη λύση σε μαθηματική μορφή. Επιπλέον, είναι σε θέση να εντοπίσει το ακριβές σημείο στο οποίο ο μαθητής έκανε λάθος στη συλλογιστική του και στη συνέχεια να παρουσιάσει τη σωστή, αναλυτική λύση του προβλήματος. Οι πολυτροπικές αυτές λειτουργίες δημιουργούν σημαντικές προοπτικές για την εκπαιδευτική διαδικασία (Gemini Team, 2023).

Αξίζει επίσης να σημειωθεί ότι είναι σχεδιασμένο με τέτοιο τρόπο ώστε να είναι ευέλικτο και να προσαρμόζεται σε διαφορετικού τύπου προβλήματα. Επιμέρους εξειδικευμένα υπομοντέλα μέσα στο σύστημα αναλαμβάνουν διαφορετικά είδη εργασιών, προσέγγιση που επιτρέπει στο Gemini να μεταβαίνει εύκολα από τη μία εργασία στην άλλη και να παράγει αποτελέσματα που είναι κατάλληλα για το εκάστοτε πλαίσιο χρήσης. Όταν του ανατίθεται μια εργασία, το σύστημα επιλέγει το υπομοντέλο ή τα υπομοντέλα που είναι καταλληλότερα για την εκτέλεσή της, εξασφαλίζοντας έτσι αποτελεσματικότερη κατανομή πόρων και βελτιωμένη απόδοση (Pande A. και συν., 2024).

Όσον αφορά την αξιοποίηση του εργαλείου από τους εκπαιδευτικούς, μπορεί να λειτουργήσει υποστηρικτικά στη μαθησιακή διαδικασία, παρέχοντας άμεση ανατροφοδότηση ανά πάσα στιγμή. Παράλληλα, μπορεί να τους διευκολύνει στη δημιουργία και ανάπτυξη εκπαιδευτικού υλικού προσαρμοσμένου στις μαθησιακές ανάγκες των μαθητών, χάρη στη δυνατότητα σχεδιασμού εξατομικευμένου διδακτικού περιεχομένου (Elhag A. και συν., 2025). Με βάση τα δεδομένα εισόδου που παρέχονται, παράγονται ταχύτατα ακριβείς απαντήσεις συμβάλλοντας στην καλύτερη κατανόηση και αφομοίωση του εκπαιδευτικού περιεχομένου από τους μαθητές (Majidah και συν., 2025).

Τέλος, με γνώμονα την επίτευξη των μαθησιακών στόχων, το Gemini φαίνεται να υιοθετεί μια περισσότερο παιδαγωγικά προσανατολισμένη προσέγγιση σε σύγκριση με άλλα μεγάλα γλωσσικά μοντέλα. Στο πλαίσιο ερευνών της ομάδας LearnLM της Google, εκπαιδευτικοί και ειδικοί αξιολόγησαν διάφορα γλωσσικά μοντέλα ως προς τον βαθμό στον οποίο υποστηρίζουν τους μαθητές στην επίτευξη των επιδιωκόμενων μαθησιακών στόχων. Τα αποτελέσματα της ποιοτικής ανατροφοδότησης έδειξαν ότι πολλά από τα εργαλεία αυτά τείνουν να παρακάμπτουν τη μαθησιακή διαδικασία, παρέχοντας άμεσα την τελική λύση ή ιδιαίτερα εκτενείς απαντήσεις που περιορίζουν την ενεργή εμπλοκή του μαθητή. Αντίθετα, το Gemini φαίνεται να ακολουθεί μια προσέγγιση που προσομοιάζει περισσότερο τον τρόπο καθοδήγησης ενός ανθρώπινου εκπαιδευτικού. Συγκεκριμένα, ενθαρρύνει τον χρήστη να επιχειρήσει την ολοκλήρωση της εργασίας μόνος του, οργανώνοντας τη διαδικασία επίλυσης σε μικρότερα και διαχειρίσιμα βήματα που διευκολύνουν την κατανόηση του προβλήματος (LearnLM Team, 2025).

2.2.5 Μειονεκτήματα

Όπως και τα υπόλοιπα μεγάλα γλωσσικά μοντέλα, έτσι και το Gemini εκπαιδεύεται σε μεγάλους όγκους δεδομένων, τα οποία ενδέχεται να περιέχουν προκαταλήψεις που αντανakλούν το κοινωνικό πλαίσιο μέσα στο οποίο δημιουργήθηκαν. Οι στρεβλώσεις αυτές ενδεχομένως αναπαράγονται στα αποτελέσματα που παράγει το σύστημα, οδηγώντας σε ανακριβείς ή παραπλανητικές απαντήσεις οι οποίες ενισχύουν υπάρχουσες κοινωνικές ανισότητες. Η αντιμετώπιση αυτού του περιορισμού απαιτεί αφενός την προσεκτική επιλογή και αξιολόγηση των δεδομένων εκπαίδευσης ώστε να περιορίζονται οι προκαταλήψεις και αφετέρου τη συνεχή παρακολούθηση των αποτελεσμάτων του

συστήματος, προκειμένου να εντοπίζονται και να διορθώνονται πιθανά φαινόμενα μεροληψίας (Pande A. και συν., 2024).

Άλλος ένας περιορισμός που σχετίζεται με τη χρήση του Gemini αφορά την ανάπτυξη της κριτικής σκέψης και της δημιουργικότητας των μαθητών. Παρόλο που η έρευνα δείχνει ότι η Τεχνητή Νοημοσύνη μπορεί να λειτουργήσει υποστηρικτικά στη μάθηση, η υπερβολική εξάρτηση από εργαλεία Τεχνητής Νοημοσύνης ενδέχεται να υπομονεύσει την ανάπτυξη των αναλυτικών και δημιουργικών δεξιοτήτων τους (Supriyadi E., Pahmi S., 2024). Ωστόσο, η υπεύθυνη χρήση του Gemini μπορεί να ενισχύσει τη δημιουργικότητα και την καινοτομία των μαθητών, π.χ. κατά τη συγγραφή, υποστηρίζοντάς τους στη διαμόρφωση νέων ιδεών και συμβάλλοντας στη διαδικασία παραγωγής ιδεών προτείνοντας εναλλακτικούς τρόπους διατύπωσης επιχειρημάτων σε γραπτές εργασίες (Elhag A. και συν., 2025).

Στο πλαίσιο της ελεγχόμενης χρήσης των εργαλείων Τεχνητής Νοημοσύνης, κρίνεται αναγκαία η ανεξάρτητη επαλήθευση πληροφοριών και η κριτική αξιολόγηση των πηγών που παράγονται από το Gemini, καθώς ενδέχεται να περιέχονται σφάλματα ή ασυνέπειες. Ο περιορισμός αυτός σχετίζεται με τη φύση των δεδομένων εκπαίδευσης και τη δυσκολία που παρουσιάζει το εργαλείο να διακρίνει με σαφήνεια μεταξύ πραγματολογικών πληροφοριών και περιεχομένου που προέρχεται από δημιουργική γραφή ή φανταστικές αφηγήσεις. Επιπλέον, η αδυναμία να ερμηνεύσει τον σαρκασμό, το χιούμορ και τη μεταφορική χρήση της γλώσσας απαιτεί προσεκτική διατύπωση και σαφές πλαίσιο για τη διατύπωση οδηγιών ή προτροπών προς το μοντέλο, ώστε να αποφευχθούν παραπλανητικά ή ανακριβή αποτελέσματα (Pande A. και συν., 2024).

Όσον αφορά τη διδακτική των Φυσικών Επιστημών, σε σχετική μελέτη που εξέτασε την αξιοποίηση του Gemini στη διδασκαλία της φυσικής, διαπιστώθηκε ότι το προτεινόμενο σχέδιο μαθήματος το οποίο ζητήθηκε δεν περιλάμβανε οπτικά βοηθήματα, όπως διαγράμματα, τα οποία είναι σημαντικά για την κατανόηση αφηρημένων εννοιών από τους μαθητές. Επιπλέον, παρότι η προσέγγιση του μοντέλου ήταν συστηματική και οργανωμένη, δεν αντιμετώπιζε επαρκώς ορισμένες συνηθισμένες μαθητικές παρανοήσεις, όπως η λανθασμένη αντίληψη ότι η υδροστατική πίεση εξαρτάται από το σχήμα του δοχείου. Παράλληλα, η ανάλυση των απαντήσεων του Gemini σε θεωρητικές και υπολογιστικές ασκήσεις έδειξε ότι, ενώ μπορεί να παρέχει ορθές επιστημονικές εξηγήσεις, ενδέχεται να

παρουσιάζει δυσκολίες στην κατανόηση λεπτομερειών της εκφώνησης ενός προβλήματος, παρερμηνεύοντας τα ζητούμενα που τίθενται (Bessas N. και συν., 2025a).

2.2.6 Κόστος και Προσβασιμότητα

Το Google Gemini εντάσσεται επίσης στην κατηγορία εργαλείων τύπου freemium, παρέχοντας δωρεάν πρόσβαση σε βασικές λειτουργίες της πλατφόρμας, ενώ η αξιοποίηση προηγμένων δυνατοτήτων προϋποθέτει τη χρήση συνδρομητικών πλάνων. Η δωρεάν έκδοση επιτρέπει στους χρήστες να αλληλεπιδρούν με το μοντέλο για την παραγωγή κειμένου, την αναζήτηση πληροφοριών και την υποστήριξη σε διάφορες γνωστικές δραστηριότητες. Αντίθετα, τα συνδρομητικά πλάνα προσφέρουν πρόσβαση σε πιο εξελιγμένες λειτουργίες, όπως ισχυρότερα μοντέλα Τεχνητής Νοημοσύνης, μεγαλύτερη υπολογιστική ισχύ, προηγμένες δυνατότητες ανάλυσης και επεξεργασίας δεδομένων, καθώς και ενσωμάτωση του εργαλείου σε εφαρμογές του Google Workspace, όπως είναι το Gmail, τα Google Docs, τα Google Vids, κ.α. (Google, n.d.). Η ύπαρξη δωρεάν πρόσβασης καθιστά το εργαλείο ευρύτερα διαθέσιμο σε εκπαιδευτικούς και μαθητές, διευκολύνοντας την εξοικείωση με εφαρμογές Γενετικής Τεχνητής Νοημοσύνης και την ενσωμάτωσή τους σε εκπαιδευτικά περιβάλλοντα.

2.3 NotebookLM

Το NotebookLM αποτελεί ένα ακόμα εργαλείο Τεχνητής Νοημοσύνης σχεδιασμένο από την Google, το οποίο ξεχωρίζει χάρη στην ικανότητά του να συνοψίζει και να επεξεργάζεται τα αρχεία που εισάγει ο χρήστης, μέσω μιας διαδικασίας γνωστής ως source grounding (Albrecht-Crane C., 2025). Ειδικότερα, συνδυάζει τις παραγωγικές δυνατότητες των μεγάλων γλωσσικών μοντέλων με μηχανισμούς κατανόησης και μνήμης προσαρμοσμένους στο περιεχόμενο των εγγράφων, καθιστώντας το ένα δυναμικά πολύτιμο εργαλείο για ερευνητές που ασχολούνται με βιβλιογραφικές ανασκοπήσεις (Manglara V. και συν., 2026). Λαμβάνοντας υπόψη τη δυνατότητα του NotebookLM να επεξεργάζεται και να συνοψίζει παρεχόμενο υλικό, στην παρούσα ενότητα εξετάζεται η αποτελεσματικότητά του στη δημιουργία περιλήψεων από το περιεχόμενο του σχολικού βιβλίου για εκπαιδευτική χρήση, με τη γλώσσα που χρησιμοποιείται να είναι η ελληνική. Καθώς το ChatGPT και το NotebookLM αποτελούν συστήματα γενετικής Τεχνητής Νοημοσύνης με κοινά

λειτουργικά χαρακτηριστικά και παρόμοιο τρόπο αλληλεπίδρασης με τον χρήστη, επιλέχθηκε η χρήση ίδιων prompts, προκειμένου να εξασφαλιστεί η συγκρισιμότητα και η αξιοπιστία των παραγόμενων αποτελεσμάτων.

2.3.1 Δημιουργία Περιλήψεων

Ακολουθώντας τη μεθοδολογική προσέγγιση που εφαρμόστηκε στην περίπτωση του ChatGPT, διερευνάται η ικανότητα του εργαλείου να παράγει συνοπτικό και παιδαγωγικά αξιοποιήσιμο υλικό από το κεφάλαιο «Κρούσεις» του σχολικού εγχειριδίου Φυσικής Γ' Λυκείου (Ομάδας Προσανατολισμού Θετικών Σπουδών και Σπουδών Υγείας), με στόχο την υποστήριξη της προετοιμασίας των μαθητών για τις Πανελλαδικές εξετάσεις.

Η διαδικασία αυτή αποτυπώνεται στα παρακάτω βήματα:

Βήμα 1: Σε πρώτο στάδιο, εισάγεται στο NotebookLM ως πηγή το επιλεγμένο απόσπασμα του σχολικού βιβλίου σε ψηφιακή μορφή μέσω του συνδέσμου: https://ebooks.edu.gr/ebooks/v/html/8547/2728/Fysiki-G-Lykeiou-ThSp_htmlapli/index5_2.html.

Prompt: https://ebooks.edu.gr/ebooks/v/html/8547/2728/Fysiki-G-Lykeiou-ThSp_htmlapli/index5_2.html

Αποτέλεσμα:

Advanced Physics: Mechanics, Waves, and Modern Theory

1 πηγή · 4 Μαΐ 2026

Το κείμενο αναλύει τη φυσική των **κρούσεων**, περιγράφοντας πώς οι ισχυρές δυνάμεις μεταβάλλουν απότομα την κίνηση των σωμάτων είτε μέσω **επαφής** στον μακρόκοσμο είτε μέσω **αλληλεπιδράσεων** στον μικρόκοσμο. Οι κρούσεις ταξινομούνται ανάλογα με την κατεύθυνση της κίνησης των σωμάτων σε **κεντρικές**, **έκκεντρες** ή **πλάγιες**. Βασικό χαρακτηριστικό κάθε κρούσης είναι η **διατήρηση της ορμής**, καθώς το σύστημα θεωρείται μονωμένο λόγω της ελάχιστης χρονικής διάρκειας του φαινομένου. Επιπλέον, εξετάζεται η ενεργειακή πτυχή, διακρίνοντας τις κρούσεις σε **ελαστικές**, όπου η κινητική ενέργεια διατηρείται, και **ανελαστικές**, όπου μέρος της ενέργειας μετατρέπεται σε θερμότητα. Ιδιαίτερη αναφορά γίνεται στην **πλαστική κρούση**, κατά την οποία τα σώματα συνενώνονται δημιουργώντας ένα συσσωμάτωμα. Συνολικά, το υλικό προσφέρει μια ολοκληρωμένη θεώρηση των νόμων που διέπουν τις συγκρούσεις στην κλασική και τη σύγχρονη φυσική.

Εικόνα 88 Περίληψη του Περιεχομένου του Συνδέσμου

Συμπεράσματα: Το παραγόμενο αποτέλεσμα λειτουργεί ως μια αρχική επισκόπηση του κεφαλαίου των κρούσεων, παρέχοντας πληροφορίες σχετικά με τις βασικότερες έννοιες. Καθώς οι πληροφορίες αυτές δεν επαρκούν για τον σκοπό της παρούσας εργασίας, σε επόμενο στάδιο διατυπώνονται συγκεκριμένες οδηγίες για την παραγωγή περίληψης της θεωρίας του ζητούμενου κεφαλαίου σε μορφή επανάληψης για τους μαθητές.

Βήμα 2: Για λόγους συγκρισιμότητας, εφαρμόζεται το ίδιο prompt που χρησιμοποιήθηκε στο Βήμα 1 της αντίστοιχης διερεύνησης με το ChatGPT.

Prompt: Δημιούργησε συνοπτική περίληψη της θεωρίας του κεφαλαίου «Κρούσεις» της Φυσικής Κατεύθυνσης Γ' Λυκείου, με αποκλειστικό στόχο την προετοιμασία των μαθητών για τις Πανελλαδικές Εξετάσεις. Η περίληψη να περιλαμβάνει μόνο τις βασικές έννοιες, τους θεμελιώδεις νόμους και τις σχέσεις που είναι απαραίτητες για την επίλυση εξεταστικών θεμάτων, αποφεύγοντας δευτερεύουσες ή επεξηγηματικές πληροφορίες. Να δοθεί ιδιαίτερη έμφαση στις προϋποθέσεις εφαρμογής των νόμων, στη φυσική ερμηνεία των μεγεθών και στη μεταξύ τους συσχέτιση, καθώς και στα κρίσιμα σημεία που επηρεάζουν τη σωστή αντιμετώπιση σύνθετων εξεταστικών ερωτημάτων. Η έκταση και η δομή της περίληψης να είναι κατάλληλες ώστε να μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως υλικό επανάληψης πριν τις εξετάσεις.

Αποτέλεσμα:

1. Ορισμός και Χαρακτηριστικά Κρούσης

Η κρούση είναι ένα φαινόμενο όπου η κινητική κατάσταση των σωμάτων μεταβάλλεται απότομα λόγω ισχυρών δυνάμεων αλληλεπίδρασης που αναπτύσσονται σε πολύ μικρό χρονικό διάστημα ¹.

- **Χρονική Διάρκεια:** Η διάρκεια της κρούσης θεωρείται αμελητέα. Ως αποτέλεσμα, η δυναμική ενέργεια του συστήματος παραμένει σταθερή, καθώς οι θέσεις των σωμάτων δεν μεταβάλλονται σημαντικά κατά την επαφή ².
- **Μικρόκοσμος (Σκέδαση):** Η έννοια επεκτείνεται και σε σωματίδια που δεν έρχονται σε επαφή, αλλά αλληλεπιδρούν με ισχυρές δυνάμεις για ελάχιστο χρόνο ³.

Εικόνα 89 Ορισμός Κρούσης

2. Γεωμετρική Ταξινόμηση Κρούσεων

Η ταξινόμηση εξαρτάται από τη διεύθυνση των ταχυτήτων των κέντρων μάζας των σωμάτων πριν τη σύγκρουση 4 :

- **Κεντρική (Μετωπική):** Οι ταχύτητες βρίσκονται πάνω στην ίδια ευθεία που συνδέει τα κέντρα μάζας 4 . Στις σφαίρες, οι ταχύτητες μετά την κρούση παραμένουν στην ίδια διεύθυνση 4 .
- **Έκκεντρη:** Οι ταχύτητες των κέντρων μάζας είναι παράλληλες 5 .
- **Πλάγια:** Οι ταχύτητες βρίσκονται σε τυχαίες διευθύνσεις 5 .

Εικόνα 90 Κατηγορίες Κρούσεων

Αρχή Διατήρησης της Ορμής (Α.Δ.Ο.)

- **Εφαρμογή:** Ισχύει σε κάθε είδος κρούσης 6 .
- **Προϋπόθεση:** Το σύστημα θεωρείται **μονωμένο** κατά τη διάρκεια της κρούσης. Επειδή ο χρόνος είναι ελάχιστος, οι ωθήσεις των εξωτερικών δυνάμεων (αν υπάρχουν) θεωρούνται αμελητέες 6 .
- **Σχέση:** $p_{\text{πριν}} = p_{\text{μετά}}$ 2 .

Εικόνα 91 Νόμος Διατήρησης της Ορμής

Ενεργειακή Προσέγγιση

Ανάλογα με τη μεταβολή της κινητικής ενέργειας (K), οι κρούσεις διακρίνονται σε:

- **Ελαστική:** Η κινητική ενέργεια του συστήματος διατηρείται ($K_{\text{πριν}} = K_{\text{μετά}}$) 2 . Αποτελεί ιδανική περίπτωση στον μακρόκοσμο, αλλά πραγματικότητα στον μικρόκοσμο 7 .
- **Ανελαστική:** Μέρος της αρχικής κινητικής ενέργειας μετατρέπεται σε θερμότητα ($K_{\text{πριν}} > K_{\text{μετά}}$) 7 .
- **Πλαστική:** Ειδική περίπτωση ανελαστικής κρούσης όπου τα σώματα συνενώνονται και δημιουργούν **συσσωμάτωμα**, αποκτώντας κοινή ταχύτητα V 7 .

Εικόνα 92 Ενεργειακή Προσέγγιση Κρούσεων

4. Κρίσιμα Σημεία για την Επίλυση Θεμάτων

- **Διανυσματική Φύση:** Η Α.Δ.Ο. είναι διανυσματική σχέση. Πριν την εφαρμογή της, ορίζουμε θετική φορά και χρησιμοποιούμε αλγεβρικές τιμές για τις ταχύτητες v_1 και v_2 .
- **Συσσωμάτωμα:** Στην πλαστική κρούση, η μάζα μετά την κρούση είναι το άθροισμα των μαζών των σωμάτων ($m_1 + m_2$) v_1 .
- **Απώλεια Ενέργειας:** Σε κάθε ανελαστική/πλαστική κρούση, η ενέργεια που «χάθηκε» ως θερμότητα υπολογίζεται από τη διαφορά: $Q = K_{\text{πριν}} - K_{\text{μετά}}$.
- **Εσωτερικές vs Εξωτερικές Δυνάμεις:** Οι δυνάμεις κρούσης είναι εσωτερικές του συστήματος και δεν μεταβάλλουν την ορμή του, όσο ισχυρές και αν είναι v_1 v_2 .

Εικόνα 93 Κρίσιμα Σημεία για την Επίλυση Θεμάτων

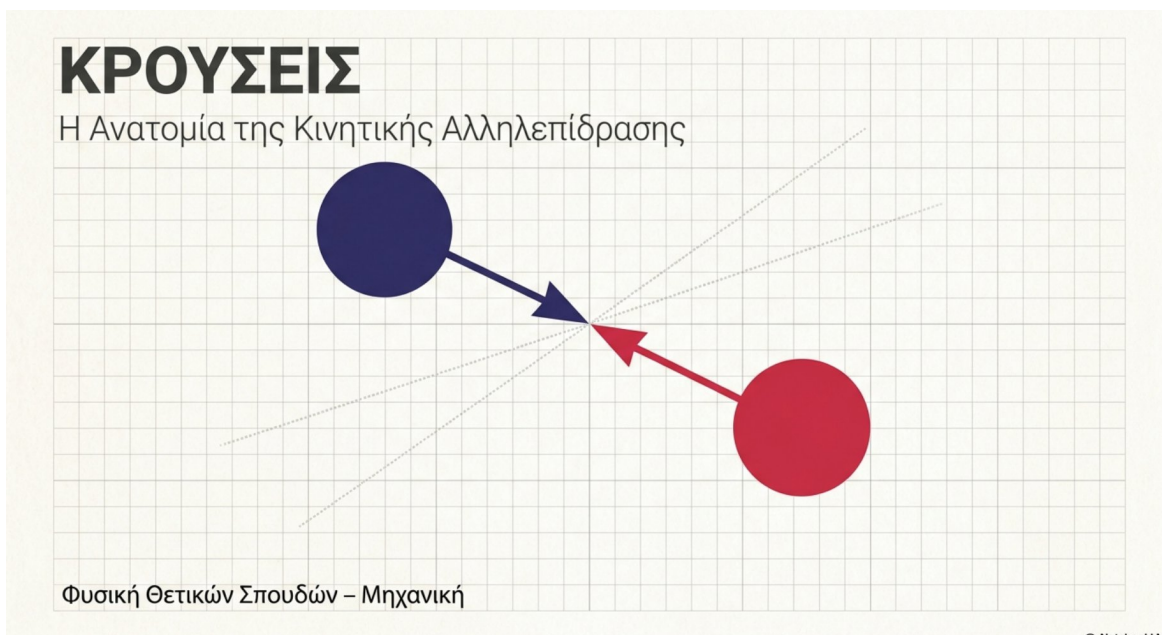
Συμπεράσματα: Αρχικά, το παραγόμενο υλικό βρίσκεται σε πλήρη αντιστοιχία με το περιεχόμενο του σχολικού βιβλίου, χωρίς να εντοπίζονται ανακρίβειες ή αποκλίσεις ως προς την παρουσίαση των εννοιών και των θεωρητικών πληροφοριών. Επιπρόσθετα, η παράθεση συγκεκριμένων πηγών σε κάθε επιμέρους πρόταση καθιστά εφικτή την άμεση επαλήθευση των πληροφοριών από τον χρήστη, στοιχείο που ενισχύει σημαντικά την επιστημονική εγκυρότητα και τη χρησιμότητα του παραγόμενου υλικού στο εκπαιδευτικό πλαίσιο.

Σε σχέση με τους μαθησιακούς στόχους της ενότητας, διαπιστώνεται ότι το περιεχόμενο ανταποκρίνεται σε ικανοποιητικό βαθμό στις απαιτήσεις που σχετίζονται με α) την εφαρμογή της αρχής διατήρησης της ορμής και της αρχής διατήρησης της ενέργειας κατά τη μελέτη των κρούσεων, β) τον προσδιορισμό του είδους της κρούσης και τη χρήση των αντίστοιχων εξισώσεων που σχετίζονται με την ορμή και τη μηχανική ενέργεια πριν και μετά την κρούση, καθώς και γ) την κατανόηση της διατήρησης της ορμής του συστήματος σε προβλήματα κρούσεων (ΥΠΑΙΘ, 2012). Ωστόσο, κάποιες σχέσεις θα μπορούσαν να αναλυθούν περισσότερο, όπως αυτή της ορμής $p = m \cdot u$ και της κινητικής ενέργειας $K = \frac{1}{2} \cdot m \cdot u^2$.

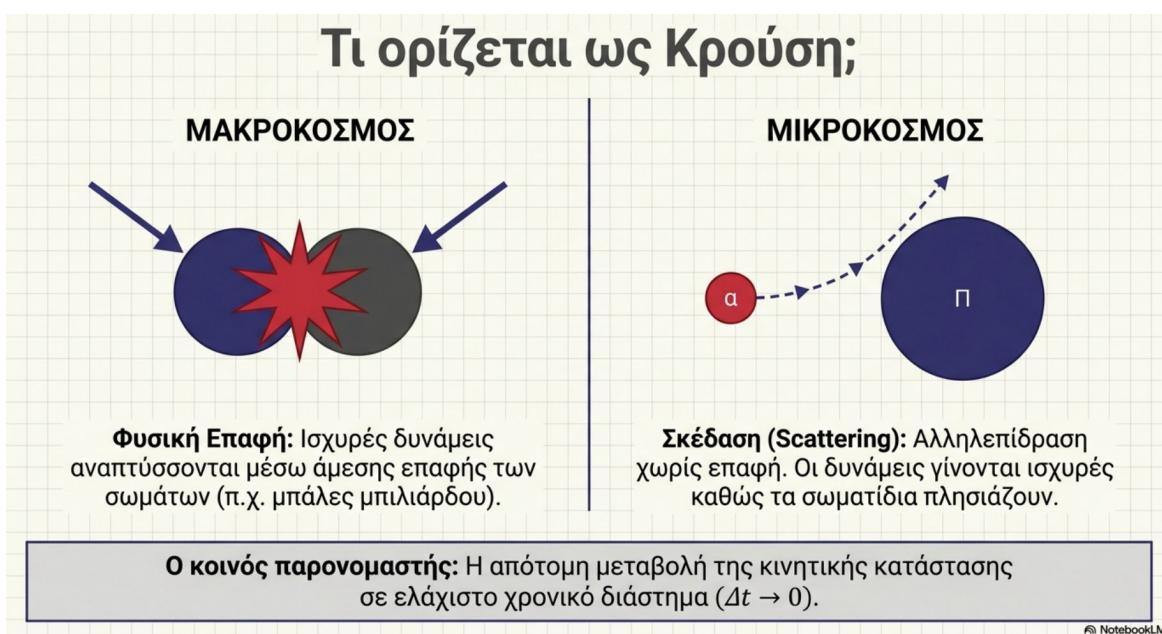
Σε επίπεδο δομής, παρατηρείται σαφής οργάνωση και λογική αλληλουχία των πληροφοριών, εστιάζοντας στα βασικά σημεία της διδακτέας ύλης χωρίς περιττές πληροφορίες ή εκτενείς αναφορές που θα μπορούσαν να αποσπάσουν την προσοχή του μαθητή.

Βήμα 3: Καθώς στο NotebookLM δεν παρέχεται άμεσα η δυνατότητα δημιουργίας αρχείου PDF μέσω prompt ή κάποιας ενσωματωμένης λειτουργίας, επιλέγεται εναλλακτικά η λειτουργία δημιουργίας παρουσίασης. Στη συνέχεια, το παραγόμενο αποτέλεσμα εξάγεται και αποθηκεύεται σε μορφή PDF, ώστε να αξιοποιηθεί ως επαναληπτικό εκπαιδευτικό υλικό για τους μαθητές.

Αποτέλεσμα:



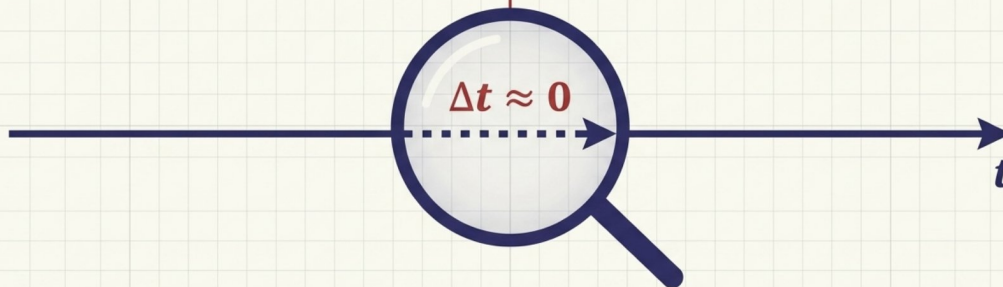
Εικόνα 94 Εισαγωγική Διαφάνεια



Εικόνα 95 Ορισμός Κρούσης

Ο Παγκόσμιος Κανόνας: Η Διατήρηση της Ορμής

Επειδή ο χρόνος κρούσης είναι αμελητέος, οι ωθήσεις τυχόν εξωτερικών δυνάμεων μηδενίζονται ($\Sigma \mathbf{F}_{\text{εξ}} \cdot \Delta t \approx 0$). Το σύστημα θεωρείται μονωμένο.



