



Σχολή Θετικών Επιστημών και Τεχνολογίας
«Μεταπτυχιακή Ειδίκευση Καθηγητών Φυσικών
Επιστημών»

Διπλωματική Εργασία

«Εκπαίδευση STEM: Κατασκευή Βελτιωμένων Ποτηριών για
επιβράδυνση μεταφοράς θερμότητας – Εφαρμογή εκπαιδευτικού
Σεναρίου με μέθοδο PBL»

«Γεώργιος Βασιλακόπουλος»

Επιβλέπων καθηγητής: «Κωνσταντίνος Σκορδούλης»

Πάτρα, Ιούνιος 2026

Η παρούσα εργασία αποτελεί πνευματική ιδιοκτησία του/της φοιτητή/φοιτήτριας («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.

«Εκπαίδευση STEM: Κατασκευή Βελτιωμένων Ποτηριών για
επιβράδυνση μεταφοράς θερμότητας – Εφαρμογή εκπαιδευτικού
σεναρίου με μέθοδο PBL»

«Γεώργιος Βασιλακόπουλος»

Επιτροπή Επίβλεψης Διπλωματικής Εργασίας

Επιβλέπων Καθηγητής:

Κωνσταντίνος Σκορδούλης

«Καθηγητής Επιστημολογίας και
Διδακτικής Μεθοδολογίας της Φυσικής,
ΠΤΔΕ, ΕΚΠΑ»

Συν-Επιβλέπων Καθηγητής:

Αριστοτέλης Γκιόλμας

«Επίκουρος Καθηγητής Διδακτικής της
Φυσικής, ΠΤΔΕ, ΑΠΘ»

Πάτρα, Ιούνιος 2026

«Ευχαριστίες»

Σε αυτό το σημείο, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα της διπλωματικής μου εργασίας κ. Κωνσταντίνο Σκορδούλη για τις συμβουλές του σε σημαντικά σημεία της εκπόνησης της συγκεκριμένης διπλωματικής εργασίας.

Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω τη Γενική Διεύθυνση της Λεοντείου Σχολής Αθηνών καθώς και τη διεύθυνση του Δημοτικού του συγκεκριμένου σχολείου που μου έδωσαν την άδεια και την ευκαιρία για την πραγματοποίηση του διδακτικού σεναρίου σε τμήμα του σχολείου τους.

Ταυτόχρονα, θα ήθελα να ευχαριστήσω και τους δασκάλους του τμήματος ΣΤ1 του συγκεκριμένου σχολείου, οι οποίοι ενέταξαν το διδακτικό σενάριο στο εκπαιδευτικό τους πρόγραμμα, συνέβαλαν με τις παρατηρήσεις τους στην εξαγωγή χρήσιμων συμπερασμάτων και γενικότερα συνέβαλαν σε όλα τα βήματα της διαδικασίας.

Ιδιαίτερως θα ήθελα να ευχαριστήσω τον κ. Ιγνάτιο Φιλιππούση, δάσκαλο μαθηματικών στο συγκεκριμένο τμήμα, για τις πολύτιμες συμβουλές του σχετικά με τη διεξαγωγή του μαθήματος.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω τους μαθητές του συγκεκριμένου τμήματος για την άψογη συνεργασία και τις δυο ημέρες διεξαγωγής του εκπαιδευτικού σεναρίου.

Περίληψη

Η εργασία αυτή μελετά την εφαρμογή ενός διδακτικού σεναρίου με σκοπό την ενσωμάτωση στοιχείων της εκπαίδευσης STEM στη μελέτη της θεματικής ενότητας της «Μεταφοράς Θερμότητας» στην Ελληνική εκπαιδευτική πραγματικότητα. Αρχικά, αναλύθηκε το πλαίσιο μιας ενοποιημένης διδασκαλίας σε περιβάλλον STEM, παρουσιάστηκε η Διδασκαλία Μέσω Λύσης Προβλήματος, η οποία είναι συμβατή με την εκπαίδευση STEM, έγινε περιγραφή του NGSS και παρουσιάστηκε ο οργανισμός OpenSciEd και ειδικότερα η ενότητα «Θερμικής Ενέργειας». Από τη συγκεκριμένη ενότητα μαθημάτων, επιλέχθηκε ένα σχέδιο μαθήματος στο οποίο έγιναν κατάλληλες τροποποιήσεις και αποτελεί τη διδακτική πρόταση της συγκεκριμένης εργασίας. Η διδακτική αυτή πρόταση αφορά ένα σενάριο στο οποίο αξιοποιείται η μεθοδολογία Λύσης Προβλήματος 6-βημάτων, κατά την οποία οι μαθητές καλούνται να σχεδιάσουν βελτιωμένα ποτήρια τα οποία θα διατηρούν τη θερμοκρασία στο εσωτερικό τους. Τα βήματα που ακολουθούνται είναι (1) Προσδιορισμός Προβλήματος και Στόχου, (2) Καθορισμός Κριτηρίων και Περιορισμών, (3) Σχεδιασμός Λύσεων, (4) Κατασκευή Λύσεων, (5) Έλεγχος των Λύσεων και (6) Αξιολόγηση αποτελεσμάτων. Το διδακτικό αυτό σενάριο ελέγχθηκε μέσω εφαρμογής σε διδασκαλία σε ένα τμήμα ΣΤ τάξης ελληνικού σχολείου. Για την συλλογή των δεδομένων αξιοποιήθηκαν ερωτήσεις στους μαθητές, παρατήρηση και απαντήσεις των μαθητών σε φύλλα εργασίας. Μετά την αξιολόγηση των αποτελεσμάτων, διαπιστώθηκαν οι προηγούμενες γνώσεις των μαθητών και η θετική επίδραση του διδακτικού αυτού σεναρίου στην πρακτική εφαρμογή και τη στάση των μαθητών απέναντι στη μάθηση. Ταυτόχρονα, αξιολογείται η συνεργασία σε επίπεδο ομάδας και η τήρηση των κριτηρίων και των περιορισμών ενώ δίνεται ανατροφοδότηση ως προς τον εκτιμώμενο χρόνο εκτέλεσης του διδακτικού σεναρίου και προτείνεται κατάλληλη τροποποίηση με βάση τη εμπειρία από τη διδακτική πρακτική.

Λέξεις – Κλειδιά

STEM, Διδασκαλία μέσω Λύσης Προβλήματος, NGSS, Έρευνα Δράση, Διδακτικό σενάριο

«STEM Education: Design Improved Cups that slow heat Transfer – Implementing an educational scenario based on PBL»

«Georgios Vasilakopoulos»

Abstract

This thesis studies the implementation of a teaching scenario with the aim of integrating elements of STEM education in the study of the “Heat Transfer” unit in the Greek Educational system. The thesis begins by analyzing the framework of an integrated STEM environment, Problem-Based Learning (PBL) was studied, which is a methodology compatible with STEM education, NGSS was described and the OpenSciEd organization was presented and especially the “Thermal Energy” Unit. From this specific course unit, a suitable lesson plan was selected in which some modifications were made and constitutes the teaching proposal of this specific thesis. This teaching proposal concerns a scenario in which the 6-step PBL methodology was used, during which students are asked to design cups that will maintain the temperature inside them. The steps followed are (1) Problem and Objective Identification, (2) Determination of Criteria and Constraints, (3) Design of Solutions, (4) Construction of Solutions, (5) Verification of these Solutions and (6) Evaluation of Results. This teaching scenario was applied to teaching in a 6th grade class of a Greek school. For data collection, questions to students, observations and students’ answers to worksheets were used. After data analysis, students’ prior knowledge and positive impact of the scenario in question both practical application of this knowledge and the students’ stance towards learning were ascertained. At the same time, cooperation within groups and compliance with criteria and constraints are evaluated, while feedback is given regarding the estimated duration of the teaching scenario and the appropriate modification is suggested based on experience from teaching practice.

Keywords

STEM, PBL, NGSS, Action Research, Teaching scenario

Περιεχόμενα

Περίληψη.....	v
Abstract	vi
Περιεχόμενα	vii
Κατάλογος Εικόνων / Σχημάτων	ix
Συντομογραφίες & Ακρωνύμια	x
1. Εισαγωγή	1
2. Θεωρητικό Υπόβαθρο	3
2.1 Εκπαίδευση STEM.....	3
2.2 Διδασκαλία Μέσω Λύσης Προβλήματος (PBL)	5
2.3 NGSS	7
2.4 OpenSciEd	8
2.4.1 Ενότητα Μαθημάτων Θερμικής Ενέργειας	9
2.5 Καινοτομία της Έρευνας	10
3. Μεθοδολογία.....	12
3.1 Μεθοδολογία της έρευνας	12
3.1.1 Το Δείγμα και η προετοιμασία της έρευνας	12
3.1.2 Δεοντολογία της Έρευνας	13
3.1.3 Τρόποι συλλογής δεδομένων	14
3.2 Διδακτική Πρόταση	14
3.2.1 Το Διδακτικό Σενάριο	15
4. Εφαρμογή Διδακτικού Σεναρίου.....	27
4.1 1η Ημέρα Μαθήματος	27
4.2 2η Ημέρα Μαθήματος	30
5. Αποτελέσματα και Συζήτηση επί των αποτελεσμάτων	33
5.1 Απαντήσεις στα Φύλλα Εργασίας.....	33
5.2 Συζήτηση επί των αποτελεσμάτων	38
6. Συμπεράσματα	42
6.1 Γενικά συμπεράσματα	42
6.2 Περιορισμοί της έρευνας και προτάσεις για μελλοντικές έρευνες	44

Βιβλιογραφικές Αναφορές	45
Παράρτημα Α: «Φύλλα Εργασίας Μαθητών»	48

Κατάλογος Εικόνων / Σχημάτων

Εικόνα 1: Επικάλυψη τομέων STEM	3
Εικόνα 2:Πρόχειρος Έλεγχος Κόστους	29
Εικόνα 3: Δημιουργία Κύκλων με Φύλλα Φελλού.....	30
Εικόνα 4:Ποτήρι ομάδας1	33
Εικόνα 5:Ποτήρι ομάδας 2	34
Εικόνα 6:Ποτήρι ομάδας 3	35
Εικόνα 7:Ποτήρι ομάδας 4	36
Εικόνα 8:Ποτήρι ομάδας 5	37

Συντομογραφίες & Ακρωνύμια

NGSS	Next Generation Science Studies
NRC	National Research Council
PBL	Problem Based Learning
STEM	Science Technology Engineering Mathematics

1. Εισαγωγή

Η ανάδειξη της εκπαίδευσης STEM έχει θέσει ερωτήματα ως προς τους τρόπους με τους οποίους θα μπορούσαν να εισαχθούν στοιχεία της στην εκπαιδευτική πρακτική. Ένα τέτοιο ερώτημα αποτελεί η δημιουργία κατάλληλων εκπαιδευτικών δραστηριοτήτων οι οποίες θα ενσωματώνουν στοιχεία της και θα μπορούν να ενταχθούν στην ελληνική εκπαιδευτική πραγματικότητα. Στο ερώτημα αυτό θα κληθεί να απαντήσει και η συγκεκριμένη εργασία μέσω αξιοποίησης της εκπαίδευσης STEM στο σχεδιασμό και την εφαρμογή ενός διδακτικού σεναρίου στη θεματική περιοχή της μεταφοράς θερμικής ενέργειας.

Αρχικά, θα αναλυθεί το πλαίσιο μιας ενοποιημένης διδασκαλίας σε περιβάλλον STEM και στο πλαίσιο της ανάδειξης διαφορετικών μεθόδων μαθητοκεντρικής διδασκαλίας που εντάσσονται σε περιβάλλον STEM, θα αναδειχθεί η Διδασκαλία Μέσω Λύσης Προβλήματος. Η Διδασκαλία Μέσω Λύσης Προβλήματος, θα παρουσιαστεί σύντομα ορίζοντας τα βασικά της χαρακτηριστικά, τα γενικά βήματα που ακολουθούνται κατά την εφαρμογή της και μερικές θετικές συνέπειες της ένταξής της στην εκπαιδευτική διαδικασία. Η ανάλυση θα συνεχιστεί με τη μελέτη του NGSS, το οποίο συμβάλλει ουσιαστικά στην εφαρμογή της εκπαίδευσης STEM, καθώς και με τον οργανισμό OpenSciEd, ο οποίος σχεδιάζει ενότητες μαθημάτων συμβατές με τα πρότυπα του NGSS, μία εκ των οποίων είναι και η ενότητα της θερμικής ενέργειας. Η ενότητα αυτή θα παρουσιαστεί καθώς ένα από τα μαθήματα που περιέχει αποτελεί πρότυπο για το διδακτικό σενάριο που εφαρμόστηκε στα πλαίσια της συγκεκριμένης διπλωματικής εργασίας.

Στη συνέχεια, θα αναλυθεί η μεθοδολογία που εφαρμόστηκε κατά τη συγκεκριμένη διπλωματική εργασία. Συγκεκριμένα αφού γίνει αναφορά στο δείγμα μαθητών και στην προετοιμασία της έρευνας, σε ζητήματα δεοντολογίας καθώς και στους τρόπους συλλογής δεδομένων, θα παρουσιαστεί αναλυτικά η διδακτική πρόταση. Δηλαδή, τόσο το διδακτικό σενάριο, όσο και το Φύλλο Εργασίας το οποίο θα χρησιμοποιήσουν οι μαθητές. Η διδακτική αυτή πρόταση αποτελεί μια παραλλαγή του Μαθήματος 16 της παραπάνω ενότητας μαθημάτων και η επιλογή έγινε καθώς αποτελεί διδακτική πρόταση με Διδασκαλία μέσω Λύσης Προβλήματος και κρίθηκε ότι με τις κατάλληλες τροποποιήσεις μπορούσε να εφαρμοστεί στην ΣΤ τάξη Δημοτικού Ελληνικού Σχολείου.

Η μελέτη θα συνεχιστεί με την αναλυτική εξιστόρηση της διδασκαλίας που πραγματοποιήθηκε κατά την πρακτική εφαρμογή του διδακτικού σεναρίου σε τμήμα ΣΤ τάξης στη Λεόντειο Σχολή Αθηνών. Μετά από αυτό θα ακολουθήσει αναλυτική καταγραφή των αποτελεσμάτων καθώς και συζήτηση επί των αποτελεσμάτων αυτών. Η συζήτηση αυτή αφορά την ανάλυσή τους καθώς και την προσπάθεια ερμηνείας τους.

Η διπλωματική εργασία θα ολοκληρωθεί με την εξαγωγή τελικών συμπερασμάτων τα οποία θα αξιοποιήσουν ολόκληρη την ανάλυση που θα έχει προηγηθεί για να απαντήσουν στα εξής Ερευνητικά Ερωτήματα:

- Είχαν οι μαθητές κατανοήσει τα κεφάλαια μεταφοράς θερμότητας και φωτός που διδάχτηκαν μέσα στη χρονιά;
- Εφάρμοσαν ικανοποιητικά τις γνώσεις αυτές στη συγκεκριμένη δραστηριότητα;
- Έλαβαν υπόψιν τους τα κριτήρια και τους περιορισμούς κατά την κατασκευή των βελτιωμένων ποτηριών;
- Συνεργάστηκαν με αποτελεσματικό τρόπο στις ομάδες τους κατά τη διάρκεια της εφαρμογής του εκπαιδευτικού σεναρίου;
- Ανέπτυξαν κριτική και δημιουργική σκέψη κατά την εκτέλεση των δραστηριοτήτων;
- Παρατηρήθηκαν αλλαγές στο ενδιαφέρον των μαθητών ως προς τη μάθηση;
- Ο προβλεπόμενος χρόνος στο διδακτικό σενάριο ήταν επαρκής ή θα χρειαστεί κάποιος επανασχεδιασμός του διδακτικού σεναρίου;

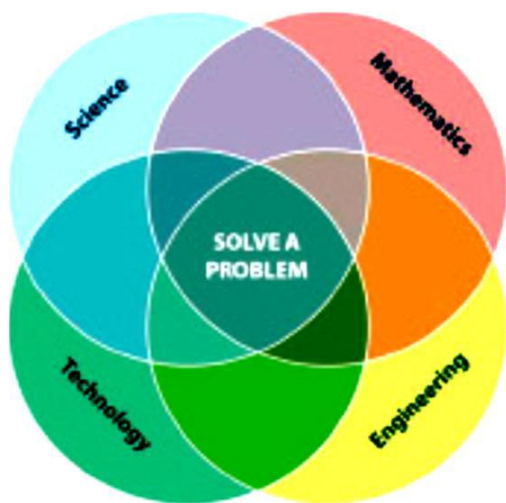
Ειδικά το τελευταίο θα αποτελέσει σημαντικό στοιχείο καθώς εάν ο χρόνος δεν επαρκεί ίσως χρειαστεί να προταθεί κάποιου είδους τροποποίηση στο προτεινόμενο διδακτικό σενάριο.

Στο πλαίσιο αυτό θα διαπιστωθούν τυχόν περιορισμοί που επηρέασαν την έρευνα και θα δοθούν προτάσεις για περαιτέρω ερευνητική δραστηριότητα.