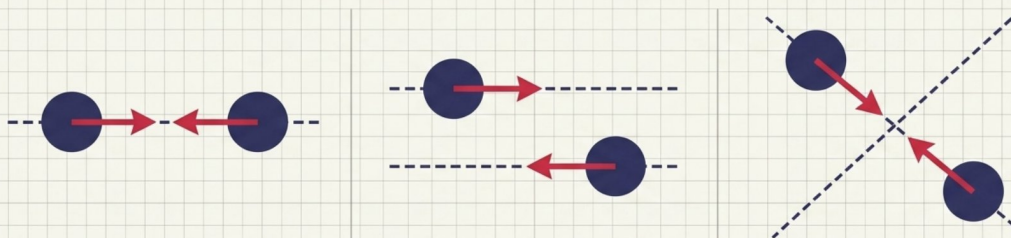
$$p_{\text{πριν}} = p_{\text{μετά}}$$

Η ορμή του συστήματος αμέσως πριν ισούται με την ορμή αμέσως μετά.

NotebookLM

Εικόνα 96 Νόμος Διατήρησης της Ορμής

Γεωμετρική Ταξινόμηση (Διεύθυνση Κίνησης)



Κεντρική (ή Μετωπική)

Τα διανύσματα ταχυτήτων των κέντρων μάζας βρίσκονται πάνω στην ίδια ευθεία. Μετά την κρούση, κινούνται στην ίδια αρχική διεύθυνση.

Έκκεντρη

Οι ταχύτητες των κέντρων μάζας είναι παράλληλες αλλά όχι συνευθειακές.

Πλάγια

Οι ταχύτητες των σωμάτων βρίσκονται σε τυχαίες διευθύνσεις στο χώρο.

NotebookLM

Εικόνα 97 Κατηγορίες Κρούσεων

Ενεργειακή Ταξινόμηση (Αποτέλεσμα Κρούσης)

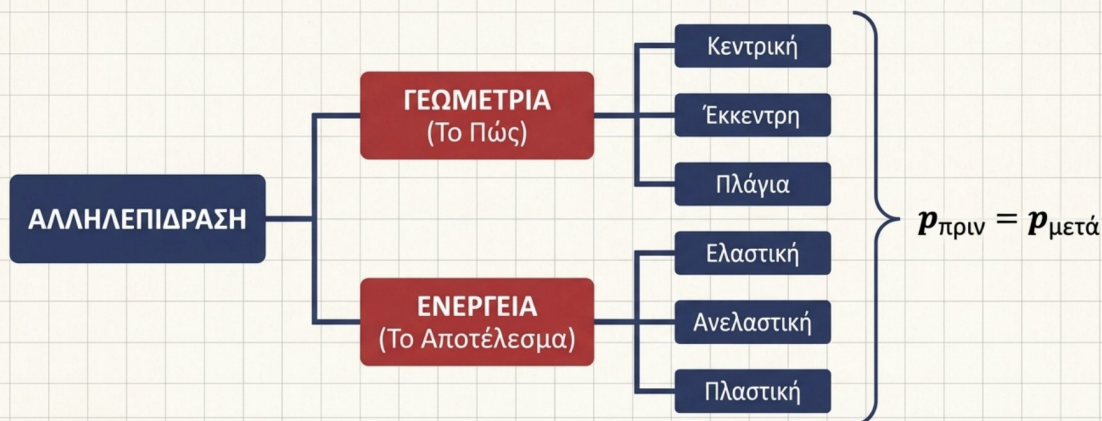
Είδος Κρούσης	Διατήρηση Ορμής	Διατήρηση Κινητικής Ενέργειας	Τελική Κατάσταση / Πεδίο
Ελαστική	Ναι ✓	Ναι ✓	Ιδανική (Μικρόκοσμος)
Ανελαστική	Ναι ✓	Όχι (Μετατροπή σε θερμότητα) ✗	Ρεαλιστική (Μακρόκοσμος)
Πλαστική	Ναι ✓	Όχι (Μεγιστοποίηση απωλειών) ✗	Δημιουργία Συσσωματώματος

Η δυναμική ενέργεια παραμένει σταθερή σε όλες τις περιπτώσεις, λόγω του αμελητέου χρόνου ($\Delta t \approx 0$) που δεν επιτρέπει μεταβολή θέσης στο χώρο.

© NotebookLM

Εικόνα 98 Πίνακας Κατηγοριών Κρούσης ως προς την Ενέργεια

Το Κινηματικό Διάγραμμα (Σύνθεση)



Κάθε κρούση στο σύμπαν –από τα υποατομικά σωματίδια έως τα οχήματα– είναι ο συνδυασμός μιας γεωμετρικής τροχιάς και ενός ενεργειακού ισοζυγίου, κάτω από τον απόλυτο νόμο της διατήρησης της ορμής.

© NotebookLM

Εικόνα 99 Κινητικό Διάγραμμα

Συμπεράσματα: Ομοίως με το προηγούμενο βήμα, το παραγόμενο επιστημονικό περιεχόμενο παρουσιάζει πλήρη εναρμόνιση με το περιεχόμενο του σχολικού εγχειριδίου, καθώς οι έννοιες, οι ορισμοί και οι θεωρητικές αναφορές αποδίδονται με επιστημονική ακρίβεια και συνέπεια προς τη διδακτέα ύλη. Ωστόσο, λόγω της μορφής με την οποία

παράγεται και παρουσιάζεται το συγκεκριμένο υλικό, δεν παρέχεται η δυνατότητα ενσωμάτωσης ή παράθεσης πηγών ανά επιμέρους πληροφορία για άμεση επαλήθευση, όπως στο προηγούμενο βήμα.

Ως προς την επίτευξη των μαθησιακών στόχων, διαπιστώνεται ότι καλύπτονται σε αντίστοιχα ικανοποιητικό βαθμό, αλλά οι εξισώσεις που παρουσιάστηκαν και στο προηγούμενο στάδιο εξακολουθούν να αναφέρονται συνοπτικά.

Τέλος, παρουσιάζεται οργανωμένη διάρθρωση και σαφή παρουσίαση των πληροφοριών, διευκολύνοντας την πλοήγηση στο περιεχόμενο. Επιπλέον, η αξιοποίηση πινάκων για την κατηγοριοποίηση των ειδών κρούσεων αποτελεί ιδιαίτερα χρήσιμο στοιχείο, καθώς υποστηρίζει τόσο την εννοιολογική κατανόηση όσο και την αποτελεσματικότερη επαναληπτική μελέτη. Αξίζει να σημειωθεί, όμως, ότι το αρχείο δεν είναι σε επεξεργάσιμη μορφή, γεγονός που περιορίζει την περαιτέρω τροποποίηση από την πλευρά του εκπαιδευτικού.

2.3.2 Προτερήματα

Το NotebookLM προσφέρει σημαντικά πλεονεκτήματα στο πλαίσιο της εκπαίδευσης, ιδίως σε σύγκριση με τα συνήθη Μεγάλα Γλωσσικά Μοντέλα. Η λειτουργία του βασίζεται στη μέθοδο Retrieval-Augmented Generation (RAG), η οποία διασφαλίζει ότι τα παραγόμενα αποτελέσματα στηρίζονται αποκλειστικά στο περιεχόμενο των αρχείων που παρέχει ο χρήστης. Με τον τρόπο αυτό περιορίζεται σημαντικά το φαινόμενο των «παραισθήσεων», δηλαδή η παραγωγή ανακριβών ή κατασκευασμένων πληροφοριών, το οποίο παρατηρείται συχνά σε εργαλεία Τεχνητής Νοημοσύνης, ενισχύοντας την αξιοπιστία και τη διαφάνεια των παραγόμενων απαντήσεων (Reyna J., 2025). Η συγκεκριμένη μέθοδος συμβάλλει στη διαμόρφωση οργανωμένων και προσαρμοσμένων μαθησιακών περιβαλλόντων, δίνοντας τη δυνατότητα στους εκπαιδευτικούς να αξιοποιούν το δικό τους υλικό για τη δημιουργία στοχευμένων ερωτήσεων, καθώς και να παρέχουν στους μαθητές περιλήψεις σε διαφορετικές μορφές, όπως ηχητικές και οπτικοακουστικές, ενισχύοντας έτσι την προσβασιμότητα και την κατανόηση του περιεχομένου (Tufino E., 2025a). Το υλικό που εισάγεται δεν περιορίζεται μόνο σε απλό κείμενο, καθώς οι εκπαιδευτικοί έχουν τη δυνατότητα να ανεβάζουν ένα ευρύ φάσμα αρχείων, όπως επιστημονικά άρθρα, κεφάλαια σχολικών εγχειριδίων, σημειώσεις διαλέξεων, παρουσιάσεις, ακόμη και βίντεο από το

YouTube (Tufino E., 2025b). Η δυνατότητα αυτή ενισχύει τη διαφοροποίηση της διδασκαλίας και υποστηρίζει την ανάπτυξη πολυτροπικών μαθησιακών περιβαλλόντων.

Βασιζόμενο στα έγγραφα που εισάγονται δημιουργεί αυτόματα ψηφιακές κάρτες σημειώσεων που συνοψίζουν βασικές έννοιες και επιχειρήματα, διευκολύνοντας την αφομοίωση και την απομνημόνευση. Οι χρήστες μπορούν να εμπλουτίζουν αυτές τις κάρτες με προσωπικές παρατηρήσεις, ενισχύοντας τη βαθύτερη κατανόηση. Παράλληλα, προσφέρει δυνατότητες οργάνωσης του υλικού και λειτουργεί ως «προσωπικός διδάσκων», δημιουργώντας ερωτήσεις ή μετατρέποντας το περιεχόμενο σε μορφές όπως podcast. Συνολικά, παρέχει ένα ευέλικτο και προσβάσιμο πλαίσιο μάθησης, καθιστώντας πιο προσιτές σύνθετες ερευνητικές διαδικασίες (Suarez D., Brown V., 2025).

Τέλος, το NotebookLM παρέχει τη δυνατότητα μετατροπής απαιτητικού επιστημονικού περιεχομένου σε διαλογικές, ηχητικές παρουσιάσεις σε μορφή podcast. Συγκεκριμένα, το παραγόμενο αποτέλεσμα παρουσιάζει μια «συνομιλία» μεταξύ δύο εικονικών ομιλητών, οι οποίοι εξηγούν και αναλύουν το περιεχόμενο με προσιτό και κατανοητό τρόπο. Επιπλέον, οι χρήστες μπορούν να συμμετέχουν σε πραγματικό χρόνο στη «συζήτηση», να θέτουν ερωτήματα και να επεκτείνουν δυναμικά τον διάλογο, ενισχύοντας τη διαδραστικότητα και τη μαθησιακή εμπλοκή. Η πολυτροπική αυτή προσέγγιση ευνοεί ιδιαίτερα μαθητές με διαφορετικά μαθησιακά προφίλ, οι οποίοι ανταποκρίνονται καλύτερα σε ακουστικά ερεθίσματα ή επιδιώκουν βαθύτερη κατανόηση μέσω διαλόγου και επανάληψης (Reyna J., 2025).

2.3.3 Μειονεκτήματα

Παρά τα σημαντικά πλεονεκτήματα που παρουσιάζει, το NotebookLM συνοδεύεται και από ορισμένους περιορισμούς.

Αρχικά, κατά τη χρήση του NotebookLM εκτελούνται μη ορατές οδηγίες συστήματος (system prompts), οι οποίες καθοδηγούν τη λειτουργία του μοντέλου ώστε να παράγει αποτελέσματα σύμφωνα με τις αναμενόμενες λειτουργίες του εργαλείου. Οι οδηγίες αυτές βρίσκονται στο παρασκήνιο και δεν είναι προσβάσιμες ή τροποποιήσιμες από τον χρήστη, γεγονός που περιορίζει τη διαφάνεια της διαδικασίας παραγωγής των απαντήσεων. Παράλληλα, η ύπαρξη αυτών των «αόρατων» παραμέτρων ενδέχεται να αυξάνει την

πιθανότητα εμφάνισης ανακριβών ή κατασκευασμένων πληροφοριών, καθώς επηρεάζουν τον τρόπο διαμόρφωσης των αποτελεσμάτων (Albrecht-Crane C., 2025).

Ως προς το βάθος της ερμηνευτικής ανάλυσης, το NotebookLM τείνει να παράγει γενικές και επιφανειακές περιλήψεις, εκτός εάν του δοθούν πιο στοχευμένες οδηγίες. Αν και μπορεί να εντοπίζει βασικά ευρήματα και τάσεις, παρουσιάζει περιορισμούς στην κριτική αξιολόγηση της μεθοδολογικής ποιότητας των μελετών και στην αναγνώριση αντιφάσεων μεταξύ διαφορετικών πηγών. Ενδεικτικά, σε περιπτώσεις όπου μελέτες καταλήγουν σε αντικρουόμενα συμπεράσματα, το σύστημα δεν επισημαίνει τις ασυμφωνίες αυτές, παρά μόνο εφόσον του ζητηθεί ρητά να προβεί σε συγκριτική ανάλυση (Manglara V. και συν., 2026).

Στην περίπτωση δημιουργίας περίληψης εκτεταμένου ή σύνθετου περιεχομένου, υπάρχει η πιθανότητα παράλειψης ή εσφαλμένης ερμηνείας βασικών πληροφοριών, γεγονός που μπορεί να οδηγήσει σε ανακριβή συμπεράσματα. Επιπλέον, λειτουργίες όπως η δημιουργία podcast μπορεί να απλουστεύουν υπερβολικά το πρωτότυπο υλικό ή να αλλοιώσουν το νόημά του, προκειμένου να καταστεί πιο προσιτό, ενώ ενδέχεται να χρησιμοποιείται και μη επικαιροποιημένη ορολογία (Reuter M. και συν., 2025).

Ένα ακόμα ζήτημα που ανακύπτει αφορά τα δικαιώματα πνευματικής ιδιοκτησίας. Η δυνατότητα δημόσιας κοινοποίησης notebooks μέσω συνδέσμων ενδέχεται να οδηγήσει σε παραβίαση της σχετικής νομοθεσίας, ιδίως όταν το περιεχόμενο περιλαμβάνει επιστημονικά άρθρα, κεφάλαια βιβλίων ή άλλο προστατευόμενο υλικό. Παράλληλα, η πρακτική αυτή μπορεί να έρχεται σε αντίθεση με τους όρους χρήσης της πλατφόρμας, εκτός εάν πληρούνται συγκεκριμένες προϋποθέσεις, όπως η κατοχή των απαραίτητων δικαιωμάτων διανομής, η κοινοποίηση σε λειτουργία “chat only” χωρίς ενσωμάτωση του πρωτότυπου υλικού ή η ύπαρξη σχετικής άδειας αναδιανομής. Ως εκ τούτου, καθίσταται αναγκαία η προσεκτική διαχείριση του περιεχομένου, ώστε να διασφαλίζεται η συμμόρφωση με το ισχύον νομικό πλαίσιο (Reyna J., 2025).

2.3.4 Κόστος και Προσβασιμότητα

Το NotebookLM αποτελεί ένα ακόμα εργαλείο Τεχνητής Νοημοσύνης τύπου freemium, επιτρέποντας την ελεύθερη πρόσβαση σε βασικές λειτουργίες, ενώ παράλληλα προσφέρει αναβαθμισμένες δυνατότητες μέσω συνδρομητικών πλάνων που εντάσσονται στο σύστημα

των υπηρεσιών Google AI. Στη βασική του έκδοχή, παρέχεται η δυνατότητα δημιουργίας και διαχείρισης σημειωματάρων (notebooks) και η αξιοποίηση πολλαπλών πηγών (όπως έγγραφα, ιστοσελίδες και αρχεία πολυμέσων) με συγκεκριμένα όρια χρήσης. Τα συνδρομητικά πλάνα επεκτείνουν σημαντικά τα όρια χρήσης και παρέχουν πρόσβαση σε ενισχυμένες δυνατότητες, όπως η εις βάθος ανάλυση και σύνθεση πληροφοριών από πολλαπλές πηγές, υποστηρίζοντας ερευνητικές και εκπαιδευτικές δραστηριότητες (Google, n.d.). Η ύπαρξη δωρεάν έκδοσης, σε συνδυασμό με τη δυνατότητα αναβάθμισης μέσω συνδρομής, καθιστά το NotebookLM ένα ευέλικτο εργαλείο για εκπαιδευτικούς και μαθητές, διευκολύνοντας τη σταδιακή εξοικείωση με εφαρμογές Γενετικής Τεχνητής Νοημοσύνης και την ενσωμάτωσή τους σε διαδικασίες μάθησης και έρευνας.

2.4 MagicSchool AI

Η ίδρυση του MagicSchool AI βασίστηκε στην πρωτοβουλία του εκπαιδευτικού Adeel Khan, ο οποίος, σε συνεργασία με συναδέλφους γνώστες του προγραμματισμού, ανέπτυξε ένα γλωσσικό μοντέλο με στόχο τη βελτιστοποίηση του έργου των εκπαιδευτικών (Tilak S. και συν., 2024). Η πλατφόρμα διαθέτει ένα σύνολο εργαλείων Τεχνητής Νοημοσύνης που υποστηρίζουν βασικές παιδαγωγικές λειτουργίες, όπως ο σχεδιασμός μαθημάτων και εξατομικευμένων εκπαιδευτικών δραστηριοτήτων, καθώς και η προσαρμογή της διδασκαλίας στις διαφορετικές μαθησιακές ανάγκες των μαθητών (Τζήκα Ε. Α. και συν., 2026). Κύριος στόχος είναι η μείωση του διοικητικού φόρτου των εκπαιδευτικών σε συνδυασμό με την αναβάθμιση της ποιότητας του διδακτικού υλικού και την ενίσχυση της διαδραστικότητας του μαθησιακού περιβάλλοντος (Kaleisis V., 2024). Τα σενάρια χρήσης που ακολουθούν πραγματοποιούνται με τη χρήση προκαθορισμένων κατηγοριών εργαλείων και σε γλώσσα ελληνική.

2.4.1 Δημιουργία Σχεδίων Μαθημάτων

Για τη δημιουργία σχεδίων μαθήματος αξιοποιείται το εργαλείο “Lesson Plan”. Οι παράμετροι που απαιτείται να συμπληρωθούν είναι οι εξής: α) Grade Level, β) Topic, Standard, or Objective, γ) Additional Criteria, και δ) Standards Set to Align to. Η αποδοτικότητα του εργαλείου μελετάται στη συνέχεια, με παράδειγμα το κεφάλαιο «4.1 Πίεση» από το σχολικό βιβλίο Φυσικής Β' Γυμνασίου.

Η διαδικασία αποτυπώνεται παρακάτω:

Βήμα 1: Στόχος αποτελεί η δημιουργία ενός σχεδίου μαθήματος που να ανταποκρίνεται στα προβλεπόμενα μαθησιακά αποτελέσματα, όπως αυτά ορίζονται στο βιβλίο του εκπαιδευτικού Φυσικής Β΄ Γυμνασίου, ενσωματώνοντας παράλληλα τις βασικές έννοιες του κεφαλαίου και τους αντίστοιχους μαθηματικούς τύπους. Για την επίτευξη βέλτιστης αντιστοίχισης περιεχομένου βιβλίου με το παραγόμενο αποτέλεσμα, επισυνάπτονται αρχεία pdf από το σχολικό εγχειρίδιο του μαθητή (ΥΠΑΙΘΑ, n.d., σ. 65- 68) και από το εγχειρίδιο του εκπαιδευτικού (ΥΠΕΘ, n.d., σ. 77).

Prompt:

- Grade Level: 8th grade
- Topic, Standard, or Objective: Φυσική Β΄ Γυμνασίου – Κεφάλαιο 4.1: Πίεση. Διδακτικοί στόχοι: Οι μαθητές να εξοικειωθούν με την έννοια της πίεσης και να τη διακρίνουν από τη δύναμη. Οι μαθητές να μπορούν να υπολογίζουν την πίεση όταν γνωρίζουν τη δύναμη και την επιφάνεια ($P = F/A$).
- Additional Criteria: Δημιούργησε σχέδιο μαθήματος διάρκειας 45 λεπτών στα ελληνικά.
- Standards Set to Align to: Ευθυγράμμιση με το Πρόγραμμα Σπουδών Φυσικής Γυμνασίου στην Ελλάδα. Έμφαση σε:
 - Κατανόηση φυσικών μεγεθών
 - Εφαρμογή τύπων στην επίλυση προβλημάτων
 - Ανάπτυξη επιστημονικής σκέψης και πειραματισμού.

Αποτέλεσμα:

Στόχος Μάθησης

Οι μαθητές θα μπορούν να περιγράφουν και να διακρίνουν την πίεση από τη δύναμη, να εφαρμόζουν τον τύπο $P = \frac{F}{A}$

Αξιολόγηση

Μια σύντομη αξιολόγηση στην τάξη (5–7 λεπτά) όπου οι μαθητές λύνουν το εξής πρόβλημα και παρουσιάζουν τη σκέψη τους:

Αξιολογητικό πρόβλημα για την τάξη:

Ένα παιδί βάζει όλη τη δύναμη του σώματός του ισομερώς σε δύο πόδια. Το βάρος (δύναμη) είναι $F = 400 \text{ N}$. Η κάθε πατούσα έχει εμβαδόν $A_1 = 0,02 \text{ m}^2$.

α) Υπολογίστε την πίεση που ασκείται στο έδαφος όταν στέκεται και στα δύο πόδια.

β) Αν σηκώσει το ένα πόδι και στηρίζει όλο το βάρος μόνο σε μία πατούσα, ποια θα είναι η νέα πίεση; Ποιος είναι ο λόγος μεταξύ των δύο πιέσεων;

(Οι μαθητές πρέπει να δείξουν υπολογισμούς χρησιμοποιώντας $P = \frac{F}{A}$)

Review this closely for accuracy, especially in math, as AI may have limitations.

Κύρια Σημεία

- Η πίεση είναι μέγεθος που ορίζεται ως το πηλίκο του μέτρου της δύναμης που ασκείται κάθετα σε μια επιφάνεια προς το εμβαδόν αυτής της επιφάνειας: $P = \frac{F}{A}$. Μονάδα στο SI: $\text{Pa} = \text{N/m}^2$
- Πίεση $\neq$ δύναμη: η δύναμη είναι διανυσματικό μέγεθος (έχει κατεύθυνση και μέτρο), ενώ η πίεση είναι μονόμετρο μέγεθος που εκφράζει πόση δύναμη ανά μονάδα επιφάνειας ασκείται.
- Για σταθερή δύναμη, η πίεση αυξάνεται όταν η επιφάνεια επαφής μειώνεται και μειώνεται όταν η επιφάνεια επαφής αυξάνεται (π.χ. πινέζα vs. παλάμη, παπούτσια με στενό τακούνι vs. χιονοπέδιλα).
- Πειραματικά παραδείγματα (στήριξη σε ένα/δύο πόδια, πατούσες ελέφαντα, πινέζα) δείχνουν την πρακτική εφαρμογή του τύπου και ενισχύουν την επιστημονική σκέψη μέσω παρατήρησης και μέτρησης.

Εικόνα 100 Στόχοι, Αξιολόγηση Υπάρχουσας Γνώσης και Κύρια Σημεία

Εναρκτήριο Μέρος (Opening)

- Hook (2 λεπτά): Εμφανίστε εικόνες/διαφάνεια με χιονοπέδιλα, πατούσες ελέφαντα και πινέζα. Ζητήστε: "Γιατί το χιόνι δεν βυθίζεται στο χιόνι όταν φοράμε χιονοπέδιλα; Γιατί μια πινέζα τρυπάει πιο εύκολα από την παλάμη;"
- Στόχος μαθήματος (1 λεπτό): Ανακοινώστε τι θα μάθουν οι μαθητές και ότι στο τέλος θα υπολογίσουν πίεση με αριθμητικό παράδειγμα και θα παρακολουθήσουν ένα μικρό πείραμα επίδειξης.
- Προσδοκίες συμπεριφοράς: Συμμετοχή, προσεκτική παρατήρηση κατά την επίδειξη, σύντομες απαντήσεις στο τέλος.

Εισαγωγή Νέου Υλικού (Introduction to New Material)

- Παρουσίαση έννοιας (6 λεπτά):
 - Δώστε τον ορισμό της πίεσης και γράψτε τον τύπο: $P = \frac{F}{A}$. Εξηγήστε κάθε σύμβολο: F = μέτρο της δύναμης (Νιούτον), A = εμβαδόν επιφάνειας (m^2), P
 - Δείξτε τη διάκριση δύναμης vs. πίεσης με απλό σχήμα/σχέδιο (δύο ίδιες δυνάμεις πάνω σε διαφορετικές επιφάνειες).
- Παραδείγματα καθημερινής ζωής (3 λεπτά): Πινέζα, βεντούζα, χιονοπέδιλα, πέλματα ελέφαντα, φακίρης στο κρεβάτι με καρφιά — εξηγήστε γιατί λειτουργούν με βάση τον τύπο.
- Ανίχνευση παρανοήσεων (2 λεπτά): Μια κοινή παρανόηση είναι ότι "μεγαλύτερη δύναμη πάντα σημαίνει μεγαλύτερη πίεση" — εξηγήστε ότι η επιφάνεια παίζει κρίσιμο ρόλο.
- Αναφορά στο παρασχεθέν υλικό του βιβλίου: χρησιμοποιήστε τα υποδείγματα και τις εικόνες που αναφέρονται στο PDF για να τεκμηριώσετε τα παραδείγματα και να ενισχύσετε την εισαγωγή.

Μια κοινή παρανόηση να προ-αναμένεται: Οι μαθητές μπορεί να θεωρήσουν την πίεση διανυσματικό μέγεθος επειδή προέρχεται από δύναμη — επισημάνετε ότι ιστορικά ορίζεται από το μέτρο της κάθετης δύναμης ανά μονάδα επιφάνειας και είναι μονόμετρο μέγεθος.

Καθοδηγούμενη Πρακτική (Guided Practice)

- Συμπεριφορά/Οδηγίες (1 λεπτό): Ομαδική εργασία σε ζευγάρια, ο ένας μαθητής δουλεύει στον υπολογισμό, ο άλλος ελέγχει εφαρμογή μονάδων.
- Παράδειγμα 1 (5 λεπτά): Υπολογίστε μαζί με την τάξη:
 - Δύναμη $F = 200 \text{ N}$, επιφάνεια επαφής $A = 0,05 \text{ m}^2$. Υπολογίστε P . (Ο δάσκαλος οδηγεί βήμα-βήμα: χωρίζουμε F με A)
- Σταδιακή κλιμάκωση (5 λεπτά): Δώστε επιπλέον μικρές παραλλαγές:
 - Τι συμβαίνει στην πίεση αν διπλασιάσουμε τη δύναμη; αν διπλασιάσουμε την επιφάνεια; ζητήστε μαθητές να εικαστούν και να υπολογίσουν γρήγορα.
- Παρακολούθηση/Διόρθωση: Ο εκπαιδευτικός κυκλοφορεί στην τάξη, παρατηρεί ερωτήσεις, επισημαίνει λάθη στις μονάδες, επαναδιατυπώνει όταν χρειάζεται.

Εικόνα 101 Εισαγωγή Μαθήματος και Έννοιας της Πίεσης

Ανεξάρτητη Άσκηση (Independent Practice)

- Εργασία τάξης (10 λεπτά): Κάθε μαθητής λύνει 3 σύντομα προβλήματα γραπτά:
 - Ένα κουτί ασκεί κατακόρυφη δύναμη $F = 150 \text{ N}$ σε επιφάνεια $A = 0,03 \text{ m}^2$
 - Το βάρος ενός ατόμου είναι $F = 600 \text{ N}$. Αν η επιφάνεια ισοκατανομής στα δύο πόδια είναι συνολικά $0,04 \text{ m}^2$
 - Δύο αντικείμενα ασκούν την ίδια δύναμη αλλά το ένα έχει μικρότερη επιφάνεια. Ποιο έχει μεγαλύτερη πίεση; Δικαιολογείστε με αριθμητικό παράδειγμα.
- Συλλογή/Έλεγχος: Ο δάσκαλος συλλέγει γρήγορα ή ελέγχει δείγματα απαντήσεων από τους μαθητές που τελειώνουν νωρίς.

Οδηγίες για Εργαστηριακή Επίδειξη (Laboratory Demonstration)

- Στόχος επίδειξης: Να δείξουν οι μαθητές ότι για την ίδια δύναμη η πίεση εξαρτάται από την επιφάνεια επαφής.
- Υλικά: ζυγαριά/βαρίδια (ή μαθητής που στέκεται), δύο σανίδες/πλάκες με διαφορετική επιφάνεια (π.χ. μικρότερη πλακέτα και μεγαλύτερη πλακέτα), δύο κουτιά/πινέζες, εικόνες/μοντέλα πατούσας ελέφαντα, υλικά για να παρουσιάσετε "κρεβάτι από καρφιά" (μοντέλα ασφαλή).
- Διαδικασία (σύντομη, 8 λεπτά επίδειξη):
 - Τοποθετήστε μια πλακέτα μικρής επιφάνειας πάνω στην ζυγαριά/βάση και εφαρμόστε την ίδια δύναμη (π.χ. τοποθετώντας ίδιο βάρος)· μετρήστε/συζητήστε την πίεση (υπολογισμός με γνωστό βάρος και επιφάνεια).
 - Επαναλάβετε με πλακέτα μεγαλύτερης επιφάνειας και δείξτε τη μείωση της πίεσης. Υπολογίστε μαζί με την τάξη.
 - Δείξτε πινέζα σε αφρό/χαρτόνι και συγκρίνετε με ευρεία επιφάνεια (π.χ. γόμμα) για να δείξετε τρύπημα ή μη τρύπημα.
 - Επιδεικνύετε/συζητήστε εικόνες πατούσας ελέφαντα και χιονοπέδιλα για σύνδεση με την πραγματική ζωή.
- Ασφάλεια: Μην χρησιμοποιείτε πραγματικά αιχμηρά αντικείμενα. Όλα τα αντικείμενα επιδεικνύονται με ασφάλεια, χωρίς κίνδυνο για μαθητές.
- Ο ρόλος των μαθητών: Παρατήρηση, καταγραφή αποτελεσμάτων και γρήγοροι υπολογισμοί.

Εικόνα 102 Θεωρητικές και Πειραματικές Ασκήσεις

Κλείσιμο (Closing)

- Επαναλάβετε σε 2–3 προτάσεις τα βασικά: ορισμός πίεσης, τύπος $P = \frac{F}{A}$
- Κλείσιμο δραστηριότητα (3 λεπτά): Κάθε μαθητής απαντά σύντομα σε μια ερώτηση στον πίνακα: "Ποιος από τους δύο ασκεί μεγαλύτερη πίεση; ένα καρφί με μικρή μυτερή επιφάνεια ή ένα βιβλίο με μεγάλη επιφάνεια, αν η δύναμη είναι η ίδια;" Σύντομες προφορικές απαντήσεις.

Δραστηριότητα Επέκτασης (Extension Activity)

- Προτροπή για μαθητές που τελείωσαν νωρίς: Σχεδιάστε ένα απλό πείραμα που δείχνει πώς αλλάζει η πίεση με τη μεταβολή της επιφάνειας. Να συμπεριλάβουν: υπόθεση, υλικά, διαδικασία, αναμενόμενα αποτελέσματα και υπολογισμούς. Παράδειγμα: χρήση διαφορετικών πλακών/πλαστικών κομματιών με σταθερό βάρος.

Εργασία για το Σπίτι (Homework)

- Τρία προβλήματα:
 - Υπολογίστε την πίεση που ασκεί ένα κουτί με δύναμη $F = 250 \text{ N}$ σε επιφάνεια $A = 0,025 \text{ m}^2$
 - Συγκεκριμένο σενάριο: Το πέλμα ενός ελέφαντα έχει εμβαδόν $0,5 \text{ m}^2$ και το βάρος του ελέφαντα κατανέμεται στον ίδιο βαθμό στα τέσσερα πόδια με συνολικό βάρος $F = 40.000 \text{ N}$
 - Σύντομη γραπτή ερώτηση: Περιγράψτε με δικά σας λόγια γιατί ένας φακίρης δεν τρυπάει εύκολα όταν ξαπλώνει σε κρεβάτι με πολλές καρφίτσες (σύνδεση με τον τύπο).
- Οι μαθητές να δείξουν όλους τους υπολογισμούς και να αναφέρουν τις μονάδες.

Ευθυγράμμιση με Πρότυπα (Standards Aligned)

- Ευθυγράμμιση με το Πρόγραμμα Σπουδών Φυσικής Γυμνασίου στην Ελλάδα — Έμφαση στην κατανόηση φυσικών μεγεθών, στην εφαρμογή τύπων στην επίλυση προβλημάτων και στην ανάπτυξη επιστημονικής σκέψης και πειραματισμού.
- Συσχέτιση με διδακτικά βήματα και παραδείγματα από το παρεχόμενο εγχειρίδιο εκπαιδευτικού (21-0103-01_Fysiki_B-Gymnasiou_Vivlio-Ekpaideutikou_organized.pdf): εισαγωγή μέσω εικόνων (χιονοδρόμος, πέλματα ελέφαντα), πειραματική δραστηριότητα για στήριξη σε ένα/δύο πόδια και εφαρμογές καθημερινής ζωής (πινέζα, χιονοπέδιλα), που υποστηρίζουν την επίτευξη των στόχων μάθησης.

Review this closely for accuracy, especially in math, as AI may have limitations.

Εικόνα 103 Κλείσιμο Μαθήματος και Εργασίες για το Σπίτι

Συμπεράσματα: Το επιστημονικό περιεχόμενο, καθώς και τα παραδείγματα της καθημερινής ζωής, βρίσκονται σε συμφωνία με το περιεχόμενο του κεφαλαίου 4.1 του σχολικού βιβλίου Φυσικής Β' Γυμνασίου (ΥΠΑΙΘΑ, n.d., σ. 65-68).

Οι μαθησιακοί στόχοι της παρούσας διδακτικής ενότητας, όπως παρουσιάζονται στο βιβλίο του εκπαιδευτικού, είναι οι ακόλουθοι: α) η εξοικείωση με την έννοια της πίεσης και η διάκρισή της από τη δύναμη, και β) ο υπολογισμός της πίεσης όταν είναι γνωστά η δύναμη και η επιφάνεια πάνω στην οποία ασκείται (ΥΠΕΘ, n.d.). Τα παραδείγματα που απαρτίζουν το παραγόμενο διδακτικό υλικό, καθώς και τα σημεία που τίθενται προς έμφαση, συμβάλλουν στην επίτευξη του πρώτου μαθησιακού στόχου, καθώς υποστηρίζουν την κατανόηση της έννοιας της πίεσης και τη διάκρισή της από τη δύναμη. Παράλληλα, οι προτεινόμενες ασκήσεις προς επίλυση λειτουργούν συμπληρωματικά, ενισχύοντας τη σταδιακή εξοικείωση των μαθητών με τον μαθηματικό τύπο υπολογισμού της πίεσης ($P = F/A$), όπως προβλέπεται από τον δεύτερο μαθησιακό στόχο.

Όσον αφορά τη δομή, το παραγόμενο σχέδιο μαθήματος κρίνεται σαφώς οργανωμένο σε επιμέρους κατηγορίες και διαρθρωμένο με τη χρήση bullets, γεγονός που διευκολύνει την αναγνωσιμότητα και την ταχεία κατανόηση του. Επιπλέον, περιλαμβάνει ενδεικτικό χρόνο υλοποίησης για κάθε δραστηριότητα, στοιχείο που υποστηρίζει τον αποτελεσματικό διδακτικό προγραμματισμό και τη διαχείριση της διδακτικής ώρας. Ωστόσο, το κείμενο εμφανίζει αδυναμίες ως προς τη σύνταξη και τυπογραφικές αστοχίες στην ελληνική γλώσσα, όπως η λέξη «δείγματων» (βλέπε Εικόνα 102), οι οποίες επηρεάζουν τη συνοχή και τη ροή του λόγου. Παράλληλα, παρατηρείται ασυνεπής χρήση κεφαλαίων γραμμάτων σε σημεία όπου δεν ενδείκνυται (βλέπε κεφαλίδες στην Εικόνα 101), γεγονός που μειώνει την τυπικότητα και την αισθητική ομοιογένεια του κειμένου. Τέλος, σε ορισμένα σημεία διαπιστώνεται έλλειψη ομοιομορφίας και συνοχής, όπως στην επεξήγηση των μεγεθών που απαρτίζουν τον μαθηματικό τύπο της πίεσης (βλέπε Εικόνα 101). Συγκεκριμένα, η μονάδα μέτρησης στην περίπτωση της δύναμης αναγράφεται ολογράφως, στο εμβαδό επιφάνειας με σύμβολο, ενώ στην πίεση δεν αναγράφεται τίποτα.

2.4.2 Δημιουργία PBL Δραστηριοτήτων

Η προσέγγιση Project-Based Learning (PBL) προάγει μια μαθητοκεντρική μορφή διδασκαλίας, στην οποία οι μαθητές εμπλέκονται ενεργά στη μαθησιακή διαδικασία. Μέσα από την ενασχόληση με προβλήματα της καθημερινότητας και τη συνεργατική διερεύνηση, ενισχύεται η σύνδεση της θεωρίας με την πράξη, ενώ καλλιεργούνται δεξιότητες όπως η κριτική σκέψη, η δημιουργικότητα και η συνεργασία. Στο τρέχον κεφάλαιο εξετάζεται το εργαλείο “Project Based Learning (PBL)” και τα παραγόμενα σχέδια μαθημάτων του για το κεφάλαιο «4.1 Πίεση» από το σχολικό βιβλίο Φυσικής Β΄ Γυμνασίου.

Η διαδικασία αποτυπώνεται στα παρακάτω βήματα:

Βήμα 1: Αρχικά, θα εφαρμοστεί το ίδιο prompt και τα ίδια επισυναπτόμενα αρχεία που χρησιμοποιήθηκαν στην προηγούμενη ενότητα, ώστε να καταστεί δυνατή η σύγκριση των δύο παραγόμενων σχεδίων μαθήματος. Η επιλογή αυτή επιτρέπει την παράλληλη αξιολόγηση ενός τυπικού σχεδίου μαθήματος και ενός σχεδίου που διαμορφώνεται σύμφωνα με τις αρχές της Project-Based Learning προσέγγισης.

Prompt:

- Grade Level: 8th grade
- Topic, Standard, or Objective: Φυσική Β΄ Γυμνασίου – Κεφάλαιο 4.1: Πίεση. Διδακτικοί στόχοι: Οι μαθητές να εξοικειωθούν με την έννοια της πίεσης και να τη διακρίνουν από τη δύναμη. Οι μαθητές να μπορούν να υπολογίζουν την πίεση όταν γνωρίζουν τη δύναμη και την επιφάνεια ($P = F/A$).
- Additional Criteria: Δημιούργησε σχέδιο μαθήματος διάρκειας 45 λεπτών στα ελληνικά.
- Standards Set to Align to: Ευθυγράμμιση με το Πρόγραμμα Σπουδών Φυσικής Γυμνασίου στην Ελλάδα. Έμφαση σε:
 - Κατανόηση φυσικών μεγεθών
 - Εφαρμογή τύπων στην επίλυση προβλημάτων
 - Ανάπτυξη επιστημονικής σκέψης και πειραματισμού.

Αποτέλεσμα:

Φυσική Β' Γυμνασίου — Έργο PBL: «Πίεση — Πώς η επιφάνεια αλλάζει τον κόσμο γύρω μας»

Driving Question or Challenge:

Πώς μπορούμε να σχεδιάσουμε και να εξηγήσουμε λύσεις (π.χ. πέλματα, ελαστικά, ερπύστριες, πινέζες) που να ελαχιστοποιούν ή να μεγιστοποιούν την πίεση σε συγκεκριμένα περιβάλλοντα; Ποιοι παράγοντες καθορίζουν την πίεση και πώς θα τους μετρήσουμε και θα τους επικοινωνήσουμε με σαφήνεια;

Real-world Context:

Σύνδεση με καθημερινά προβλήματα: γιατί οι χιονοδρόμοι φορούν χιονοπέδιλα, γιατί τα φορτηγά έχουν φαρδιά λάστιχα, πώς σχεδιάζονται τα πέλματα προσγείωσης διαστημοπλοίων, γιατί η πινέζα μπαίνει στον πίνακα αλλά όχι στο δάχτυλο. Χρήση εικόνων και δραστηριοτήτων από το διδακτικό υλικό (εικόνες 4.1–4.6, παραδείγματα φακίρη, πινέζας, ελαστικών, ερπύστριων).

In-depth Inquiry:

Μαθητικές ομάδες διερευνούν την έννοια της πίεσης, τη διαφορά δύναμης — πίεσης, τη σχέση $p = \frac{F}{A}$, και την υδροστατική πίεση. Θα σχεδιάσουν πειράματα (π.χ. μέτρηση πίεσης με απλά αισθητήρια/φορτία ή με εποπτικά υποδείγματα), θα συγκεντρώσουν δεδομένα (βάρος, επιφάνεια, πίεση), θα αναλύσουν και θα εξάγουν συμπεράσματα σχετικά με το πώς μεταβάλλεται η πίεση όταν αλλάζει η δύναμη ή η επιφάνεια.

Student Voice and Choice:

Οι μαθητές επιλέγουν το σενάριο εφαρμογής (π.χ. σχεδιασμός πέλματος παπουτσιού για χιόνι, σχεδιασμός ελαστικού για φορτηγό, εφαρμογή για σεληνιακά πέλματα). Επιλέγουν μορφή τελικού προϊόντος (φυσικό μοντέλο, παρουσίαση, αφίσα, βίντεο, ψηφιακό φύλλο εργασίας). Κάθε ομάδα επιλέγει εργαλεία μέτρησης και τρόπο παρουσίασης των δεδομένων.

Reflection:

Καθημερινά (μετά το πείραμα / δραστηριότητα) οι μαθητές συμπληρώνουν σύντομο φύλλο αυτοαξιολόγησης: τι έμαθαν, τι τους δυσκόλεψε, ποια επόμενα βήματα προτείνουν. Στο τέλος κάθε φάσης (έρευνα, πείραμα, παρουσίαση) γίνεται σύντομη συζήτηση που καταγράφεται σε μαθητικό ημερολόγιο μάθησης.

Critique and Revision:

Θεσιάζεται ανατροφοδότηση peer-to-peer: κάθε ομάδα παρουσιάζει πρόχειρη λύση/μοντέλο σε 1–2 ομάδες, λαμβάνει συγκεκριμένα σχόλια με οδηγό (εστίαση σε ερευνητική διαδικασία, ακρίβεια μετρήσεων, σαφήνεια ερμηνείας). Οι ομάδες αναθεωρούν και βελτιώνουν το μοντέλο/παρουσίασή τους πριν την τελική παράδοση.

Public Product:

Κάθε ομάδα παραδίδει ένα από τα εξής: λειτουργικό πρωτότυπο (μικρό μοντέλο πέλματος/λάστιχου/ερπύστριας), επιστημονική αναφορά με μετρήσεις και γραφήματα, παρουσίαση (ζωντανή ή βίντεο) που εξηγεί τη σχέση $p = \frac{F}{A}$ και παρουσιάζει τα δεδομένα. Τα προϊόντα παρουσιάζονται σε ανοιχτή τάξη/σχολική έκθεση και (προαιρετικά) αναρτώνται στον ιστότοπο του σχολείου για γονείς/κοινότητα.

Collaboration:

Οργανώνονται ομάδες 3–4 μαθητών με σαφείς ρόλους (ερευνητής/μετρητής, μηχανικός/σχεδιαστής μοντέλου, συντάκτης αναφοράς, παρουσιαστής). Οι ομάδες συνεργάζονται σε όλα τα στάδια: σχεδιασμός πειράματος, συλλογή και ανάλυση δεδομένων, σύνταξη του τελικού προϊόντος.

Teacher Facilitation:

Ο/Η καθηγητής/τρια λειτουργεί ως καθοδηγητής: παρέχει το πλαίσιο, προτείνει ασφαλείς και εφικτές πειραματικές διατάξεις (π.χ. χρήση ζυγαριάς, χάρακα, αντιγράφων παπουτσιού, απλών αισθητήριων αν υπάρχουν), αναδεικνύει λάθος αντιλήψεις (σύμφωνα με το εκπαιδευτικό υλικό — διακριτική διαφορά δύναμης/πίεσης), προσφέρει υποδείγματα αξιολόγησης και δίνει στοχευμένη ανατροφοδότηση. Ο/Η καθηγητής/τρια διασφαλίζει την ασφάλεια στις πειραματικές δραστηριότητες.

Interdisciplinary Connection:

Μαθηματικά: υπολογισμός εμβαδού, μονάδες μέτρησης, μετατροπές ($\text{cm}^2 \rightarrow \text{m}^2$), γραφήματα. Τεχνολογία/Τεχνολογία Υλικών: σχεδίαση και υλικά για πέλματα/ερπύστριες. Γλώσσα: παρουσίαση επιχειρηματολογίας, επιστημονικό λεξιλόγιο (διακριτή έμφαση στη σωστή χρήση όρων). Γεωγραφία/Επιστήμες Γης: εφαρμογές σε διαστημοσυσκευές και σε περιβάλλοντα με διαφορετική ατμοσφαιρική πίεση.

Assessment:

- Formative: σύντομα φύλλα εργασίας μετά από εισαγωγικά ερωτήματα (ανίχνευση προκαταλήψεων), έλεγχος διαδικασιών πειράματος, ημερολόγιο μάθησης, peer feedback.
- Summative: αξιολόγηση τελικού προϊόντος με ρουμπρίκα που περιλαμβάνει: κατανόηση της έννοιας (σωστή χρήση $p = \frac{F}{A}$ και των μονάδων), εγκυρότητα μετρήσεων/ανάλυσης, ποιότητα παρουσίασης, συνεργασία και βελτιώσεις μετά από κριτική. Χρησιμοποιήσε σύντομη προφορική εξέταση: να υπολογίσουν την πίεση όταν δίνεται δύναμη και επιφάνεια (παραδείγματα από το βιβλίο, π.χ. ψαλίδι με δύναμη 10 N). Παρέχεται ανατροφοδότηση με συγκεκριμένες ενέργειες βελτίωσης.

Aligned Standards:

(Παρατίθενται 2 πρότυπα από το Multi-State επιστημονικό σύνολο που ισχύουν για μεσαίο επίπεδο / Γυμνάσιο και συνάδουν με το έργο)

- MS-PS2: Motion and Stability: Forces and Interactions — (έμφαση στην κατανόηση δυνάμεων, αλληλεπιδράσεων και σχεδιασμό διερευνήσεων για την επίδραση των δυνάμεων).
- MS-ETS1: Engineering Design — (εφαρμογή επιστημονικών αρχών για τον σχεδιασμό λύσεων σε πραγματικά προβλήματα, π.χ. σχεδιασμός πέλματος ή λάστιχου για συγκεκριμένο έδαφος).

Review this closely for accuracy, especially in math, as AI may have limitations.

Εικόνα 104 Καθοδήγηση για το Σχέδιο Μαθήματος βάσει των Αρχών της Project-Based Learning

Διδακτικό σχέδιο 45 λεπτών (στα ελληνικά)

Τίτλος: Εισαγωγή στην έννοια της πίεσης — Διάκριση από τη δύναμη και υπολογισμοί με $p = \frac{F}{A}$

Στόχοι μαθήματος: Οι μαθητές να εξοικειωθούν με την έννοια της πίεσης, να τη διακρίνουν από τη δύναμη, και να υπολογίζουν την πίεση όταν γνωρίζουν δύναμη και εμβαδόν.

Χρονοδιάγραμμα (45 λεπτά)

- 0–5' — Ενεργοποίηση ενδιαφέροντος: Προβολή εικόνων από το βιβλίο (εικόνες 4.1, 4.2, 4.4, 4.3) — σύντομη συζήτηση: γιατί ο χιονοδρόμος δεν βουλιάζει; γιατί η πινέζα μπαίνει στον πίνακα; τι παρατηρείτε; (οδηγούμε προς την έννοια της πίεσης).
- 5–12' — Διδακτική εισήγηση (μικρή): Ορισμός πίεσης και διαφορά με δύναμη. Παρουσίαση της σχέσης $p = \frac{F}{A}$ και της μονάδας $1 \text{ Pa} = 1 \text{ N/m}^2$. Χαρακτηριστικά παραδείγματα από το βιβλίο (πινέζα: λόγος εμβαδών ≈ 400).
- 12–25' — Μικρό πείραμα/δραστηριότητα σε ομάδες (3–4 μαθητές): «Πόση πίεση ασκώ με δύο πόδια vs ένα πόδι» (προσαρμογή σε αίθουσα):
 - Διαδικασία: εκτίμηση βάρους σε N (με χρήση απλής μετατροπής: βάρος $\approx$ μάζα $\times 9.8$), αποτύπωση περιγράμματος παπουτσιού σε χαρτί, σχεδιασμός ορθογωνίου για υπολογισμό εμβαδού σε m^2 , υπολογισμός πίεσης με $p = \frac{F}{A}$. Καταγραφή αποτελεσμάτων σε πίνακα.
 - Οδηγίες ασφάλειας/ακρίβειας: μέτρηση διαστάσεων σε cm $\rightarrow$ μετατροπή σε m πριν τον υπολογισμό εμβαδού.
- 25–35' — Ανάλυση και συζήτηση αποτελεσμάτων: κάθε ομάδα αναφέρει ένα συμπέρασμα (π.χ. διπλάσια πίεση όταν στέκεται στο ένα πόδι κ.λπ.). Σύντομη εξήγηση γιατί η μεταβολή επιφάνειας αλλάζει την πίεση.
- 35–42' — Εφαρμογή/επέκταση: σύντομο πρόβλημα (π.χ. «Υπολόγισε την πίεση ενός ψαλιδιού: $F=10 \text{ N}$, εμβαδόν κόψης $0,5 \text{ cm}^2$ » — οι μαθητές επιλύουν και συγκρίνουν μονάδες). Εκπαιδευτικός διορθώνει και εξηγεί μετατροπές μονάδων ($\text{cm}^2 \rightarrow \text{m}^2$).
- 42–45' — Αποτίμηση και αναστοχασμός: σύντομη έξοδος με 2 προτάσεις στο μαθητικό ημερολόγιο: Τι έμαθα σήμερα; Μια απορία που έμεινε.

Υλικά: Ζυγαριά/εκτίμηση μάζας μαθητών, χάρακας, χαρτί για αποτύπωση παπουτσιού, υπολογιστής/προβολέας για εικόνες, αριθμομηχανές.

Αξιολόγηση στο μάθημα: παρατήρηση κατά την ομαδική δραστηριότητα, έλεγχος των υπολογισμών, σύντομο φύλλο εξόδου (2 προτάσεις).

Review this closely for accuracy, especially in math, as AI may have limitations.

Εικόνα 105 Σχέδιο Μαθήματος βάσει των Αρχών της Project-Based Learning

Συμπεράσματα: Ομοίως με την περίπτωση του απλού σχεδίου μαθήματος, διαπιστώνεται σαφής εναρμόνιση με το επιστημονικό περιεχόμενο της διδακτέας ενότητας, καθώς οι έννοιες, οι ορισμοί και οι μαθηματικές σχέσεις που παρουσιάζονται ανταποκρίνονται πλήρως στο θεωρητικό πλαίσιο του σχολικού εγχειριδίου.

Όσον αφορά τους μαθησιακούς στόχους, το προτεινόμενο σχέδιο μαθήματος καλύπτει επαρκώς τη μαθηματική σχέση υπολογισμού της πίεσης και την εφαρμογή της σε προβλήματα όπου είναι γνωστά η δύναμη και το εμβαδό της επιφάνειας πάνω στην οποία ασκείται. Η κατανόηση και εμπέδωση της σχέσης αυτής από τους μαθητές διαπιστώνεται εμπειρικά, μέσω της προτεινόμενης δραστηριότητας που ενισχύει τη σύνδεση θεωρίας και πράξης. Ωστόσο, μικρότερη έμφαση δίνεται στη σαφή διάκριση της έννοιας της πίεσης από τη δύναμη, καθώς γίνεται μια απλή αναφορά χωρίς περαιτέρω εμβάθυνση (βλέπε Εικόνα

105), σε αντίθεση με το απλό σχέδιο μαθήματος που παρουσιάστηκε στην προηγούμενη ενότητα, όπου οι διαφορές γίνονται κατανοητές (βλέπε ενότητα «Κύρια Σημεία» Εικόνας 100).

Η δομή του σχεδίου περιλαμβάνει, όπως και προηγουμένως, ενδεικτικό χρόνο υλοποίησης για κάθε μέρος που το απαρτίζει και οργανώνεται με τη μορφή bullets, γεγονός που βελτιώνει τη σαφήνεια και τη χρηστικότητά του. Σε αντίθεση με προηγούμενες παρατηρήσεις, η ροή του λόγου εμφανίζεται βελτιωμένη, χωρίς εμφανείς τυπογραφικές αστοχίες.

Βήμα 2: Σε αυτό το στάδιο πραγματοποιείται προσαρμογή του prompt, με σκοπό την παραγωγή δραστηριοτήτων που βασίζονται στις αρχές της Project-Based Learning (PBL) και την αναλυτική αποτύπωση των επιμέρους φάσεων της υλοποίησής τους, χωρίς να υπάρχει χρονικός περιορισμός. Όπως και προηγουμένως, επισυνάπτονται τα αρχεία της αντίστοιχης ενότητας του σχολικού εγχειριδίου και οι μαθησιακοί στόχοι από το βιβλίο του εκπαιδευτικού, ώστε να εξασφαλιστεί η συνάφεια με το πρόγραμμα σπουδών.

Prompt:

- Grade Level: 8th grade
- Topic, Standard, or Objective: Δημιούργησε δραστηριότητα Project-Based Learning για Φυσική Β΄ Γυμνασίου. Θέμα: Πίεση στα στερεά και εφαρμογές στην καθημερινή ζωή.
- Additional Criteria: Να περιλαμβάνει:
 - Μαθησιακούς στόχους
 - Στάδια υλοποίησης του project (φάσεις εργασίας)
 - Ρόλους μαθητών και συνεργατική εργασία
 - Προτεινόμενες δραστηριότητες διερεύνησης και πειραματισμού
 - Τελικό παραδοτέο (παρουσίαση/μακέτα/αφίσα)Να είναι γραμμένο στα ελληνικά και να ακολουθεί μαθητοκεντρική και διερευνητική προσέγγιση.
- Standards Set to Align to: Ευθυγράμμιση με το Πρόγραμμα Σπουδών Φυσικής Γυμνασίου στην Ελλάδα. Έμφαση σε:
 - Κατανόηση φυσικών μεγεθών

- Εφαρμογή τύπων στην επίλυση προβλημάτων
- Ανάπτυξη επιστημονικής σκέψης και πειραματισμού.

Αποτέλεσμα:

Δημιούργησε δραστηριότητα Project-Based Learning για Φυσική Β' Γυμνασίου — Θέμα: Πίεση στα στερεά και εφαρμογές στην καθημερινή ζωή

Driving Question or Challenge:

Πώς μπορούμε να σχεδιάσουμε, να μετρήσουμε και να εξηγήσουμε πρακτικές εφαρμογές της πίεσης στα στερεά ώστε να προτείνουμε λύσεις ή βελτιώσεις σε πραγματικά προβλήματα (π.χ. σχεδιασμός πέλματος παπουτσιού, στήριξης οχημάτων, ασφάλειας εργαλείων);

Real-world Context:

Οι μαθητές διερευνούν προβλήματα που συναντούμε στην καθημερινή ζωή (παπούτσια στο χιόνι, λάστιχα φορτηγών, πινέζες, μαχαίρια, ερπύστριες μπουλντόζας, πέλματα ζώων, προσεδάφιση σεληνιακών οχημάτων). Το έργο συνδέεται με τεχνολογία, βιολογία (δομή πέλματος ζώων) και καθημερινές αποφάσεις ασφάλειας/σχεδιασμού.

In-depth Inquiry:

Οι μαθητές form σχέσεις αίτιου-αποτελέσματος με βάση τον ορισμό της πίεσης, ερευνούν πειραματικά πώς αλλάζει η πίεση με δύναμη και εμβαδόν, συλλέγουν δεδομένα (βάρος, εμβαδόν, μετρήσεις), αναλύουν μετρήσεις, διατυπώνουν αιτιολογημένες εξηγήσεις και προτείνουν λύσεις σχεδιασμού.

Student Voice and Choice:

Οι ομάδες επιλέγουν ένα ρεαλιστικό πρόβλημα (π.χ. βελτίωση πέλματος παπουτσιού για τοπικές συνθήκες, σχεδιασμός επιφάνειας στήριξης για παιδικά παιχνίδια, σύγκριση σχεδίων μαχαιριών/ψαλιδιών) και αποφασίζουν ποιο πείραμα/μοντέλο θα υλοποιήσουν, ποια μορφή τελικού προϊόντος θα παραδώσουν (μακέτα, βίντεο, αφίσα, παρουσίαση).

Reflection:

Συστηματικές αυτο-αξιολογήσεις (ημερολόγιο ομάδας) μετά από κάθε φάση: τι μάθαμε, τι μας δυσκόλεψε, ποια μέρη του σχεδιασμού πρέπει να αναθεωρηθούν. Κάθε μαθητής γράφει δύο σύντομες αναστοχαστικές καταγραφές: μία στη μέση του έργου και μία στο τέλος.

Critique and Revision:

Διοργανώνονται κύκλοι ανατροφοδότησης: ομάδες παρουσιάζουν πρόχειρα αποτελέσματα σε άλλες ομάδες, λαμβάνουν συγκεκριμένο σχόλιο με οδηγό (3 θετικά, 2 προτάσεις βελτίωσης) και προβαίνουν σε αναθεώρηση πριν το τελικό προϊόν.

Public Product:

Κάθε ομάδα παραδίδει ένα από τα παρακάτω: παρουσίαση + πειραματικά δεδομένα, μικρή μακέτα/πρόπλασμα που δείχνει κατανομή πίεσης, ενημερωτική αφίσα με εμπειρικά αποτελέσματα και προτάσεις, ή βίντεο-τεκμηρίωση επίδειξης πειραμάτων. Τα προϊόντα εκτίθενται στην σχολική κοινότητα (αίθουσα, ιστοσελίδα σχολείου ή εκδήλωση "Ημέρα Επιστήμης").

Collaboration:

Μαθητοκεντρική οργάνωση σε ομάδες 3–5 μαθητών με σαφείς ρόλους (Διερευνητής/Πειραματιστής, Υπεύθυνος Μετρήσεων & Δεδομένων, Σχεδιαστής/Κατασκευαστής, Υπεύθυνος Τεκμηρίωσης & Παρουσίασης). Υποστηρίζονται εναλλαγές ρόλων κατά τη διάρκεια του project ώστε όλοι να εξοικειωθούν με τις δεξιότητες.

Teacher Facilitation:

Ο/Η καθηγητής/τρια λειτουργεί ως καθοδηγητής/μέντορας: προτείνει πειραματικές μεθόδους, ελέγχει ζητήματα ασφάλειας, βοηθά στη διαμόρφωση ερευνητικών ερωτημάτων, ελέγχει την εγκυρότητα μετρήσεων και λειτουργεί ως μεσολαβητής ανάμεσα σε ομάδες και εξωτερικούς φορείς (π.χ. τεχνικός εργαστηρίου). Παρέχει checklists, πρότυπα φύλλων εργασίας δεδομένων και συστηματικές στάσεις αξιολόγησης.

Φάσεις υλοποίησης (συνοπτικά):

- Φάση 0 — Εισαγωγή & Ενεργοποίηση (1 διδακτική ώρα): επίδειξη εικόνων (χιονοπέδιλα, πινέζα, φακίρης), συζήτηση και διατύπωση driving question. Χρήση του περιεχομένου από τα PDF ως αφετηρία.
- Φάση 1 — Σχεδιασμός & Έρευνα (1–2 διδακτικές): διαμόρφωση υπο-ερωτημάτων, κατανομή ρόλων, αναζήτηση πληροφοριών (π.χ. βάρος ρινόκερου, διαστάσεις πέλματος), προετοιμασία πρωτοκόλλων μέτρησης.
- Φάση 2 — Πειραματισμός & Συλλογή Δεδομένων (2–3 διδακτικές): μετρήσεις βάρους σε N, αποτύπωση περιγράμματος παπουτσιού, υπολογισμός εμβαδού (μετατροπή σε m^2), μέτρηση/υπολογισμός πίεσης με τη σχέση $p = F_k / A$, πειράματα με μεταβολή εμβαδού/δύναμης.
- Φάση 3 — Ανάλυση & Μοντελοποίηση (1–2 διδακτικές): επεξεργασία δεδομένων, γραφή συμπερασμάτων, απλές γραφικές απεικονίσεις (πίεση vs εμβαδόν) και εξαγωγή συμπερασμάτων.
- Φάση 4 — Ανατροφοδότηση & Αναθεώρηση (1 διδακτική): κύκλος critique/revision με peer feedback.
- Φάση 5 — Τελική Παράδοση & Δημοσιοποίηση (1–2 διδακτικές): τελικές παρουσιάσεις & έκθεση προϊόντων.