2. Θεωρητικό Υπόβαθρο

2.1 Εκπαίδευση STEM

Η Εκπαίδευση STEM αποτελεί μία σύγχρονη διδακτική πρακτική, η εφαρμογή της οποίας πιστεύεται ότι θα συνδράμει τους μαθητές στην αντιμετώπιση των προκλήσεων του 21^{ου} αιώνα (Widya et al., 2019). Το ακρωνύμιο STEM στα Αγγλικά ενσωματώνει τους όρους Science, Technology, Engineering Mathematics, οι οποίοι στα Ελληνικά αποδίδονται ως Φυσικές Επιστήμες, Τεχνολογία, Μηχανική και Μαθηματικά. Συνεπώς, ο όρος «Εκπαίδευση STEM» υποδηλώνει μια διδακτική προσέγγιση, η οποία συνίσταται στους τέσσερις αυτούς τομείς. Αν και σε κάποιες περιπτώσεις οι τομείς αυτοί είναι διακριτοί, τις περισσότερες φορές συνδέονται μεταξύ τους, και σχηματίζουν το περιβάλλον της ενοποιημένης εκπαίδευσης STEM, όπου οι συνδέσεις συνεισφέρουν στην κατανόηση των φαινομένων, αλλά και στη λύση ενός προβλήματος, μέσω της αξιοποίησης γνώσεων και δεξιοτήτων από διαφορετικούς τομείς, όπως φαίνεται στην Εικόνα 1 (Σκορδούλης & Στεφανίδου, 2021· Widya et al., 2019). Οι συνδέσεις αυτές εντοπίζονται τόσο μεταξύ μηχανικής και φυσικών επιστημών και μαθηματικών (National Academy of Engineering [NAE], & National Research Council [NRC], 2009), όσο και ανάμεσα σε μαθηματικά και φυσικές επιστήμες με χαρακτηριστικό παράδειγμα την έκφραση νόμων της Φυσικής με εξισώσεις όπως οι εξισώσεις του Maxwell στον ηλεκτρομαγνητισμό (Michelsen et al., 2022), ενώ έρευνες καταδεικνύουν και πιθανή σύνδεση μηχανικής και τεχνολογίας (Σκορδούλης & Στεφανίδου, 2021).



Εικόνα 1: Επικάλυψη τομέων STEM

Η εκπαίδευση STEM δημιουργήθηκε για να εκπληρώσει τρεις γενικούς στόχους, όπως αυτοί ορίστηκαν από το NRC (2011). Συγκεκριμένα, επιδιώκεται να υπάρξει αύξηση των μαθητών με θετικές επιδόσεις στους επιμέρους τομείς του STEM καθώς και αύξηση του ποσοστού συμμετοχής μαθητών που προέρχονται από μειονότητες αλλά και γυναικών. Η αναγκαιότητα αυτή προέκυψε καθώς οι τομείς του STEM συνδέθηκαν με την οικονομική ανάπτυξη, ενώ διαπιστώθηκε και μικρότερη αναλογία συμμετοχής μειονοτήτων και γυναικών σε σχέση με την αντίστοιχη αναλογία στον γενικό πληθυσμό. Ο δεύτερος στόχος προωθεί, πέρα από την καλύτερη επίδοση του πρώτου στόχου, την αύξηση εργαζομένων με δεξιότητες που σχετίζονται με τους τομείς του STEM, καθώς και αντίστοιχη διεύρυνση του πλήθους των εργαζομένων με τέτοιες δεξιότητες που είναι γυναίκες ή προέρχονται από μειονότητες, με τελικό σκοπό την αναζήτηση αντίστοιχης επαγγελματικής πορείας. Τελευταίο στόχο αποτελεί η αύξηση της κατανόησης όλων των μαθητών στους τομείς του STEM, ανεξαρτήτως μελλοντικού επαγγέλματος, με σκοπό την εξοικείωση με την τεχνολογία και την επιστήμη. Έτσι θα αποκτηθούν οι κατάλληλες δεξιότητες που θα χρησιμεύσουν στους μαθητές στη λήψη αποφάσεων σε όλες τις εκφάνσεις της ζωής τους.

Όπως φαίνεται από τα παραπάνω, αναπτύσσονται στόχοι τόσο ως προς τη βελτίωση δεξιοτήτων 21^{ου} αιώνα, όσο και βελτίωσης του γραμματισμού STEM. Οι δεξιότητες του 21^{ου} αιώνα αποτελούνται από διαπροσωπικές δεξιότητες, όπως συνεργασία και ευθύνη, ενδοπροσωπικές δεξιότητες, όπως ευελιξία και πρωτοβουλία, καθώς και γνωστικές δεξιότητες όπως η κριτική σκέψη (Σκορδούλης & Στεφανίδου, 2021· Widya et al., 2019). Ο όρος γραμματισμός STEM αναφέρεται στην κατανόηση θεμελιωδών εννοιών από κάθε επιμέρους κλάδο, ικανότητα εφαρμογής τους σε δραστηριότητες της καθημερινής ζωής, όπως κριτική επεξεργασία δεδομένων από ειδήσεις, και συνειδητοποίηση της αξίας όλων των κλάδων του STEM για την κοινωνία (Σκορδούλης & Στεφανίδου, 2021).

Θα μπορούσε να εξαχθεί το συμπέρασμα ότι μια τέτοια διαθεματική προσέγγιση, όπως η ενοποιημένη εκπαίδευση STEM, με τη φύση της στοχοθεσίας που αναλύθηκε παραπάνω, αποτελεί πρόσφορο έδαφος για την ένταξη μαθητοκεντρικών διδακτικών μεθόδων στη διδακτική πρακτική. Αν και ο ρόλος της ενσωμάτωσης αυτής σε επίπεδο επιδόσεων των μαθητών αποτελεί αντικείμενο έρευνας (Σκορδούλης & Στεφανίδου, 2021), η εφαρμογή τους για μεγάλη χρονική περίοδο συμβάλλει στη βελτίωση του γνωστικού επιπέδου (De Loof et al., 2022), ενώ την ίδια στιγμή προωθείται η ενεργός συμμετοχή των μαθητών στις εκπαιδευτικές δραστηριότητες (Struyf et al., 2019). Συγκεκριμένες διδακτικές μεθοδολογίες

που πληρούν τα κριτήρια αυτά, και άρα είναι συμβατές με την ενοποιημένη εκπαίδευση STEM, θα μπορούσαν να είναι η Διδασκαλία μέσω Διερεύνησης, η Διδασκαλία μέσω Λύσης Προβλήματος και η Διδασκαλία μέσω σχεδίου εργασίας, ενώ στα δυο τελευταία μπορεί να αξιοποιηθεί ο μηχανικός σχεδιασμός (Kelley & Knowles, 2016· Σκορδούλης & Στεφανίδου, 2021).

2.2 Διδασκαλία Μέσω Λύσης Προβλήματος (PBL)

Κατά τη Διδασκαλία Μέσω Λύσης Προβλήματος, οι μαθητές ασχολούνται με ένα πρόβλημα της πραγματικής ζωής, το οποίο είναι σημαντικό για αυτούς και μπορεί ενδεχομένως να αντιμετωπιστεί με αρκετούς διαφορετικούς και αποκλίνοντες τρόπους, όπως ένας μηχανικός ή ένας επιστήμονας στην εργασία του (Maeng, Whitworth, Bell, & Sterling, 2020· Savery, 2006· Σκορδούλης & Στεφανίδου, 2021). Κατά τη μέθοδο αυτή μπορεί να εφαρμοστεί ομαδοσυνεργατική διδασκαλία και την ίδια στιγμή να ενσωματώνονται τόσο στοιχεία της διερευνητικής μάθησης, όσο και μαθητοκεντρικού τύπου διδασκαλία (Navy, Maeng, Bell, & Kaya, 2021). Μάλιστα, αυτή η μέθοδος διδασκαλίας μπορεί να ενεργοποιήσει το ενδιαφέρον των μαθητών σε σχέση με την εκπαίδευση STEM, να συνεισφέρει τόσο στην αφομοίωση όσο και στην πρακτική εφαρμογή της γνώσης ενώ την ίδια στιγμή προωθεί την εξερεύνηση σχετικών επαγγελματικών προοπτικών (Lou, Shih, Ray Diez, & Tseng, 2011).

Κατά τη Διδασκαλία Μέσω Λύσης Προβλήματος, οι μαθητές συμμετέχουν ενεργά στη λύση του προβλήματος και ο καθηγητής επιτελεί τον ρόλο του προπονητή-καθοδηγητή, παρέχοντας καθοδήγηση στην αντιμετώπιση του προβλήματος, όπως ο προπονητής μιας ομάδας σε έναν αγώνα, καθοδηγώντας τους μαθητές στην αναζήτηση κατάλληλων πληροφοριών για την επίλυση του προβλήματος (Seng Tan, 2004). Βέβαια, συνήθως προϋποθέτει προετοιμασία από την πλευρά του εκπαιδευτικού ώστε το συγκεκριμένο πρόβλημα να ταιριάζει στις εμπειρίες των μαθητών και να οδηγήσει στην επίτευξη καθορισμένων εκπαιδευτικών στόχων (Seng Tan, 2004), διαδικασία η οποία ίσως προβληματίσει τους νέους και άπειρους εκπαιδευτικούς (Navy et al., 2021). Αυτά τα στοιχεία, συνεισφέρουν στη χρήση της συγκεκριμένης μεθόδου διδασκαλίας με τρόπο ώστε οι μαθητές να αποκομίζουν μια θετική εμπειρία κατανοώντας τις έννοιες και αποκτώντας

διάφορες δεξιότητες οι οποίες διευκολύνουν τη μάθηση, όπως ικανότητες συνεργασίας, λύσης προβλήματος και άντλησης πληροφοριών (Seng Tan, 2004).

Οι συγκεκριμένες δεξιότητες αποτελούν και σημαντικά στοιχεία της φύσης της επιστήμης, οπότε με την αξιοποίηση της Διδασκαλίας Μέσω Λύσης Προβλήματος διευκολύνεται η διδασκαλία στοιχείων της ανάπτυξης της επιστημονικής γνώσης μέσω κατάλληλης αναφοράς σε συγκεκριμένο σημείο της διαδικασίας (Maeng et al., 2020). Μάλιστα, η συγκεκριμένου τύπου διδασκαλία δίνει την ευκαιρία στους μαθητές να έρθουν σε επαφή με διάφορες ερευνητικές μεθόδους τις οποίες θα εφαρμόσουν, με αποτέλεσμα να αντιληφθούν τις ομοιότητες του επαγγελματικού έργου ενός επιστήμονα ή ενός μηχανικού με τη δική τους έρευνα (Maeng et al., 2020).

Παρόμοια διδακτική μέθοδο με τη διδασκαλία μέσω λύσης προβλήματος αποτελεί η διδασκαλία μέσω σχεδίου εργασίας, με τη διαφορά να έγκειται στο ότι η δεύτερη εφαρμόζεται για μεγαλύτερη χρονική περίοδο και καταλήγει σε μια τελική κατασκευή, ενώ οι δυο όροι μπορούν να χρησιμοποιηθούν εναλλακτικά (Σκορδούλης & Στεφανίδου, 2021). Μια πολύ συνηθισμένη πρακτική σε τέτοιου τύπου διδακτικές προσεγγίσεις αποτελεί ο μηχανικός σχεδιασμός, ο οποίος χρησιμοποιείται σε συνδυασμό με γνώσεις μαθηματικών και φυσικών επιστημών για την αντιμετώπιση του προβλήματος και την εκπόνηση του σχεδίου εργασίας (Kelley & Knowles, 2016· Σκορδούλης & Στεφανίδου, 2021). Οι διάφορες εφαρμογές τέτοιου τύπου διδασκαλίας μπορεί να διαφέρουν μεταξύ τους, όμως η κεντρική δομή περιέχει συνήθως κοινά στοιχεία. Συγκεκριμένα, οι μαθητές προσδιορίζουν αρχικά το πρόβλημα ή τον στόχο και μετά καθορίζουν τυχόν περιορισμούς στη σχεδίαση, όπως το κόστος και το μέγεθος. Έπειτα, συλλέγουν πληροφορίες με σκοπό να δημιουργήσουν πιθανές σχεδιαστικές λύσεις. Στη συνέχεια, αφού έχουν αναλύσει κατά πόσο οι λύσεις αυτές είναι βιώσιμες, επιλέγουν την καταλληλότερη την οποία στη συνέχεια καλούνται να εφαρμόσουν ή να κατασκευάσουν. Τέλος, πραγματοποιούν έλεγχο και αξιολογούν την εφαρμογή της προτεινόμενης λύσης τους. Εάν τα αποτελέσματα είναι ικανοποιητικά τότε μπορούν να κοινοποιήσουν τα αποτελέσματά τους, αλλιώς εάν υπάρχει το απαραίτητο χρονικό περιθώριο μπορούν να επαναλάβουν τα παραπάνω βήματα με βάση τα αποτελέσματα του ελέγχου, ώστε να εφαρμόσουν μια καινούργια βελτιωμένη λύση (Σκορδούλης & Στεφανίδου, 2021).

2.3 NGSS

Η προώθηση της ενίσχυσης του γραμματισμού στους διάφορους τομείς της εκπαίδευσης STEM και η ανάπτυξη δεξιοτήτων 21^{ου} αιώνα, οδήγησε στην ανάπτυξη νέων εκπαιδευτικών προσεγγίσεων. Σε αυτό το πλαίσιο δημιουργήθηκε και το Next Generation Science Standards, NGSS, το οποίο αναπτύχθηκε από το NRC (2013) και βασίστηκε στο μοντέλο των τριών διαστάσεων της διερευνητικής μάθησης (Bybee, 2014). Το NGSS έχει υιοθετηθεί από σημαντικό αριθμό πολιτειών των ΗΠΑ (Smith, 2020) και γενικότερα εκτιμάται ότι επηρεάζει την εκπαίδευση τόσο στις ΗΠΑ όσο και διεθνώς (Bybee, 2014· Moore et al., 2015). Παραδείγματα αποτελούν η πιθανή υποστήριξη καθηγητών, καθώς έχει επαληθευτεί ότι η κατάλληλη εκπαίδευσή τους ενισχύει την εφαρμογή επιστημονικών πρακτικών στην εκπαιδευτική διαδικασία (Park et al., 2021), και η αλλαγή στον τρόπο αξιολόγησης των μαθητών, η οποία βρίσκεται υπό διερεύνηση (Stoll & Wertheim, 2023). Στο NGSS περιγράφονται πρότυπα, δηλαδή εκπαιδευτικοί στόχοι, για τις ικανότητες των μαθητών μετά την ολοκλήρωση της εκπαιδευτικής διαδικασίας, οι οποίοι ενσωματώνουν στοιχεία και από τις τρεις διαστάσεις της διερευνητικής μάθησης (Bybee, 2014· Moore et al., 2015).

Σύμφωνα με το μοντέλο των τριών διαστάσεων της διερευνητικής μάθησης που προτάθηκε από το NRC (2012), η διδακτική πρακτική στους τομείς του STEM πρέπει να χαρακτηρίζεται από τρεις κύριες διαστάσεις: (1) τις Βασικές Ιδέες, (2) τις Επιστημονικές και Μηχανικές Πρακτικές και (3) τις Διεπιστημονικές έννοιες. Η πρώτη διάσταση αναφέρεται σε σημαντικές έννοιες που διέπουν τις επιστήμες στους τομείς Φυσικής-Χημείας, των Επιστημών της Ζωής, της Μηχανικής-Τεχνολογίας-Εφαρμογών Φυσικών Επιστημών, καθώς και των Επιστημών της Γης και του Διαστήματος. Για κάθε τομέα το NRC (2012) έδωσε έμφαση σε μικρό αριθμό Βασικών Ιδεών, οι οποίες μπορούν να μελετηθούν σε πολλές τάξεις, σχετίζονται με καθημερινά φαινόμενα, συμβάλουν ουσιαστικά σε επιστήμες και αντίστοιχες πρακτικές, ενώ την ίδια στιγμή μπορούν να αξιοποιηθούν για την ανάλυση πολυπλοκότερων εννοιών σε περαιτέρω ενασχόληση με τους τομείς του STEM. Η δεύτερη διάσταση αναφέρεται σε πρακτικές που χρησιμοποιούν τόσο οι μηχανικοί όσο και οι επιστήμονες στην εργασία τους, δηλαδή τόσο στο σχεδιασμό και σε κατασκευές όσο και σε έρευνες αντίστοιχα (NRC, 2012). Η τελευταία διάσταση αναφέρεται σε διεπιστημονικές έννοιες, δηλαδή έννοιες οι οποίες μπορούν να συναντηθούν

σε περισσότερους κλάδους του STEM, με αποτέλεσμα να συνδέονται οι διάφοροι κλάδοι μεταξύ τους (Σκορδούλης & Στεφανίδου, 2021).

Στο NGSS η οργάνωση των διδακτικών στόχων γίνεται είτε με βάση Βασικές Ιδέες, είτε με βάση Θεματική Περιοχή, όμως σχετικά με τη διδασκαλία της Ενέργειας για παιδιά 11-13 ετών, δηλαδή για τις τάξεις 6-8, δεν υπάρχει διαφοροποίηση ως προς τις κατηγοριοποιήσεις αυτές (NRC, 2013). Συγκεκριμένα, παρουσιάζονται πέντε διδακτικοί στόχοι που σχετίζονται με την κινητική ενέργεια, τη δυναμική ενέργεια, τη σχεδίαση συσκευής για διευκόλυνση ή παρεμπόδιση μεταφοράς θερμικής ενέργειας και τη σχέση της μεταφοράς ενέργειας με δομικά χαρακτηριστικά των υλικών και αλλαγές που παρατηρούνται. Ταυτόχρονα γίνεται σύνδεση με κάθε μία από τις τρεις διαστάσεις παρουσιάζοντας σχετικούς διδακτικούς στόχους.

Ως προς τις βασικές ιδέες, παρουσιάζονται κάποιοι Ορισμοί για την Ενέργεια, στοιχεία για τη Διατήρηση και τη Μεταφορά ενέργειας, τη Σχέση μεταξύ Ενέργειας και Δυνάμεων, ενώ παρουσιάζονται και σχετικές βασικές ιδέες σχετικές με τη Μηχανική, δηλαδή σχετικά με τον Ορισμό και την Οριοθέτηση ενός Μηχανικού Προβλήματος και το Σχεδιασμό Πιθανών Λύσεων. Ως προς τις Επιστημονικές και Μηχανικές Πρακτικές, παρουσιάζονται στοιχεία σχετικά με την Ανάπτυξη και τη Χρήση Μοντέλων, το Σχεδιασμό και τη Διεξαγωγή Διερευνήσεων, την Ανάλυση και Ερμηνεία Δεδομένων, τη Δημιουργία Εξηγήσεων και Σχεδιασμό Λύσεων, τη Διατύπωση Επιχειρημάτων με Βάση Δεδομένα, ενώ ταυτόχρονα τονίζονται και οι σχέσεις με τη φύση της επιστήμης η οποία βασίζεται σε εμπειρικά δεδομένα. Τέλος ως προς τις Διεπιστημονικές Έννοιες, παρουσιάζονται στοιχεία σχετικά με την Κλίμακα, Αναλογία και Ποσότητα, τα Συστήματα και τα μοντέλα συστημάτων καθώς και την Ενέργεια και Ύλη.