Εικόνα 106 Καθοδήγηση για τις Δραστηριότητες βάσει των Αρχών της Project-Based Learning

Προτεινόμενες δραστηριότητες διερεύνησης και πειραματισμού:

- Πείραμα «δύο πόδια - ένα πόδι»: μέτρηση πίεσης που ασκεί μαθητής/τρια στο έδαφος όταν στέκεται με δύο πόδια και με ένα πόδι (ζυγίζονται, αποτυπώνεται περίγραμμα παπουτσιού, υπολογίζεται εμβαδόν, μετατροπή βάρους σε N). Υπολογισμός πίεσης με τη σχέση $p = F_k / A$.
- Επίδειξη με πινέζες: μέτρηση συγκριτικής πίεσης (τεκμηρίωση με εικόνα/υπολογισμό λόγου ~400 όπως στο βιβλίο).
- Μικρές δοκιμές κοπής: εκτίμηση εμβαδού κόψης ψαλιδιού, υπολογισμός πιέσεων για δεδομένη δύναμη (παρατήρηση γιατί κόβει).
- Μοντελοποίηση κατανομής πίεσης: χρήση απλών μακετών με ομοιόμορφο φορτίο και διαφορετικά εμβαδά επαφής (π.χ. μικρά πλακάκια, ερπύστριες) — παρατήρηση βυθίσματος σε μαλακό υπόστρωμα (π.χ. άμμος).
- Έρευνα πεδίου: συλλογή διαστάσεων πέλματος τοπικών ζώων ή αντικειμένων (π.χ. ρόδες αυτοκινήτων), υπολογισμός πιέσεων και σύγκριση με τις προσωπικές μετρήσεις των μαθητών.
- Προαιρετική διερεύνηση: απλή προσομοίωση διανομής πίεσης σε λογισμικό/σχεδιασμό (μοντέλο 2D).

Ασφάλεια: Όλα τα πειράματα χωρίς επικίνδυνα εργαλεία· σε πειράματα που εμπλέκουν αιχμηρά αντικείμενα (ψαλίδι) ο/η καθηγητής/τρια επιβλέπει στενά ή παρέχει προστατευτικά μέτρα.

Ενδεικτικά μαθησιακά στόχοι (διατυπωμένοι μαθητοκεντρικά):

- Να κατανοήσουν τη διαφορά μεταξύ δύναμης και πίεσης και να εκφράζουν την πίεση με τη σχέση $p = \frac{F_k}{A}$.
- Να μετατρέπουν βάρη σε N και εμβαδά σε m^2 και να υπολογίζουν πίεση σε Pa (Pascal).
- Να σχεδιάζουν και να διεξάγουν απλά πειράματα για να μετρήσουν την επίδραση του εμβαδού στην πίεση.
- Να ερμηνεύουν πραγματικές εφαρμογές της πίεσης και να προτείνουν τεχνικές βελτίωσης σχεδιασμών.
- Να συνεργάζονται και να επικοινωνούν αποτελεσματικά τα ευρήματά τους στο κοινό.

Ρόλοι μαθητών και συνεργατική εργασία:

- Διερευνητής/Πειραματιστής: σχεδιάζει και εκτελεί πειράματα.
- Υπεύθυνος Μετρήσεων & Δεδομένων: παίρνει μετρήσεις, υπολογίζει, τηρεί πίνακες.
- Σχεδιαστής/Κατασκευαστής: δημιουργεί μακέτες/μοντέλα.
- Τεκμηριωτής/Παρουσιαστής: συντάσσει την έκθεση, φτιάχνει αφίσες/παρουσίαση. (Εναλλαγές ρόλων μέσα στο έργο προωθούν δεξιότητες.)

Εικόνα 107 Προτεινόμενες Δραστηριότητες, Μαθησιακοί Στόχοι και Ρόλοι Μαθητών

Assessment (μορφές & εργαλεία):

- Διαμορφωτική αξιολόγηση: φύλλα εργασίας πειράματος, ημερολόγιο ομάδας, σύντομες αναστοχαστικές καταχωρήσεις, παρατήρηση εργασίας από τον/την καθηγητή/τρια.
- Αθροιστική αξιολόγηση: τελικό προϊόν + παρουσίαση, ρουμπρίκα που αξιολογεί: επιστημονική ακρίβεια, ποιότητα πειραματικών δεδομένων, ανάλυση & συμπεράσματα, συνεργασία, επικοινωνία.
- Peer review: ομάδα αξιολογεί άλλη ομάδα με δομημένο οδηγό (επιστημονική εγκυρότητα, σαφήνεια, καινοτομία). (Παρέχετε ρουμπρίκα 4 επιπέδων: Εξαιρετικά / Ικανοποιητικά / Χρειάζεται Βελτίωση / Ανεπαρκές για κάθε κριτήριο.)

Aligned Standards:

(Επιλεγμένα 2 πρότυπα, από τη συλλογή Multi-State/NGSS που αντιστοιχούν στην εστίαση του project)

1. MS-PS2: Motion and Stability: Forces and Interactions — Σύνδεση με πειραματισμό για δυνάμεις, σχέσεις δύναμης/πίεσης και διερεύνηση μεταβλητών στο πείραμα.
2. MS-ETS1: Engineering Design — Σχεδιασμός και βελτίωση λύσεων (π.χ. πέλματα/επιφάνειες επαφής) βάσει πειραματικών δεδομένων και κριτηρίων.

Σημειώσεις και σύνδεση με το ανεβασμένο υλικό (PDFs):

- Χρησιμοποιήστε τις εικόνες και τα παραδείγματα από τα αρχεία (χιονοπέδιλα, πινέζα, φακίρης, εικόνες 4.1–4.6) ως αφετηρία για ενεργοποίηση και συζήτηση.
- Αξιοποιήστε τις δραστηριότητες και τα φύλλα εργασίας που υπάρχουν στο PDF (π.χ. άσκηση: «Πόση πίεση ασκεί όταν στέκεσαι με δύο ή με ένα πόδι;», εκτίμηση εμβαδού κόψης ψαλιδιού, πίνακας πιέσεων) ως υποδείγματα για τα φύλλα εργασίας της τάξης και για τη δομή των πειραμάτων.
- Όταν αναφέρετε αριθμητικούς λόγους/παραδείγματα (π.χ. λόγος 400 μεταξύ επιφανειών στη σχέση πινέζας), μπορείτε να τα χρησιμοποιήσετε ως προκαταρκτικά παραδείγματα για την ερμηνεία των μαθητών.

Σύντομη πρόταση για ρουμπρίκα (περιληπτικά κριτήρια):

- Επιστημονική κατανόηση & ορολογία (σχέση $p = \frac{F}{A}$, μονάδες Pa).
- Πειραματικός σχεδιασμός & ακρίβεια μετρήσεων.
- Ανάλυση δεδομένων & συμπεράσματα (σχέσεις που προκύπτουν).
- Δημιουργικότητα & εφαρμοσιμότητα πρότασης/σχεδίου.
- Συνεργασία & παρουσίαση.

Παρατήρηση για χρήση των PDF:

Το περιεχόμενο που παρέχεται από τα αρχεία έχει χρησιμοποιηθεί ολόκληρο ως πηγή παραδειγμάτων, δραστηριοτήτων και εικόνων για την εισαγωγή, τα πειράματα και την ενεργοποίηση των μαθητών.

Review this closely for accuracy, especially in math, as AI may have limitations.

Εικόνα 108 Μορφές Αξιολόγησης, Πρότυπα, Παρατηρήσεις και Προτάσεις για Ρουμπρίκα

Συμπεράσματα: Το περιεχόμενο κρίνεται επιστημονικά ακριβές και ευθυγραμμισμένο με το σχολικό εγχειρίδιο. Η μοναδική απόκλιση που παρατηρείται αφορά τη γραφή της δύναμης που ασκείται κάθετα στην επιφάνεια, η οποία σε ορισμένα σημεία αποδίδεται ως F_k (βλέπε Εικόνα 106 και Εικόνα 107) αντί για $F_{\perp}$ και απαιτείται προσαρμογή για πλήρη ευθυγράμμιση με τη μορφή του βιβλίου.

Ο μαθησιακός στόχος που σχετίζεται με τον μαθηματικό υπολογισμό της πίεσης φαίνεται να επιτυγχάνεται σε ικανοποιητικό βαθμό μέσω δραστηριοτήτων που οδηγούν εμπειρικά στην κατανόηση και εφαρμογή της αντίστοιχης σχέσης. Αντίθετα, ο μαθησιακός στόχος

της διάκρισης της έννοιας της πίεσης από τη δύναμη δεν υποστηρίζεται επαρκώς στο σχέδιο μαθήματος, παρότι περιλαμβάνεται στους στόχους που παρήγαγε το εργαλείο (βλέπε Εικόνα 107).

Σε επίπεδο δομής, το παραγόμενο υλικό παραμένει οργανωμένο με εισαγωγικά καθοδηγητικά βήματα και μετέπειτα ανάπτυξη πιο συγκεκριμένων εφαρμογών, καλύπτοντας ικανοποιητικά τις ζητούμενες θεματικές, όπως οι μαθησιακοί στόχοι, τα στάδια υλοποίησης, οι ρόλοι των μαθητών, οι δραστηριότητες διερεύνησης και το τελικό παραδοτέο. Ωστόσο, σε ορισμένα σημεία η διατύπωση δεν είναι απολύτως σαφής, λόγω της αδόκιμης χρήσης αγγλικών όρων, όπως στη φράση «Οι μαθητές: form σχέσεις αιτίου-αποτελέσματος...» της ενότητας In-depth Inquiry (βλέπε Εικόνα 106).

2.4.3 Διαφοροποίηση Διδακτικού Υλικού

Η διαφοροποίηση του διδακτικού υλικού αποτελεί βασική αρχή της σύγχρονης παιδαγωγικής, καθώς η προσαρμογή των μαθησιακών δραστηριοτήτων και του τρόπου παρουσίασης της γνώσης επιτρέπει την κάλυψη των διαφορετικών αναγκών, ενδιαφερόντων και επιπέδων ετοιμότητας των μαθητών. Η πλατφόρμα MagicSchool AI παρέχει ένα σύνολο εργαλείων που υποστηρίζουν τη διαφοροποίηση του διδακτικού υλικού. Ενδεικτικά θα εξεταστούν τα εργαλεία “Text Rewriter”, “Worksheet Generator” και “Assignment Scaffolder” για υποστήριξη μαθητών Φυσικής Γ’ Λυκείου.

Η διαδικασία αυτή αποτυπώνεται στα παρακάτω βήματα:

Βήμα 1: Σε πρώτο στάδιο θα μελετηθεί η χρήση του εργαλείου “Text Rewriter” για την προσαρμογή διδακτικού υλικού σε μαθητή με ΔΕΠ-Υ. Για τον σκοπό αυτό θα ζητηθεί η απλοποίηση της ενότητας που αφορά τον θεμελιώδη νόμο της στροφικής κίνησης από το βιβλίο Φυσικής Γ’ Λυκείου (ΥΠΑΙΘ, n.d., σ. 120-121), ώστε το κείμενο να διατυπωθεί με πιο σύντομες και σαφείς προτάσεις και να οργανωθεί σε μικρότερες ενότητες που διευκολύνουν τη συγκέντρωση και τη σταδιακή κατανόηση.

Prompt:

- Original Text: Στην περίπτωση ενός υλικού σημείου, από το θεμελιώδη νόμο της μηχανικής $\Sigma F = ma$ προκύπτει ότι για να μεταβληθεί η ταχύτητά του πρέπει να ασκηθεί σε αυτό δύναμη. Αντίστοιχος νόμος ισχύει στη στροφική κίνηση στερεών σωμάτων. Σύμφωνα με αυτόν, για να μεταβληθεί η γωνιακή ταχύτητα ενός σώματος

που στρέφεται γύρω από σταθερό άξονα πρέπει να ασκηθεί σ' αυτό ροπή. Η σχέση ανάμεσα στην αιτία (ροπή) και το αποτέλεσμα (μεταβολή της γωνιακής ταχύτητας) είναι " $\Sigma\tau = I\alpha_{\text{γων}}$ ". Η παραπάνω σχέση είναι γνωστή ως ο θεμελιώδης νόμος της στροφικής κίνησης, δηλαδή, το αλγεβρικό άθροισμα των ροπών που δρουν πάνω σε ένα στερεό σώμα το οποίο περιστρέφεται γύρω από σταθερό άξονα ισούται με το γινόμενο της ροπής αδράνειας (υπολογισμένης ως προς τον άξονα περιστροφής) και της γωνιακής επιτάχυνσης του σώματος.

- Rewrite so that: Το κείμενο να γίνει πιο σύντομο και σαφές, να χωριστεί σε μικρές παραγράφους και να χρησιμοποιηθούν σύντομες προτάσεις και bullets όπου είναι δυνατό.

Αποτέλεσμα:

Certainly! Here's a rewritten version:

Στην περίπτωση ενός υλικού σημείου:

- Ο θεμελιώδης νόμος της μηχανικής είναι: $\Sigma F = ma$.
- Για να αλλάξει η ταχύτητα, πρέπει να ασκηθεί δύναμη.

Στη στροφική κίνηση στερεών σωμάτων:

- Ο αντίστοιχος νόμος είναι: $\Sigma\tau = I\alpha$.
- Για να αλλάξει η γωνιακή ταχύτητα, απαιτείται ροπή.

Ο θεμελιώδης νόμος της στροφικής κίνησης:

- Το άθροισμα των ροπών ισούται με το γινόμενο της ροπής αδράνειας και της γωνιακής επιτάχυνσης.
- Υπολογίζεται ως προς τον άξονα περιστροφής.

Αυτές οι αρχές διέπουν τις αλλαγές στην κίνηση των σωμάτων.

Εικόνα 109 Απλοποίηση Κειμένου για την Έννοια της Στροφορμής

Συμπεράσματα: Οι βασικές επιστημονικές έννοιες αποδίδονται σε γενικές γραμμές ορθά, ωστόσο παραλείπεται η αναφορά στη σταθερότητα του άξονα περιστροφής. Παράλληλα, η αδυναμία μορφοποίησης του κειμένου ώστε να χρησιμοποιηθούν δείκτες οδηγεί σε επιστημονικές ασάφειες, καθώς η γωνιακή επιτάχυνση αναγράφεται με το σύμβολο της γραμμικής επιτάχυνσης a αντί της καθιερωμένης μορφής $a_{\text{γων}}$ (βλέπε Εικόνα 109).

Αναφορικά με τους μαθησιακούς στόχους, το κείμενο ανταποκρίνεται επαρκώς στην κατανόηση ότι η στροφική κίνηση περιγράφεται με νόμους αντίστοιχους εκείνων της

μεταφορικής κίνησης, συμβάλλοντας στη μεγαλύτερη εξοικείωση με τις βασικές αρχές της μηχανικής (ΥΠΑΙΘ 2012).

Από άποψη δομής, το κείμενο οργανώνεται σε μικρές ενότητες και αξιοποιεί σύντομες, σαφείς προτάσεις, ανταποκρινόμενο στις απαιτήσεις προσαρμογής για τις μαθησιακές ανάγκες του συγκεκριμένου μαθητή.

Βήμα 2: Σε αυτό το βήμα θα διερευνηθούν οι δυνατότητες του εργαλείου “Worksheet Generator” για τη δημιουργία φύλλου εργασίας στη θεματική ενότητα της Μηχανικής Στερεού Σώματος, προσαρμοσμένου στις ανάγκες του ίδιου μαθητή που εξετάστηκε στο προηγούμενο βήμα, με έμφαση στις έννοιες της ροπής αδράνειας και της στροφορμής.

Prompt:

- Grade Level: 12th grade
- Topic or text: Δημιούργησε φύλλο εργασίας Φυσικής για μαθητή Γ΄ Λυκείου από την ενότητα Μηχανική Στερεού Σώματος (στροφική κίνηση). Θέματα: υπολογισμός ροπής αδράνειας, γωνιακής επιτάχυνσης και στροφορμής. Το φύλλο εργασίας να είναι κατάλληλο για μαθητή που χρειάζεται σύντομες δραστηριότητες και σαφή δομή:
 - Να περιλαμβάνει 5–6 ασκήσεις μικρής διάρκειας
 - Κάθε άσκηση να έχει σύντομη εκφώνηση
 - Να υπάρχει βηματική καθοδήγηση όπου χρειάζεται
 - Να χρησιμοποιηθούν διαφορετικοί τύποι ερωτήσεων (πολλαπλής επιλογής, σωστό/λάθος, αντιστοίχιση, σύντομη επίλυση προβλήματος)
 - Να υπάρχει σαφής διάταξη με αριθμημένα βήματα και μικρές ενότητες
 - Να δίνεται έμφαση στη σταδιακή κατανόηση και εφαρμογή των τύπων

Αποτέλεσμα:

Φύλλο Εργασίας: Μηχανική Στερεού Σώματος (Στροφική Κίνηση)

Η στροφική κίνηση των στερεών σωμάτων μελετά τις φυσικές μεταβολές που σχετίζονται με τη στροφή γύρω από άξονα. Βασικές έννοιες σε αυτή την ενότητα είναι η ροπή αδράνειας, η γωνιακή επιτάχυνση και η στροφορμή, που σχετίζονται με τη δυσκολία μεταβολής της περιστροφικής κίνησης, την ταχύτητα μεταβολής της γωνιακής ταχύτητας και την περιστροφική αντίστοιχη της ορμής.

Συμπλήρωσε τα Κενά

Συμπλήρωσε τα κενά με τη σωστή λέξη:

1. Η _____ εκφράζει το μέτρο της αντίστασης ενός σώματος στην αλλαγή της περιστροφικής του κατάστασης.
2. Η σχέση $\tau = I \cdot \alpha$
3. Η στροφορμή ενός σώματος υπολογίζεται ως το γινόμενο της ροπής αδράνειας και της _____ ταχύτητας.
4. Μονάδα μέτρησης της γωνιακής επιτάχυνσης στο SI είναι το _____ ανά τετραγωνικό δευτερόλεπτο.
5. Η ροπή αδράνειας εξαρτάται από τη μάζα και τη _____ της μάζας από τον άξονα περιστροφής.

Τράπεζα λέξεων: απόσταση, γωνιακή, ροπή αδράνειας, ακτινική, rad/s^2 , μάζα

Εικόνα 110 Ερωτήσεις Συμπλήρωσης Κενών

Ερωτήσεις Πολλαπλής Επιλογής

Επίλεξε τη σωστή απάντηση:

1. Ποια είναι η μονάδα μέτρησης της ροπής αδράνειας στο SI;
 - α) $\text{kg} \cdot \text{m}$
 - β) $\text{kg} \cdot \text{m}^2$
 - γ) $\text{N} \cdot \text{m}$
 - δ) m^2/s
2. Αν $\alpha > 0$
 - α) Παραμένει σταθερή
 - β) Μειώνεται
 - γ) Αυξάνεται
 - δ) Μηδενίζεται
3. Ποια από τα παρακάτω αντικείμενα έχει μεγαλύτερη ροπή αδράνειας ως προς τον ίδιο άξονα περιστροφής;
 - α) Μία λεπτή ράβδος
 - β) Μία συμπαγής σφαίρα
 - γ) Ένα δακτύλιο
 - δ) Μία σημειακή μάζα στο κέντρο
4. Ένα σώμα με μεγάλη ροπή αδράνειας:
 - α) Περιστρέφεται εύκολα
 - β) Αντιστέκεται στην περιστροφή του
 - γ) Έχει μικρή στροφορμή
 - δ) Δεν έχει γωνιακή ταχύτητα
5. Η στροφορμή διατηρείται όταν:
 - α) Εφαρμόζεται εξωτερική ροπή
 - β) Η ροπή αδράνειας είναι μηδέν
 - γ) Δεν ασκούνται εξωτερικές ροπές
 - δ) Η γωνιακή επιτάχυνση είναι μηδέν

Εικόνα 111 Ερωτήσεις Πολλαπλής Επιλογής

Ερωτήσεις Ανάπτυξης

Απάντησε στις ερωτήσεις με πλήρεις προτάσεις:

1. Να εξηγήσεις τι είναι η ροπή αδράνειας και από ποιους παράγοντες εξαρτάται.
2. Ένα δίσκος μάζας $2, kg$ και ακτίνας $0,5, m$
3. Ένα σώμα περιστρέφεται με γωνιακή ταχύτητα $\omega = 10, rad/s$ και έχει ροπή αδράνειας $I = 0,4, kg \cdot m^2$

Εικόνα 112 Ερωτήσεις Ανάπτυξης

ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ

Προσοχή: Ελέγξτε προσεκτικά όλες τις μαθηματικές απαντήσεις για τυχόν λάθη, καθώς η τεχνητή νοημοσύνη μπορεί να έχει περιορισμούς στην ακρίβεια.

Συμπλήρωσε τα Κενά

1. ροπή αδράνειας
2. ροπή αδράνειας
3. γωνιακή
4. rad/s^2
5. απόσταση

Πολλαπλής Επιλογής

1. β) $kg \cdot m^2$
2. γ) Αυξάνεται
3. γ) Ένα δακτύλιο
4. β) Αντιστέκεται στην περιστροφή του
5. γ) Δεν ασκούνται εξωτερικές ροπές

Ανάπτυξης

1. Η ροπή αδράνειας είναι ένα μέγεθος που εκφράζει το πόσο δύσκολα αλλάζει η περιστροφική κατάσταση ενός σώματος. Εξαρτάται από τη μάζα του σώματος και τη κατανομή της μάζας ως προς τον άξονα περιστροφής. Όσο πιο μακριά βρίσκεται η μάζα από τον άξονα, τόσο μεγαλύτερη είναι η ροπή αδράνειας.
2. Για δίσκο ως προς τον άξονά του:
\$\$I = \frac{1}{2} m R^2 = \frac{1}{2} \times 2 \times (0,5)^2 = \frac{1}{2} \times 2 \times 0,25 = 0,25, kg \cdot m^2\$\$
3. Η στροφορμή υπολογίζεται ως:
\$\$L = I \cdot \omega = 0,4 \times 10 = 4, kg \cdot m^2/s\$\$

Review this closely for accuracy, especially in math, as AI may have limitations.

Εικόνα 113 Απαντήσεις Ερωτήσεων

Συμπεράσματα: Το επιστημονικό περιεχόμενο κρίνεται σε γενικές γραμμές ορθό και σχετικό με τις ζητούμενες θεματικές. Ωστόσο, εντοπίζονται αποκλίσεις στον συμβολισμό των φυσικών μεγεθών, καθώς για τη γωνιακή επιτάχυνση χρησιμοποιείται το σύμβολο της γραμμικής επιτάχυνσης (βλέπε Εικόνα 111 ερώτηση 2), ενώ αντίστοιχη ασυνέπεια

παρατηρείται και στο σύμβολο του αλγεβρικού αθροίσματος των ροπών στον θεμελιώδη νόμο της στροφικής κίνησης (βλέπε Εικόνα 110 Ερώτηση 2).

Ως προς τους μαθησιακούς στόχους, ο μαθητής αξιολογείται στην κατανόηση της έννοιας της ροπής αδράνειας και της έννοιας της στροφορμής, καθώς και στην περιγραφή της αδράνειας που παρουσιάζουν τα στερεά σώματα κατά τη στροφική κίνηση (ΥΠΑΙΘ 2012).

Παρότι τα είδη των ασκήσεων δομούνται σε ερωτήσεις συμπλήρωσης κενού, πολλαπλής επιλογής και ανάπτυξης, εντοπίζονται αδυναμίες στη συνολική δομή του φύλλου εργασίας. Αρκετές εκφωνήσεις δεν διατυπώνονται με σαφήνεια, καθώς διακόπτονται πρόωρα, όπως οι ερωτήσεις ανάπτυξης 2 και 3 της Εικόνας 112. Παράλληλα, στις ενδεικτικές απαντήσεις παρατηρούνται ακατανόητοι χαρακτήρες στις μαθηματικές πράξεις, ενώ η ασυνεπής χρήση κεφαλαίων γραμμάτων στις κεφαλίδες μειώνει τη ροή και την αισθητική του κειμένου.

Βήμα 3: Για την επίτευξη μεγαλύτερης σαφήνειας στη διατύπωση των ασκήσεων, ζητείται η αναδιατύπωση επιλεγμένων ερωτήσεων που παρουσίασαν ασάφειες στο αρχικό φύλλο εργασίας.

Prompt: Χρειάζομαι αναδιατύπωση των ερωτήσεων ανάπτυξης 2 και 3, καθώς δεν αναγράφεται το ζητούμενο της άσκησης στην εκφώνηση. Ομοίως, στη συμπλήρωση κενών και στις ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής το νούμερο 2 δεν είναι σαφές τι ζητάει.

Αποτέλεσμα:

Φύλλο Εργασίας: Μηχανική Στερεού ΣΩμάτος (Στροφική Κίνηση)

Η στροφική κίνηση των στερεών σωμάτων μελετά τις φυσικές μεταβολές που σχετίζονται με τη στροφή γύρω από άξονα. Βασικές έννοιες σε αυτή την ενότητα είναι η ροπή αδράνειας, η γωνιακή επιτάχυνση και η στροφορμή, που σχετίζονται με τη δυσκολία μεταβολής της περιστροφικής κίνησης, την ταχύτητα μεταβολής της γωνιακής ταχύτητας και την περιστροφική αντίστοιχη της ορμής.

Συμπλήρωσε τα Κενά

Συμπλήρωσε τα κενά με τη σωστή λέξη:

1. Η _____ εκφράζει το μέτρο της αντίστασης ενός σώματος στην αλλαγή της περιστροφικής του κατάστασης.
2. Η εξίσωση $\tau = I \cdot \alpha$ εκφράζει τη σχέση μεταξύ ροπής, ροπής αδράνειας και _____ επιτάχυνσης.
3. Η στροφορμή ενός σώματος υπολογίζεται ως το γινόμενο της ροπής αδράνειας και της _____ ταχύτητας.
4. Μονάδα μέτρησης της γωνιακής επιτάχυνσης στο SI είναι το _____ ανά τετραγωνικό δευτερόλεπτο.
5. Η ροπή αδράνειας εξαρτάται από τη μάζα και τη _____ της μάζας από τον άξονα περιστροφής.

Τράπεζα λέξεων: απόσταση, γωνιακή, ροπή αδράνειας, ακτινική, rad/s^2 , μάζα

Εικόνα 114 Ερωτήσεις Συμπλήρωσης Κενών

Ερωτήσεις Πολλαπλής Επιλογής

Επίλεξε τη σωστή απάντηση:

1. Ποια είναι η μονάδα μέτρησης της ροπής αδράνειας στο SI;
 - α) $\text{kg}\cdot\text{m}$
 - β) $\text{kg}\cdot\text{m}^2$
 - γ) $\text{N}\cdot\text{m}$
 - δ) m^2/s
2. Αν αυξηθεί η απόσταση της μάζας από τον άξονα περιστροφής, η ροπή αδράνειας:
 - α) Παραμένει σταθερή
 - β) Μειώνεται
 - γ) Αυξάνεται
 - δ) Μηδενίζεται
3. Ποιο από τα παρακάτω αντικείμενα έχει μεγαλύτερη ροπή αδράνειας ως προς τον ίδιο άξονα περιστροφής;
 - α) Μία λεπτή ράβδος
 - β) Μία συμπαγής σφαίρα
 - γ) Ένα δακτύλιο
 - δ) Μία σημειακή μάζα στο κέντρο
4. Ένα σώμα με μεγάλη ροπή αδράνειας:
 - α) Περιστρέφεται εύκολα
 - β) Αντιστέκεται στην περιστροφή του
 - γ) Έχει μικρή στροφορμή
 - δ) Δεν έχει γωνιακή ταχύτητα
5. Η στροφορμή διατηρείται όταν:
 - α) Εφαρμόζεται εξωτερική ροπή
 - β) Η ροπή αδράνειας είναι μηδέν
 - γ) Δεν ασκούνται εξωτερικές ροπές
 - δ) Η γωνιακή επιτάχυνση είναι μηδέν

Εικόνα 115 Ερωτήσεις Πολλαπλής Επιλογής

Ερωτήσεις Ανάπτυξης

Απάντησε στις ερωτήσεις με πλήρεις προτάσεις:

1. Να εξηγήσεις τι είναι η ροπή αδράνειας και από ποιους παράγοντες εξαρτάται.
2. Ένας ομογενής δίσκος μάζας 2 kg και ακτίνας 0,5 m περιστρέφεται γύρω από άξονα που περνά από το κέντρο του και είναι κάθετος στο επίπεδό του. Υπολόγισε τη ροπή αδράνειας του δίσκου ως προς τον άξονα περιστροφής.
3. Ένα σώμα περιστρέφεται με ροπή αδράνειας $0,4 \text{ kg} \cdot \text{m}^2$ και γωνιακή ταχύτητα 10 rad/s. Υπολόγισε τη στροφορμή του σώματος.

Εικόνα 116 Ερωτήσεις Ανάπτυξης

ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ

Προσοχή: Ελέγξτε προσεκτικά όλες τις μαθηματικές απαντήσεις για τυχόν λάθη, καθώς η τεχνητή νοημοσύνη μπορεί να έχει περιορισμούς στην ακρίβεια.

Συμπλήρωσε τα Κενά

1. ροπή αδράνειας
2. γωνιακής
3. γωνιακής
4. rad/s^2
5. απόσταση

Πολλαπλής Επιλογής

1. β) $\text{kg} \cdot \text{m}^2$
2. γ) Αυξάνεται
3. γ) Ένα δακτύλιο
4. β) Αντιστέκεται στην περιστροφή του
5. γ) Δεν ασκούνται εξωτερικές ροπές

Ανάπτυξης

1. Η ροπή αδράνειας είναι ένα μέγεθος που εκφράζει το πόσο δύσκολα αλλάζει η περιστροφική κατάσταση ενός σώματος. Εξαρτάται από τη μάζα του σώματος και τη κατανομή της μάζας ως προς τον άξονα περιστροφής. Όσο πιο μακριά βρίσκεται η μάζα από τον άξονα, τόσο μεγαλύτερη είναι η ροπή αδράνειας.
2. Για ομογενή δίσκο ως προς τον άξονά του:
$$I = \frac{1}{2} m R^2 = \frac{1}{2} \times 2 \times (0,5)^2 = 0,25 \text{ kg} \cdot \text{m}^2$$
3. $L = I \cdot \omega = 0,4 \times 10 = 4 \text{ kg} \cdot \text{m}^2/\text{s}$

Review this closely for accuracy, especially in math, as AI may have limitations.

Εικόνα 117 Απαντήσεις Ερωτήσεων

Συμπεράσματα: Εφόσον δεν έγινε σχετική αναφορά στο prompt, η επιστημονική ανακρίβεια στη διατύπωση του αλγεβρικού αθροίσματος των ροπών παραμένει και στο αναθεωρημένο φύλλο εργασίας, καθώς εξακολουθεί να χρησιμοποιείται το μέγεθος της ροπής της δύναμης (βλέπε Εικόνα 114 Ερώτηση 2).