2.4 OpenSciEd

Ένα στοιχείο που διευκολύνει την εφαρμογή του NGSS είναι η ύπαρξη κατάλληλου εκπαιδευτικού υλικού, το οποίο θα μπορούσαν να χρησιμοποιήσουν οι εκπαιδευτικοί στη διδασκαλία (Smith, 2020). Γι' αυτό το λόγο το NGSS δίνει τη δυνατότητα σε οργανισμούς να αναπτύξουν μαθήματα και ενότητες μαθημάτων και να τα υποβάλλουν για αξιολόγηση σε κατάλληλη επιτροπή. Τα μαθήματα αυτά αξιολογούνται και όσα λαμβάνουν υψηλό δείκτη αξιολόγησης αναρτώνται στον αντίστοιχο τομέα της ιστοσελίδας του NGSS,

<https://www.nextgenscience.org/resources/examples-quality-ngss-design>, και είναι δωρεάν και διατίθενται ελεύθερα στο ευρύ κοινό. Υπάρχουν διάφοροι οργανισμοί οι οποίοι συμμετέχουν σε αυτή τη διαδικασία, ένας από τους οποίους είναι το OpenSciEd. Ο συγκεκριμένος οργανισμός αξιοποιεί διάφορες ειδικότητες στον χώρο της εκπαίδευσης, από μαθητές και καθηγητές μέχρι εκπαιδευτικούς ερευνητές και δημιουργούς εκπαιδευτικού υλικού. Σκοπός του είναι η δημιουργία υψηλού επιπέδου εκπαιδευτικού υλικού, το οποίο είναι συμβατό με τα πρότυπα του NGSS (Edelson et al., 2021). Μάλιστα θεωρείται ένας από τους πιο επιδραστικούς στον τομέα αυτό (Smith, 2020).

2.4.1 Ενότητα Μαθημάτων Θερμικής Ενέργειας

Το OpenSciEd έχει δημιουργήσει εκπαιδευτικό υλικό για αρκετές διαφορετικές τάξεις. Για τις ανάγκες της συγκεκριμένης Διπλωματικής Εργασίας, θα αξιοποιηθεί η ενότητα μαθημάτων «**6.2 Θερμική Ενέργεια: Πώς τα δοχεία εμποδίζουν το περιεχόμενό τους από το να ζεσταθεί ή να κρυώσει;**» για την 6^η τάξη, δηλαδή για παιδιά 11-12 ετών. Το υλικό βρίσκεται διαθέσιμο στον αντίστοιχο τομέα της ιστοσελίδας του OpenSciEd, <https://openscienced.org/instructional-materials/6-2-thermal-energy/>. Στην ενότητα αυτή αρχικά διατυπώνεται το ερώτημα του τίτλου και με βάση αυτό διενεργούνται μαθήματα με τη μέθοδο της διερεύνησης, στα οποία οι μαθητές πρώτα διερευνούν τα χαρακτηριστικά του συστήματος και στη συνέχεια τους τρόπους μεταφοράς θερμότητας. Στο τελευταίο μέρος της ενότητας, οι μαθητές σχεδιάζουν βελτιωμένα ποτήρια που διατηρούν το εσωτερικό κρύο. Η ενότητα αυτή αποτελείται από 18 μαθήματα τα οποία χωρίζονται σε 3 σετ μαθημάτων.

1ο σετ μαθημάτων (μαθήματα 1-6): Πώς κάποια χαρακτηριστικά του ποτηριού κλείνουν το σύστημα για να διατηρήσουν το υγρό κρύο ή ζεστό και γιατί ζεσταίνεται και πάλι;

Μάθημα 1: Οι μαθητές ελέγχουν πόσο καλά ένα απλό ποτήρι λειτουργεί σε σχέση με ένα ιδιαίτερο ποτήρι για να κρατήσει κρύο ένα παγωμένο υγρό. Μοντελοποιούν πώς και γιατί το ιδιαίτερο ποτήρι δουλεύει καλύτερα από το απλό.

Μαθήματα 2-3: Οι μαθητές ελέγχουν και συλλέγουν στοιχεία για το ποια μέρη του ποτηριού είναι πιο σημαντικά στη διατήρηση της θερμοκρασίας του υγρού.

Μαθήματα 4-6: Οι μαθητές αναπτύσσουν διαγραμματικά και φυσικά μοντέλα για να εξηγήσουν πώς η ύλη κινείται ανάμεσα σε συστήματα. Ένα κλειστό σύστημα που ζεσταίνεται κινητοποιεί περαιτέρω διερεύνηση.

2ο σετ μαθημάτων (μαθήματα 7-14): Πώς και γιατί η ενέργεια από το εξωτερικό του συστήματος εισέρχεται στο σύστημα του ποτηριού για να ζεσταθεί το κρύο νερό;

Μαθήματα 7-8: Οι μαθητές προβληματίζονται σχετικά με άλλους τρόπους που ζεσταίνεται το νερό στο εσωτερικό και ελέγχουν τις προϋπάρχουσες ιδέες τους για το φως που εισέρχεται στο ποτήρι. Ένα κλειστό σύστημα στο σκοτάδι που επίσης ζεσταίνεται κινητοποιεί περαιτέρω διερεύνηση.

Μαθήματα 9-14: Οι μαθητές διεξάγουν διερευνήσεις στο εργαστήριο και με προσομοιώσεις υπολογιστή για να ανακαλύψουν ότι ενέργεια εισέρχεται στο σύστημα μέσω σύγκρουσης σωματιδίων και ότι η ενέργεια μεταφέρεται από τις θερμότερες στις ψυχρότερες ουσίες.

3ο σετ μαθημάτων (μαθήματα 15-18): Πώς μπορούμε να σχεδιάσουμε δοχείο που διατηρεί μια ουσία κρύα;

Μάθημα 15: Οι μαθητές ερευνούν διαφορετικά πιθανά χαρακτηριστικά σχεδίων για τα ποτήρια τους όπως μόνωση αέρα, μόνωση κενού και ανακλαστικές επιφάνειες.

Μαθήματα 16-17: Οι μαθητές εμπλέκονται σε δυο κύκλους σχεδιασμού για να σχεδιάσουν, να φτιάξουν και να ελέγξουν τα ποτήρια τους με βάση κριτήρια και περιορισμούς. Η διαδικασία αυτή αναφέρεται ως πρόκληση σχεδιασμού.

Μάθημα 18: Οι μαθητές βγάζουν συμπεράσματα από την πρόκληση σχεδιασμού και τα εφαρμόζουν σε σχετικά φαινόμενα. Τέλος, αναγνωρίζουν και επικροτούν τις γνώσεις που αποκόμισαν στην ενότητα αυτή.

2.5 Καινοτομία της Έρευνας

Η παραπάνω ανάλυση αναφέρεται στην ένταξη της εκπαίδευσης STEM και της μεθόδου διδασκαλίας μέσω λύσης προβλήματος στην εκπαιδευτική πρακτική σε διεθνές επίπεδο, όμως τα δεδομένα που αναφέρονται στο NGSS και στην εφαρμογή του μέσω κατάλληλων

σχεδίων μαθήματος, όπως αυτά που αναπτύσσονται από τον οργανισμό OpenSciEd, αναφέρονται κυρίως στις ΗΠΑ. Ο Savery (2006) όμως έχει διαπιστώσει ότι η εφαρμογή της Διδασκαλίας μέσω Λύσης Προβλήματος δυσχεραίνεται σε σχολεία που ακολουθούν αναλυτικό πρόγραμμα σπουδών και υπάρχει υποχρέωση να καλυφθούν συγκεκριμένοι γνωστικοί στόχοι. Μάλιστα, ο ίδιος στηρίζει την άποψή του στο γεγονός ότι συνήθως υπάρχει ωρολόγιο πρόγραμμα το οποίο οριοθετεί τον χρόνο που διατίθεται σε κάθε μάθημα καθώς και τελική αξιολόγηση, στοιχεία τα οποία αποτελούν τροχοπέδη στην εφαρμογή της Διδασκαλίας μέσω Λύσης Προβλήματος στη διδακτική πρακτική. Θα μπορούσε να ισχυριστεί κάποιος ότι το Ελληνικό Εκπαιδευτικό Σύστημα αποτελεί ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα σχολείων που οργανώνονται με τέτοιο τρόπο. Βέβαια έχουν γίνει έρευνες στις οποίες γίνεται αξιοποίηση στοιχείων της εκπαίδευσης STEM και της Διδασκαλίας μέσω Λύσης Προβλήματος για ανάπτυξη εκπαιδευτικών σεναρίων τα οποία εντάσσονται και εφαρμόζονται σε Ελληνικά σχολεία, με ένα παράδειγμα να αποτελεί η έρευνα της Τζιωρτζιώτη (2025). Όμως, δεν εντοπίστηκαν έρευνες οι οποίες να αξιοποιούν διδακτικά σενάρια τα οποία ενσωματώνουν στοιχεία της εκπαίδευσης STEM και της Διδασκαλίας μέσω Λύσης Προβλήματος και έχουν αναπτυχθεί από τον οργανισμό OpenSciEd, είτε αυτόνομα είτε στο πλαίσιο ενότητας μαθημάτων, με σκοπό την κατάλληλη προσαρμογή τους και τον έλεγχο εφαρμογής τους σε ελληνικά σχολεία. Η παρούσα εργασία αναμένεται να συμβάλλει σε αυτήν την κατεύθυνση.

3. Μεθοδολογία

Στο παρόν Κεφάλαιο θα αναλυθεί η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε κατά την έρευνα. Συγκεκριμένα, αποφασίστηκε να ακολουθηθεί ποιοτική ερευνητική μέθοδος μέσω πρακτικής εφαρμογής ενός εκπαιδευτικού σεναρίου που μελετάει τη μεταφορά θερμικής ενέργειας. Στο πλαίσιο αυτό, ο ερευνητής συμμετείχε σε όλα τα στάδια της διαδικασίας δηλαδή τόσο στην έρευνα όσο και στην εφαρμογή, αξιοποίησε προτάσεις των συναδέλφων και συνεργάστηκε μαζί τους, ενώ μετά το τέλος της διαδικασίας στοχάζεται για πιθανές αλλαγές στο εκπαιδευτικό σενάριο. Αυτά αποτελούν συστατικά στοιχεία της μεθόδου Έρευνας Δράσης (Κατσαρού & Τσάφος, 2003), οπότε μπορούμε να συμπεράνουμε ότι και η συγκεκριμένη έρευνα αποτελεί μια Έρευνα Δράσης.

3.1 Μεθοδολογία της έρευνας

3.1.1 Το Δείγμα και η προετοιμασία της έρευνας

Η διδακτική πρόταση εφαρμόστηκε στο τμήμα ΣΤ1 στη Λεόντειο Σχολή Αθηνών, στο οποίο υπήρχαν 26 παιδιά, 12 αγόρια και 14 κορίτσια. Ο λόγος που επιλέχθηκε η διδασκαλία σε ένα τμήμα ΣΤ Δημοτικού, δηλαδή μαθητές 11-12 ετών, είναι ότι το διδακτικό σενάριο που εφαρμόστηκε αποτελεί μικρή τροποποίηση του μαθήματος 16 της ενότητας μαθημάτων που δημιουργήθηκε από το OpenSciEd για τη Θερμική Ενέργεια σε μαθητές τάξης 6, δηλαδή σε μαθητές 11-12 ετών. Με αυτόν τον τρόπο εξασφαλίζεται ότι ελέγχεται το σενάριο αυτό με εφαρμογή στην ηλικιακή ομάδα για την οποία προοριζόταν εξ' αρχής να διδαχθεί.

Στο πλαίσιο της προετοιμασίας της εφαρμογής του διδακτικού σεναρίου, στις 08-05-2026 έγινε συνάντηση του ερευνητή με τους δασκάλους του τμήματος στους χώρους του σχολείου. Στη συνάντηση αυτή, διαπιστώθηκε ότι το πρόβλημα της αύξησης της θερμοκρασίας των παγωμένων ποτών ταιριάζει στις εμπειρίες των μαθητών, ειδικά την περίοδο που εφαρμόστηκε καθώς πλησίαζαν οι καλοκαιρινές διακοπές και συνεπώς τα παιδιά θα μπορούν να ανταποκριθούν. Επίσης, έγινε περιήγηση στον χώρο του εργαστηρίου φυσικής του Δημοτικού της Λεοντείου Σχολής Αθηνών, στον οποίο θα πραγματοποιούνταν

η εφαρμογή του διδακτικού σεναρίου. Εκεί διαπιστώθηκε ότι η διαμόρφωση της αίθουσας ήταν τέτοια ώστε οι μαθητές θα έπρεπε να χωριστούν σε 5 ομάδες, 3 ομάδες των 6 μαθητών και 2 ομάδες των 4 μαθητών, ώστε σε κάθε τραπέζι να κάθονται μαθητές από μόνο μία ομάδα. Ταυτόχρονα, μελετήθηκε, σε συνεργασία με τους δασκάλους το προφίλ των μαθητών και αποφασίστηκε να κατανεμηθούν με τρόπο ώστε οι ομάδες να είναι μεικτές τόσο ως προς το φύλο όσο και ως προς τη βαθμολογική επίδοση στα μαθήματα του σχολείου. Επιπλέον, δεδομένου ότι υπήρχαν μαθητές με συμμετοχή σε δράσεις εκπαιδευτικής ρομποτικής στο σχολείο, οι μαθητές αυτοί κατανεμήθηκαν ομοιόμορφα στις ομάδες. Η συζήτηση αυτή λειτούργησε επίσης και ως οικοδόμηση εμπιστοσύνης μεταξύ του ερευνητή και των δασκάλων γεγονός που είναι απαραίτητο στη συλλογή δεδομένων μέσω παρατήρησης (Μάγος, 2005), ενώ αποφασίστηκε ότι κατά την εφαρμογή του διδακτικού σεναρίου ο ερευνητής θα εφάρμοζε συμμετοχική παρατήρηση καθώς θα αναλάμβανε τον ρόλο του εκπαιδευτικού για τις ανάγκες της συγκεκριμένης εφαρμογής και οι δάσκαλοι του τμήματος θα αναλάμβαναν καθήκοντα εξωτερικού παρατηρητή. Τέλος, στη συνάντηση αυτή αποφασίστηκε να διεξαχθεί η εφαρμογή του διδακτικού σεναρίου στις 18-05-2026 την 5^η ώρα διδασκαλίας και στις 19-05-2026 την 5^η ώρα διδασκαλίας.

3.1.2 Δεοντολογία της Έρευνας

Για τη διεξαγωγή της Έρευνας, ζητήθηκε η άδεια της διεύθυνσης της Λεοντείου Σχολής Αθηνών καθώς και της διεύθυνσης του Δημοτικού του συγκεκριμένου σχολείου. Εφόσον δόθηκε η έγκριση αυτή σε συνεννόηση με τους δασκάλους του τμήματος, το σενάριο αυτό εντάχθηκε στο εκπαιδευτικό πρόγραμμα του τμήματος στο πλαίσιο της διδασκαλίας του μαθήματος της φυσικής. Συγκεκριμένα, θεωρήθηκε ότι το συγκεκριμένο διδακτικό σενάριο αποτελεί πρακτική εφαρμογή του κεφαλαίου «Θερμοκρασία-Θερμότητα» του σχολικού βιβλίου της ΣΤ Δημοτικού το οποίο μελετά τη μεταφορά της θερμότητας. Οι μαθητές ήταν ενήμεροι ότι το συγκεκριμένο μάθημα διεξαγόταν στο πλαίσιο της συγκεκριμένης Διπλωματικής Εργασίας, το ίδιο και οι γονείς και μετά τη διεξαγωγή του μαθήματος αυτού αναφέρθηκε και σε δημόσια ανάρτηση του σχολείου στα μέσα κοινωνικής δικτύωσης του.

3.1.3 Τρόποι συλλογής δεδομένων

Στην εργασία αυτή, για τη συλλογή δεδομένων χρησιμοποιήθηκαν οι παρατηρήσεις που καταγράφηκαν στο προσωπικό ημερολόγιο, η δημιουργία φύλλων εργασίας που καλούνταν να συμπληρώσουν οι ομάδες σε όλα τα βήματα της διαδικασίας καθώς και ερωτήσεις του ερευνητή σε διάφορες φάσεις του διδακτικού σεναρίου που απευθύνονταν είτε προς το σύνολο της τάξης είτε σε μερικά άτομα από κάθε ομάδα. Για την παρατήρηση, αξιοποιήθηκαν οι παρατηρήσεις του ερευνητή, οι παρατηρήσεις των εκπαιδευτικών ενώ κάποιες παρατηρήσεις υποστηρίχθηκαν τόσο από φωτογραφίες που λήφθηκαν κατά την εφαρμογή του διδακτικού σεναρίου όσο και από πρόχειρες σημειώσεις των μαθητών στα φύλλα εργασίας. Για την καταγραφή των παρατηρήσεων αξιοποιήθηκαν οι τρεις φάσεις του κύκλου της παρατήρησης (Μάγος, 2005), καθώς είχε προηγηθεί συζήτηση για το σχεδιασμό του μαθήματος, έγινε η παρατήρηση κατά την εφαρμογή του σεναρίου ενώ αμέσως μετά την κάθε διδακτική ώρα ακολούθησε συζήτηση ανατροφοδότησης ανάμεσα στους δασκάλους του τμήματος και τον ερευνητή, στην οποία συγκεντρώθηκαν οι παρατηρήσεις όλων των παρατηρητών και συντάχθηκε το προσωπικό ημερολόγιο.

Οι ερωτήσεις και οι απαντήσεις αξιοποιήθηκαν για την εξακρίβωση των προηγούμενων γνώσεων και γενικότερα των ιδεών και των σκέψεων των μαθητών ενώ μέσω της παρατήρησης καταγράφηκαν οι πράξεις των μαθητών. Τέλος, τα φύλλα εργασίας αποτελούνται από ερωτήσεις οι οποίες αποτυπώνουν τις σκέψεις της κάθε ομάδας σε όλες τις φάσεις της διαδικασίας καθώς και φυλλάδια τα οποία καθοδηγούν τους μαθητές από τη 2^η έως τη 5^η φάση του διδακτικού σεναρίου. Το διδακτικό σενάριο, καθώς και τα φύλλα εργασίας που χρησιμοποιήθηκαν παρουσιάζονται στην παρακάτω ενότητα.