Όσον αφορά τους μαθησιακούς στόχους, δεδομένου ότι δεν ζητήθηκε τροποποίηση του περιεχομένου των ασκήσεων, εξακολουθούν να καλύπτονται οι στόχοι που είχαν αναφερθεί και στο προηγούμενο βήμα.

Τέλος, η σαφήνεια των εκφωνήσεων εμφανίζεται αισθητά βελτιωμένη, με την αναδιατύπωση των ασκήσεων να αποσαφηνίζει το ζητούμενο. Ωστόσο, η αδόκιμη χρήση κεφαλαίων γραμμάτων εξακολουθεί να επηρεάζει αρνητικά τη ροή και τη γλωσσική ομοιογένεια του κειμένου.

Βήμα 4: Σε αυτό το στάδιο εξετάζεται η αποδοτικότητα του “Assignment Scaffolder” ως προς την ανάλυση άσκησης που αφορά την κινητική ενέργεια ομογενούς δίσκου ο οποίος κυλιέται σε οριζόντιο επίπεδο, από το κεφάλαιο της Μηχανικής Στερεού Σώματος του βιβλίου Φυσικής Γ’ Λυκείου. Το “Assignment Scaffolder” υποστηρίζει τη σταδιακή ολοκλήρωση μιας εργασίας μέσω της διάρθρωσής της σε επιμέρους βήματα, παρέχοντας σαφείς οδηγίες και ενδιάμεσες κατευθύνσεις, διευκολύνοντας την κατανόηση της διαδικασίας και την οργάνωση της σκέψης του μαθητή.

Prompt:

- Grade Level: 12th grade
- Assignment Prompt: Ομογενής δίσκος μάζας $M = 8 \text{ kg}$ και ακτίνας R κυλιέται σε οριζόντιο επίπεδο. Το κέντρο του δίσκου κινείται με ταχύτητα $v = 5 \text{ m/s}$. Να βρεθεί η κινητική ενέργεια του δίσκου. Η ροπή αδράνειας του δίσκου ως προς άξονα που περνάει από το κέντρο του και είναι κάθετος στο επίπεδό του είναι $I = \frac{1}{2}MR^2$.

Αποτέλεσμα:

Υπολογισμός κινητικής ενέργειας ομογενούς κυλιόμενου δίσκου

Πρόβλημα (στα ελληνικά): Ομογενής δίσκος μάζας $M = 8 \text{ kg}$ και ακτίνας R κυλίνεται σε οριζόντιο επίπεδο. Το κέντρο του δίσκου κινείται με ταχύτητα $v = 5 \text{ m/s}$. Να βρεθεί η κινητική ενέργεια του δίσκου. Η ροπή αδράνειας του δίσκου ως προς άξονα που περνάει από το κέντρο του και είναι κάθετος στο επίπεδό του είναι $I = \frac{1}{2}MR^2$.

Οδηγίες για μαθητή—σπάσε το πρόβλημα σε μικρά βήματα και συμπλήρωσε κάθε βήμα με προσοχή.

1. Κατανόηση του στόχου

- Τι ζητάει το πρόβλημα; Γράψε μία πρόταση με δικά σου λόγια.
 - Στόχος: Υπολογισμός της συνολικής κινητικής ενέργειας του κυλιόμενου δίσκου.

2. Αναγνώριση τιμών που δίνονται

- Αντέγραψε καθαρά τις αριθμητικές και συμβολικές τιμές:
 - $M = 8 \text{ kg}$
 - $v = 5 \text{ m/s}$
 - $I = \frac{1}{2}MR^2$
 - Η ακτίνα R δεν δίνεται αριθμητικά — σημείωσε ότι η τελική έκφραση μπορεί να μην χρειαστεί το R αν χρησιμοποιήσουμε τη σχέση κύλισης.
- Σημείωση: Για κύλιση χωρίς ολίσθηση υπάρχει σχέση ανάμεσα στη γωνιακή ταχύτητα ω και τη γραμμική ταχύτητα v . Βάλε αυτή τη σχέση στο επόμενο βήμα.

Εικόνα 118 Ανάλυση Δεδομένων Ασκήσης

3. Ακαδημαϊκή/ειδική γλώσσα (όροι που μπορεί να είναι δύσκολοι)

- Ροπή αδράνειας: I — μέτρο που δείχνει πόσο δύσκολο είναι να επιταχυνθεί περιστροφικά ένα σώμα γύρω από έναν άξονα.
- Γραμμική κινητική ενέργεια: η ενέργεια λόγω της μεταφορικής κίνησης του κέντρου μάζας, K_{trans} .
- Περιστροφική κινητική ενέργεια: η ενέργεια λόγω της περιστροφής γύρω από το κέντρο μάζας, K_{rot} .
- Κύλιση χωρίς ολίσθηση: η κατάσταση όπου η ταχύτητα της σημειακής επαφής με το επίπεδο είναι μηδέν. Σε αυτή την περίπτωση ισχύει $v = \omega R$. (Αν όλοι οι όροι είναι κατανοητοί, προχωρά στο επόμενο βήμα.)

4. Στρατηγική λύσης — τι τύπους θα χρησιμοποιήσεις

- Η συνολική κινητική ενέργεια του κυλιόμενου σώματος είναι το άθροισμα: $K_{\text{total}} = K_{\text{trans}} + K_{\text{rot}}$.
- Ο τύπος για τη γραμμική κινητική ενέργεια: $K_{\text{trans}} = \frac{1}{2} M v^2$.
- Ο τύπος για την περιστροφική κινητική ενέργεια: $K_{\text{rot}} = \frac{1}{2} I \omega^2$.
- Χρησιμοποίησε τη σχέση κύλισης χωρίς ολίσθηση: $v = \omega R \Rightarrow \omega = \frac{v}{R}$.
- Αντικατάστησε I και ω στον τύπο του K_{rot} και απλοποίησε.

5. Εκτέλεση υπολογισμών — βήμα προς βήμα

- Υπολογισμός γραμμικής κινητικής ενέργειας:
 - Υπολόγισε $K_{\text{trans}} = \frac{1}{2} M v^2$.
 - Αντικατάσταση: $K_{\text{trans}} = \frac{1}{2} \cdot 8 \cdot 5^2$.
 - Εκτέλεσε τον υπολογισμό και γράψε το αποτέλεσμα (βήμα Α).
- Υπολογισμός περιστροφικής κινητικής ενέργειας:
 - Ξεκίνα από $K_{\text{rot}} = \frac{1}{2} I \omega^2$.
 - Αντικατάστησε $I = \frac{1}{2} M R^2$ και $\omega = \frac{v}{R}$: $K_{\text{rot}} = \frac{1}{2} \left(\frac{1}{2} M R^2 \right) \left(\frac{v}{R} \right)^2$.
 - Απλοποίηση: Ο όρος R^2 και $(v/R)^2$ δίνουν ακύρωση του R , δείχνοντας ότι το R δεν χρειάζεται τελικά: $K_{\text{rot}} = \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2} M R^2 \cdot \frac{v^2}{R^2} = \frac{1}{4} M v^2$.
 - Αντικατάσταση των αριθμών: $K_{\text{rot}} = \frac{1}{4} \cdot 8 \cdot 5^2$. Υπολόγισε και γράψε το αποτέλεσμα (βήμα Β).

6. Άθροιση για τη συνολική κινητική ενέργεια

- Πρόσθεσε τα αποτελέσματα από βήμα Α και βήμα Β: $K_{\text{total}} = K_{\text{trans}} + K_{\text{rot}}$.
- Γράψε τον τελικό αριθμητικό υπολογισμό και το αποτέλεσμα σε Joules.

Εικόνα 119 Επεξήγηση Όρων και Μεθοδολογία Άσκησης

7. Έλεγχος ορθότητας / γρήγορο λογικό τεστ

- Έλεγε αν τα μεγέθη έχουν νόημα:
 - Και οι δύο όροι θα πρέπει να έχουν μονάδα Joule.
 - Το μέρος της περιστροφικής κινητικής ενέργειας για δίσκο με $I = \frac{1}{2}MR^2$ είναι μικρότερο από το μεταφορικό μέρος (γιατί $\frac{1}{4}Mv^2 < \frac{1}{2}Mv^2$), οπότε το συνολικό θα είναι $\frac{3}{4}Mv^2$ — γράψε αυτήν τη σχέση και σύγκρινε με τον αριθμητικό υπολογισμό.

8. Τελική απάντηση — γράψε καθαρά

- Συνοπτική γραπτή απάντηση που να περιλαμβάνει: κύριους τύπους, αντικαταστάσεις, και τελικό αριθμητικό αποτέλεσμα.

Χώρος για τους υπολογισμούς σου (συμπλήρωσε οι ίδιος/α):

- Υπολογισμός K_{trans} :
 - Υπολόγισε: $K_{\text{trans}} = \frac{1}{2}Mv^2 = \frac{1}{2} \cdot 8 \cdot 5^2 = \dots \text{ J}$
- Υπολογισμός K_{rot} :
 - Απλοποιημένος τύπος: $K_{\text{rot}} = \frac{1}{4}Mv^2 = \frac{1}{4} \cdot 8 \cdot 5^2 = \dots \text{ J}$
- Άθροισμα:
 - $K_{\text{total}} = K_{\text{trans}} + K_{\text{rot}} = \dots \text{ J}$

Μικρή υπόδειξη αν κολλήσεις:

- Θυμήσου: $\omega = \frac{v}{R}$ για κύλιση χωρίς ολίσθηση — αυτός ο βήμα εξαλείφει το R .
- Αν χάσεις τα βήματα, γράψε πρώτα τους τύπους και μετά κάνε αντικαταστάσεις μία-μία.

Εικόνα 120 Υποδείξεις για την Επίλυση και την Επαλήθευση

Συμπεράσματα: Το περιεχόμενο παρουσιάζει επιστημονική ακρίβεια, με τις μαθηματικές σχέσεις να ακολουθούν τη διατύπωση του σχολικού βιβλίου, ενώ οι επεξηγήσεις ενισχύουν τη βαθύτερη κατανόηση των εννοιών και την ανάπτυξη του επιστημονικού τρόπου σκέψης.

Σε επίπεδο μαθησιακών στόχων, η κατανόηση των παραγόμενων βημάτων επίλυσης της άσκησης επιτρέπει στον μαθητή να αναγνωρίζει το μέγεθος της αδράνειας στη στροφική κίνηση, να αντιλαμβάνεται ότι ένα περιστρεφόμενο στερεό διαθέτει κινητική ενέργεια και να κατανοεί την έννοια του κέντρου μάζας (ΥΠΑΙΘ 2012).

Από άποψη δομής, τα βήματα είναι σαφώς κατηγοριοποιημένα και αριθμημένα, ενισχύοντας τη συνοχή και την αναγνωσιμότητα. Ωστόσο, παρατηρούνται επιμέρους γραμματικές αδυναμίες στη χρήση της ελληνικής γλώσσας, όπως στη διατύπωση «αυτός ο βήμα» (βλέπε Εικόνα 120) και τη χρήση αορίστου χρόνου της λέξης «Αντίγραψε» (βλέπε Εικόνα 118).

2.4.4 Προτερήματα

Παρότι ο τρόπος λειτουργίας της πλατφόρμας παρουσιάζει ομοιότητες με εκείνον άλλων εργαλείων Παραγωγικής Τεχνητής Νοημοσύνης, το MagicSchool AI διαφοροποιείται διαθέτοντας μια πληθώρα εργαλείων ειδικά σχεδιασμένων για τις ανάγκες των εκπαιδευτικών, οργανωμένων σε προκαθορισμένες κατηγορίες εργασιών (Angelone L., Burton B., 2024), με την πλοήγηση να διευκολύνεται μέσω εφαρμογής φίλτρων. Για τη βέλτιστη αποδοτικότητα, καθώς και για τη διασφάλιση της ποιότητας και της αξιοπιστίας των παραγόμενων αποτελεσμάτων, η πλατφόρμα αξιοποιεί ποικίλα προηγμένα γλωσσικά μοντέλα, όπως τα OpenAI GPT-4o, Anthropic Claude και Google Gemini, τα οποία αξιολογούνται και ελέγχονται συστηματικά (MagicSchool AI, n.d.).

Μεταξύ των βασικών πλεονεκτημάτων του MagicSchool AI συγκαταλέγεται και η ενίσχυση της διδακτικής αυτοαποτελεσματικότητας των εκπαιδευτικών σε διάφορους τομείς, όπως η διαχείριση της τάξης, οι στρατηγικές διδασκαλίας και η αλληλεπίδραση με τους μαθητές. Ως προς τη διαχείριση της τάξης, η πλατφόρμα προσφέρει εξατομικευμένα εργαλεία για την αντιμετώπιση προβληματικών συμπεριφορών και απαιτητικών καταστάσεων μέσα στην τάξη. Παράλληλα, η δυνατότητα ολοκληρωμένου σχεδιασμού διδακτικών ενοτήτων και μαθημάτων μέσω της αξιοποίησης διδακτικών στρατηγικών, συμβάλλει στην ενίσχυση της αυτοαποτελεσματικότητας που σχετίζεται με την οργάνωση του διδακτικού έργου. Τέλος, παρέχει εργαλεία, τα οποία παράγουν δραστηριότητες και ιδέες για την προώθηση της ενεργού μάθησης και της συμμετοχής των μαθητών, προάγοντας τη μαθητοκεντρική προσέγγιση (Mustafa H. και συν., 2024).

Παράλληλα, το MagicSchool AI παρέχει τη δυνατότητα δημιουργίας ψηφιακών αιθουσών (rooms), μέσω των οποίων οι εκπαιδευτικοί οργανώνουν και διαχειρίζονται δραστηριότητες, αλληλεπιδράσεις και διαδικασίες αξιολόγησης. Οι εικονικοί αυτοί χώροι υποστηρίζουν τη δομημένη επικοινωνία μεταξύ εκπαιδευτικών και μαθητών και επιτρέπουν τον έλεγχο της χρήσης των εργαλείων από τους μαθητές. Μέσω της παροχής ανατροφοδότησης, οι εκπαιδευτικοί μπορούν να προσαρμόζουν τη διδακτική υποστήριξη στις ατομικές μαθησιακές ανάγκες, ενισχύοντας την εξατομικευμένη μάθηση (Pireci S. N. και συν., 2025).

Ένα ακόμη σημαντικό πλεονέκτημα του MagicSchool AI αποτελεί η παροχή δωρεάν προγραμμάτων κατάρτισης και επιμόρφωσης, τα οποία απευθύνονται τόσο σε εκπαιδευτικούς όσο και σε μαθητές. Τα προγράμματα αυτά έχουν ως βασικό στόχο την

εξοικείωση των χρηστών με τη λειτουργία και τις δυνατότητες της πλατφόρμας, καθώς και την ανάπτυξη βασικών γνώσεων και δεξιοτήτων σχετικά με την Τεχνητή Νοημοσύνη και την υπεύθυνη χρήση της στην εκπαιδευτική διαδικασία. Τα μαθήματα προσφέρονται διαδικτυακά και ασύγχρονα, επιτρέποντας στους συμμετέχοντες να τα παρακολουθούν με ευελιξία μέσω εκπαιδευτικών βίντεο. Στο τέλος κάθε ενότητας περιλαμβάνονται σύντομα κομμάτια αξιολόγησης, τα οποία αποσκοπούν στον έλεγχο και την ενίσχυση της κατανόησης των βασικών εννοιών, καθώς και στην αυτοαξιολόγηση των αποκτηθεισών γνώσεων (MagicSchool AI, n.d.).

2.4.5 Μειονεκτήματα

Από τους βασικούς περιορισμούς της πλατφόρμας είναι η περιορισμένη δυνατότητά του να παρέχει αναλυτική ανατροφοδότηση και συγκεκριμένες τροποποιήσεις στα σχέδια μαθήματος. Οι παρατηρήσεις και προτάσεις προσαρμογής του διδακτικού σχεδιασμού έχουν γενικό χαρακτήρα και εξακολουθούν να απαιτούν την αναθεώρησή τους από τον ίδιο τον εκπαιδευτικό (Li X. και συν., 2025), ώστε να ευθυγραμμίζεται με τους διδακτικούς στόχους του αναλυτικού προγράμματος σπουδών. Το εκπαιδευτικό υλικό που δημιουργείται ή προτείνεται από την πλατφόρμα ενδέχεται να μην ανταποκρίνεται πλήρως στις κοινωνικοπολιτισμικές ιδιαιτερότητες, τις διδακτικές πρακτικές και τις θεσμικές απαιτήσεις του ελληνικού εκπαιδευτικού συστήματος, γεγονός που μπορεί να οδηγήσει σε χαμηλότερα επίπεδα αποδοχής και εμπιστοσύνης εκ μέρους τόσο των εκπαιδευτικών όσο και των μαθητών, περιορίζοντας τη δυναμική ενσωμάτωσης του εργαλείου στη διδακτική διαδικασία (Kalessis V., 2024). Η δυνατότητα υποβολής ολοκληρωμένων σχεδίων μαθήματος και η παροχή άμεσης, στοχευμένης ανατροφοδότησης, καθώς και συγκεκριμένων προσαρμογών και διδακτικών παρεμβάσεων, θα μπορούσε να ενισχύσει την αυτοπεποίθηση των εκπαιδευτικών και να βελτιώσει την αποτελεσματικότητα και την αποδοτικότητα της διδακτικής διαδικασίας (Li X., 2025).

Επιπρόσθετα, σε ορισμένες περιπτώσεις το λεξιλόγιο του παραγόμενου διδακτικού υλικού κρίνεται παιδαγωγικά ακατάλληλο και μη ευθυγραμμισμένο με το γνωστικό επίπεδο των μαθητών, καθιστώντας αναγκαία τη συμπληρωματική επεξεργασία του από τον εκπαιδευτικό για απλοποίηση και τροποποίηση των κειμένων. Ως εκ τούτου, παρατηρείται αύξηση του απαιτούμενου χρόνου και του φόρτου εργασίας για τον σχεδιασμό μαθημάτων. Στο πλαίσιο αυτό, επαναπροσδιορίζεται η έννοια της αποδοτικότητας, η οποία δεν

ταυτίζεται αποκλειστικά με την εξοικονόμηση χρόνου, αλλά συνδέεται άμεσα με την ικανότητα παραγωγής εκπαιδευτικού υλικού υψηλής ποιότητας, προσαρμοσμένου στις συγκεκριμένες ανάγκες της σχολικής τάξης (Setyaningsih E. και συν., 2024).

Ένα ακόμη ζήτημα που εγείρει προβληματισμό αφορά την οικονομική επιβάρυνση που συνεπάγεται η πλήρης αξιοποίηση των λειτουργιών της πλατφόρμας, ειδικότερα όταν πρόκειται για χρήση της από σχολικές μονάδες. Παρότι διατίθεται δωρεάν βασική πρόσβαση, η χρήση προηγμένων εργαλείων και επιπλέον δυνατοτήτων προϋποθέτει τη συνδρομή σε μηνιαίο ή ετήσιο πρόγραμμα, γεγονός που ενδέχεται να λειτουργήσει αποτρεπτικά, ιδίως στο πλαίσιο του δημόσιου σχολείου, το οποίο συχνά καλείται να λειτουργήσει υπό συνθήκες περιορισμένων οικονομικών πόρων. Κατά συνέπεια, το εκπαιδευτικό προσωπικό ενδέχεται να φανεί διστακτικό απέναντι στην καθολική χρήση της πλατφόρμας, επηρεάζοντας αρνητικά την ισότιμη πρόσβαση σε καινοτόμα ψηφιακά εργαλεία και τη δυνατότητα ευρείας ενσωμάτωσής τους στην εκπαιδευτική διαδικασία (Kalessis V., 2024).

Τέλος, αν και η δημιουργία ψηφιακών αιθουσών ενισχύει και δομεί την επικοινωνία μεταξύ εκπαιδευτικού και μαθητή, η αποκλειστική χρήση τους μπορεί να υπονομεύσει τη διαπροσωπική αλληλεπίδραση, και, κατ' επέκταση, την ποιότητα της παιδαγωγικής διαδικασίας (Kalessis V., 2024).

2.4.6 Κόστος και Προσβασιμότητα

Το MagicSchool AI διαθέτει τόσο δωρεάν όσο και συνδρομητικά πλάνα χρήσης, τα οποία είναι προσαρμοσμένα ανάλογα με τις ανάγκες του κάθε εκπαιδευτικού. Το δωρεάν πλάνο παρέχει βασική πρόσβαση στα εργαλεία της πλατφόρμας με περιορισμένο αριθμό παραγόμενων αποτελεσμάτων και όριο στο ιστορικό τους, επιτρέποντας την αρχική εξοικείωση με τις λειτουργίες της χωρίς οικονομική επιβάρυνση. Για απεριόριστη δημιουργία περιεχομένου, πλήρη πρόσβαση στο ιστορικό χρήσης, αλλά και δυνατότητα δοκιμής προηγμένων εργαλείων, όπως το MagicSchool Labs, απαιτείται η ένταξη σε μηνιαίο συνδρομητικό πλάνο. Ειδικότερα, για σχολικές μονάδες και εκπαιδευτικούς οργανισμούς προτείνεται το πλάνο Enterprise, καθώς προσφέρει, μεταξύ άλλων, αυξημένα μέτρα προστασίας δεδομένων, ενοποιήσεις με συστήματα διαχείρισης μάθησης και

εξειδικευμένη τεχνική υποστήριξη, καθιστώντας εφικτό τον αποτελεσματικότερο έλεγχο της χρήσης της πλατφόρμας (MagicSchool AI, n.d.).

2.5 Curipod

Το Curipod είναι μια διαδικτυακή πλατφόρμα μάθησης που αξιοποιεί τεχνολογίες Τεχνητής Νοημοσύνης, με στόχο να διευκολύνει τους εκπαιδευτικούς στον σχεδιασμό διαδραστικού εκπαιδευτικού υλικού, όπως παρουσιάσεις, δραστηριότητες αξιολόγησης, δημοσκοπήσεις και συζητήσεις σε πραγματικό χρόνο (Nurhalimah, Bakti S. 2025). Προσφέρει στοχευμένες προτάσεις δραστηριοτήτων ανά θεματική ενότητα, ερωτήσεις διαβαθμισμένης δυσκολίας, καθώς και αυτόματες εισηγήσεις δραστηριοτήτων που βασίζονται σε αρχές της επιστήμης της μάθησης και του διδακτικού σχεδιασμού. (Normuminon, M. 2025). Για τους σκοπούς της εργασίας αξιοποιείται το εργαλείο Teach New Science Content με στόχο τη δημιουργία και προσαρμογή εκπαιδευτικού υλικού. Επιπλέον, τα prompts που χρησιμοποιούνται για τη διαμόρφωση των δραστηριοτήτων διατυπώνονται στην ελληνική γλώσσα, με τρόπο που να ανταποκρίνονται στις ανάγκες του συγκεκριμένου εκπαιδευτικού πλαισίου.

2.5.1 Σχεδιασμός Διαδραστικών Μαθημάτων

Η αξιοποίηση διαδραστικών μαθημάτων αποτελεί βασικό στοιχείο της σύγχρονης διδακτικής, καθώς ενισχύει την ενεργό συμμετοχή των μαθητών και προάγει τη βαθύτερη κατανόηση των εννοιών, καθιστώντας το μάθημα πιο προσιτό και ελκυστικό. Στο πλαίσιο της παρούσας ανάλυσης, εξετάζεται ο σχεδιασμός μιας διαδραστικής παρουσίασης για την ενότητα της Θερμότητας του μαθήματος της Φυσικής, προσαρμοσμένης στις μαθησιακές ανάγκες των μαθητών Β΄ Γυμνασίου.

Η διαδικασία αυτή αποτυπώνεται στα παρακάτω βήματα:

Βήμα 1: Σε πρώτο στάδιο, ζητείται ένα σχέδιο μαθήματος που αφορά την ενότητα της Θερμότητας από το βιβλίο Φυσικής Β΄ Γυμνασίου (ΥΠΑΙΘ, n.d., σ. 117-124), με στόχο τη σαφή διατύπωση των βασικών εννοιών μέσω παραδειγμάτων από την καθημερινή ζωή, καθώς και την αξιολόγηση της κατανόησής τους μέσα από κατάλληλες δραστηριότητες.

Prompt: Μετάτρεψε το επισυναπτόμενο κείμενο (PDF από το σχολικό βιβλίο Φυσικής Β΄ Γυμνασίου – ενότητα Θερμότητας) σε ένα ολοκληρωμένο και διαδραστικό σχέδιο μαθήματος διάρκειας 45 λεπτών.

Το μάθημα να είναι κατάλληλο για μαθητές Β΄ Γυμνασίου και να έχει σαφή και οργανωμένη δομή με διακριτά στάδια: εισαγωγή, παρουσίαση εννοιών, δραστηριότητες κατανόησης, εφαρμογή και ανακεφαλαίωση.

Μαθησιακοί στόχοι:

- Οι μαθητές να ορίζουν τη θερμοκρασία ως φυσικό μέγεθος που προσδιορίζεται αντικειμενικά με χρήση των θερμομέτρων.
- Να περιγράφουν τις κλίμακες θερμοκρασίας Κελσίου, Φαρενάιτ και Κέλβιν.
- Οι μαθητές να είναι σε θέση να προσδιορίζουν τη θερμότητα ως μορφή μεταφερόμενης ενέργειας, η οποία μεταφέρεται λόγω διαφοράς θερμοκρασίας μεταξύ δύο σωμάτων.
- Οι μαθητές να υπολογίζουν τη θερμότητα που μεταφέρεται μεταξύ δύο σωμάτων διαφορετικής θερμοκρασίας.

Απαιτήσεις:

- Να χρησιμοποιείται απλή και κατανοητή γλώσσα
- Να περιλαμβάνονται σαφείς ορισμοί των βασικών εννοιών
- Να αξιοποιούνται παραδείγματα από την καθημερινή ζωή (π.χ. ζεστό-κρύο σώμα, μεταφορά θερμότητας)
- Να ενσωματώνονται διαδραστικές δραστηριότητες (multiple choice, σύντομες ερωτήσεις)
- Να υπάρχει σταδιακή οικοδόμηση της έννοιας από εμπειρικά παραδείγματα προς τον επιστημονικό ορισμό
- Να περιλαμβάνεται σύντομη διαμορφωτική αξιολόγηση στο τέλος

Το αποτέλεσμα να παρουσιαστεί με σαφή δομή και έμφαση στην ενεργή συμμετοχή των μαθητών.

Αποτέλεσμα:

Αποστολή Μυστηρίου

Στην καφετέρια ακουμπάς ένα μεταλλικό κουτάλι και ένα ξύλινο καλαμάκι που ήταν δίπλα στην κούπα. Το κουτάλι μοιάζει παγωμένο, ενώ το καλαμάκι έχει θερμοκρασία δωματίου. Γιατί;

Τι συμβαίνει μέσα στα δύο υλικά;

Join at curi.live with pin: 058039





Το Curipod AI θα αποκαλύψει αν λύσατε το μυστήριο — ή όχι!

Εικόνα 121 Διαφάνεια 1 του Σχεδίου Μαθήματος Θερμότητας

Join at curi.live with pin: 058039



Στόχος

Σήμερα θα μπορείτε να: 1) εξηγείτε τη θερμοκρασία ως μετρήσιμη ποσότητα, 2) μετατρέπετε °C, °F, K, 3) υπολογίζετε τη θερμότητα που ανταλλάσσουν δύο σώματα.

Εικόνα 122 Διαφάνεια 2 του Σχεδίου Μαθήματος Θερμότητας

Join at curi.live with pin: 058039



Οδηγία:

Ας αρχίσουμε

Εικόνα 123 Διαφάνεια 3 του Σχεδίου Μαθήματος Θερμότητας

Join at curi.live with pin: 058039



Θερμοκρασία και Κλίμακες

Ορισμός

Θερμοκρασία δείχνει το πόσο γρήγορα κινούνται τα σωματίδια ενός σώματος. Υψηλή θερμοκρασία σημαίνει μέση κινητική ενέργεια μεγαλύτερη.

Κλίμακες

Οι συνηθισμένες κλίμακες είναι Κελσίου, Φαρενάιτ και Κέλβιν. Αρχίζουν σε διαφορετικά μηδενικά αλλά μετρούν το ίδιο φυσικό μέγεθος.

Θερμόμετρα

Θερμόμετρο είναι όργανο που συγκρίνει θερμοκρασίες. Η υδροπυκνωτική στήλη ή ο αισθητήρας αντίστασης αλλάζει μέγεθος όταν αλλάζει η θερμοκρασία.



Η θερμοκρασία συνδέεται με την κίνηση σωματιδίων. Η κατανόηση κλιμάκων επιτρέπει ακριβείς μετρήσεις και συγκρίσεις.

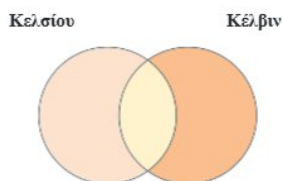
Εικόνα 124 Διαφάνεια 4 του Σχεδίου Μαθήματος Θερμότητας

Join at curi.live with pin: 058039

Curipod

Συγκρίνετε τη κλίμακα Κελσίου και τη κλίμακα Κέλβιν σε ένα διάγραμμα Venn.

Χρησιμοποίησε το διάγραμμα Venn στον λευκό πίνακα για να δείξεις τη σκέψη σου.



Εικόνα 125 Διαφάνεια 5 του Σχεδίου Μαθήματος Θερμότητας

Join at curi.live with pin: 058039

Curipod

Μετατροπές Κλιμάκων

°C ↔ °F

Η κλίμακα Φαρενάιτ μετράται με διαφορετικό βήμα από την Κελσίου. Χρησιμοποιούμε $T_F = \frac{9}{5}T_C + 32$. Αν $T_C = 20$, τότε $T_F = 68$. Η αντίστροφη σχέση είναι $T_C = \frac{5}{9}(T_F - 32)$.

°C ↔ K

Η κλίμακα Κέλβιν ξεκινά στο απόλυτο μηδέν. Προσθέτουμε 273,15 για να μετατρέψουμε Κελσίου σε Κέλβιν: $T_K = T_C + 273,15$. Αν $T_C = 25$, τότε $T_K = 298,15$.



Οι τύποι δείχνουν πώς αλλάζει το μηδενικό κάθε κλίμακας. Οι γρήγορες μετατροπές διευκολύνουν υπολογισμούς σε προβλήματα θερμότητας.

Εικόνα 126 Διαφάνεια 6 του Σχεδίου Μαθήματος Θερμότητας

Join at curi.live with pin: 058039

Curipod

Μπορείς να εντοπίσεις το λάθος;



Ένας μαθητής μετατρέπει 77°F σε °C. Πολλαπλασιάζει 77 με 5/9 και γράφει 42,8 °C.

Θα ψηφίσουμε για τις καλύτερες εξηγήσεις!

Εικόνα 127 Διαφάνεια 7 του Σχεδίου Μαθήματος Θερμότητας

Join at curi.live with pin: 058039

Curipod

Υπολογισμός Θερμότητας

Ειδική Θερμότητα

Κάθε υλικό χρειάζεται διαφορετική ενέργεια για να αυξήσει τη θερμοκρασία του. Αυτή η σταθερά λέγεται ειδική θερμότητα, συμβολίζεται c .

Τύπος $Q = mc\Delta T$

Η θερμότητα Q που απορροφά ή εκλύει σώμα υπολογίζεται με $Q = mc\Delta T$. m είναι μάζα, ΔT η μεταβολή θερμοκρασίας.

Ισορροπία

Όταν ζεστό σώμα αγγίζει κρύο, ρέει θερμότητα ώσπου οι θερμοκρασίες γίνουν ίσες. Το συνολικό Q που χάνει το ζεστό = Q που κερδίζει το κρύο.



Ο τύπος ενώνει μάζα, ειδική θερμότητα και μεταβολή θερμοκρασίας. Η κατανόηση επιτρέπει λύση προβλημάτων ισορροπίας θερμότητας σε καθημερινά φαινόμενα.

Εικόνα 128 Διαφάνεια 8 του Σχεδίου Μαθήματος Θερμότητας

Join at curi.live with pin: 058039

Διάβασε το απόσπασμα

Η Θερμότητα και ο
Ανθρώπινος Πολιτισμός

Καθώς διαβάζεις, σκέψου:

Γιατί η ατμομηχανή
θεωρείται σημείο καμπής
στον πολιτισμό;



Εικόνα 129 Διαφάνεια 9 του Σχεδίου Μαθήματος Θερμότητας

Join at curi.live with pin: 058039

**Πώς η μετατροπή θερμότητας σε έργο...
άλλαξε την παραγωγή αγαθών;**

Η Θερμότητα και ο
Ανθρώπινος
Πολιτισμός

Θα ψηφίσουμε τις καλύτερες εξηγήσεις!

Μπορείς να αρχίσεις: Με την ατμομηχανή...



Εικόνα 130 Διαφάνεια 10 του Σχεδίου Μαθήματος Θερμότητας

Join at curi.live with pin: 058039

Curipod

Γύρισε και μίλα

Η θερμότητα κάνει τα μόρια να κινούνται γρηγορότερα. Πώς αυτή η ιδέα εξηγεί την κίνηση των τροχών σε μια ατμομηχανή;



Εικόνα 131 Διαφάνεια 11 του Σχεδίου Μαθήματος Θερμότητας

Join at curi.live with pin: 058039

Curipod

**Γράψε το πιο σημαντικό που πρέπει να θυμάσαι
για θερμοκρασία ή θερμότητα.**

Θα ψηφίσουμε τα κυριότερα συμπεράσματα!

Εικόνα 132 Διαφάνεια 12 του Σχεδίου Μαθήματος Θερμότητας

Join at curi.live with pin: 058039



Εφαρμογή:

Ας το εφαρμόσουμε

Εικόνα 133 Διαφάνεια 13 του Σχεδίου Μαθήματος Θερμότητας

Join at curi.live with pin: 058039



ΖΕΣΤΑΜΑ

Ανέβα επίπεδο! Επίπεδο 1

Να ένα παράδειγμα: 310 Κ. Σε ποια κατηγορία ανήκει; 1)

Μέτρηση θερμοκρασίας 2) Ποσότητα θερμότητας



Το **Curipod AI** θα σου πει
αν κερδίζεις το τρόπαιο για
το Επίπεδο **1!**

Μπορείς να συγκεντρώσεις
και τα **4;**

Εικόνα 134 Διαφάνεια 14 του Σχεδίου Μαθήματος Θερμότητας

Join at curi.live with pin: 058039

Curipod

Άνοδος Επιπέδου! Επίπεδο 2

Μετατρέψτε 68°F σε $^{\circ}\text{C}$ χρησιμοποιώντας τον τύπο

$$T_{\text{C}} = \frac{5}{9}(T_{\text{F}} - 32).$$



Το **Curipod AI** θα σου πει
αν κερδίζεις το τρόπαιο για
το Επίπεδο 2!

Εικόνα 135 Διαφάνεια 15 του Σχεδίου Μαθήματος Θερμότητας

Join at curi.live with pin: 058039

Curipod

Ανέβα επίπεδο! Επίπεδο 3

Ένα μεταλλικό κουτάλι μάζας 20 g έχει θερμοκρασία 90°C . Το ρίχνουμε σε 100 g νερό θερμοκρασίας 25°C . Η ειδική θερμότητα νερού είναι $4,18 \text{ J/g}^{\circ}\text{C}$ και του μετάλλου $0,45 \text{ J/g}^{\circ}\text{C}$. Αγνόησε απώλειες θερμότητας. Υπολόγισε την κοινή τελική θερμοκρασία.



Η **Curipod AI** θα σου πει
αν κερδίζεις το τρόπαιο για
το Επίπεδο 3!

Εικόνα 136 Διαφάνεια 16 του Σχεδίου Μαθήματος Θερμότητας

Join at curi.live with pin: 058039

Curipod

Ανέβα Επίπεδο! Επίπεδο 4

Γράψε μία καθημερινή κατάσταση όπου συμβαίνει ροή θερμότητας με αγωγή.



Το Curipod AI θα σου πει αν κερδίζεις το τρόπαιο για το Επίπεδο 4!

Συμπεριλάβετε:

- ζεστό σώμα
- ψυχρό σώμα, "άμεση επαφή", "κατεύθυνση ροής"

Εικόνα 137 Διαφάνεια 17 του Σχεδίου Μαθήματος Θερμότητας

Join at curi.live with pin: 058039

Curipod

Πόσα κύπελλα συγκέντρωσες;



3

★ 4 ★

0 ή 1

2

Εικόνα 138 Διαφάνεια 18 του Σχεδίου Μαθήματος Θερμότητας

Join at curi.live with pin: 058039

Curipod

Δελτίο εξόδου:

Δείτε τι γνωρίζετε

Εικόνα 139 Διαφάνεια 19 του Σχεδίου Μαθήματος Θερμότητας

Join at curi.live with pin: 058039

Curipod

Δύο ίσες μεταλλικές μπάρες, **100 °C** και **20 °C**, έρχονται σε επαφή σε απομόνωση. Ποια ποσότητα ρέει, προς ποια κατεύθυνση, και πότε σταματά; Εξήγησε με τον τύπο $Q = mc\Delta T$.

Θα λάβεις ανατροφοδότηση από AI! Μπορείς να πετύχεις και τα τρία ;

-  Ισχυρισμός απαντά με ακρίβεια σε όλα τα μέρη της ερώτησης
-  **Απόδειξη** χρησιμοποιεί τουλάχιστον 1 συγκεκριμένη λεπτομέρεια για να στηρίζει τον ισχυρισμό
-  **Συλλογισμός** χρησιμοποιεί βασικούς όρους για να εξηγήσει γιατί η απόδειξη

Εικόνα 140 Διαφάνεια 20 του Σχεδίου Μαθήματος Θερμότητας

Συμπεράσματα: Ως προς την επιστημονική ορθότητα, το παραγόμενο υλικό κρίνεται σε γενικές γραμμές έγκυρο και ευθυγραμμισμένο με τις βασικές έννοιες της ενότητας 6 του σχολικού βιβλίου (ΥΠΑΙΘ, n.d., σ. 117-124). Ωστόσο, εντοπίζονται αδυναμίες που

σχετίζονται κυρίως με τη διατύπωση ορισμένων ορισμών, οι οποίοι θα μπορούσαν να διατυπωθούν με μεγαλύτερη ακρίβεια, όπως ο ορισμός του θερμόμετρου ως το όργανο που “συγκρίνει” θερμοκρασίες (βλέπε Εικόνα 124). Παράλληλα, ορισμένα στοιχεία δεν ανταποκρίνονται πλήρως στο περιεχόμενο του σχολικού βιβλίου, όπως στην περίπτωση των τύπων μετατροπής μονάδων θερμοκρασίας, όπου παρατηρούνται αποκλίσεις (βλέπε Εικόνα 126). Επιπλέον, η χρήση διαγραμμάτων Venn (βλέπε Εικόνα 125) κρίνεται παιδαγωγικά ακατάλληλη για το επίπεδο των μαθητών της Β΄ Γυμνασίου, καθώς δεν έχουν διδαχτεί ακόμα, γεγονός που ενδέχεται να δημιουργήσει σύγχυση.

Όσον αφορά τους μαθησιακούς στόχους, διαπιστώνεται ότι το παραγόμενο υλικό ανταποκρίνεται ικανοποιητικά στις απαιτήσεις που τέθηκαν στο prompt. Οι στόχοι που τέθηκαν είναι αυτοί που αναγράφονται στο βιβλίο του καθηγητή που διανέμεται και είναι οι εξής: α) ο ορισμός της θερμοκρασία ως φυσικό μέγεθος που προσδιορίζεται αντικειμενικά με χρήση θερμομέτρων, β) η περιγραφή θερμοκρασίας με τις κλίμακες Κελσίου, Φαρενάιτ και Κέλβιν, γ) ο προσδιορισμός της θερμότητας ως μορφή μεταφερόμενης ενέργειας, λόγω διαφοράς θερμοκρασίας μεταξύ δύο σωμάτων, και δ) ο υπολογισμός της θερμότητας που μεταφέρεται μεταξύ δύο σωμάτων διαφορετικής θερμοκρασίας (ΥΠΕΘ, 2012). Συγκεκριμένα, περιλαμβάνονται κατάλληλα παραδείγματα και ασκήσεις που υποστηρίζουν την κατανόηση των παραπάνω εννοιών και ενισχύουν τη σύνδεσή τους με την καθημερινή εμπειρία των μαθητών.

Από δομική άποψη, η παρουσίαση περιέχει διακριτά στάδια εισαγωγής εννοιών, αξιοποίησης παραδειγμάτων και αξιολόγησης μέσω δραστηριοτήτων. Η συνολική διάρθρωση διευκολύνει την παρακολούθηση της διδασκαλίας και υποστηρίζει τη σταδιακή κατανόηση του περιεχομένου. Ωστόσο, εντοπίζονται ορισμένες διαφάνειες που δεν εξυπηρετούν σαφή διδακτικό σκοπό και θα μπορούσαν να αφαιρεθούν (βλέπε Εικόνα 123, Εικόνα 133 και Εικόνα 139), καθώς και περιπτώσεις όπου το περιεχόμενο των διαφανειών δεν είναι πλήρως συμβατό με το οπτικό υλικό που το συνοδεύουν (βλέπε Εικόνα 121), γεγονός που επηρεάζει τη σαφήνεια της παρουσίασης και απαιτεί περαιτέρω επεξεργασία από την πλευρά του εκπαιδευτικού.

Βήμα 2: Στη φάση αυτή παρέχονται ενδεικτικές απαντήσεις στα ερωτήματα που απευθύνονται προς τους μαθητές, με στόχο τον έλεγχο της ακρίβειας και της

καταλληλότητας της ανατροφοδότησης που παράγεται. Για τον σκοπό αυτό, συμπεριλαμβάνονται τόσο ορθές όσο και εσφαλμένες απαντήσεις, προκειμένου να αξιολογηθεί ο βαθμός στον οποίο το σύστημα είναι σε θέση να εντοπίζει τα λάθη και να παρέχει ουσιαστική καθοδήγηση.

Αποτελέσματα:

Ερώτημα Διαφάνειας 1: Στην καφετέρια ακουμπάς ένα μεταλλικό κουτάλι και ένα ξύλινο καλαμάκι που ήταν δίπλα στην κούπα. Το κουτάλι μοιάζει παγωμένο, ενώ το καλαμάκι έχει θερμοκρασία δωματίου. Γιατί; Τι συμβαίνει μέσα στα δύο υλικά;

Test the feedback

Type a Student Answer

Το μεταλλικό κουτάλι είναι πιο κρύο από το ξύλινο καλαμάκι, γιατί το μέταλλο έχει χαμηλότερη θερμοκρασία από το ξύλο.

117

Test the feedback

Result

Ενδιαφέρουσα ιδέα! 🧐

Έχεις σωστή σκέψη ότι το κουτάλι είναι πιο κρύο από το καλαμάκι. ✅ Αλλά το μέταλλο δεν έχει «χαμηλότερη θερμοκρασία» από το ξύλο πάντα. Το μέταλλο οδηγεί θερμότητα πιο γρήγορα, γι' αυτό φαίνεται πιο κρύο όταν το αγγίζεις. 🔥 ❄️

Σκέψου το σαν δύο ποτήρια: ένα μεταλλικό και ένα πλαστικό. Το μεταλλικό χάνει ή παίρνει θερμότητα πιο γρήγορα. ❓ Ποιο θα γίνει πιο ζεστό αν τα βάλεις στο χέρι σου;

Σήμερα, θα δούμε πώς η αγωγιμότητα και η μεταφορά θερμότητας εξηγούν γιατί τα υλικά αισθάνονται διαφορετικά, και πώς μετράμε τη θερμοκρασία για να υπολογίσουμε τη θερμότητα που ανταλλάσσουν.

Εικόνα 141 Αξιολόγηση Απάντησης Ερωτήματος Διαφάνειας 1

Ερώτημα Διαφάνειας 14: Να ένα παράδειγμα: 310 Κ. Σε ποια κατηγορία ανήκει;
1) Μέτρηση θερμοκρασίας 2) Ποσότητα θερμότητας

Test the feedback

Type a Student Answer

Ανήκει στη μέτρηση θερμοκρασίας

31

Test the feedback

Result

🏆 Κέρδισες το τρόπαιο! Μπράβο, συνέχισε δυνατά!

★ Glow: Διέκρινες σωστά τη θερμοκρασία ως μέγεθος μέτρησης. Δείχνει κατανόηση μονάδων.

💡 Get EVEN better: Πρόσθεσε μονάδα και ορισμό θερμοκρασίας.

Εικόνα 142 Αξιολόγηση Απάντησης Ερωτήματος Διαφάνειας 14

Ερώτημα Διαφάνειας 15: Μετατρέψτε 68°F σε $^{\circ}\text{C}$ χρησιμοποιώντας τον τύπο $T^{\circ}\text{C}=95(T^{\circ}\text{F}-32)$.

Test the feedback

Type a Student Answer

$T = (5/9) * (68 - 32) = (5/9) * 36 = 20 \text{ }^{\circ}\text{C}$

34

Test the feedback

Result

🏆 Κέρδισες το τρόπαιο! Μπράβο, συνέχισε δυνατά!

★ Glow: Έδειξες σωστή εφαρμογή του τύπου και έκανες ακριβείς πράξεις.

💡 Get EVEN better: Εξήγησε γιατί αφαιρούμε 32 πριν τον πολλαπλασιασμό.

Εικόνα 143 Αξιολόγηση Απάντησης Ερωτήματος Διαφάνειας 15

Ερώτημα Διαφάνειας 16: Ένα μεταλλικό κουτάλι μάζας 20 g έχει θερμοκρασία 90°C . Το ρίχνουμε σε 100 g νερό θερμοκρασίας 25°C . Η ειδική θερμότητα νερού είναι $4,18 \text{ J/g}^{\circ}\text{C}$ και του μετάλλου $0,45 \text{ J/g}^{\circ}\text{C}$. Αγνόησε απώλειες θερμότητας. Υπολόγισε την κοινή τελική θερμοκρασία.

Test the feedback

Type a Student Answer

$$20 \cdot 0,45 \cdot (90 - T) = 100 \cdot 4,18 \cdot (T - 25)$$

$$9 \cdot (90 - T) = 418 \cdot (T - 25)$$

$$9 \cdot (90 - T) = 418 \cdot (T - 25)$$

$$810 - 9 \cdot T = 418 \cdot T - 10450$$

$$409 \cdot T = 9640$$

$$T = 23,57 \text{ } ^\circ\text{C}$$

114

Test the feedback

Result

Δυστυχώς δεν πέρασες το επίπεδο. Καλή προσπάθεια—συνέχισε!

★ Glow: Έθεσες σωστά την εξίσωση και χρησιμοποίησες σωστές τιμές.

💡 Next time try: Διόρθωσε την άλγεβρα: $810 - 9T = 418T - 10450 \Rightarrow 11260 = 427T \Rightarrow T = 26,4^\circ\text{C}$. Έλεγξε λογικότητα: η τελική θερμοκρασία πρέπει να είναι λίγο πάνω από 25°C .

Εικόνα 144 Αξιολόγηση Απάντησης Ερωτήματος Διαφάνειας 16

Ερώτημα Διαφάνειας 17: Γράψε μία καθημερινή κατάσταση όπου συμβαίνει ροή θερμότητας με αγωγή.

Test the feedback

Type a Student Answer

Ένα παράδειγμα είναι ένα μεταλλικό κουτάλι σε ζεστό τσάι. Η θερμότητα μεταφέρεται από το ζεστό ρόφημα στο κρύο κουτάλι.

119

Test the feedback

Result

👏 Κέρδισες το τρόπαιο για το Επίπεδο 4! Μπράβο, συνεχίζεις δυνατά!

★ Glow: Ανέφερες άμεση επαφή και καθαρή κατεύθυνση ροής· δείχνει κατανόηση.

💡 Get EVEN better: Πρόσθεσε θερμότερα/ψυχρότερα σημεία στο κουτάλι καθώς ζεσταίνεται.

Εικόνα 145 Αξιολόγηση Απάντησης Ερωτήματος Διαφάνειας 17

Test the feedback

Type a Student Answer

Εφόσον οι μεταλλικές μπάρες είναι από ίδιο υλικό και με ίδια μάζα, η θερμοκρασία είναι ο μέσος όρος, δηλαδή $(100 + 20)/2 = 60$ οC. Ρέει από τη μπάρα με την υψηλότερη θερμοκρασία προς τη μπάρα με τη χαμηλότερη θερμοκρασία και σταματά όταν $\Delta T = 0$.

241/1000

Test the feedback

Result

Here's what you did well ☒ και τι να βελτιώσεις ☒:

Claim: ☒

Evidence: ☒

Reasoning: ☒

Let's Revise:

Ονόμασε ρητά την ποσότητα: "η θερμότητα ρέει από το θερμό προς το ψυχρό" και σύνδεσέ το με τον τύπο $Q = mc\Delta T$ για να εξηγήσεις πότε σταματά. Χρησιμοποίησε το πλαίσιο: "Η θερμότητα ρέει από 100°C σε 20°C. Σταματά όταν οι τελικές θερμοκρασίες γίνουν ίδιες, γιατί τα Q είναι ίσα και αντίθετα: $m \cdot c \cdot (T_{\text{θερμού}} - T_f) = m \cdot c \cdot (T_f - T_{\text{ψυχρού}})$."

Εικόνα 146 Αξιολόγηση Απάντησης Ερωτήματος Διαφάνειας 20

Συμπεράσματα: Οι απαντήσεις που παρέχονται κρίνονται επιστημονικά επαρκείς, καθώς αποδίδουν με ακρίβεια το περιεχόμενο των εννοιών για το επίπεδο στο οποίο απευθύνονται. Η ανατροφοδότηση που δίνεται τόσο στις λανθασμένες όσο και στις σωστές απαντήσεις συμβάλλει ουσιαστικά στην κατανόηση, προσφέροντας επεξηγήσεις που καθοδηγούν τον μαθητή προς τη σωστή ερμηνεία των φαινομένων.

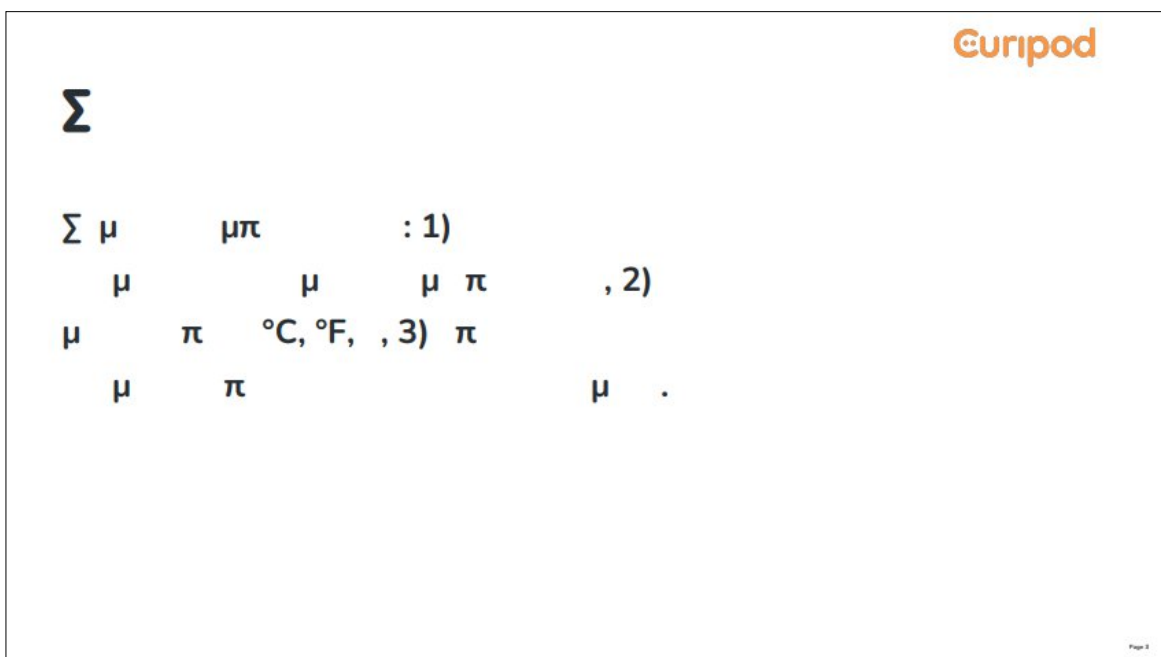
Οι μαθησιακοί στόχοι φαίνεται να εκπληρώνονται σε ικανοποιητικό βαθμό, καθώς τα ζητούμενα των ασκήσεων είναι άμεσα ευθυγραμμισμένα με αυτούς. Οι δραστηριότητες έχουν σχεδιαστεί με τρόπο που να υποστηρίζουν την επίτευξη των επιδιωκόμενων αποτελεσμάτων, επιτρέποντας στους μαθητές να εξασκηθούν ουσιαστικά στις έννοιες που τίθενται ως στόχοι.

Ως προς τη δομή και τη σαφήνεια, οι απαντήσεις που παρέχονται είναι κατανοητές, διευκολύνοντας την εμπέδωση του περιεχομένου. Ωστόσο, παρατηρείται σε αρκετές περιπτώσεις ανάμεικτη χρήση της ελληνικής και της αγγλικής γλώσσας (βλέπε Εικόνα 144

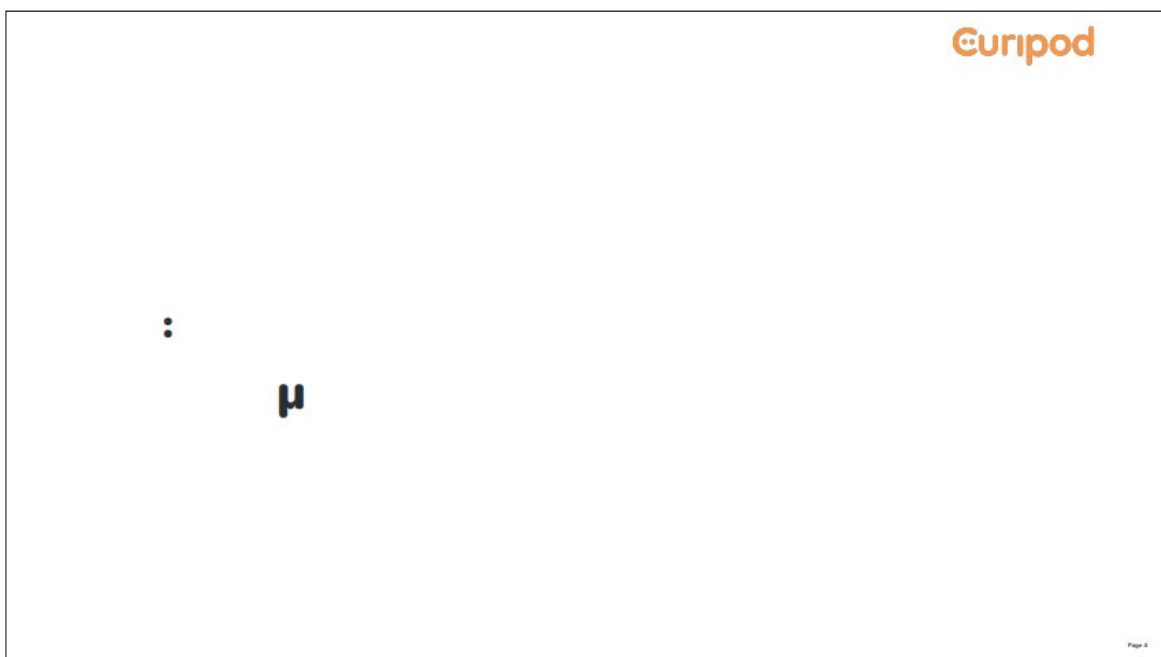
Βήμα 3: Τέλος, ζητείται η εξαγωγή της παραγόμενης παρουσίασης σε μορφή αρχείου PDF, προκειμένου να καταστεί δυνατή η αξιοποίησή της και εκτός της πλατφόρμας, είτε για μαθητές που δεν έχουν πρόσβαση σε διαδικτυακά εργαλεία είτε για χρήση σε σχολική αίθουσα.

A composite image featuring a man with a hand on his forehead, a cat with a magnifying glass, and a grid of Greek letters. The man, on the right, has a hand covering his eyes, with the word "Curipod" in orange text above it. On the left, a cat wearing a brown cap and a red collar with a gold bell holds a magnifying glass over the text "Curipod AI". The background is a grid of Greek letters: Row 1: π, Σ, μπ, μ; Row 2: π, π., μ, π, μ, ,; Row 3: μ, μ, μ, .; Row 4: ;; Row 5: μ, μ, ;.

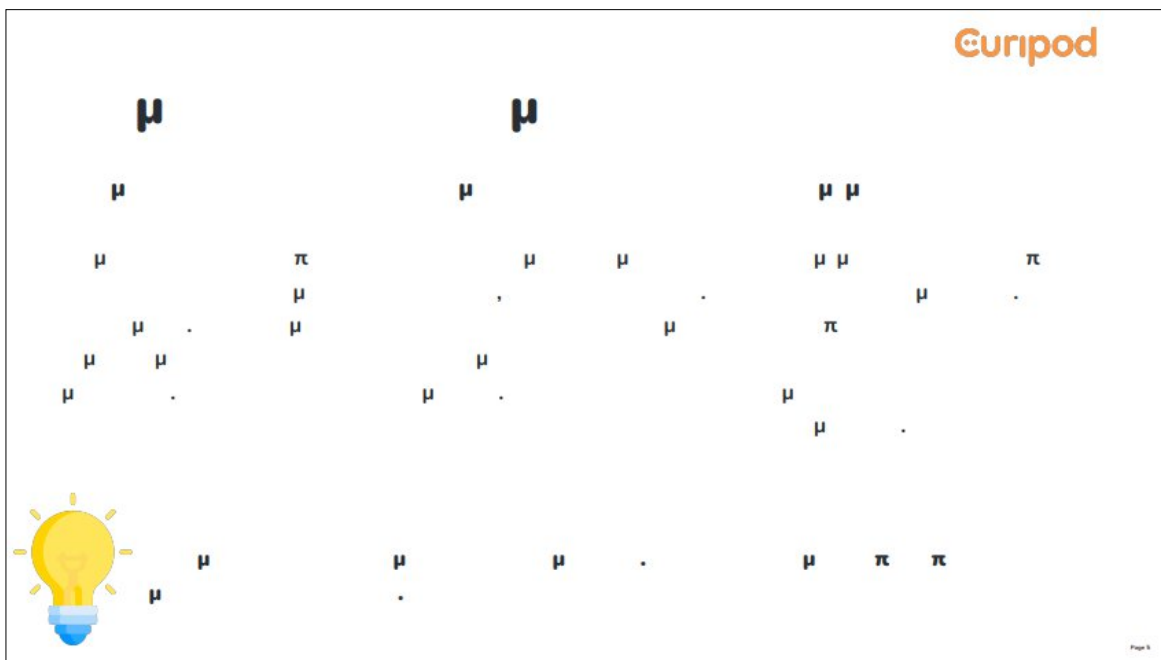
Διπλωματική Εργασία



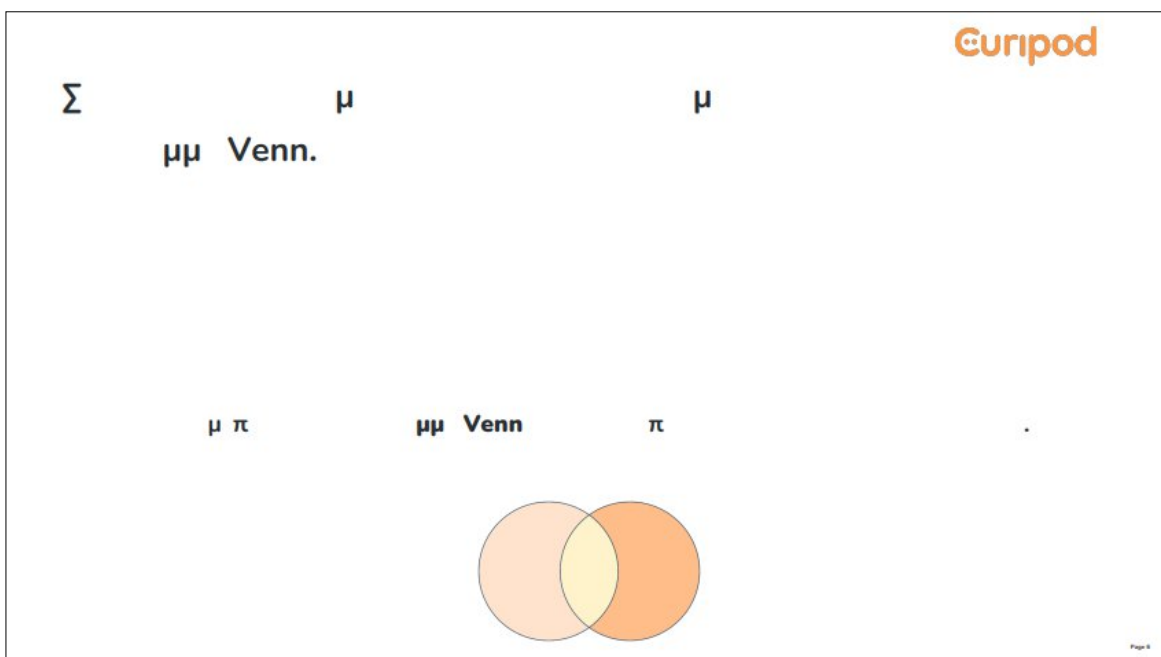
Εικόνα 148 Σελίδα 2 Αρχείου PDF του Σχεδίου Μαθήματος Θερμότητας



Εικόνα 149 Σελίδα 3 Αρχείου PDF του Σχεδίου Μαθήματος Θερμότητας



Εικόνα 150 Σελίδα 4 Αρχείου PDF του Σχεδίου Μαθήματος Θερμότητας



Εικόνα 151 Σελίδα 5 Αρχείου PDF του Σχεδίου Μαθήματος Θερμότητας

Curipod

°C °F

μ π μ π μ

$$T_F = \frac{9}{5}T_C + 32$$

$$T_F = 68$$

$$T_C = \frac{5}{9}(T_F - 32)$$

°C

μ π μ

$$T_C = 20$$

μ π μ

$$T_K = T_C + 273,15$$

$$T_K = 298,15$$

π μ π μ μ . μ . μ π

Page 7

Εικόνα 152 Σελίδα 6 Αρχείου PDF του Σχεδίου Μαθήματος Θερμότητας

Curipod

π π ;

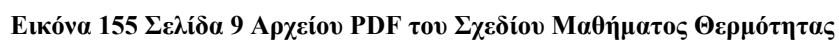
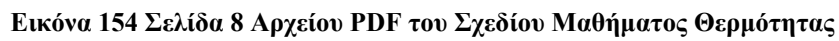
μ μ π 77°F °C. π 77

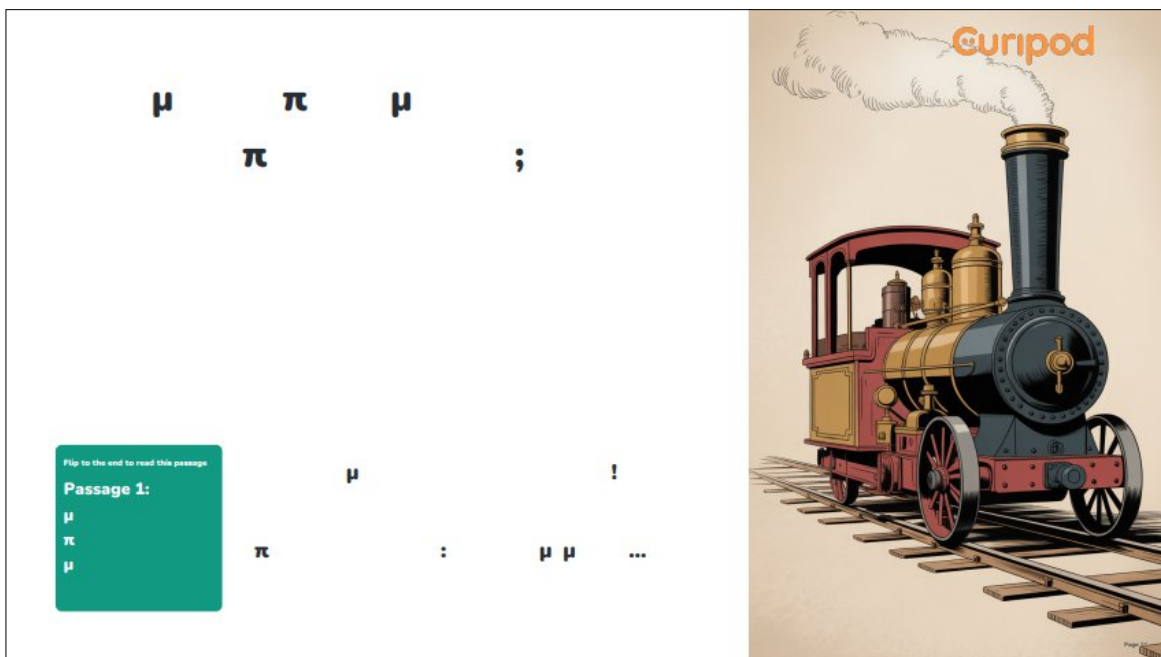
μ 5/9 42,8 °C.