3.2 Διδακτική Πρόταση

Η διδακτική πρόταση αποτελεί μια παραλλαγή του Μαθήματος 16 της ενότητας μαθημάτων του OpenSciEd για τη θερμική ενέργεια στην τάξη 6. Η επιλογή έγινε καθώς αποτελεί διδακτική πρόταση με Διδασκαλία μέσω Λύσης Προβλήματος και με τις κατάλληλες τροποποιήσεις κρίθηκε ότι μπορούσε να εφαρμοστεί στην ΣΤ τάξη Δημοτικού Ελληνικού Σχολείου. Συγκεκριμένα, στο σχέδιο μαθήματος της ενότητας μαθημάτων του OpenSciEd

ζητείται από τους μαθητές να εκφράσουν τη λειτουργία των βελτιώσεων που προτείνουν με βάση φαινόμενα του μικρόκοσμου που ανακάλυψαν σε προηγούμενα μαθήματα της ενότητας αυτής. Όμως στο σχολικό βιβλίο για τη ΣΤ Δημοτικού στο Ελληνικό Εκπαιδευτικό Σύστημα στην ενότητα της μεταφοράς θερμότητας, δεν γίνεται αναφορά στα φαινόμενα του μικρόκοσμου που συντελούν στη μεταφορά θερμότητας. Συνεπώς κρίθηκε σκόπιμο να μη ζητηθεί από τους μαθητές κάτι τέτοιο, εκτός από προφορική παρότρυνση εάν κάποιος γνωρίζει φαινόμενα του μικρόκοσμου που επηρεάζουν το φαινόμενο να τα συμπεριλάβει στις εξηγήσεις τις ομάδας του μετά από συζήτηση με τα υπόλοιπα μέλη της ομάδας του. Μία ακόμα αλλαγή που πραγματοποιήθηκε είναι ότι δεν συμπεριλήφθηκε ως διαθέσιμο υλικό η ζεστή κόλλα, καθώς κρίθηκε ότι ήταν επικίνδυνη για τους μαθητές.

Αυτό το διδακτικό σενάριο χρησιμοποιεί ως διδακτική τεχνική μια ομαδοσυνεργατική Διδασκαλία μέσω Λύσης Προβλήματος 6 βημάτων. Στο 1^ο βήμα, «Προσδιορισμός Προβλήματος και Στόχου», οι μαθητές προσδιορίζουν το προς επίλυση πρόβλημα της αύξησης της θερμοκρασίας των υγρών στο εσωτερικό ποτηριών και τον στόχο της κατασκευής κατάλληλων βελτιωμένων ποτηριών με σκοπό την επιβράδυνση της αύξησης αυτής. Στο 2^ο βήμα, «Καθορισμός Κριτηρίων και Περιορισμών», ορίζονται τα κριτήρια και οι περιορισμοί που πρέπει να πληροί η κατασκευή. Στο 3^ο βήμα, «Σχεδιασμός Λύσεων», οι μαθητές σχεδιάζουν και εξηγούν τις βελτιώσεις που θα εφαρμόσουν και κάνουν σχετικές προβλέψεις. Στο 4^ο βήμα, «Κατασκευή Λύσεων», οι μαθητές κατασκευάζουν τα βελτιωμένα ποτήρια. Στο 5^ο βήμα, «Έλεγχος Κατασκευών», οι μαθητές πραγματοποιούν ελέγχους για να διαπιστώσουν εάν τα βελτιωμένα ποτήρια πληρούν τα κριτήρια και τους περιορισμούς. Στο 6^ο βήμα, «Αξιολόγηση αποτελεσμάτων» οι μαθητές αξιολογούν τα αποτελέσματα των ελέγχων ενώ ζητείται και να αξιολογήσουν τα αποτελέσματα των βελτιώσεων μιας άλλης ομάδας, και στο τέλος καταλήγουν σε πιθανές τροποποιήσεις στις βελτιώσεις τους με την αξιοποίηση όλων των δεδομένων και προτάσεων.

3.2.1 Το Διδακτικό Σενάριο

Project: Πώς μπορούμε να σχεδιάσουμε ένα σύστημα ποτηριού για να επιβραδύνουμε τη μεταφορά ενέργειας στο υγρό στο εσωτερικό του;

Διάρκεια: 2 διδακτικές ώρες

Τάξη: ΣΤ Δημοτικού

Μέθοδος διδασκαλίας:

1. Σχεδιασμός βελτίωσης ενός ποτηριού με κατάλληλα χαρακτηριστικά για να επιβραδυνθεί η μεταφορά ενέργειας στο υγρό μέσα στο ποτήρι.
2. Διεξαγωγή διερευνήσεων για συλλογή δεδομένων με σκοπό την αξιολόγηση της απόδοσης των βελτιωμένων ποτηριών τα οποία επιβραδύνουν τη μεταφορά ενέργειας με βάση συγκεκριμένα κριτήρια και περιορισμούς. Με βάση τα αποτελέσματα των ελέγχων θα γίνει πρόταση τροποποιήσεων στα χαρακτηριστικά των ποτηριών.
3. Μεθοδολογία Λύσης Προβλήματος 6 βημάτων.

Προσδοκώμενοι Αποτελέσματα:

Μετά το τέλος του μαθήματος αναμένεται οι μαθητές να :

- Εμπεδώσουν καλύτερα τις γνώσεις που απέκτησαν στη μεταφορά θερμότητας και στην ακτινοβολία μέσω πρακτικής εφαρμογής τους για την επίλυση προβλήματος.
- Κατανοήσουν ότι όσο σαφέστερα ορίσουν μια εργασία σχεδιασμού, τόσο πιο πιθανό είναι η σχεδιασμένη λύση να καλύπτει τα κριτήρια και τους περιορισμούς.
- Αντιλαμβάνονται ότι ένα σχεδιασμένο ποτήρι θα πρέπει να ελεγχθεί και μετά να τροποποιηθεί με βάση τα αποτελέσματα του ελέγχου. Ο έλεγχος αυτός βοηθάει να αξιολογηθούν οι λύσεις ως προς την κάλυψη των κριτηρίων και των περιορισμών.
- Συνεργάζονται ως ομάδα για να επιλύσουν ένα πρόβλημα.

Τρόπος οργάνωσης της τάξης (ομαδοσυνεργατικά):

Οι μαθητές χωρίζονται σε ομάδες. Στην 1^η και 2^η φάση οι μαθητές συμμετέχουν όλοι μαζί στις δραστηριότητες. Στις 3^η, 4^η και 5^η φάση οι μαθητές εκτελούν τις δραστηριότητες και συμπληρώνουν το φύλλο εργασίας εκτελώντας τις δραστηριότητες που αναφέρει με την καθοδήγηση του δασκάλου.

Απαιτούμενα υλικά για όλη την τάξη: 10 πλαστικά ποτήρια, 10 πλαστικά καπάκια, Αλουμινόχαρτο, Πλαστικό περιτύλιγμα, φύλλα φελλού ή φύλλα τσόχας, Πλαστικά καλαμάκια, Μπάλες από βαμβάκι, Χαρτοπετσέτες, Χαρτόνι περιτυλίγματος, Χάρτινα ποτήρια, Χρώματα και πινέλα ζωγραφικής, Λαστιχάκια, Ταινία, Επαρκή ποσότητα κρύου νερού (6°C) και Φωτιστικό Δαπέδου με Λάμπα Έντονου Φωτισμού (100W).

Απαιτούμενα Υλικά ανά ομάδα: 1 θερμόμετρο και 1 χάρακας.

Διδακτική πορεία:

1^η ώρα:

1^η φάση: Εισαγωγή

Σύντομη παρουσίαση πειράματος κρύου ποτηριού-σύνδεση με προηγούμενες γνώσεις. Οι μαθητές εκφράζουν αρχικές ιδέες για βελτιώσεις που θα μπορούσαν να βοηθήσουν στην επιβράδυνση της μεταφοράς θερμότητας, εξηγώντας πώς δουλεύει η βελτίωση αυτή.

Εκτιμώμενη διάρκεια: 5 λεπτά

2^η φάση: Αρχή Δοκιμασίας Σχεδιασμού

Οι μαθητές ξεκινούν τη Δοκιμασία Σχεδιασμού λαμβάνοντας το πακέτο φυλλαδίων και αναγνωρίζοντας σημαντικούς παράγοντες σχετικά με το σχεδιασμό βελτιώσεων. Στη συνέχεια οι μαθητές βλέπουν τα κριτήρια, τους περιορισμούς και τους ελέγχους που θα διενεργηθούν αναλύοντας πώς κάθε έλεγχος αξιολογεί κάποιο κριτήριο ή περιορισμό.

Εκτιμώμενη διάρκεια: 15 λεπτά

3^η φάση: Σχεδίαση και κατασκευή βελτιωμένου ποτηριού

Οι μαθητές χωρίζονται σε ομάδες. Κάθε ομάδα αποφασίζει 3 βελτιώσεις που θα κάνει στο ποτήρι. Κάθε χαρακτηριστικό θα πρέπει να έχει κατάλληλη λειτουργία για να επιβραδύνει τη μεταφορά θερμότητας. Στο φυλλάδιό τους οι μαθητές κάνουν ένα σχέδιο για το ποτήρι

που θα φτιάξουν και αφού σημειώσουν τις αλλαγές στο απλό ποτήρι καταγράφουν τη λειτουργία κάθε μίας. Στη συνέχεια κατασκευάζουν το βελτιωμένο ποτήρι και καταγράφουν τις προβλέψεις τους για τα θετικά και τα αρνητικά του σε σχέση με τα κριτήρια. Ο δάσκαλος βοηθάει άμα χρειάζεται και θυμίζει τους περιορισμούς χωρίς να διορθώνει.

Σημείωση: τα περισσευούμενα υλικά πρέπει να προστεθούν στα έξοδα της κατασκευής.

Εκτιμώμενη διάρκεια: 25 λεπτά

2^η ώρα:

4^η φάση: Έλεγχος σχεδίων βελτιωμένων ποτηριών

Οι μαθητές εκτελούν πρώτα τον Έλεγχο κανονικού φωτισμού και θερμοκρασίας και μετά τον Έλεγχο έντονου φωτισμού όπως περιγράφονται στο φύλλο εργασίας. Ο Έλεγχος επίδρασης στο περιβάλλον, ο Έλεγχος διαμέτρου και ο Έλεγχος κόστους γίνονται παράλληλα με τους δυο πρώτους ώστε να εξοικονομηθεί χρόνος. Ο δάσκαλος επιβλέπει και βοηθάει στη διενέργεια των ελέγχων.

Προσοχή: Οι μαθητές ΔΕΝ πρέπει να αγγίζουν τη λάμπα που χρησιμοποιείται για έντονο φωτισμό γιατί μπορεί να γίνει πολύ ζεστή και υπάρχει κίνδυνος εγκαύματος.

Εκτιμώμενη διάρκεια: 26-30 λεπτά

5^η φάση: Αξιολόγηση αποτελεσμάτων για τα σχέδια βελτιωμένων ποτηριών

Οι μαθητές αξιολογούν τις βελτιώσεις της ομάδας τους για 5 λεπτά απαντώντας στις ερωτήσεις «Τι δούλεψε και γιατί;» και «Τι δεν δούλεψε και γιατί;». Στη συνέχεια, κάθε ομάδα μεταφέρεται στον πάγκο μιας άλλης ομάδας και μέσα σε 6 λεπτά απαντά στις ερωτήσεις στο φυλλάδιο «Αξιολόγηση Βελτιώσεων: Ανατροφοδότηση Συναδέλφων» κοιτώντας τα σχέδια των βελτιώσεων και τα αποτελέσματα των ελέγχων. Μετά κάθε ομάδα επιστρέφει στον πάγκο της. Στον υπόλοιπο χρόνο οι μαθητές απαντούν στην ερώτηση «Ποιες προτάσεις λάβατε από τους συμμαθητές και θα θέλατε να τις συνυπολογίσετε σε επόμενο σχεδιασμό;»

Εκτιμώμενη διάρκεια: 15 λεπτά

Φύλλο Εργασίας: Ομάδα: _____

Πρόβλημα: Όταν αγοράζουμε παγωμένα ποτά από καφετέριες και εστιατόρια, αυτά ζεσταίνονται και λιώνουν πολύ γρήγορα, ειδικά σε μέρες με πολύ ζέστη και ήλιο. Τα μαγαζιά πουλάνε επαναχρησιμοποιούμενα παγούρια τα οποία διατηρούν το ποτό μας πιο κρύο για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα χωρίς να επιβαρύνουν το περιβάλλον, αλλά αυτά κάποιες φορές μπορεί να είναι ακριβά.



Στόχος: Χρησιμοποιώντας καθημερινά υλικά, σχεδιάζουμε ένα ποτήρι το οποίο θα διατηρεί το ποτό σχεδόν όσο κρύο όσο και τα αγοραστά παγούρια, θα είναι φιλικό στο περιβάλλον και θα είναι οικονομικό. Το ποτήρι θα πρέπει να πληροί τα εξής Κριτήρια και Περιορισμούς.

Κριτήρια: Οι προδιαγραφές που πρέπει να ικανοποιεί η κατασκευή μας

1. Μεταβολή θερμοκρασίας λιγότερη από 1°C μετά από 12 λεπτά σε κανονικό φως.
2. Μεταβολή θερμοκρασίας λιγότερη από 2°C μετά από 12 λεπτά σε έντονο φως.

Περιορισμοί: Όρια στο τι μπορεί να σχεδιαστεί.

1. Μην χρησιμοποιήσετε πάνω από 2 πλαστικά ποτήρια.
2. Τα υλικά πρέπει να είναι ανακυκλώσιμα ή επαναχρησιμοποιούμενα για μείωση αποβλήτων.
3. Μπορείτε να χρησιμοποιήσετε μέχρι 3 υλικά πέρα από το ίδιο το ποτήρι.
4. Πρέπει να χωράει σε μια τυπική θήκη σε αυτοκίνητο (10cm πλάτος και 8cm ύψος).
5. Διατήρηση χαμηλού κόστους (κάτω από 0.50€ για όλο το ποτήρι).

Προτείνεται να κάνουμε τους παρακάτω ελέγχους:

- Μέτρηση διαμέτρου
- 12 λεπτά Έλεγχος κανονικού φωτισμού και θερμοκρασίας
- 12 λεπτά Έλεγχος έντονου φωτισμού και θερμοκρασίας
- Αξιολόγηση της επίδρασης στο περιβάλλον
- Έλεγχος κόστους

Ιδέες Βελτιώσεων

Σχεδιάστε το βελτιωμένο ποτήρι. Σημειώστε τις βελτιώσεις με νούμερα 1, 2 και 3.	Βελτιώσεις Περιγράψτε τις βελτιώσεις και εξηγήστε πώς ελαχιστοποιούν τη μεταφορά θερμότητας.
	Βελτίωση 1
	Βελτίωση 2
	Βελτίωση 3
Ξαναδείτε τα κριτήρια και τους περιορισμούς (Κ&Π). Περιγράψτε τι κάνει καλά το ποτήρι σας και που ίσως δεν πληροί τα Κ&Π.	
Θετικά - τι κάνει καλά το ποτήρι	Αρνητικά - Πού ίσως δεν πληροί τα Κ&Π

Καταγραφή Μετρήσεων

Ποια ήταν τα αποτελέσματα των ελέγχων σας;

Έλεγχοι	Παρατηρήσεις						
Έλεγχος Διαμέτρου	Μετρήσεις: Στα 8cm, το ποτήρι έχει πλάτος ____ cm.						
Έλεγχος κανονικού φωτισμού και θερμοκρασίας	Καταγράψτε τη μεταβολή θερμοκρασίας σε °C <table border="1"> <tr> <td>0 λεπτά</td><td>12 λεπτά</td><td>μεταβολή</td></tr> <tr> <td></td><td></td><td></td></tr> </table>	0 λεπτά	12 λεπτά	μεταβολή			
0 λεπτά	12 λεπτά	μεταβολή					
Έλεγχος έντονου φωτισμού και θερμοκρασίας	Καταγράψτε τη μεταβολή θερμοκρασίας σε °C <table border="1"> <tr> <td>0 λεπτά</td><td>12 λεπτά</td><td>μεταβολή</td></tr> <tr> <td></td><td></td><td></td></tr> </table>	0 λεπτά	12 λεπτά	μεταβολή			
0 λεπτά	12 λεπτά	μεταβολή					
Αξιολόγηση της επίδρασης στο περιβάλλον	Επαναχρησιμοποιούμενα: Ανακυκλώσιμα: Σκουπίδια:						
Έλεγχος κόστους	Κόστος ποτηριού: _____ Δείξτε τις πράξεις σας εδώ:						

Αξιολόγηση βελτιώσεων

Εξηγήστε τα αποτελέσματα σε σχέση με τις βελτιώσεις σας

Τι δούλεψε και γιατί;

Τι δεν δούλεψε και γιατί;

Ποιες προτάσεις λάβατε από τους συμμαθητές και θα θέλατε να συνυπολογίσετε σε επόμενο σχεδιασμό;

Έλεγχος κανονικού φωτισμού και θερμοκρασίας

Σκοπός

Μέτρηση μεταβολής θερμοκρασίας κρύου νερού μέσα στο ποτήρι σε συνθήκες κανονικού φωτισμού και θερμοκρασίας σε χρονικό διάστημα 12 λεπτών.

Διαδικασίες

1. Γεμίστε το ποτήρι σας με κρύο νερό ($\sim 6^{\circ}\text{C}$)
2. Μετρήστε και καταγράψτε την αρχική θερμοκρασία στον πίνακα στο «Μέρος 3: Έλεγχος».
3. Σφραγίστε το ποτήρι σας με ένα καπάκι εάν το περιλαμβάνει το σχέδιό σας.
4. Περιμένετε 12 λεπτά πριν μετρήσετε την τελική θερμοκρασία.
5. Όσο περιμένετε μπορείτε να κάνετε άλλους ελέγχους.