μ !

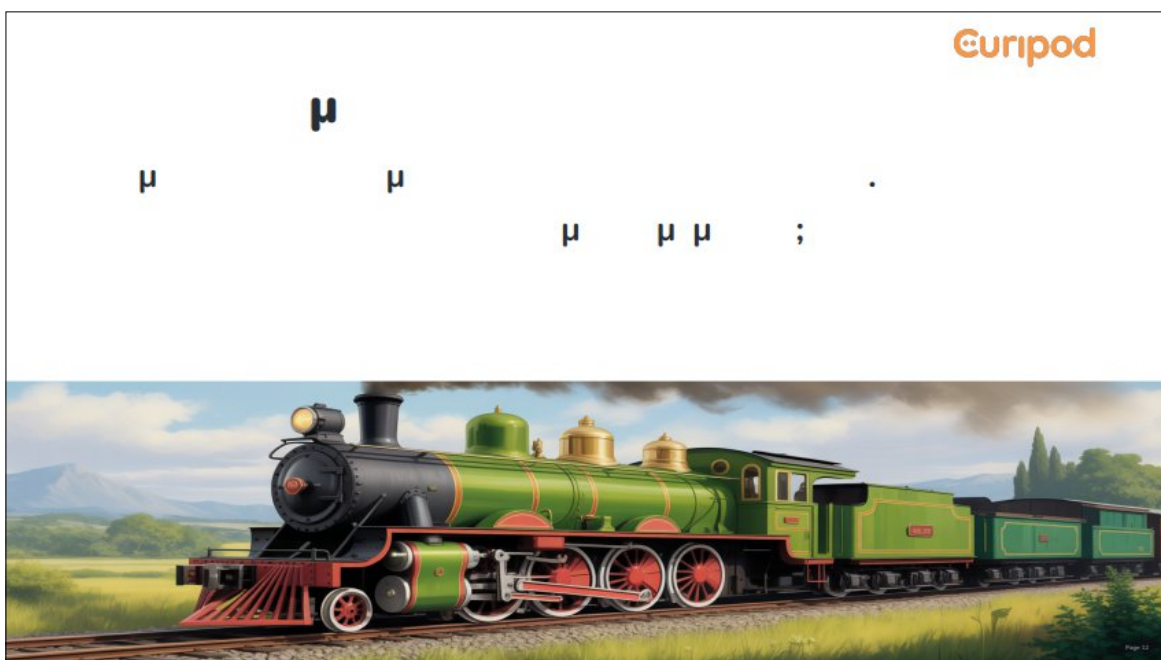
Page 8

Εικόνα 153 Σελίδα 7 Αρχείου PDF του Σχεδίου Μαθήματος Θερμότητας

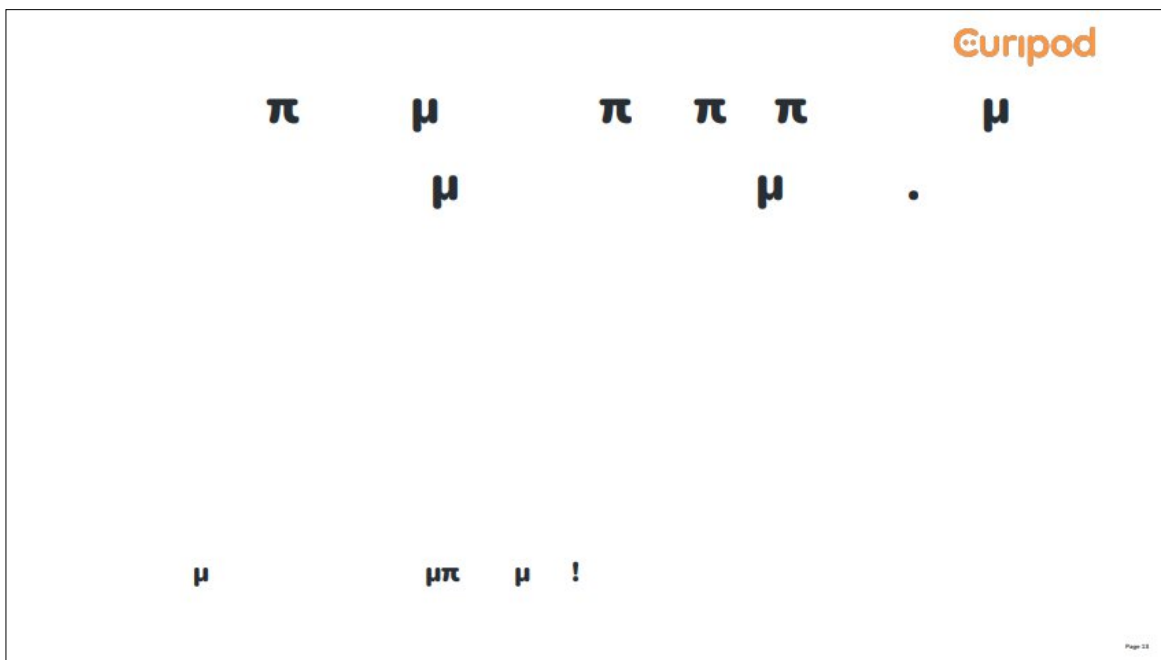




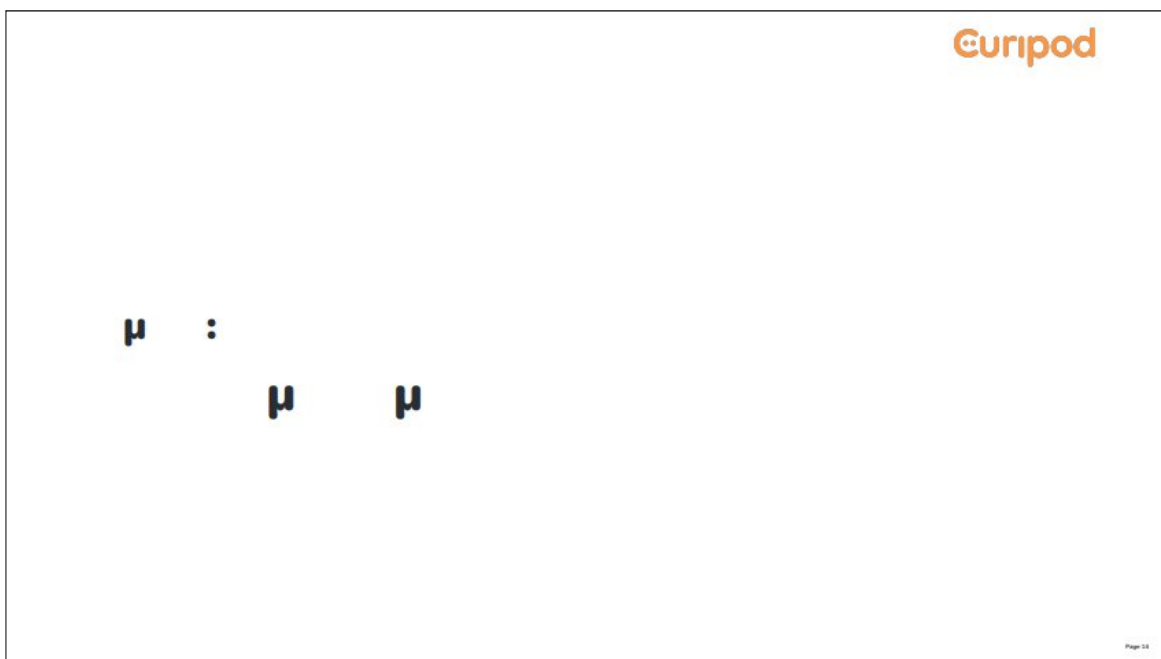
Εικόνα 156 Σελίδα 10 Αρχείου PDF του Σχεδίου Μαθήματος Θερμότητας



Εικόνα 157 Σελίδα 11 Αρχείου PDF του Σχεδίου Μαθήματος Θερμότητας



Εικόνα 158 Σελίδα 12 Αρχείου PDF του Σχεδίου Μαθήματος Θερμότητας



Εικόνα 159 Σελίδα 13 Αρχείου PDF του Σχεδίου Μαθήματος Θερμότητας

Σ

π π ! π π 1

π μ : 310 Κ. Σ π ; 1)

μ 2) μ

Curipod



Curipod AI π

π π 1!

π

4;

Page 18

Εικόνα 160 Σελίδα 14 Αρχείου PDF του Σχεδίου Μαθήματος Θερμότητας

π π ! π π 2

68°F °C μ π π

$T_{\circ C} = \frac{5}{9}(T_{\circ F} - 32)$

Curipod



Curipod AI π

π π 2!

Page 18

Εικόνα 161 Σελίδα 15 Αρχείου PDF του Σχεδίου Μαθήματος Θερμότητας

Curipod

π π ! π π 3

μ 90°C. μ 100 g μ 20 g μ 25°C. μ 4,18 J/g°C μ 0,45 J/g°C. μ . μ .


Curipod AI π
 π π 3!

Page 17

Εικόνα 162 Σελίδα 16 Αρχείου PDF του Σχεδίου Μαθήματος Θερμότητας

Curipod

π π ! π π 4

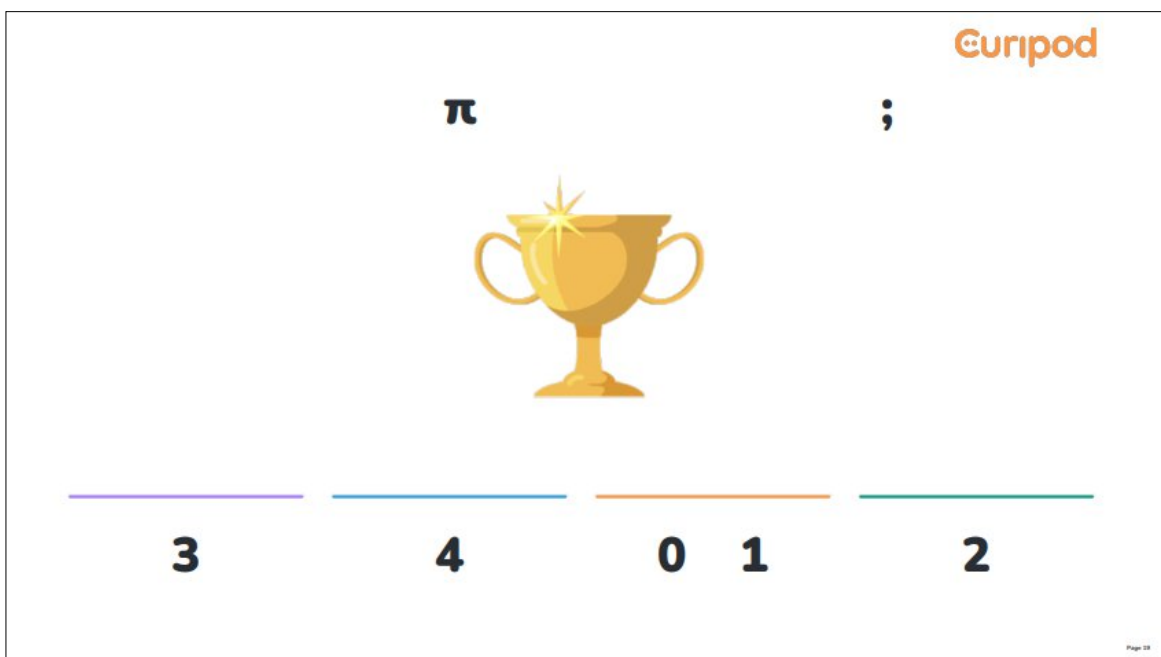
μ μ μ μ . μ μ .


Curipod AI π
 π π 4!

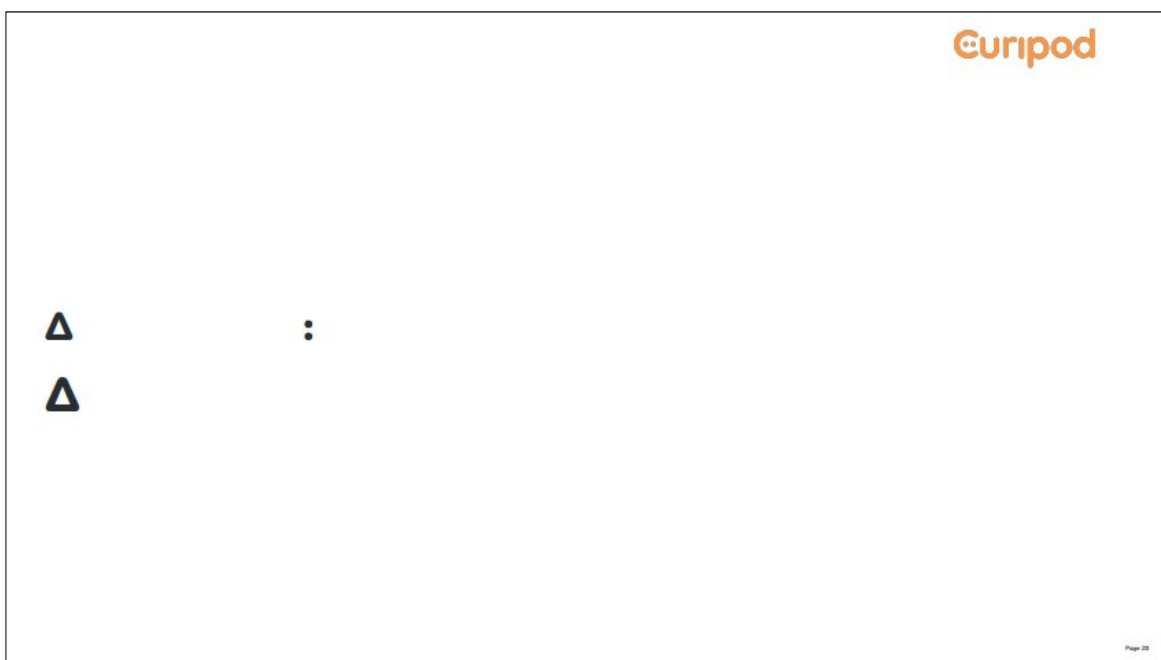
Σ μπ :
 • μ
 • μ " " μ π " "

Page 18

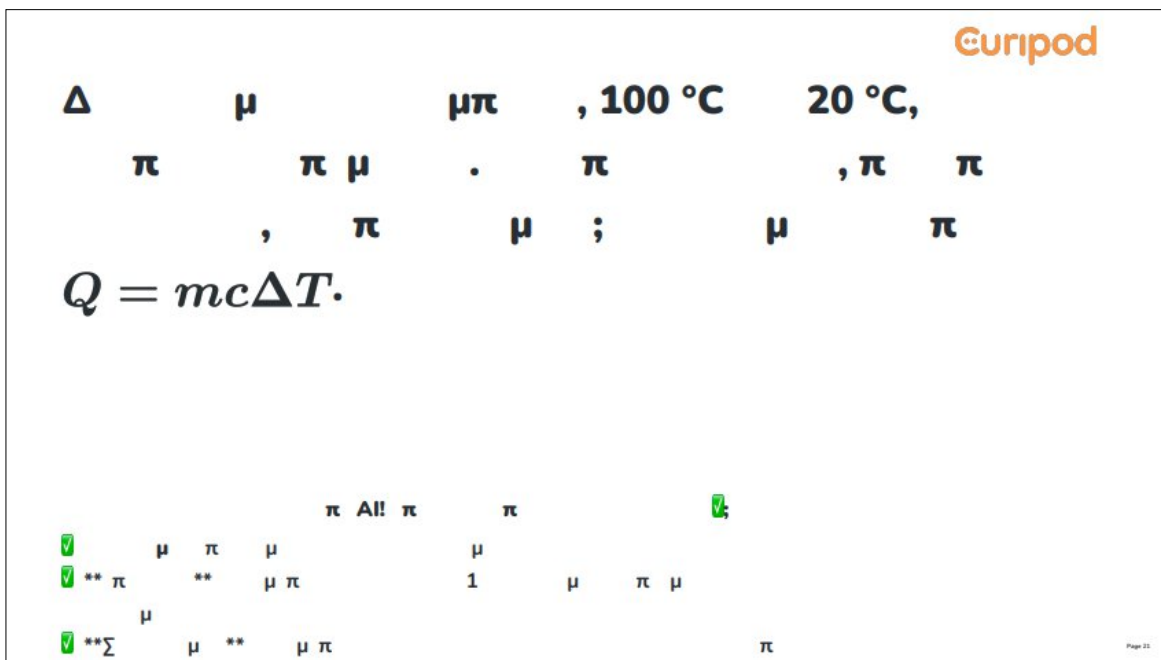
Εικόνα 163 Σελίδα 17 Αρχείου PDF του Σχεδίου Μαθήματος Θερμότητας



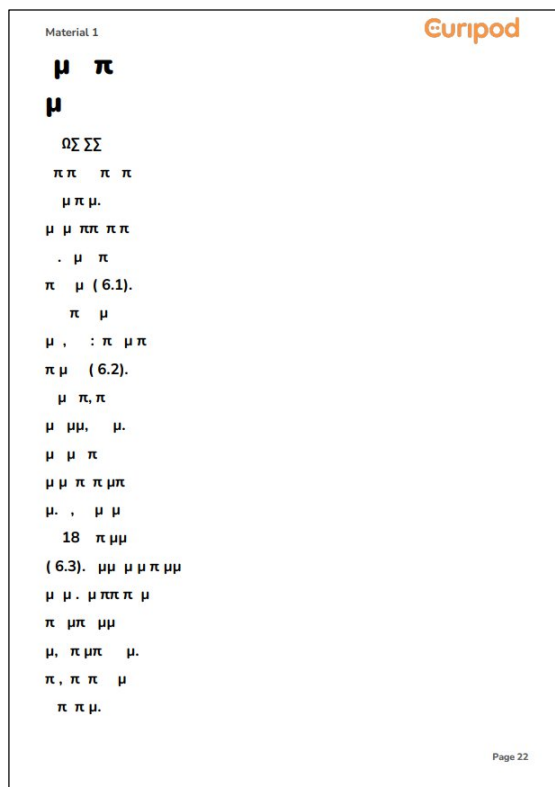
Εικόνα 164 Σελίδα 18 Αρχείου PDF του Σχεδίου Μαθήματος Θερμότητας



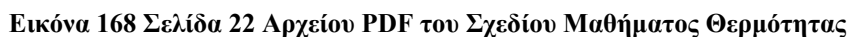
Εικόνα 165 Σελίδα 19 Αρχείου PDF του Σχεδίου Μαθήματος Θερμότητας



Εικόνα 166 Σελίδα 20 Αρχείου PDF του Σχεδίου Μαθήματος Θερμότητας



Εικόνα 167 Σελίδα 21 Αρχείου PDF του Σχεδίου Μαθήματος Θερμότητας



2.5.2 Προτερήματα

Η αξιοποίηση του Curipod συμβάλλει ουσιαστικά στη δημιουργία ενός διαδραστικού και ελκυστικού μαθησιακού περιβάλλοντος, το οποίο ενισχύει την ενεργό συμμετοχή των μαθητών στη μαθησιακή διαδικασία. Μέσα από δραστηριότητες όπως κουίζ, δημοσκοπήσεις και ανοικτές ερωτήσεις, οι μαθητές εμπλέκονται ενεργά, γεγονός που αυξάνει το ενδιαφέρον και τα κίνητρά τους για μάθηση. Επιπλέον, η δυνατότητα

συμμετοχής σε πραγματικό χρόνο διευκολύνει την άμεση αλληλεπίδραση και ενισχύει τη δυναμική της τάξης (Sbardella T., Montanucci G., 2024).

Ένα ακόμη σημαντικό πλεονέκτημα αφορά την υποστήριξη που παρέχει το Curipod στον εκπαιδευτικό κατά τον σχεδιασμό και την οργάνωση της διδασκαλίας. Η πλατφόρμα επιτρέπει τη δημιουργία ολοκληρωμένων μαθημάτων με σαφή δομή και παιδαγωγική συνοχή, μειώνοντας τον χρόνο προετοιμασίας και τον γνωστικό φόρτο των εκπαιδευτικών. Παράλληλα, προσφέρει έτοιμα πρότυπα και προτάσεις δραστηριοτήτων, διευκολύνοντας τον σχεδιασμό μαθημάτων, ιδιαίτερα για λιγότερο έμπειρους εκπαιδευτικούς (Normuminon M., 2025).

Παράλληλα, το Curipod ενισχύει την εξατομίκευση της μάθησης, επιτρέποντας την προσαρμογή του περιεχομένου στις ανάγκες και το επίπεδο των μαθητών. Η παροχή άμεσης και στοχευμένης ανατροφοδότησης συμβάλλει στη βελτίωση της κατανόησης και της μαθησιακής επίδοσης (Sbardella T., Montanucci G., 2024). Η δυνατότητα αυτή συνδέεται με ευρύτερες παιδαγωγικές πρακτικές που προάγουν την προσαρμοστική μάθηση και την ανάπτυξη μαθησιακών στρατηγικών (Yalcinalp S. και συν., 2024).

Επιπλέον, η χρήση του Curipod προάγει τη συνεργατική μάθηση και την ανάπτυξη κοινωνικών δεξιοτήτων. Οι μαθητές συμμετέχουν σε ομαδικές δραστηριότητες, ανταλλάσσουν ιδέες και συνεργάζονται για την επίλυση προβλημάτων, γεγονός που ενισχύει την επικοινωνία και την υπευθυνότητα. Η συνεργατική αυτή προσέγγιση συμβάλλει στη βαθύτερη κατανόηση των διδακτικών εννοιών και στη βελτίωση των μαθησιακών αποτελεσμάτων (Nurhalimah, Bakti S., 2025).

Τέλος, το Curipod ενισχύει τη δημιουργικότητα και την καινοτομία στη διδασκαλία, παρέχοντας δυνατότητες παραγωγής και παρουσίασης περιεχομένου τόσο από τους μαθητές όσο και από τους εκπαιδευτικούς (Normuminon M., 2025). Οι μαθητές ενθαρρύνονται να συμμετέχουν ενεργά στη μαθησιακή διαδικασία, αναπτύσσοντας δεξιότητες κριτικής σκέψης και αυτορρύθμισης (Yalcinalp S. και συν., 2024). Παράλληλα, συμβάλλει στη δημιουργία ενός ευέλικτου μαθησιακού περιβάλλοντος που ανταποκρίνεται στις σύγχρονες εκπαιδευτικές ανάγκες (Normuminon M., 2025).

2.5.3 Μειονεκτήματα

Παρά τα σημαντικά πλεονεκτήματα, η χρήση του Curipod παρουσιάζει και ορισμένους περιορισμούς. Ένα βασικό ζήτημα είναι η πιθανή υπερεξάρτηση από τα έτοιμα πρότυπα και τις δραστηριότητες που παρέχει η πλατφόρμα, γεγονός που μπορεί να περιορίσει την παιδαγωγική αυτονομία και τη δημιουργικότητα του εκπαιδευτικού. Η μη κριτική χρήση των έτοιμων δομών ενδέχεται να οδηγήσει σε επιφανειακό σχεδιασμό μαθημάτων (Normuminov M., 2025).

Επιπλέον, το περιεχόμενο που παράγεται μέσω της πλατφόρμας δεν είναι πάντα πλήρως προσαρμοσμένο στο εκάστοτε εκπαιδευτικό πλαίσιο. Σε ορισμένες περιπτώσεις, μπορεί να είναι γενικό ή να μην ανταποκρίνεται στο επίπεδο και τις ανάγκες των μαθητών, γεγονός που καθιστά απαραίτητη την παρέμβαση του εκπαιδευτικού (Normuminov M., 2025). Η ανάγκη αυτή συνδέεται με τη γενικότερη απαίτηση για κριτική αξιολόγηση των αποτελεσμάτων που παράγονται από συστήματα Τεχνητής Νοημοσύνης (Yalcinalp S. και συν., 2024).

Ένα ακόμη σημαντικό μειονέκτημα αφορά την εξάρτηση από την τεχνολογική υποδομή. Η χρήση του Curipod προϋποθέτει πρόσβαση σε σταθερή σύνδεση στο διαδίκτυο και κατάλληλες ψηφιακές συσκευές, γεγονός που μπορεί να δημιουργήσει δυσκολίες σε περιβάλλοντα με περιορισμένους πόρους. Επιπλέον, τεχνικά προβλήματα μπορεί να επηρεάσουν την ομαλή διεξαγωγή της διδασκαλίας (Nurhalimah, Bakti S., 2025).

Παράλληλα, η αποτελεσματική αξιοποίηση της πλατφόρμας απαιτεί την κατάλληλη επιμόρφωση των εκπαιδευτικών. Η έλλειψη εξοικείωσης με το εργαλείο μπορεί να περιορίσει τη διδακτική του αξιοποίηση και να μειώσει την αποτελεσματικότητά του. Επιπλέον, οι μαθητές ενδέχεται να αντιμετωπίσουν αρχικές δυσκολίες προσαρμογής σε διαδραστικά και συνεργατικά περιβάλλοντα μάθησης (Nurhalimah, Bakti S., 2025).

Τέλος, παρά τις δυνατότητές του, το Curipod δεν μπορεί να αντικαταστήσει τον ρόλο του εκπαιδευτικού, ιδιαίτερα σε ζητήματα καθοδήγησης, παιδαγωγικής υποστήριξης και ανάπτυξης βαθύτερης κατανόησης (Normuminov M., 2025). Η υπερβολική εξάρτηση από το εργαλείο ενδέχεται να επηρεάσει αρνητικά την ανάπτυξη της κριτικής σκέψης και της αυτονομίας των μαθητών, εάν δεν χρησιμοποιείται με παιδαγωγικά τεκμηριωμένο τρόπο (Yalcinalp S. και συν., 2024).