Έλεγχος έντονου φωτισμού και θερμοκρασίας

Σκοπός

Μέτρηση μεταβολής θερμοκρασίας κρύου νερού μέσα στο ποτήρι σε συνθήκες έντονου φωτισμού και κανονικής θερμοκρασίας σε χρονικό διάστημα 12 λεπτών.

Διαδικασίες

1. Τοποθετήστε την λάμπα ώστε να είναι παράλληλη και κοντά στο επίπεδο του τραπεζιού.
2. Τοποθετήστε το ποτήρι περίπου 30cm από την λάμπα.
3. Γεμίστε το ποτήρι σας με κρύο νερό ($\sim 6^{\circ}\text{C}$)
4. Μετρήστε και καταγράψτε την αρχική θερμοκρασία στον πίνακα στο «Μέρος 3: Έλεγχος».
5. Σφραγίστε το ποτήρι σας με ένα καπάκι εάν το περιλαμβάνει το σχέδιό σας.
6. Περιμένετε 12 λεπτά πριν μετρήσετε την τελική θερμοκρασία.
7. Όσο περιμένετε μπορείτε να κάνετε άλλους ελέγχους.

Προσοχή: ΜΗΝ αγγίξετε την λάμπα που χρησιμοποιείται στον έντονο φωτισμό γιατί μετά από κάποιο χρονικό διάστημα είναι πολύ ζεστή και υπάρχει κίνδυνος εγκαύματος.

Έλεγχος Κόστους

Σκοπός

Να υπολογίσουμε το κόστος των υλικών του βελτιωμένου ποτηριού.

Τιμή ανά Υλικό

Υλικό ή αντικείμενο	Κόστος (€)
πλαστικό ποτήρι	0,15
πλαστικό καπάκι	0,03
1 λωρίδα αλουμινόχαρτο	0,02
1 καλαμάκι	0,02
1 φύλλο φελλού	0,15
1 φύλλο τσόχας	0,15
1 μπάλα από βαμβάκι	0,02
χάρτινο ποτήρι	0,10
2,5cm καθαρή ταινία	0,01
1 λαστιχάκι	0,01
1 λωρίδα πλαστικό περιτύλιγμα	0,01
1 λωρίδα χαρτόνι περιτυλίγματος	0,05
χρώμα	0,15
χαρτί A4	0,02
χαρτοπετσέτα	0,01

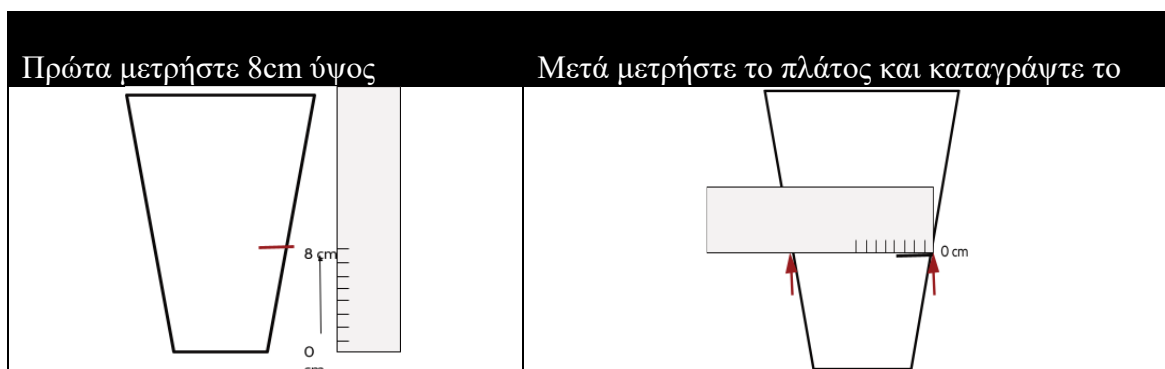
Μέτρηση Διαμέτρου

Σκοπός

Να μετρήσουμε για να δούμε εάν το ποτήρι μας χωράει σε μια τυπική θήκη σε αυτοκίνητο.

Διαδικασίες

1. Τοποθετήστε τον χάρακα κάθετα για να μετρήσετε 8cm από την επιφάνεια του τραπεζιού.
2. Σημειώστε το ύψος με μαρκαδόρο ή στυλό.
3. Στο ύψος που σημειώσατε μετρήστε το πλάτος και καταγράψτε το στο «Μέρος 3: Έλεγχος».



Αξιολόγηση της επίδρασης στο περιβάλλον

Σκοπός

Να καθορίσουμε ποια μέρη του ποτηριού είναι επαναχρησιμοποιούμενα, ανακυκλώσιμα ή εάν αποτελούν σκουπίδια μετά τη χρήση του ποτηριού.

Επαναχρησιμοποιούμενα, Ανακυκλώσιμα, Σκουπίδια

Υλικό ή αντικείμενο	Επαναχρησιμοποιούμενο	Ανακυκλώσιμο	Σκουπίδι
πλαστικό ποτήρι	●	●	
πλαστικό καπάκι	●	●	
1 λωρίδα αλουμινόχαρτο		●	
1 καλαμάκι	●		●
1 φύλλο φελλού		●	
1 φύλλο τσόχας			●
1 μπάλα από βαμβάκι		●	
χάρτινο ποτήρι			●
2,5cm καθαρή ταινία		●	●
1 λαστιχάκι	●		
1 λωρίδα πλαστικό περιτύλιγμα		●	
1 λωρίδα χαρτόνι περιτυλίγματος		●	
χρώμα			●
χαρτί A4	●	●	
χαρτοπετσέτα		●	

● Μερικές φορές

● Πάντα

Αξιολόγηση Βελτιώσεων: Ανατροφοδότηση Συμμαθητών

Οδηγίες: Πρώτα ελέγξτε εάν τα αποτελέσματα του τεστ κάλυψαν τα κριτήρια. Μετά ελέγξτε ότι οι βελτιώσεις κάλυψαν τους περιορισμούς. Τέλος, γράψτε ανατροφοδότηση στην ομάδα σχετικά με το τι δουλεύει καλά και τι μπορεί να βελτιωθεί στο σχέδιο.

Κριτήρια: Πώς ήταν τα αποτελέσματα του ελέγχου σε σχέση με τα κριτήρια;

- Μεταβολή θερμοκρασίας λιγότερη από 1°C μετά από 12 λεπτά σε κανονικό φως.
 - Αποτέλεσμα ελέγχου: _____ (Μεταβολή θερμοκρασίας)
- Μεταβολή θερμοκρασίας λιγότερη από 2°C μετά από 12 λεπτά σε κανονικό φως.
 - Αποτέλεσμα ελέγχου: _____ (Μεταβολή θερμοκρασίας)

Περιορισμοί: Καλύφθηκαν οι απαιτούμενοι περιορισμοί;

- Μην χρησιμοποιήσετε πάνω από 2 πλαστικά ποτήρια.
- Τα υλικά πρέπει να είναι ανακυκλώσιμα ή επαναχρησιμοποιούμενα για μείωση αποβλήτων.
 - Αποτέλεσμα ελέγχου: _____ (Εγινε χρήση μελλοντικών σκουπιδιών;)
- Μπορείτε να χρησιμοποιήσετε μέχρι 3 υλικά πέρα από το ίδιο το ποτήρι.
- Πρέπει να χωράει σε μια τυπική θήκη σε αυτοκίνητο (10cm πλάτος και 8cm ύψος).
 - Αποτέλεσμα ελέγχου: _____ cm
- Διατήρηση χαμηλού κόστους (κάτω από 0.50€ για όλο το ποτήρι).
 - Αποτέλεσμα ελέγχου: Το κόστος ήταν _____ .

Ανατροφοδότηση

Τι πιστεύετε ότι δουλεύει καλά από τις βελτιώσεις;

Πώς μπορεί αυτή η ομάδα να βελτιώσει τα σχέδιά της ώστε να αποδίδει ακόμα καλύτερα; Τι μπορούν να αλλάξουν και πώς θα τους βοηθούσε;

4. Εφαρμογή Διδακτικού Σεναρίου

Στο Κεφάλαιο αυτό θα παρουσιαστεί ο τρόπος υλοποίησης του διδακτικού σεναρίου μέσω της ενδελεχούς ανάλυσης των διαδικασιών που πραγματοποιήθηκαν στο μάθημα και τις δυο ημέρες κατά τις οποίες εφαρμόστηκε το διδακτικό σενάριο, έτσι όπως αυτές καταγράφηκαν στο προσωπικό ημερολόγιο.

4.1 1η Ημέρα Μαθήματος

Όπως προέβλεπε το διδακτικό σενάριο, την πρώτη ημέρα πραγματοποιήθηκαν η 1^η, η 2^η και η 3^η φάση της διδακτικής πορείας. Το μάθημα πραγματοποιήθηκε ως εξής:

Πριν την εφαρμογή του εκπαιδευτικού σεναρίου, οι μαθητές είχαν ενημερωθεί για τη διεξαγωγή του συγκεκριμένου μαθήματος, οπότε αμέσως μόλις ολοκληρώθηκε το διάλειμμα, οι μαθητές προσήλθαν στο Εργαστήριο Φυσικής συνοδεία του δασκάλου τους και κάθισαν στο κατάλληλο τραπέζι με βάση την κατανομή που είχε αποφασιστεί από τον ερευνητή και τους δασκάλους.

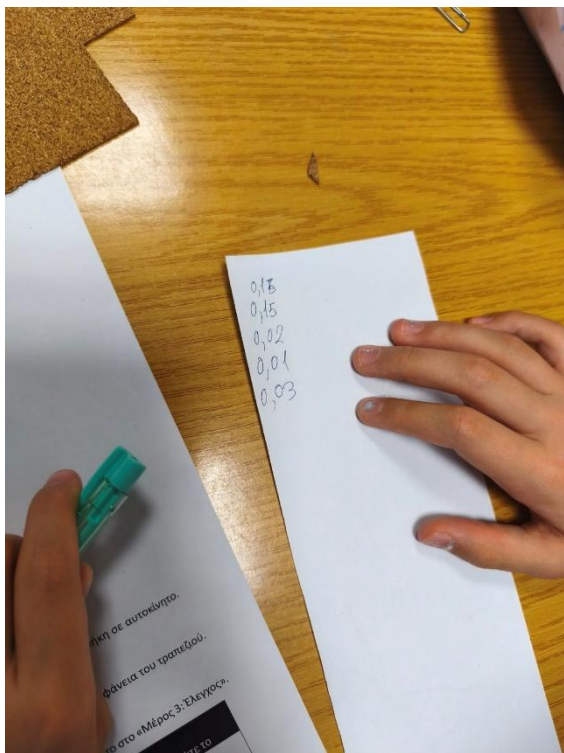
Στην 1η φάση της διδακτικής πορείας, ρωτήθηκαν τα παιδιά εάν θυμούνται με ποιους τρόπους γίνεται η μεταφορά θερμότητας. Απάντησαν «Με αγωγή, με ρεύματα και με ακτινοβολία». Στη συνέχεια, ρωτήθηκαν «Εάν θέλαμε να βελτιώσουμε ένα ποτήρι ώστε να διατηρεί το εσωτερικό κρύο, τι είδους υλικά θα χρησιμοποιούσαμε;». Απάντησαν αμέσως «Θερμομονωτικά». Στη συνέχεια, όταν τους έγινε η ερώτηση «εάν υπάρχει κάποιο άλλο είδος υλικών που θα μπορούσαμε να χρησιμοποιήσουμε», απάντησαν με παραδείγματα όπως «στάσιμος αέρας, φελιζόλ και υαλοβάμβακας». Πριν γίνει η μετάβαση στην επόμενη φάση, τους επισημάνθηκε ότι «εφόσον θέλουμε να σταματήσουμε τη μεταφορά θερμότητας με αγωγή, θα πρέπει να χρησιμοποιήσουμε θερμομονωτικά υλικά, όπως πολύ σωστά είπατε.» και ακολούθησε η ερώτηση «Για να σταματήσουμε τη μεταφορά θερμότητας με ακτινοβολία, δηλαδή με φως, τι υλικά θα έπρεπε να χρησιμοποιήσουμε ώστε να μην εισέρχεται το φως στο εσωτερικό αλλά να επιστρέφει πίσω;» με την απάντηση των μαθητών να είναι ότι «θα πρέπει να χρησιμοποιηθούν υλικά που κάνουν ανάκλαση».

Στη 2η φάση της διδακτικής πορείας, τα παιδιά επικέντρωσαν την προσοχή τους στην πρώτη σελίδα του φύλλου εργασίας. Αρχικά, έγινε ανάγνωση και ορισμός του προβλήματος, δηλαδή η αύξηση της θερμοκρασίας των υγρών στα ποτήρια, αλλά και του στόχου, δηλαδή ο σχεδιασμός και η κατασκευή κατάλληλων βελτιωμένων ποτηριών τα οποία θα πληρούν συγκεκριμένα κριτήρια και περιορισμούς. Αυτά τα κριτήρια και οι περιορισμοί αναλύθηκαν ώστε τα παιδιά να κατανοήσουν τι ακριβώς χαρακτηριστικά θα έπρεπε να έχει το ποτήρι που θα σχεδιάσουν. Στη φάση αυτή εκφράστηκαν απορίες από τους μαθητές σχετικά με τον περιορισμό των 3 υλικών. Συγκεκριμένα, ρωτήθηκε εάν το καπάκι και το καλαμάκι θεωρούνταν βελτιώσεις. Η απάντηση που έλαβαν ήταν ότι «το καπάκι αποτελεί βελτίωση ενώ το καλαμάκι όχι», όπως είχε συμφωνηθεί στη συνάντηση του ερευνητή με τους δασκάλους.

Η 3η φάση της διδακτικής πορείας χωρίστηκε σε δυο σκέλη. Στο πρώτο σκέλος, ζητήθηκε από τους μαθητές να παρατηρήσουν τα υλικά που έχουν στη διάθεσή τους και να έχουν μπροστά τους τη δεύτερη σελίδα του Φύλλου Εργασίας, με τίτλο «Ιδέες Βελτιώσεων». Στη συνέχεια, εξηγήθηκε στους μαθητές ότι στη συγκεκριμένη φάση του μαθήματος καλούνται να συζητήσουν εντός της ομάδας τους και να αποφασίσουν ποια υλικά θα χρησιμοποιήσουν και πώς, ενώ καλούνται να κάνουν και ένα σχετικό σχήμα στο αντίστοιχο σημείο του πίνακα. Στο σχήμα αυτό κλήθηκαν να σχεδιάσουν με τρόπο εμφανή τις βελτιώσεις τους, και να τις επισημάνουν με ένα νούμερο, 1, 2 ή 3 και στη συνέχεια να καταγράψουν στα διπλανά πεδία του πίνακα για την κάθε βελτίωση τι υλικό την αποτελεί και τι ρόλο επιτελεί. Τέλος, ζητήθηκε από την κάθε ομάδα να καταγράψει προβλέψεις στο κάτω μέρος του πίνακα σχετικά με τα θετικά και τα αρνητικά σημεία που εκτιμούν ότι έχει το ποτήρι τους. Μάλιστα, οι μαθητές ενθαρρύνθηκαν εφόσον γνωρίζουν τι συμβαίνει σε επίπεδο μορίων να το καταγράψουν.

Στο δεύτερο σκέλος της συγκεκριμένης φάσης, τα παιδιά έφτιαξαν τα ποτήρια χωρίς βοήθεια από τον ερευνητή ή τον δάσκαλο που ήταν παρών. Τα παιδιά έδειξαν σημαντική αυτονομία στην κατασκευή των ποτηριών, ενώ την ίδια στιγμή έγινε η παρατήρηση ότι κάποια μέλη της κάθε ομάδας είχαν αναλάβει να κάνουν πρόχειρο έλεγχο κόστους. Τέτοιοι έλεγχοι φαίνονται για τις ομάδες 1 και 2 στη σελίδα του Ελέγχου Κόστους στα Φύλλα Εργασίας των Μαθητών που φαίνονται στο Παράρτημα Α της Εργασίας, ενώ οι άλλες ομάδες χρησιμοποίησαν φύλλα χαρτί όπως φαίνεται στην Εικόνα 2. Αυτή η διαπίστωση οδήγησε στο συμπέρασμα ότι οι μαθητές λάμβαναν υπόψιν τα Κριτήρια και τους

Περιορισμούς και επομένως δεν χρειαζόταν επιπλέον παρέμβαση. Σε αυτό το συμπέρασμα συνηγορεί το γεγονός ότι η ομάδα 1 συνειδητοποίησε ότι είχε κατασκευάσει ένα πολύ χοντρό ποτήρι, οπότε ζήτησε άδεια να κάνει κάποιες διορθώσεις στο διάλειμμα, αίτημα το οποίο ικανοποιήθηκε.



Εικόνα 2: Πρόχειρος Έλεγχος Κόστους

Κατά την κατασκευή παρατηρήθηκε ότι κάποιες ομάδες ήθελαν να βάλουν μέρος του φύλλου φελλού πάνω από το καπάκι ή και κάτω από το ποτήρι, όχι μόνο τριγύρω. Για να το καταφέρουν αυτό ζωγράφησαν έναν κύκλο πάνω στο φύλλο φελλού με τη βοήθεια του κατάλληλου μέρους του ποτηριού και στη συνέχεια έκοψαν το φελλό στο σχήμα αυτό. Έτσι, μπόρεσαν να αποκτήσουν κομμάτια φελλού στο κατάλληλο σχήμα για να τα χρησιμοποιήσουν ως μονωτικό, όχι μόνο στα τοιχώματα του ποτηριού αλλά και πάνω από το καπάκι ή και κάτω από το ποτήρι, δηλαδή σε όλα τα σημεία του ποτηριού. Χαρακτηριστικό στιγμιότυπο της διαδικασίας αυτής αποτελεί η Εικόνα 3, όπου φαίνεται η δημιουργία του κύκλου με το φύλλο φελλού. Στη φάση της κατασκευής, οι περισσότερες ομάδες χρησιμοποίησαν ως μονωτικό υλικό ένα φύλλο φελλού. Μία δυσκολία που αντιμετώπισαν ήταν ότι με πολύ μεγάλη κάμψη μπορεί να έσπαγε, γεγονός που το καθιστούσε δύσκολο στον χειρισμό. Αυτή η συνθήκη δεν είχε προβλεφθεί κατά τη συνάντηση προετοιμασίας των εκπαιδευτικών, όμως οι μαθητές έδειξαν

προσαρμοστικότητα καθώς έκοψαν τα φύλλα φελλού σε μικρότερα κομμάτια για να το χειριστούν πιο εύκολα και τα ένωσαν με μικρή ποσότητα ταινίας.



Εικόνα 3: Δημιουργία Κύκλων με Φύλλα Φελλού

4.2 2η Ημέρα Μαθήματος

Στις 19-05-2026, τη δεύτερη ημέρα διεξαγωγής του διδακτικού σεναρίου, στο διάλειμμα πριν τη διεξαγωγή του μαθήματος, μαθητές από όλες τις ομάδες στο δρόμο προς την αυλή σταμάτησαν στο εργαστήριο Φυσικής για να ρωτήσουν τι δραστηριότητες θα πραγματοποιούσαν τη συγκεκριμένη ημέρα. Ο ερευνητής αξιοποίησε την ευκαιρία για να ρωτήσει τα παιδιά από τις ομάδες αυτές «γιατί αποφάσισαν να χρησιμοποιήσουν φύλλο φελλού, αντί για κάποιο άλλο μονωτικό» και έλαβε την απάντηση ότι «ο φελλός είναι αρκετά καλό μονωτικό υλικό».

Στο μεγαλύτερο μέρος της διδακτικής ώρας διενεργήθηκαν οι έλεγχοι των ποτηριών που προβλέπονται στην 4η φάση της διδακτικής πορείας. Αρχικά, προστέθηκε στο ποτήρι κάθε

ομάδας κρύο νερό με παγάκια, και τα παιδιά μέτρησαν τη θερμοκρασία του και την κατέγραψαν στο αντίστοιχο σημείο του πίνακα στην τρίτη σελίδα του Φύλλου Εργασίας, Καταγραφή Μετρήσεων. Σε κάποιες ομάδες το νερό ήταν πιο κρύο καθώς από τα δυο μπουκάλια που χρησιμοποιήθηκαν, ένα είχε ακουμπήσει στην άκρη του ψυγείου και είχε ψυχθεί περισσότερο. Στη συνέχεια, έγινε ανάγνωση των οδηγιών του Ελέγχου Διαμέτρου από το αντίστοιχο φυλλάδιο και ζητήθηκε από τους μαθητές να κάνουν τη σχετική μέτρηση. Μόλις τελείωσαν τους ζητήθηκε να προχωρήσουν στον «Έλεγχο κόστους» και συγκεκριμένα τους ζητήθηκε να διαβάσουν τις κατάλληλες οδηγίες και να συνυπολογίσουν εάν χρησιμοποίησαν περισσότερη ποσότητα από κάποιο υλικό, για παράδειγμα εάν χρησιμοποίησαν μεγαλύτερη ποσότητα ταινίας να μην υπολογίσουν ως κόστος 0,01€ αλλά να βάλουν τιμή όσο περισσότερο πιστεύουν ότι θα κόστιζε. Εάν είχαν απορίες ως προς την εκτίμηση, τους παρέχόταν η κατάλληλη βοήθεια. Μόλις είχαν περάσει 12 λεπτά από την πρώτη μέτρηση θερμοκρασίας, τους ζητήθηκε να ξαναμετρήσουν τη θερμοκρασία του νερού στο εσωτερικό του ποτηριού ώστε να ολοκληρωθεί ο «Έλεγχος Κανονικού Φωτισμού και Θερμοκρασίας».

Στη συνέχεια, για τον «Έλεγχο Έντονου Φωτισμού και Θερμοκρασίας», μεταφέρθηκαν όλα τα ποτήρια σε ένα κενό θρανίο που βρισκόταν στην κατάλληλη απόσταση από τη Λάμπα Έντονου Φωτισμού και τοποθετήθηκαν τα ποτήρια με τρόπο ώστε η Λάμπα να φωτίζει έντονα όλα τα ποτήρια. Ζητήθηκε από έναν εκπρόσωπο από κάθε ομάδα να μετρήσει την αρχική θερμοκρασία και να την ανακοινώσει στην ομάδα του για να γίνει η καταγραφή στο κατάλληλο σημείο του πίνακα καταγραφής μετρήσεων και, αφού τα παιδιά επέστρεψαν στις ομάδες τους, η κάθε ομάδα ολοκλήρωσε τον «Έλεγχο Κόστους» και προχώρησε στον «Έλεγχο της Επίδρασης στο Περιβάλλον». Αφού τους ζητήθηκε να παρατηρήσουν τον πίνακα στο αντίστοιχο φυλλάδιο, τους δόθηκε η διευκρίνιση ότι ο πλήρως χρωματισμένος κύκλος σημαίνει ότι το υλικό έχει πάντα την ιδιότητα που του αποδίδεται ενώ ο μισός χρωματισμένος κύκλος σημαίνει ότι ανάλογα με την χρήση που έγινε μπορεί να έχει την ιδιότητα αυτή ή μπορεί και όχι. Για παράδειγμα, το πλαστικό ποτήρι μπορεί να επαναχρησιμοποιηθεί μόνο από τον ίδιο χρήστη. Μετά τη διευκρίνιση αυτή, ζητήθηκε από τις ομάδες να συζητήσουν μεταξύ τους εάν τα υλικά που χρησιμοποίησαν ήταν επαναχρησιμοποιούμενα, ανακυκλώσιμα ή σκουπίδια και να τα καταγράψουν στο κατάλληλο μέρος στο φυλλάδιο Καταγραφής Μετρήσεων. Τέλος, όταν πέρασαν τα 12 λεπτά από τη μέτρηση της πρώτης θερμοκρασίας για τον «Έλεγχο Έντονου Φωτισμού και

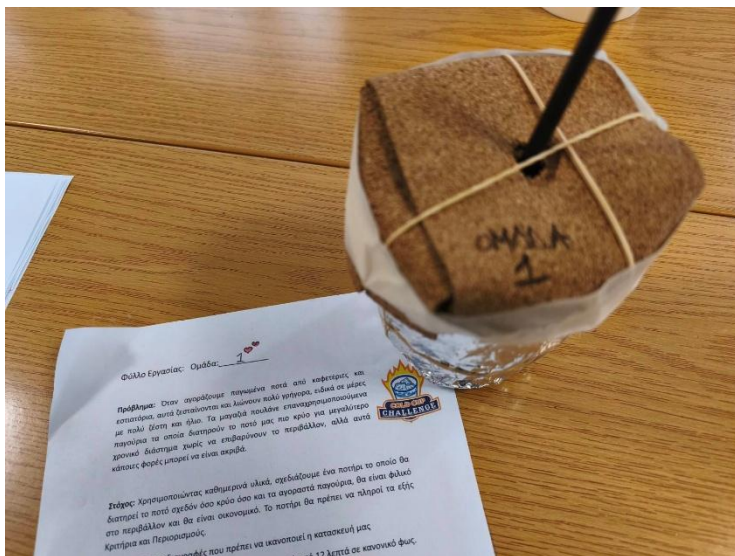
Θερμοκρασίας», επαναλήφθηκε η διαδικασία μέτρησης τη θερμοκρασίας στα ποτήρια, και οι μαθητές την κατέγραψαν, και υπολόγισαν τη μεταβολή οπότε και ολοκληρώθηκε η διαδικασία των ελέγχων. Η διαδικασία αυτή των ελέγχων διήρκεσε λίγο λιγότερο από όλη τη διδακτική ώρα.

Η 5η φάση του διδακτικού σεναρίου χωρίστηκε σε τρία στάδια. Στο πρώτο στάδιο, ζητήθηκε από τις ομάδες να δουν το φυλλάδιο «Αξιολόγηση Βελτιώσεων» του Φύλλου Εργασιών και να απαντήσουν στις δυο πρώτες ερωτήσεις, δηλαδή με βάση τα αποτελέσματα των ελέγχων τους να αξιολογήσουν τι πήγε καλά και τι όχι. Στο δεύτερο στάδιο, ζητήθηκε από όλες τις ομάδες να σηκωθούν και να κάτσουν στο τραπέζι της διπλανής ομάδας και να βρουν το φυλλάδιο «Αξιολόγηση Βελτιώσεων: Ανατροφοδότηση συμμαθητών». Τους αναλύθηκε ότι σε αυτό το φυλλάδιο, πρώτα θα ελέγξουν τα αποτελέσματα των ελέγχων που έκανε η ομάδα αυτή, όπως τα είχε καταγράψει, και θα συμπληρώσουν τα αντίστοιχα πεδία. Μετά θα έπρεπε να απαντήσουν στις ερωτήσεις ανατροφοδότησης, δηλαδή να αναγνωρίσουν τι δούλεψε καλά από τις βελτιώσεις της ομάδας αυτής και στη συνέχεια να προτείνουν τυχόν αλλαγές που χρειαζόνταν. Εδώ τους έγινε η επισήμανση ότι «η ανατροφοδότηση αυτή είναι σημαντική καθώς πολλές φορές στη δουλειά, ή και στη ζωή γενικότερα, μπορεί να έχουμε βρεθεί σε τέλμα οπότε είναι καλό να ζητάμε τη συμβουλή κάποιου άλλου ο οποίος θα εξετάσει την κατάσταση από διαφορετική οπτική γωνία». Στο τρίτο στάδιο, ζητήθηκε από κάθε ομάδα να επιστρέψει στο τραπέζι της, να δει την ανατροφοδότηση της άλλης ομάδας και να αποφασίσουν όλα τα μέλη της ομάδας εάν θα ήθελαν να συμπεριλάβουν κάποια αλλαγή στο ποτήρι τους ή όχι απαντώντας στην τελευταία ερώτηση του φυλλαδίου «Αξιολόγηση Βελτιώσεων». Για να ολοκληρωθεί η διαδικασία αυτή χρειάστηκε να αξιοποιηθεί σημαντικό μέρος της επόμενης διδακτικής ώρας.

5. Αποτελέσματα και Συζήτηση επί των αποτελεσμάτων

Στο Κεφάλαιο αυτό θα παρουσιαστούν τα Αποτελέσματα τις έρευνας και συγκεκριμένα οι απαντήσεις στα Φύλλα Εργασίας, ενώ θα γίνει και συζήτηση επί των αποτελεσμάτων. Για τις απαντήσεις στα Φύλλα Εργασίας, θα παρουσιαστούν συνοπτικά οι απαντήσεις ανά ομάδα, ενώ οι πρωτότυπες απαντήσεις των μαθητών βρίσκονται στο Παράρτημα Α της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας. Για τη συζήτηση αυτή θα αξιοποιηθούν τόσο οι απαντήσεις των μαθητών στις ερωτήσεις κατά την διεξαγωγή του μαθήματος, όσο στις παρατηρήσεις που έγιναν από τους παρατηρητές και στην ανάλυση των απαντήσεων των μαθητών στα Φύλλα Εργασίας.

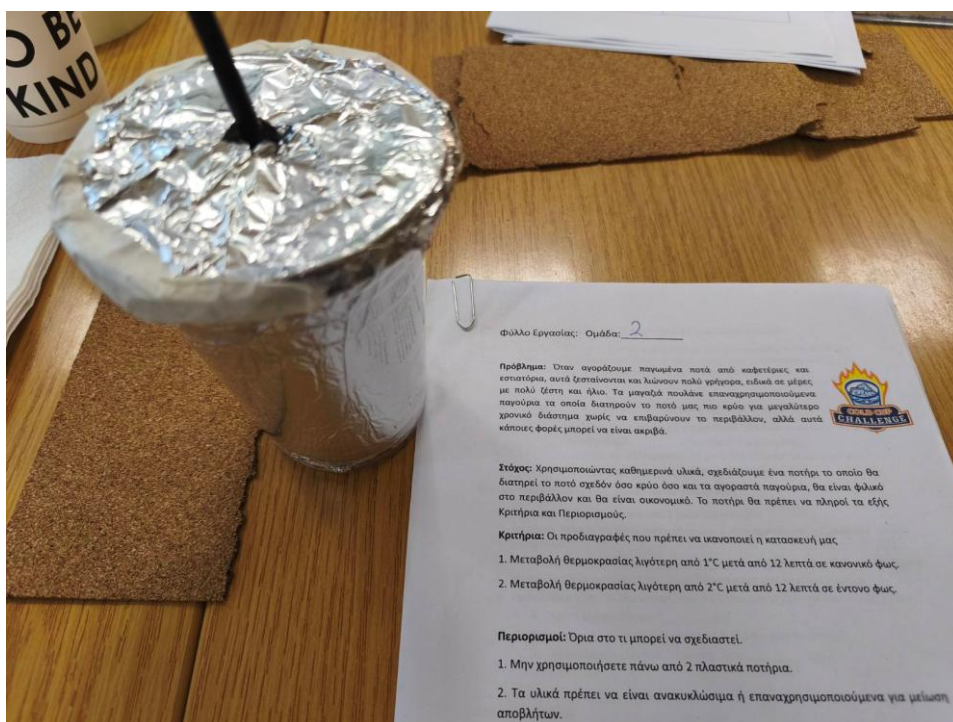
5.1 Απαντήσεις στα Φύλλα Εργασίας



Εικόνα 4: Ποτήρι ομάδας 1

Η ομάδα 1 κατασκεύασε ένα ποτήρι, όπως φαίνεται στην Εικόνα 4, το οποίο ήταν τυλιγμένο με φύλλο φελού, το οποίο χαρακτηρίστηκε ως μονωτικό, βαμβάκι και αλουμινόχαρτο, το οποίο αξιοποιήθηκε για ανάκλαση. Στα θετικά στοιχεία προέβλεψαν ότι θα διατηρήσει τη θερμοκρασία στο εσωτερικό ενώ στα αρνητικά εντόπισαν ότι είναι εύοσμο και το πλάτος του είναι οριακό. Ως προς τους Ελέγχους, στα 8cm ύψος το ποτήρι είχε 9cm πλάτος, στον «Έλεγχο κανονικού φωτισμού και θερμοκρασίας» η μεταβολή θερμοκρασίας ήταν 0°C και

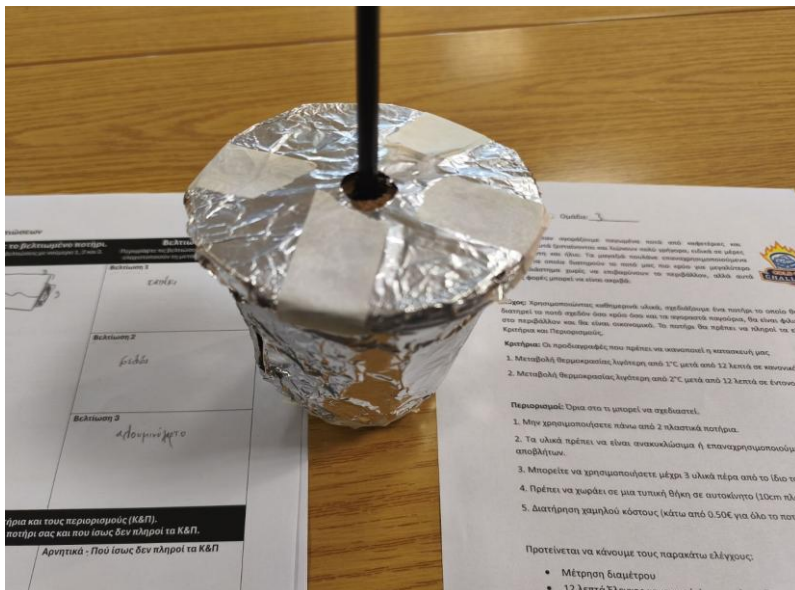
στον «Έλεγχο έντονου φωτισμού και θερμοκρασίας» η μεταβολή της θερμοκρασίας ήταν 2°C . Οι μαθητές της ομάδας αυτής έκριναν ότι η χρήση που έκαναν στην ταινία και στο βαμβάκι τα κατέστησε μελλοντικά σκουπίδια, και το κόστος του ποτηριού ήταν 0,46€. Στην Αξιολόγηση των βελτιώσεων θεώρησαν ότι δούλεψε ως προς τη θερμοκρασία γιατί έβαλαν πολλά μονωτικά υλικά, ενώ δεν δούλεψε σε κάποια σημεία γιατί ήταν πολύ χοντρό και είχε πολύ ταινία. Η ανατροφοδότηση που έλαβαν από τους συμμαθητές τους ήταν ότι διατήρησε κρύο το νερό αλλά δεν τους έγραψαν αρνητικά στοιχεία ούτε τους έκαναν πιθανές προτάσεις για αλλαγές στο σχέδιο με σκοπό την περαιτέρω βελτίωση.