2.5.4 Κόστος και Προσβασιμότητα

Το Curipod αξιοποιεί δυνατότητες Γενετικής Τεχνητής Νοημοσύνης για τη δημιουργία διαδραστικών μαθημάτων, προσφέροντας τόσο δωρεάν όσο και συνδρομητικές επιλογές χρήσης. Η βασική έκδοση της πλατφόρμας επιτρέπει στους εκπαιδευτικούς να δημιουργούν παρουσιάσεις και δραστηριότητες με ενσωματωμένα διαδραστικά στοιχεία, όπως ερωτήσεις ανοικτού τύπου, δημοσκοπήσεις και οπτικοποιήσεις ιδεών, ενώ παράλληλα παρέχει περιορισμένη πρόσβαση σε εργαλεία για την παραγωγή εκπαιδευτικού περιεχομένου. Οι συνδρομητικές επιλογές επεκτείνουν σημαντικά τις δυνατότητες της πλατφόρμας, προσφέροντας απεριόριστη χρήση λειτουργιών Τεχνητής Νοημοσύνης, αυτοματοποιημένη δημιουργία μαθημάτων, εργαλεία παροχής ανατροφοδότησης, καθώς και δυνατότητες προσαρμογής του περιεχομένου σε συγκεκριμένα εκπαιδευτικά πλαίσια ή πρότυπα. Επιπλέον, παρέχονται εργαλεία παρακολούθησης της συμμετοχής των μαθητών και παραγωγής αναφορών, τα οποία συμβάλλουν στην αξιολόγηση της μαθησιακής διαδικασίας (Curipod, n.d.). Η δυνατότητα πρόσβασης σε βασικές λειτουργίες χωρίς οικονομικό κόστος καθιστά το Curipod ένα εύχρηστο εργαλείο για την αρχική ενσωμάτωση εφαρμογών Γενετικής Τεχνητής Νοημοσύνης στην εκπαιδευτική πράξη.

3. Ηθικά Ζητήματα και Ενδεχόμενοι Κίνδυνοι

Η εκτεταμένη διάδοση και ενσωμάτωση εργαλείων και εφαρμογών Τεχνητής Νοημοσύνης στην εκπαιδευτική διαδικασία συνοδεύεται από νέες προκλήσεις, διότι η ανεξέλεγκτη ή υπερβολική εξάρτηση από τα εν λόγω εργαλεία μπορεί να υπονομεύσει βασικούς παιδαγωγικούς στόχους της εκπαίδευσης, όπως η ανάπτυξη της κριτικής σκέψης, της δημιουργικότητας, της ικανότητας επίλυσης προβλημάτων και της γενικότερης πνευματικής ανάπτυξης των μαθητών (Onyema E. και συν., 2024), καθιστώντας αναγκαίο τον επαναπροσδιορισμό του ρόλου του εκπαιδευτικού. Πλέον δεν λειτουργεί αποκλειστικά ως απλός μεταδότης γνώσεων, αλλά αναλαμβάνει, μεταξύ άλλων, τον ρόλο του σχεδιαστή και καθοδηγητή της εκπαιδευτικής διαδικασίας, καθώς και του υπεύθυνου της δεοντολογικής χρήσης της Τεχνητής Νοημοσύνης στο μαθησιακό περιβάλλον (Milakis E. και συν., 2025). Εύλογη κρίνεται η συστηματική επιμόρφωση των εκπαιδευτικών, προκειμένου να ανταποκριθούν στις καινούργιες αρμοδιότητές τους και να διαχειριστούν αποτελεσματικά τους συναφείς κινδύνους που επιφέρει αυτή η σύγχρονη τεχνολογία. Ιδιαίτερη έμφαση θα πρέπει να δοθεί στην εκπαίδευσή τους ως προς τον εντοπισμό της χρήσης Τεχνητής Νοημοσύνης στις μαθησιακές εργασίες και ταυτόχρονα στην παιδαγωγική καθοδήγηση των μαθητών ως προς την αξιοποίηση έγκυρων πηγών πληροφόρησης ώστε να επαληθεύουν και να αξιολογούν την ακρίβεια των πληροφοριών που λαμβάνονται από πλατφόρμες όπως το ChatGPT (Lo C. K., 2023).

Μείζονα ηθική πρόκληση αποτελεί η προστασία των προσωπικών δεδομένων και η διαχείριση των στοιχείων των μαθητών κατά την ενσωμάτωση εργαλείων Τεχνητής Νοημοσύνης στην εκπαιδευτική διαδικασία. Σύμφωνα με τον Γενικό Κανονισμό για την Προστασία Δεδομένων, η προστασία των φυσικών προσώπων έναντι της επεξεργασίας των δεδομένων τους είναι θεμελιώδες δικαίωμα, με τα παιδιά να χρήζουν ειδικής προστασίας καθώς ενδέχεται να έχουν μικρότερη επίγνωση των κινδύνων και των δικαιωμάτων τους (European Union, 2016). Η χρήση εργαλείων παραγωγικής Τεχνητής Νοημοσύνης στην εκπαίδευση θεωρείται υψηλού κινδύνου, καθώς η αλληλεπίδραση των μαθητών με αυτά συχνά απαιτεί την κοινοποίηση ευαίσθητων πληροφοριών που αποθηκεύονται και ενδεχομένως χρησιμοποιούνται για την περαιτέρω εκπαίδευση των μοντέλων (Hasan M., 2026). Ένας από τους πιο κρίσιμους κινδύνους είναι η «ακούσια απομνημόνευση» (unintended memorization), όπου τα μοντέλα Τεχνητής Νοημοσύνης αποθηκεύουν

συγκεκριμένα δεδομένα όσο εκπαιδεύονται και μπορεί να τα αποκαλύψουν σε μελλοντικές αποκρίσεις (Feretzakis G. και συν., 2024). Επιπλέον, πολλές εκπαιδευτικές εφαρμογές Τεχνητής Νοημοσύνης παρουσιάζουν έλλειψη διαφάνειας, καθώς συχνά δεν αποκαλύπτουν τις πηγές των δεδομένων τους ή τις διαδικασίες εκπαίδευσης, καθιστώντας δύσκολο τον έλεγχο για το αν συμμορφώνονται με κανονισμούς όπως ο FERPA ή ο GDPR (Hasan M., 2026). Η ανάγκη για προστασία δεδομένων είναι επιτακτική, ώστε να διασφαλίζεται ότι η συλλογή δεδομένων περιορίζεται στο ελάχιστο απαραίτητο. Συνεπώς, ενδείκνυται τα επιστημονικά ιδρύματα να διεξάγουν συνεχή αξιολόγηση σε συνεργασία με το διοικητικό προσωπικό και τους μαθητές και να συλλέγουν δεδομένα για περιστατικά παραβίασης της ιδιωτικότητας με σκοπό τη σταδιακή βελτίωση και τη διαμόρφωση των συστημάτων συνομιλιακής Τεχνητής Νοημοσύνης και τις παιδαγωγικές κατευθυντήριες γραμμές που τα συνοδεύουν (Vallejo Blanxart A., Nicolas Sans R., 2025).

Παράλληλα με την προστασία των δεδομένων, αναδεικνύεται η ανάγκη ο εκπαιδευτικός να λειτουργεί ως κριτικός αξιολογητής και τελικός ελεγκτής του υλικού που παράγεται από την Τεχνητή Νοημοσύνη πριν από οποιαδήποτε διδακτική χρήση. Η παραγωγική Τεχνητή Νοημοσύνη, παρά τις εντυπωσιακές δυνατότητές της, δεν μπορεί να θεωρηθεί απόλυτα αξιόπιστη, καθώς στερείται πραγματικής κατανόησης του κόσμου και συχνά παράγει ψευδείς ή ανακριβείς πληροφορίες γνωστές και ως «παραισθήσεις» (UNESCO, 2023). Η εκπαιδευτική κοινότητα διατηρεί σημαντικές επιφυλάξεις για την εγκυρότητα και την αυθεντικότητα των αποτελεσμάτων, υπογραμμίζοντας ότι η τυφλή εμπιστοσύνη στα εργαλεία αυτά μπορεί να οδηγήσει στη διάδοση παραπληροφόρησης και προκαταλήψεων που ενυπάρχουν στα δεδομένα εκπαίδευσης (Gustilo L. και συν., 2024). Εκπαιδευτικές πλατφόρμες Τεχνητής Νοημοσύνης όπως το MagicSchool AI, το Brisk Teaching και το Alayna προτείνουν την υιοθέτηση της προσέγγισης 80-20, όπου η Τεχνητή Νοημοσύνη αναλαμβάνει το 80% της προετοιμασίας, αλλά ο εκπαιδευτικός αφιερώνει το κρίσιμο 20% για την επαλήθευση, τη συμφραζόμενη προσαρμογή και τον έλεγχο της παιδαγωγικής καταλληλότητας του υλικού (Hasan M., 2026). Ο ανθρώπινος παράγοντας πρέπει να παραμένει στο επίκεντρο, ασκώντας τελική κρίση και διασφαλίζοντας ότι η Τεχνητή Νοημοσύνη λειτουργεί ως συνεργάτης και όχι ως υποκατάστατο της κριτικής σκέψης, προκειμένου να προστατευθεί η ακαδημαϊκή ακεραιότητα και η ποιότητα της μάθησης (Gustilo L. και συν., 2024). Ηθικά, ο εκπαιδευτικός φέρει την ευθύνη των αποφάσεων που

βασίζονται στα συστήματα αυτά, ειδικά σε περιπτώσεις αξιολόγησης ή δημιουργίας περιεχομένου που επηρεάζει άμεσα την εξέλιξη των μαθητών (UNESCO, 2023).

Ο επαναπροσδιορισμός του ρόλου του εκπαιδευτικού, ως συνέπεια της ενσωμάτωσης της Τεχνητής Νοημοσύνης στη διδακτική πράξη, εγείρει τον προβληματισμό κατά πόσο τα συστήματα αυτά μπορούν να λειτουργήσουν συμπληρωματικά ή ακόμη και υποκαταστατικά προς τον ανθρώπινο εκπαιδευτικό. Έρευνες υποστηρίζουν ότι η πλειονότητα των εκπαιδευτικών αναγνωρίζει τα οφέλη της χρήσης της Τεχνητής Νοημοσύνης στο εκπαιδευτικό πλαίσιο ως ένα υποστηρικτικό εργαλείο και όχι ως μέσο αντικατάστασης του εκπαιδευτικού, τονίζοντας τη διαρκή αναγκαιότητα της ανθρώπινης παρουσίας στην εκπαιδευτική διαδικασία (Kaltsidou D., 2026), καθώς ο εκπαιδευτικός διαθέτει τη γνωστική, παιδαγωγική και συναισθηματική ικανότητα να αναγνωρίζει και να ανταποκρίνεται στις εξατομικευμένες ανάγκες των μαθητών, λαμβάνοντας υπόψη το ευρύτερο σχολικό και κοινωνικό τους πλαίσιο. Παράλληλα, η δια ζώσης αλληλεπίδραση και η καθημερινή ανθρώπινη επικοινωνία στο σχολικό περιβάλλον συμβάλλουν ουσιαστικά στην κοινωνικοποίηση και την ολόπλευρη ανάπτυξη των μαθητών, στοιχεία τα οποία, παρά τις δυνατότητές της, η Τεχνητή Νοημοσύνη δεν είναι σε θέση να υποκαταστήσει πλήρως (National Commission for Bioethics & Technoethics, 2025).

Συμπεράσματα

Παρά τις σημαντικές δυνατότητες που προσφέρουν τα σύγχρονα εργαλεία Τεχνητής Νοημοσύνης, κρίνεται πάντοτε αναγκαία η κριτική αξιολόγηση και επαλήθευση του παραγόμενου περιεχομένου πριν από την εκπαιδευτική του αξιοποίηση.

Συμπερασματικά, με βάση τα ευρήματα που προέκυψαν από την παρούσα ερευνητική διαδικασία, το ChatGPT παρουσιάζει σε μεγάλο βαθμό οργανωμένο και αξιόπιστο περιεχόμενο, με περιορισμένα επιστημονικά σφάλματα. Μπορεί να υποστηρίξει αποτελεσματικά την παραγωγή σχεδίων μαθήματος και κουίζ, δηλαδή εφαρμογών που βασίζονται κυρίως στην παραγωγή κειμένου, καθώς παρατηρήθηκαν αδυναμίες ως προς την παραγωγή εικόνων και αρχείων PDF.

Αντίστοιχα, το Gemini, ως εργαλείο που ανήκει στην ίδια κατηγορία με το ChatGPT, φαίνεται να καλύπτει ορισμένες από τις αδυναμίες αυτές, προσφέροντας πιο προσεγμένο υλικό, ιδιαίτερα ως προς τη δημιουργία γραφημάτων σε μορφή εικόνας. Επομένως, πέρα από τη δημιουργία σχεδίων μαθήματος και κουίζ, ενδείκνυται και για ανάπτυξη φύλλων εργασίας με ασκήσεις συνοδευόμενες από γραφικές παραστάσεις.

Το εργαλείο που διαφοροποιείται είναι το NotebookLM, λόγω της παράθεσης πηγών σε επιμέρους σημεία του παραγόμενου κειμένου, ενισχύοντας την αξιοπιστία του περιεχομένου σε εφαρμογές παραγωγής περιλήψεων, αν και παρουσιάζει περιορισμούς στη βαθύτερη ανάλυση εννοιών ή μαθηματικών σχέσεων.

Όσον αφορά το MagicSchool AI, παρά την πληθώρα εξειδικευμένων εκπαιδευτικών εργαλείων που διαθέτει, εμφανίζει αρκετές αδυναμίες στη χρήση της ελληνικής γλώσσας, καθιστώντας συχνά απαραίτητη την περαιτέρω γλωσσική επιμέλεια από τον εκπαιδευτικό. Ωστόσο, παρέχει σε ικανοποιητικό βαθμό οργανωμένα σχέδια μαθήματος και αποτελεί ένα ιδιαίτερα υποσχόμενο εργαλείο για εφαρμογές διαφοροποίησης υλικού ανάλογα με τις μαθησιακές ανάγκες του εκάστοτε μαθητή.

Παρά τη διαδραστική προσέγγιση του Curipod μέσω της ίδιας της πλατφόρμας, η αποτελεσματική αξιοποίησή του προϋποθέτει μεγαλύτερο βαθμό επιμόρφωσης τόσο των εκπαιδευτικών όσο και των μαθητών συγκριτικά με τα υπόλοιπα εργαλεία. Παράλληλα, οι γλωσσικές αστοχίες του στην ελληνική γλώσσα σε συνδυασμό με τα άτοπα στοιχεία που συνοδεύουν ορισμένες διαφάνειες απαιτεί μεγαλύτερη παρέμβαση από τον εκπαιδευτικό

για την αξιοποίηση του παραγόμενου υλικού. Η χρήση της πλατφόρμας προτείνεται σε ειδικότερες περιστάσεις, όπως αυτή της εξ' αποστάσεως διδασκαλίας, με τις ενσωματωμένες δυνατότητες αλληλεπίδρασης και συμμετοχής των μαθητών να ενισχύουν την εμπλοκή τους στη μαθησιακή διαδικασία.

Αξίζει να σημειωθεί ότι οι τεχνολογίες αυτές εξελίσσονται με ιδιαίτερα ταχείς ρυθμούς και τα υφιστάμενα αυτά μειονεκτήματα ενδέχεται να αντιμετωπιστούν στο άμεσο μέλλον.

Βιβλιογραφία

- Afzal S., Kour S., Qadir S., (2025). CHATGPT IN EDUCATION: SHAPING THE FUTURE OF LEARNING. The Social Science Review A Multidisciplinary Journal.
- Akhmadieva R. S., Udina N. N., Kosheleva Y. P., Zhdanov S. P., Timofeeva M. O., Budkevich R. L., (2023). Artificial intelligence in science education: A bibliometric review., Contemporary Educational Technology.
- Albrecht-Crane C., (2025). Thinking Smarter, not Harder? Google NotebookLM's Misalignment Problem in Education. In Proceedings of the 43rd ACM International Conference on Design of Communication (SIGDOC '25). Association for Computing Machinery.
- Ali D., Fatemi Y., Boskabadi E., Nikfar M., Ugwuoke J., Ali H., (2024). ChatGPT in Teaching and Learning: A Systematic Review. Education Sciences.
- Angelone L., Burton B., (2024). MagicSchool: An Exploration of the Use of Generative AI by southwest Ohio teachers. The Ohio Journal of Teacher Education.
- Baidoo-Anu D., Ansah L., (2023). Education in the Era of Generative Artificial Intelligence (AI): Understanding the Potential Benefits of ChatGPT in Promoting Teaching and Learning. Journal of AI.
- Baltezarević R., Baltezarevic I., (2024). Benefits and risks of ChatGPT in future education. Megatrend revija.
- Bessas N., Tzanaki E., Vavougios D., Plagianakos P. V., (2025a). Comparative Analysis of ChatGPT and Gemini; Implications for Junior High School Physics Education: Opportunities and Ethical Challenges. International Journal of Advanced Multidisciplinary Research and Studies.
- Bessas N., Tzanaki E., Vavougios D., Plagianakos P. V., (2025b). The role of ChatGPT in junior high school physics education: Insights from teachers and students and guidelines for optimal use. Social Sciences & Humanities Open.

Bewersdorff A., Schwichow M., Kotanidis I., Borowski A., (2024). Taking the next step with generative artificial intelligence: The transformative role of multimodal large language models in science education.

Chukwuere J., (2025). The Use of ChatGPT in Higher Education: The Advantages and Disadvantages. The Indonesian Journal of Computer Science.

Cukurova M., (2024). The interplay of learning, analytics and artificial intelligence in education: A vision for hybrid intelligence., British Journal of Educational Technology.

Curipod, (n.d.). Pricing. Curipod. Ανακτήθηκε στις 18 Μαρτίου 2026 από <https://curipod.com/pricing>

Del Ser J., López L. J., Müller H., Holzinger A., (2025). World Models in Artificial Intelligence: Sensing, Learning, and Reasoning Like a Child.

Elhag A., Alabri M., Yousef A., (2025). The effect of generative AI tools (ChatGPT, Gemini, etc.) on students' achievement and their motivation towards learning. Journal of Technology and Science Education.

Elstad E., (2024). AI in Education: Rationale, Principles, and Instructional Implications.

European Union, (2026). Regulation (EU) 2016/679 of the European Parliament and of the Council of 27 April 2016 on the protection of natural persons with regard to the processing of personal data and on the free movement of such data, and repealing Directive 95/46/EC (General Data Protection Regulation). Official Journal of the European Union.

Feretzakis G., Papaspyridis K., Gkoulalas-Divanis A., Verykios V. S. (2024). Privacy-Preserving Techniques in Generative AI and Large Language Models: A Narrative Review. Information Processes.

Gemini Team, (2023). Gemini: A Family of Highly Capable Multimodal Models.

Google, (n.d.). Subscriptions. Gemini. Ανακτήθηκε στις 2 Μαρτίου 2026 από <https://gemini.google/subscriptions/>

Google, (n.d.). Plans. NotebookLM. Ανακτήθηκε στις 5 Απριλίου 2026 από <https://notebooklm.google/plans/>

Gustilo L., Ong E., Lapinid M.R., (2024). Algorithmically-driven writing and academic integrity: exploring educators' practices, perceptions, and policies in AI era. *International Journal for Educational Integrity*.

Hasan M., (2026). Hard to find, harder to understand: examining transparency in educational generative AI. *AI & Society*.

Hasanein A., Sobaih A. E., Elshaer I., (2024). Examining Google Gemini's acceptance and usage in higher education. *Journal of Applied Learning & Teaching*.

Heathen T., Lin D., (2024). A Review on the Perks of Using ChatGPT in Education.

Houston A. B., Corrado E. M., (2023). Embracing ChatGPT: Implications of emergent language models for academia and libraries. *Technical Services Quarterly*.

Imran M., Almusharraf N., (2024). Google Gemini as a next generation AI educational tool: a review of emerging educational technology. *Smart Learn Environment*.

Kalessis V., (2024). Από τους Δασκάλους στην Τεχνητή Νοημοσύνη: Ο Μαγικός Κόσμος της MagicSchool AI. Η Τεχνητή Νοημοσύνη Στην Εκπαίδευση. Πρακτικά 1ου Επιστημονικού Συνεδρίου.

Kaltsidou D., (2026). Greek teachers' attitudes towards artificial intelligence. *Sociology International Journal*.

Kasneci E., Seßler K., Küchemann S., Bannert M., Dementieva D., Fischer F., Gasser U., Groh G., Günemann S., Hüllermeier E., Krusche S., Kutyniok G., Michaeli T., Nerdel C., Pfeffer J., Poquet O., Sailer M., Schmidt A., Seidel T., Kasneci G., (2023). ChatGPT for Good? On Opportunities and Challenges of Large Language Models for Education. *Learning and Individual Differences*.

Kiryakova G., (2025). ChatGPT as a Supportive Tool for Creating Assessment Resources. *TEM Journal*.

LearnLM Team, (2025). Evaluating Gemini in an Arena for Learning.

Li X., Li B., Li J., Cho S., (2025). Technology Review of Magic School AI: An Intelligent Way for Education Inclusivity and Teacher Workload Reduction. *Education Sciences*.

- Limna P., Kraiwanit T., (2024). Assessing the Determinants of Generative AI Integration: A Study on Google's Gemini Adoption Among Thai University Students. *Journal of University Teaching and Learning Practice*.
- Lo C. K., (2023). What Is the Impact of ChatGPT on Education? A Rapid Review of the Literature. *Education Sciences*.
- MagicSchool AI, (n.d.). Certification Courses. MagicSchool AI. Ανακτήθηκε στις 8 Φεβρουαρίου 2026 από <https://www.magicschool.ai/certification-courses>
- MagicSchool AI, (n.d.). Frequently Asked Questions. MagicSchool AI. Ανακτήθηκε στις 8 Φεβρουαρίου 2026 από <https://www.magicschool.ai/faq>
- MagicSchool AI, (n.d.). Pricing. MagicSchool AI. Ανακτήθηκε στις 6 Φεβρουαρίου 2026 από <https://www.magicschool.ai/pricing>
- Majidah, Rullyana G., Triandari R., (2025). Google Gemini as a Learning Assistant: Exploring Student Perceptions. *Jurnal PAJAR (Pendidikan dan Pengajaran)*.
- Manglara V., Marengo A., Stouka N., Pange J., (2026). AI-powered Literature Review with Notebook LM: Implications for Educational Technology and Older Adults. *Συνέδρια της Ελληνικής Επιστημονικής Ένωσης Τεχνολογιών Πληροφορίας & Επικοινωνιών στην Εκπαίδευση*.
- Milakis E., Argyrakou C., Melidis A., Vrettaros J., (2025). ChatGPT and AI Chatbots in Education: An Umbrella Review of Systematic Reviews, Scoping Reviews, and Meta-Analyses. *International Journal of Education and Information Technologies*.
- Mishra A., (2024). A Comprehensive Review of Artificial Intelligence and Machine Learning: Concepts, Trends, and Applications., *International Journal of Scientific Research in Science and Technology*.
- Mishra R., Mishra D., Agarwal R., (2025). Foundations and Core Concepts of Artificial Intelligence. *Nature Light Publications*.
- Mbwambo N. M., Kaaya P., (2024). ChatGPT in Education: Applications, Concerns and Recommendations. *Journal of ICT Systems*.

Mustafa H., Mahmoud S., Abouelnaga H., Tayfour M., Baz A., Metwally M., Shehata S., (2024). The Effect Of The Training Of Using Magic School AI On Self-Efficacy In Teaching And Information Overload Among Arabic Teachers. Migration Letters.

Naidu K., Kershnee S., (2023). ChatGPT: An ever-increasing encroachment of artificial intelligence in online assessment in distance education. Online Journal of Communication and Media Technologies.

National Commission for Bioethics & Technoethics, (2025). Opinion on the artificial intelligence applications in the Greek school.

Normuminov M. (2025). Empowering Pre-Service English Teachers Through AI-Based Lesson Design: A Case Study on Curipod. Journal of Digital Sociohumanities.

Nurhalimah, Bakti S., (2025). Effectiveness of Group Investigation Cooperative Learning Method Based on Curipod Application For Class II Students At MTs Uswatun Hasanah. International Journal of Islamic Education, Research and Multiculturalism (IJIERM).

Onyema E., Deborah E., Ugboaja S., Callistus U., Richard-Nnabu N., Anichebe G., Justice I., (2024). ChatGPT Application in Educational Setting: Benefits and Drawbacks. Tropical Journal of Applied Natural Sciences.

OpenAI, (n.d.). Pricing. ChatGPT. Ανακτήθηκε στις 21 Δεκεμβρίου 2025 από <https://chatgpt.com/pricing/>

Pande A., Patil R., Mukkemwar R., Panchal R., Bhoite S., (2024). Comprehensive Study of Google Gemini and Text Generating Models: Understanding Capabilities and Performance. Grenze International Journal of Engineering and Technology.

Pireci S. N., Nedelkovski I., Becevska A., Ristevski, B., (2025). REVIEW OF THE BEST AI TOOLS FOR TEACHERS THAT HELP OPTIMIZE THE LEARNING PROCESS. New Horizons - Journal of Student Research.

Polverini G., Gregorcic B., (2024). Performance of ChatGPT on the test of understanding graphs in kinematics. Physical Review Physics Education Research.

Polverini G., Melin J., Önerud E., Gregorcic B., (2025). Performance of ChatGPT on tasks involving physics visual representations: The case of the brief electricity and magnetism assessment. Physical Review Physics Education Research.

- Reuter M., Philippone M., Benton B., Dilley L., (2025). Generative AI in clinical practice: novel qualitative evidence of risk and responsible use of Google's NotebookLM. Eye.
- Reyna J. (2025). The Potential of Google NotebookLM for Teaching and Learning.
- Russell S., Norvig P., (2020). Artificial Intelligence: A Modern Approach., Pearson, 4th Edition.
- Sbardella T., Montanucci G., (2024). Curipod: A Tool for Creating and Delivering AI-enhanced lessons. IATEFL Learning Technologies Special Interest Group.
- Setyaningsih E., Asrori M., Ngadiso, Sumardi S., Zainnuri H., Hariyanti Y., (2024). Exploring High School EFL Teachers' Experiences with Magic School AI in Lesson Planning: Benefits and Insights. Voices of English Language Education Society.
- Sok S., Heng K., (2023). ChatGPT for Education and Research: A Review of Benefits and Risks. SSRN Electronic Journal.
- Suarez D., Brown V., (2025). NotebookLM: Revolutionizing Learning For Students with Neurodivert Challenges Using AI and Universal Design Principles.
- Subash N., Shaswata M., Ivan A. F., Swayamjit S., Sudip M., Jingdao C., Nisha P., Shahram R., (2023). Security Considerations in AI-Robotics: A Survey of Current Methods, Challenges, and Opportunities. IEEE Access.
- Supriyadi E., Pahmi S., (2024). Exploring the Potential of AI Tools in Education: A Thematic Analysis of Gemini.ai. Gema Wiralodra.
- Taktak M., Bellibaş M., Özgenel M., (2024). Use of ChatGPT in Education: Future Strategic Road Map with SWOT Analysis, Educational Process International Journal.
- Thomas S. P., (2023). Grappling with the implications of ChatGPT for researchers, clinicians, and educators. Issues in mental health nursing.
- Tilak S., Lincoln J., Miner T., Christensen N., Jankowski J., Kennedy K., (2024). A participatory, qualitative analysis of the use of MagicSchool AI for course design. Journal of Sociocybernetics.
- Tufino E., (2025a). NotebookLM as a Socratic Physics Tutor: Design and Preliminary Observations of a RAG-Based Tool. The Physics Educator.

Tufino E., (2025b). NotebookLM: An LLM with RAG for active learning and collaborative tutoring.

UNESCO, (2023). Guidance for generative AI in education and research. UNESCO.

Vallejo Blanxart A., Nicolas Sans R. (2025). The role of generative AI chatbots in higher education: A student-centric conceptual analysis of benefits, ethics, and privacy concerns. Journal of Technology and Science Education.

Wang S., Wang F., Zhu Z., Wang J., Tran T., Du Z., (2024). Artificial intelligence in education: A systematic literature review. Expert Systems with Applications.

Yalcinalp S., Turkoglu H., Koç E., Ersoy H., (2024). Utilization of Artificial Intelligence in Education: A Perspective on Learning Strategies.

Zhai C., Wibowo S., Li L.D, (2024). The effects of over-reliance on AI dialogue systems on students' cognitive abilities: a systematic review. Smart Learn Environments.

Zheng Y., (2023). ChatGPT for Teaching and Learning: An Experience from Data Science Education.

Τζήκα Ε. Α., Τζήκας Α., Δημητρακοπούλου Α., (2026). Η Ενσωμάτωση των ΤΠΕ στα Σχέδια Μαθημάτων Φυσικής και Πληροφορικής Μέσω Τεχνητής Νοημοσύνης: Η Περίπτωση του MagicSchool.AI. Συνέδρια της Ελληνικής Επιστημονικής Ένωσης Τεχνολογιών Πληροφορίας & Επικοινωνιών στην Εκπαίδευση.

Υπουργείο Παιδείας, Έρευνας και Θρησκευμάτων, (n.d.). Φυσική Β' Γυμνασίου: Βιβλίο Εκπαιδευτικού. Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής. <https://ebooks.edu.gr/>

Υπουργείο Παιδείας, Έρευνας και Θρησκευμάτων, (n.d.). Φυσική Γενικής Παιδείας Α' Γενικού Λυκείου. Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής. <https://ebooks.edu.gr/>

Υπουργείο Παιδείας διά Βίου Μάθησης και Θρησκευμάτων, (n.d.). Φυσική Γενικής Παιδείας Α' Γενικού Λυκείου: Βιβλίο Καθηγητή. Ινστιτούτο Τεχνολογίας Υπολογιστών και Εκδόσεων «Διόφαντος». <https://ebooks.edu.gr/>

Υπουργείο Παιδείας και Θρησκευμάτων, (n.d.). Φυσική Γ' Γενικού Λυκείου Ομάδας Προσανατολισμού Θετικών Σπουδών & Σπουδών Υγείας (Τεύχος Γ'). Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής. <https://ebooks.edu.gr/>

Υπουργείο Παιδείας και Θρησκευμάτων, (2012). Φυσική Γ' Λυκείου Θετικής & Τεχνολογικής Κατεύθυνσης (Τεύχος Γ'): Βιβλίο Καθηγητή. Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής. <https://ebooks.edu.gr/>

Υπουργείο Παιδείας, Θρησκευμάτων και Αθλητισμού, (n.d.). Φυσική Β' Γυμνασίου. Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής. <https://ebooks.edu.gr/>

Υπεύθυνη Δήλωση Συγγραφέα:

Δηλώνω ρητά ότι, σύμφωνα με το άρθρο 8 του Ν.1599/1986, η παρούσα εργασία αποτελεί αποκλειστικά προϊόν προσωπικής μου εργασίας, δεν προσβάλλει κάθε μορφής δικαιώματα διανοητικής ιδιοκτησίας, προσωπικότητας και προσωπικών δεδομένων τρίτων, δεν περιέχει έργα/εισφορές τρίτων για τα οποία απαιτείται άδεια των δημιουργών/δικαιούχων και δεν είναι προϊόν μερικής ή ολικής αντιγραφής, οι πηγές δε που χρησιμοποιήθηκαν περιορίζονται στις βιβλιογραφικές αναφορές και μόνον και πληρούν τους κανόνες της επιστημονικής παράθεσης.