Εικόνα 5: Ποτήρι ομάδας 2

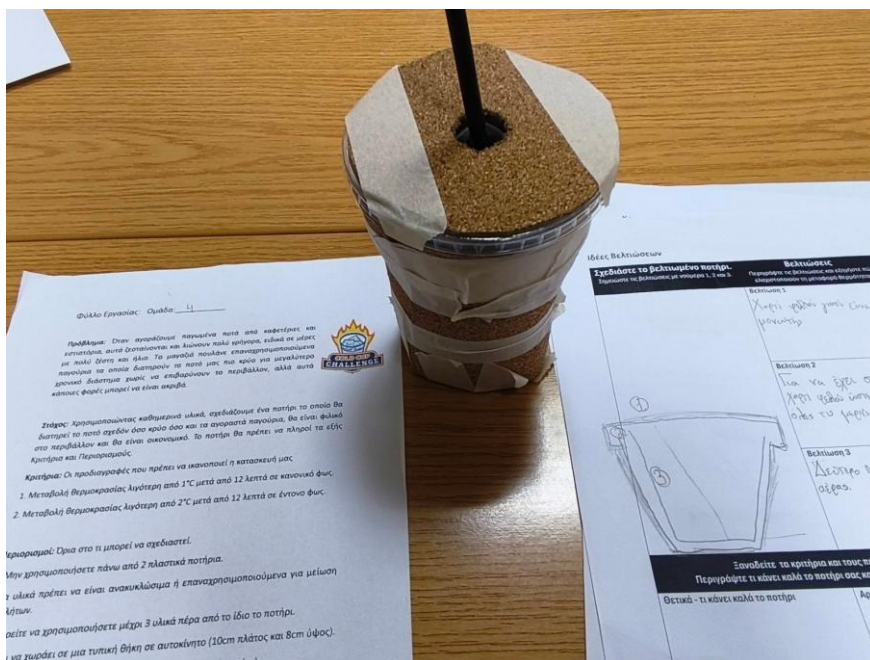
Η ομάδα 2 κατασκεύασε ένα ποτήρι, όπως φαίνεται στην Εικόνα 5, το οποίο αποτελούνταν από δυο ποτήρια το ένα μέσα στο άλλο. Το εξωτερικό ποτήρι χρησιμοποιήθηκε για πρακτικότητα, από πάνω υπήρχε καπάκι για επιπλέον ανάκλαση και τόσο έξω από το καπάκι, όσο και ανάμεσα στα δυο ποτήρια υπήρχαν λωρίδες αλουμινόχαρτο που αξιοποιήθηκαν για ανάκλαση. Στα θετικά στοιχεία συμπεριέλαβαν ότι ήταν πρακτικό, ενώ στα αρνητικά τους ανησύχησε η έντονη φωτεινότητα. Ως προς τους Ελέγχους, στα 8cm ύψος το ποτήρι είχε 8cm πλάτος, στον «Έλεγχο κανονικού φωτισμού και θερμοκρασίας» η μεταβολή θερμοκρασίας ήταν 0°C και στον «Έλεγχο έντονου φωτισμού και θερμοκρασίας» η μεταβολή της θερμοκρασίας ήταν $1,5^{\circ}\text{C}$, όλα τα υλικά που χρησιμοποίησαν ήταν ανακυκλώσιμα, και το κόστος του ποτηριού ήταν 0,38€. Στην Αξιολόγηση των βελτιώσεων

θεώρησαν ότι δούλεψαν όλα τα χαρακτηριστικά καθώς πληρούσε όλα τα κριτήρια και τους περιορισμούς. Η ανατροφοδότηση που έλαβαν από τους συμμαθητές τους ήταν ότι ήταν ωραίο και χρηστικό, αλλά τους έγινε η πρόταση να μην υπάρχει αλουμινόχαρτο μέσα στο ποτήρι και να υπάρχει καλαμάκι. Από τις προτάσεις αυτές η ομάδα 2 συμπεράνε ότι δεν χρειάζεται να κάνει κάποια αλλαγή, καθώς είχαν καλαμάκι και το αλουμινόχαρτο ήταν ανάμεσα στα ποτήρια και όχι στο εσωτερικό.



Εικόνα 6: Ποτήρι ομάδας 3

Η ομάδα 3 κατασκεύασε ένα ποτήρι, όπως φαίνεται στην Εικόνα 6, το οποίο είχε καπάκι για μόνωση και ήταν τυλιγμένο με φύλλο φελλού τόσο γύρω-γύρω όσο και πάνω από το καπάκι, για μόνωση. Όλα αυτά τυλίχτηκαν με φύλλα αλουμινόχαρτο το οποίο αξιοποιήθηκε για ανάκλαση. Στα θετικά στοιχεία προέβλεψαν ότι τηρούν όλα τα κριτήρια ενώ δεν θεώρησαν ότι υπάρχει αρνητικό στοιχείο οπότε άφησαν το πεδίο κενό. Ως προς τους Ελέγχους, στα 8cm ύψος το ποτήρι είχε 9cm πλάτος, στον «Έλεγχο κανονικού φωτισμού και θερμοκρασίας» η μεταβολή θερμοκρασίας ήταν 0°C και στον «Έλεγχο έντονου φωτισμού και θερμοκρασίας» η μεταβολή της θερμοκρασίας ήταν 1°C. Οι μαθητές της ομάδας αυτής έκριναν ότι η χρήση που έκαναν κατέστησε όλα τα υλικά ανακυκλώσιμα, και το κόστος του ποτηριού ήταν 0,38€. Στην Αξιολόγηση των βελτιώσεων θεώρησαν ότι δούλεψαν τα πάντα γιατί ήταν καλοφτιαγμένα και πολύ καλά τοποθετημένα. Η ανατροφοδότηση που έλαβαν από τους συμμαθητές τους ήταν ότι δούλεψαν τα πάντα διότι δεν είχαν καμία μεταβολή θερμοκρασίας και ότι δεν υπήρχε η ανάγκη να γίνει κάποια επιπλέον μεταβολή στο ποτήρι.



Εικόνα 7: Ποτήρι ομάδας 4

Η ομάδα 4 κατασκεύασε ένα ποτήρι, όπως φαίνεται στην Εικόνα 7, το οποίο ήταν τυλιγμένο με κομμάτια από φύλλο φελλού. Το φύλλο φελλού χρησιμοποιήθηκε γιατί είναι μονωτικό, και τα διάφορα κομμάτια του ενώνονταν με ταινία. Στο πάνω μέρος χρησιμοποιήθηκε καπάκι για να έχει στήριξη το φύλλο φελλού και να καλύψει όλες τις μεριές του ποτηριού, ενώ στο εσωτερικό του φελλού υπήρχε δεύτερο ποτήρι για να εγκλωβιστεί ο αέρας. Στα θετικά στοιχεία προέβλεψαν ότι θα διατηρήσει το νερό στην ίδια θερμοκρασία ενώ στα αρνητικά προέβλεψαν ότι μπορεί να δέχεται θερμότητα από τα κενά και να αυξάνεται η κινητική ενέργεια των μορίων άρα και η θερμική του ενέργεια. Ως προς τους Ελέγχους, στα 8cm ύψος το ποτήρι είχε 8,3cm πλάτος, στον «Έλεγχο κανονικού φωτισμού και θερμοκρασίας» η μεταβολή θερμοκρασίας ήταν 0°C και στον «Έλεγχο έντονου φωτισμού και θερμοκρασίας» η μεταβολή της θερμοκρασίας ήταν 2°C . Οι μαθητές της ομάδας αυτής έκριναν ότι η χρήση που έκαναν κατέστησε όλα τα υλικά ανακυκλώσιμα και τα ποτήρια επαναχρησιμοποιούμενα, ενώ το κόστος του ποτηριού ήταν 0,49€. Στην Αξιολόγηση των βελτιώσεων θεώρησαν ότι δούλεψε καλά ο φελλός σαν μονωτής αλλά σε κάποια σημεία δεν δούλεψε γιατί είχαν κενά. Η ανατροφοδότηση που έλαβαν από τους συμμαθητές τους ήταν ότι δούλεψε καλά ότι σταμάτησαν τη μετάδοση με επαφή και τους προτάθηκε να βάλουν επιπλέον μια λεία επιφάνεια για να αντανάκλαει. Δε θεώρησαν όμως ότι πρέπει να κάνουν κάποια αλλαγή, γιατί το ποτήρι τους πληροί τα Κριτήρια και τους Περιορισμούς.



Εικόνα 8: Ποτήρι ομάδας 5

Η ομάδα 5 κατασκεύασε ένα ποτήρι, όπως φαίνεται στην Εικόνα 8, το οποίο ήταν τυλιγμένο με κομμάτια από φύλλο φελλού. Το φύλλο φελλού χρησιμοποιήθηκε γιατί είναι θερμομονωτικό και με τη σειρά του ήταν τυλιγμένο με βαμβάκι, που επίσης είναι θερμομονωτικό και στο πάνω μέρος χρησιμοποιήθηκε καπάκι. Στα θετικά στοιχεία προέβλεψαν ότι θα διατηρήσει σταθερή τη θερμοκρασία ενώ στα αρνητικά προέβλεψαν ότι είναι χοντρό και πιάνει πολύ χώρο. Ως προς τους Ελέγχους, στα 8cm ύψος το ποτήρι είχε 9,4cm πλάτος, στον «Έλεγχο κανονικού φωτισμού και θερμοκρασίας» η μεταβολή θερμοκρασίας ήταν $0,5^{\circ}\text{C}$ και στον «Έλεγχο έντονου φωτισμού και θερμοκρασίας» η μεταβολή της θερμοκρασίας ήταν $1,5^{\circ}\text{C}$. Οι μαθητές της ομάδας αυτής έκριναν ότι η χρήση που έκαναν στην ταινία και στο βαμβάκι τα κατέστησε μελλοντικά σκουπίδια καθώς κόλλησαν, ενώ το κόστος του ποτηριού ήταν 0,59€. Στην Αξιολόγηση των βελτιώσεων θεώρησαν ότι δούλεψαν καλά τα μονωτικά υλικά και το γεγονός ότι έβαλαν μόνωση στο καπάκι, αλλά αντιμετώπισαν πρόβλημα στο γεγονός ότι δεν χρειάζονταν άλλα υλικά και έπρεπε να αφαιρέσουν λίγη ταινία ή βαμβάκι. Η ανατροφοδότηση που έλαβαν από τους συμμαθητές τους ήταν παρόμοια με την εκτίμησή τους ως προς τη μόνωση και ως προς την πρόταση να χρησιμοποιήσουν λιγότερη ταινία, οπότε αποφάσισαν να συνυπολογίσουν την πρόταση αυτή σε επόμενο σχεδιασμό καθώς θα μείωνε και το κόστος.

5.2 Συζήτηση επί των αποτελεσμάτων

Κατά την πρώτη φάση έγιναν ερωτήσεις στους μαθητές για να αντιληφθούν ποια ενότητα της φυσικής αφορά το συγκεκριμένο μάθημα, να ανακαλέσουν στη μνήμη τους τις προηγούμενες γνώσεις τους και να αξιολογηθεί το επίπεδο στο οποίο τις έχουν κατανοήσει. Από τις απαντήσεις τους μπορεί να εξαχθεί το συμπέρασμα ότι θυμόντουσαν αρκετά στοιχεία, όπως τους τρόπους μεταφοράς θερμότητας και τη χρήση θερμομονωτικών υλικών για την επιβράδυνση της μεταφοράς θερμότητας. Όμως, χρειάζονταν καθοδήγηση για να συνδυάσουν ότι εφόσον η μεταφορά θερμότητας με ακτινοβολία αναφέρεται σε φως, χρειάζονταν ανακλαστικά υλικά για να την επιβραδύνουν.

Κατά τους ελέγχους όλα τα ποτήρια είχαν κάποιου είδους ανακλαστικά και θερμομονωτικά υλικά. Μάλιστα, τρεις στις πέντε ομάδες χρησιμοποίησαν αλουμινόχαρτο ως ανακλαστικό, τέσσερις στις πέντε ομάδες χρησιμοποίησαν φύλλο φελλού ως θερμομονωτικό, ενώ δυο στις πέντε ομάδες χρησιμοποίησαν βαμβάκι ή ακίνητο αέρα ως θερμομονωτικό υλικό.

Η χρήση θερμομονωτικών και ανακλαστικών υλικών ενδεχομένως ενισχύθηκε από τις αρχικές ερωτήσεις καθώς ακόμα και εάν τα παιδιά δεν θυμόντουσαν κάποια στοιχεία εκ των προτέρων, η υπενθύμιση από τους συμμαθητές συνέδραμε στην τελική χρήση τέτοιων υλικών κατά την κατασκευή τέτοιων ποτηριών.

Επίσης, όλα τα ποτήρια ικανοποίησαν τα κριτήρια μεταβολής της θερμοκρασίας στους αντίστοιχους ελέγχους, οπότε όλες οι ομάδες χρησιμοποίησαν ικανοποιητικά θερμομονωτικά και ανακλαστικά υλικά.

Παρά το γεγονός ότι στο Κεφάλαιο 1 του σχολικού βιβλίου της Φυσικής ΣΤ δημοτικού γίνεται αναφορά στο γεγονός ότι μέσω κινητικής και δυναμικής ενέργειας των μορίων μπορεί να γίνει περιγραφή όλων των μορφών ενέργειας του μακρόκοσμου, θεωρήθηκε ότι ήταν εξαιρετικά απίθανο να γίνει σύνδεση θερμότητας με την κίνηση των μορίων στα πλαίσια του συγκεκριμένου διδακτικού σεναρίου επειδή η αναφορά αυτή είναι μικρή και δεν γίνεται εκπεφρασμένα για τη θερμική ενέργεια, ενώ η συγκεκριμένη διδακτική ενότητα διδάχτηκε αρκετούς μήνες πριν. Η ομάδα 4 ήταν η μόνη η οποία έκανε τη σύνδεση στις απαντήσεις τις ότι η θερμική ενέργεια ενός σώματος αναφέρεται στην κινητική ενέργεια των μορίων που το αποτελούν. Το γεγονός αυτό επιβεβαιώνει την παραπάνω υπόθεση

καθώς η σύνδεση παρατηρήθηκε σε πολύ μικρό μέρος του δείγματος, ενώ παράλληλα καταδεικνύει την υψηλού επιπέδου κατανόηση των μηχανισμών που επηρεάζουν την ενέργεια από τους μαθητές της συγκεκριμένης ομάδας.

Ως προς τα κριτήρια και τους περιορισμούς, παρατηρήθηκε ότι κατά την κατασκευή των βελτιώσεων οι μαθητές κάνανε πρόχειρους ελέγχους κόστους και μάλιστα κάποιοι ρώτησαν ποιο είναι το μέγεθος μιας θήκης αυτοκινήτου, ενώ η ομάδα 1 ζήτησε να κάνει αλλαγές στο διάλειμμα ώστε να ικανοποιήσει με βεβαιότητα τον έλεγχο διαμέτρου. Ως προς τα αποτελέσματα των ελέγχων, τέσσερις στις πέντε ομάδες πέρασαν τον «Έλεγχο Κόστους», τρεις στις πέντε ομάδες πέρασαν τον «Έλεγχο Επίδρασης στο Περιβάλλον» και όλες οι ομάδες πέρασαν τους «Ελέγχους φωτισμού και θερμοκρασίας» και τον «Έλεγχο Διαμέτρου». Συνεπώς, μπορεί να εξαχθεί το συμπέρασμα ότι οι μαθητές έλαβαν σε ικανοποιητικό βαθμό υπόψιν τους τα κριτήρια και τους περιορισμούς κατά την κατασκευή των ποτηριών.

Το γεγονός ότι κάποιες ομάδες δεν πέρασαν τον έλεγχο κόστους ή τον έλεγχο επίδρασης στο περιβάλλον οφείλεται στο γεγονός ότι για να εκτελεστούν οι συγκεκριμένοι έλεγχοι απαιτείται κριτική επεξεργασία των κατασκευών μετά την ολοκλήρωσή τους. Για παράδειγμα, η ομάδα 5 είχε κάνει πρόχειρο έλεγχο κόστους, αλλά είχε υποεκτιμήσει την ποσότητα βαμβακιού και ταινίας που χρησιμοποίησε, με αποτέλεσμα να κοστίσει τελικά περισσότερο από ότι είχαν υπολογίσει. Συνεπώς, ήταν αναμενόμενο κάποιες ομάδες να μην καταφέρουν να περάσουν τους συγκεκριμένους ελέγχους και να χρειάζονται τροποποιήσεις στο σχέδιό τους.

Ακόμα, παρατηρήθηκε ότι τα παιδιά τόσο την πρώτη όσο και την δεύτερη μέρα εφάρμοσαν αρκετές πρακτικές καλής συνεργασίας εντός των ομάδων. Συγκεκριμένα, την πρώτη ημέρα ένα παιδί από κάθε ομάδα είχε αναλάβει να ζωγραφίσει το σχέδιο του ποτηριού, όσο οι υπόλοιποι κατασκεύαζαν το ποτήρι, δηλαδή αναλάμβαναν συγκεκριμένους ρόλους εντός της ομάδας τους. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αυτής της συνεργασίας αποτελεί η δημιουργία του καπακιού στην Εικόνα 9, στην οποία φαίνονται τρία παιδιά να συνεργάζονται για να κατασκευάσουν το καπάκι. Τα δυο κρατάνε σταθερό το καπάκι μαζί με το κομμένο φύλλο φελλού και αλουμινόχαρτο, και ένα τρίτο παιδί προσεγγίζει με το ψαλίδι για να τελειοποιήσει τις άκρες στην άλλη πλευρά του καπακιού. Ταυτόχρονα, όταν ερχόταν η ώρα των αποφάσεων ψήφιζαν για να αποφασίσουν τι υλικά θα χρησιμοποιούσαν. Αυτός ο διαμοιρασμός των αρμοδιοτήτων συνεχίστηκε και τη δεύτερη μέρα, οπότε

παρατηρήθηκε ότι κατά τον «Έλεγχο Κόστους» και «Επίδρασης στο Περιβάλλον» οι μαθητές είχαν χωριστεί μόνοι τους σε υποομάδες για να πραγματοποιήσουν τους ελέγχους. Συνεπώς, μπορεί να εξαχθεί το συμπέρασμα ότι συνεργάστηκαν σε αρκετά καλό επίπεδο ως ομάδα.



Εικόνα 9: Συνεργασία για δημιουργία καπακιού

Ως προς το ενδιαφέρον των μαθητών, πέρα από το ενδιαφέρον που έδειξαν οι μαθητές στο διάλειμμα πριν την 2^η ημέρα διδασκαλίας, οι δάσκαλοι του τμήματος ανέφεραν ότι τις επόμενες ημέρες οι μαθητές τους ρώτησαν εάν θα εφαρμόσουν αντίστοιχες διδακτικές πρακτικές, στις οποίες θα κληθούν να λύσουν ένα πρόβλημα στο μέλλον, και οι δάσκαλοι τους απάντησαν με επιφύλαξη για το μάθημα της τεχνολογίας στο γυμνάσιο.

Τέλος, παρά το γεγονός ότι ικανοποιήθηκαν οι εκπαιδευτικοί στόχοι, τη δεύτερη μέρα χρειάστηκε να αξιοποιηθεί και μέρος της επόμενης διδακτικής ώρας. Συνεπώς θα μπορούσε να προταθεί μια μετατροπή του εκπαιδευτικού σεναρίου, ώστε να επαρκεί ο χρόνος και να υπάρχει καλύτερος προγραμματισμός. Μία τέτοια μετατροπή θα μπορούσε να είναι η πρόβλεψη μίας επιπλέον διδακτικής ώρας στο σχεδιασμό του διδακτικού σεναρίου. Την πρώτη διδακτική ώρα θα πραγματοποιηθούν η 1η, 2η και 3η φάση του διδακτικού σεναρίου με τον τρόπο που πραγματοποιήθηκαν κατά την εφαρμογή του διδακτικού σεναρίου. Δηλαδή, η εισαγωγή, η εξοικείωση με τη διαδικασία σχεδιασμού, ο σχεδιασμός και η κατασκευή των βελτιώσεων του ποτηριού καθώς και η πραγματοποίηση των προβλέψεων για την απόδοση του ποτηριού. Σε περίπτωση έλλειψης χρόνου, οι προβλέψεις αυτές

μπορούν να μεταφερθούν για την επόμενη διδακτική ώρα, μετά την καταγραφή της πρώτης θερμοκρασίας. Τη δεύτερη διδακτική ώρα θα πραγματοποιηθεί και η 4η φάση, δηλαδή οι διάφοροι έλεγχοι στα ποτήρια. Την τρίτη διδακτική ώρα θα πραγματοποιηθεί η 5η φάση του διδακτικού σεναρίου, δηλαδή η αξιολόγηση αποτελεσμάτων για τα σχέδια βελτιωμένων ποτηριών. Με αυτόν τον τρόπο, θα υπάρχει περισσότερος χρόνος να δοθεί έμφαση σε όλα τα βήματα της διαδικασίας. Για παράδειγμα, μπορεί να τονιστεί ενδεχομένως η αναλογία με μια εργασιακή εμπειρία ενός μηχανικού, όπου οι συμμαθητές θα είναι σαν τους συναδέλφους και ο δάσκαλος σαν τον προϊστάμενο, ή η σημασία του κάθε ελέγχου για την ικανοποίηση του αντίστοιχου κριτηρίου ή περιορισμού.

6. Συμπεράσματα

6.1 Γενικά συμπεράσματα

Η εργασία αυτή συνέβαλε στην ενσωμάτωση στοιχείων της εκπαίδευσης STEM στην ελληνική εκπαιδευτική πραγματικότητα, μέσω δημιουργίας ενός εκπαιδευτικού σεναρίου το οποίο αξιοποιεί σημαντικά στοιχεία της, μελετά τη θεματική ενότητα της μεταφοράς θερμικής ενέργειας και εντάχθηκε στο πρόγραμμα ελληνικού σχολείου.

Στην εργασία αυτή, αρχικά αναλύθηκε το πλαίσιο μιας ενοποιημένης διδασκαλίας σε περιβάλλον STEM και διαπιστώθηκε ότι η διδασκαλία σε ένα τέτοιο περιβάλλον μπορεί να αξιοποιήσει μεθόδους μαθητοκεντρικής διδασκαλίας, μία εκ των οποίων είναι η Διδασκαλία Μέσω Λύσης Προβλήματος, η οποία και αναλύθηκε ορίζοντας τα βασικά της χαρακτηριστικά, τα γενικά βήματα που ακολουθούνται κατά την εφαρμογή της και μερικές θετικές συνέπειες της ένταξής της στην εκπαιδευτική διαδικασία. Παράλληλα, αναγνωρίστηκε η συμβολή του NGSS στη διαδικασία αυτή που θέτει το πλαίσιο στον οποίο οργανισμοί όπως το OpenSciEd αναπτύσσουν μαθήματα ή ενότητες μαθημάτων με τα κατάλληλα χαρακτηριστικά. Για τις ανάγκες της παρούσας διπλωματικής εργασίας αξιοποιήθηκε μια ενότητα μαθημάτων του OpenSciEd που αναφέρεται στη Θερμική Ενέργεια.

Η Μεθοδολογία που ακολουθήθηκε ήταν Ποιοτική Έρευνα μέσω Έρευνας Δράσης, δηλαδή η πρακτική εφαρμογή ενός σχεδίου μαθήματος σε μία τάξη ελληνικού σχολείου. Το σχέδιο μαθήματος αποτελεί μια παραλλαγή του Μαθήματος 16 της παραπάνω ενότητας και αξιοποιεί τη Διδασκαλία μέσω Λύσης Προβλήματος. Σε αυτό οι μαθητές κλήθηκαν να κατασκευάσουν βελτιωμένα ποτήρια τα οποία θα διατηρούσαν το εσωτερικό κρύο και θα πληρούσαν συγκεκριμένα κριτήρια και περιορισμούς. Η συλλογή των δεδομένων έγινε με χρήση φύλλων εργασίας, παρατήρηση και ερωτήσεις στην τάξη, ενώ για την εξαγωγή των αποτελεσμάτων έγινε ποιοτική ανάλυση των δεδομένων αυτών.

Τέλος, με βάση τα ερευνητικά ερωτήματα που τέθηκαν ήδη από την Εισαγωγή της εργασίας και τα δεδομένα που συλλέχθηκαν εξήχθησαν τα ακόλουθα αποτελέσματα. Αναλυτικότερα,

τα παιδιά είχαν κατανοήσει τα περισσότερα στοιχεία της μεταφοράς θερμότητας που διδάσκονται στο ελληνικό σχολείο, αλλά παρότι είχαν συνειδητοποιήσει ότι με τη χρήση μονωτών θα επιβραδυνθεί η μεταφορά θερμότητας με αγωγή, χρειάζονταν καθοδήγηση για να συνειδητοποιήσουν ότι με ανακλαστικά υλικά θα περιόριζαν τη μεταφορά θερμότητας με ακτινοβολία. Οι κατανόησή τους στη μεταφορά θερμότητας φάνηκε να εφαρμόστηκε ικανοποιητικά στην υλοποίηση του συγκεκριμένου εκπαιδευτικού σεναρίου, καθώς όλες οι ομάδες χρησιμοποίησαν θερμομονωτικά υλικά και η πλειοψηφία τους τα συνδύασε με ανακλαστικά υλικά. Ακόμα, διαπιστώθηκε ότι οι μαθητές έλαβαν σε ικανοποιητικό βαθμό υπόψιν τους τα κριτήρια και τους περιορισμούς. Την ίδια στιγμή παρατηρήθηκε ότι συνεργάστηκαν σε αρκετά καλό επίπεδο στις ομάδες τους. Ως προς τη στάση τους σχετικά με τη μάθηση, φάνηκε η συγκεκριμένη μέθοδος να τους κεντρίζει το ενδιαφέρον καθώς χωρίς να τους γίνει κάποια επισημάνση ζήτησαν την ώρα του διαλείμματος να μάθουν πληροφορίες για το μάθημα και τις επόμενες μέρες ρώτησαν για πιθανή εφαρμογή παρόμοιας διαδικασίας στις επόμενες τάξεις. Ως προς την κριτική σκέψη, την εφάρμοσαν στην αξιολόγηση των βελτιώσεών τους καθώς και στους Ελέγχους «Κόστους» και «Επίδρασης στο Περιβάλλον» όπου έπρεπε να αξιολογήσουν την ποσότητα και τη χρήση που έκαναν στα υλικά. Ως προς τη δημιουργική σκέψη, αποδεικνύεται ότι την εφάρμοσαν καθώς κάθε ομάδα είχε διαφορετική τελική κατασκευή, ενώ ταυτόχρονα οι ομάδες εφάρμοσαν καινοτόμες πρακτικές όπως το γεγονός ότι έκοψαν το φύλλο φελλού σε μικρότερα κομμάτια για να το χειριστούν πιο εύκολα.

Ένα σημαντικό αποτέλεσμα το οποίο εξήχθη είναι ότι ο εκτιμώμενος χρόνος εκτέλεσης του διδακτικού σεναρίου έτσι όπως προτείνεται από το OpenSciEd είναι οριακός. Συγκεκριμένα, κατά τη δεύτερη ημέρα διεξαγωγής του διδακτικού σεναρίου, χρειάστηκε να αξιοποιηθεί και χρόνος από την επόμενη διδακτική ώρα για την ολοκλήρωση της διαδικασίας. Γι' αυτό το λόγο, προτείνεται το διδακτικό σενάριο να πραγματοποιείται σε τρεις διδακτικές ώρες. Στην πρώτη να γίνεται η εισαγωγή, η εξοικείωση με τη διαδικασία σχεδιασμού, ο σχεδιασμός και η κατασκευή των βελτιώσεων του ποτηριού και στο τέλος να γίνουν οι προβλέψεις για την απόδοση του ποτηριού. Στην δεύτερη διδακτική ώρα, προτείνεται να πραγματοποιηθούν οι διάφοροι έλεγχοι στα ποτήρια. Την τρίτη διδακτική ώρα να πραγματοποιηθεί η αξιολόγηση αποτελεσμάτων για τα σχέδια βελτιωμένων ποτηριών. Έτσι, θα εξοικονομηθεί χρόνος ώστε να δοθεί έμφαση στα βήματα της διαδικασίας. Ταυτόχρονα υπάρχει περισσότερος διαθέσιμος χρόνος ώστε να γίνουν

προσαρμογές από τους διδάσκοντες, όπως η μεταφορά των προβλέψεων για την απόδοση των βελτιωμένων ποτηριών από το τέλος της πρώτης ώρας στην αρχή της δεύτερης.

6.2 Περιορισμοί της έρευνας και προτάσεις για μελλοντικές έρευνες

Το συγκεκριμένο διδακτικό σενάριο εφαρμόστηκε μόνο σε ένα τμήμα 26 μαθητών, συνεπώς το δείγμα ήταν μικρό και τα αποτελέσματα δεν μπορούν να γενικευτούν, δηλαδή να υποτεθεί ότι ισχύουν στον γενικό πληθυσμό. Όμως, στη συγκεκριμένη έρευνα φαίνεται να επιβεβαιώθηκε η θετική επίδραση της μεθόδου PBL, δηλαδή της Διδασκαλίας μέσω Λύσης Προβλήματος σε τομείς της διδακτικής πρακτικής όπως η πρακτική εφαρμογή των γνώσεων και το ενδιαφέρον των μαθητών. Επιπλέον, η περίοδος εφαρμογής του διδακτικού σεναρίου ήταν κοντά στη λήξη της σχολικής χρονιάς και δεν επέτρεψε την εφαρμογή της προτεινόμενης αλλαγής σε διαφορετικό τμήμα, είτε του ίδιου σχολείου είτε διαφορετικού.

Μελλοντικές έρευνες θα μπορούσαν να αξιοποιήσουν μαθήματα ή ενότητες μαθημάτων που έχουν δημιουργηθεί είτε από το OpenSciEd είτε από άλλους φορείς και να δημιουργήσουν αντίστοιχες εκπαιδευτικές δραστηριότητες σε άλλες θεματικές περιοχές ώστε να εμπλουτιστεί ο αριθμός των εκπαιδευτικών δραστηριοτήτων που είναι συμβατές με την εκπαίδευση STEM και έχουν τη δυνατότητα να εφαρμοστούν στην ελληνική εκπαιδευτική πραγματικότητα.

Βιβλιογραφικές Αναφορές

- Bybee, R. W. (2014). NGSS and the Next Generation of Science Teachers. *Journal of Science Teacher Education*, 25(2), 211–221. <https://doi.org/10.1007/s10972-014-9381-4>
- De Loof, H., Boeve-de Pauw, J., & Van Petegem, P. (2022). Integrated STEM education: The effects of a long-term intervention on students' cognitive performance. *European Journal of STEM Education*, 7(1), 13. <https://doi.org/10.20897/ejsteme/12738>
- Edelson, D. C., Reiser, B. J., McNeill, K. L., Mohan, A., Novak, M., Mohan, L., Affolter, R., McGill, T. A. W., Buck Bracey, Z. E., Deutch Noll, J., Kowalski, S. M., Novak, D., Lo, A. S., Landel, C., Krumm, A., Penuel, W. R., Van Horne, K., González-Howard, M., & Suárez, E. (2021). Developing research-based instructional materials to support large-scale transformation of science teaching and learning: The approach of the OpenSciEd middle school program. *Journal of Science Teacher Education*, 32(7), 780-804. <https://doi.org/10.1080/1046560X.2021.1877457>
- Κατσαρού, Ε. & Τσάφος, Β. (2003). *Από την έρευνα στη διδασκαλία: Η εκπαιδευτική έρευνα δράσης*. Αθήνα: Σαββάλας.
- Kelley, T. R., & Knowles, J. G. (2016). A conceptual framework for integrated STEM education. *International Journal of STEM Education*, 3(1), 1-11. <https://doi.org/10.1186/s40594-016-0046-z>
- Lou, S., Shih, R., Ray Diez, C., & Tseng, K. (2011). The impact of problem-based learning strategies on STEM knowledge integration and attitudes: An exploratory study among female taiwanese senior high school students. *International Journal of Technology and Design Education*, 21(2), 195-215. <https://doi.org/10.1007/s10798-010-9114-8>
- Μάγος, Κ. (2005). «Συνέντευξη ή παρατήρηση;»: Η έρευνα στη σχολική τάξη. *Επιθεώρηση εκπαιδευτικών θεμάτων*, 10, 5-19.
- Maeng, J. L., Whitworth, B. A., Bell, R. L., & Sterling, D. R. (2020). The effect of professional development on elementary science teachers' understanding, confidence, and classroom implementation of reform-based science instruction. *Science Education (Salem, Mass.)*, 104(2), 326-353. <https://doi.org/10.1002/sce.21562>

- Michelsen C., Beckmann A., Freiman V., Jankvist U. T. and Savard A. (2022) *Mathematics and its connections to the arts and sciences (MACAS): 15 years of interdisciplinary mathematics education*. Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/978-3-031-10518-0>
- Moore, T. J., Tank, K. M., Glancy, A. W., & Kersten, J. A. (2015). NGSS and the landscape of engineering in K-12 state science standards. *Journal of Research in Science Teaching*, 52(3), 296-318. <https://doi.org/10.1002/tea.21199>
- National Academy of Engineering, & National Research Council, (2009). *Engineering in K-12 education: Understanding the status and improving the prospects (1st ed.)*. National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/12635>
- National Research Council. (2011). *Successful K-12 STEM Education: Identifying Effective Approaches in Science, Technology, Engineering, and Mathematics*. Washington, DC: The National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/13158>
- National Research Council. (2013). *Next Generation Science Standards: For States, By States*. Washington, DC: The National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/18290>
- Navy, S. L., Maeng, J. L., Bell, R. L., & Kaya, F. (2021). Beginning secondary science teachers' implementation of process skills, inquiry, and problem-based learning during the induction years: A randomised controlled trial. *International Journal of Science Education*, 43(9), 1483-1503. <https://doi.org/10.1080/09500693.2021.1919334>
- OpenSciEd, (2022). *How can containers keep stuff from warming up or cooling down? Thermal Energy: Cup Design. OpenSciEd Unit 6.2*. Ανακτήθηκε 15 Μαρτίου 2026, από <https://openscienced.org/instructional-materials/6-2-thermal-energy/>
- Park, S., Kite, V., Suh, J. K., Jung, J., & Rachmatullah, A. (2022). Investigation of the relationships among science teachers' epistemic orientations, epistemic understanding, and implementation of next generation science standards science practices. *Journal of Research in Science Teaching*, 59(4), 561-584. <https://doi.org/10.1002/tea.21737>
- Savery, J. R. (2006). Overview of Problem-based Learning: Definitions and Distinctions. *Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning*, 1(1). <https://doi.org/10.7771/1541-5015.1002>

- Seng Tan, O. (2004). Students' experiences in problem-based learning: Three blind mice episode or educational innovation? *Innovations in Education and Teaching International*, 41(2), 169-184. <https://doi.org/10.1080/1470329042000208693>
- Σκορδούλης, Κ., & Στεφανίδου, Κ. (2021). *Διδακτική Μεθοδολογία των Φυσικών Επιστημών*. Αθήνα: ΠΡΟΠΟΜΠΟΣ.
- Smith, P. S. (2020). What does a national survey tell us about progress toward the vision of the NGSS? *Journal of Science Teacher Education*, 31(6), 601-609. <https://doi.org/10.1080/1046560X.2020.1786261>
- Stoll, L., & Wertheim, J. (2023). Performance assessment as part of efficient, effective, and equitable instructional practice. *The Science Teacher (National Science Teachers Association)*, 90(7), 64-69. <https://doi.org/10.1080/00368555.2023.12315972>
- Struyf, A., De Loof, H., Boeve-de Pauw, J., & Van Petegem, P. (2019). Students' engagement in different STEM learning environments: Integrated STEM education as promising practice? *International Journal of Science Education*, 41(10), 1387-1407. <https://doi.org/10.1080/09500693.2019.1607983>
- Τζιωρτζιώτη, Χ. (2025). *Εκπαιδευτικές εφαρμογές με αξιοποίηση Διαδικτύου των Πραγμάτων και Ανοικτών Δεδομένων για τη μελέτη του υδάτινου περιβάλλοντος*. Διδακτορική Διατριβή. Αθήνα: Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο <https://doi.org/10.12681/eadd/59075>
- Widya, Rifandi, R., & Laila Rahmi, Y. (2019). STEM education to fulfil the 21st century demand: A literature review. *Journal of Physics. Conference Series*, 1317(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1317/1/012208>

Παράρτημα Α: «Φύλλα Εργασίας Μαθητών»

Φύλλο Εργασίας: Ομάδα: 1

Πρόβλημα: Όταν αγοράζουμε παγωμένα ποτά από καφετέριες και εστιατόρια, αυτά ζεσταίνονται και λιώνουν πολύ γρήγορα, ειδικά σε μέρες με πολύ ζέστη και ήλιο. Τα μαγαζιά πουλάνε επαναχρησιμοποιούμενα παγούρια τα οποία διατηρούν το ποτό μας πιο κρύο για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα χωρίς να επιβαρύνουν το περιβάλλον, αλλά αυτά κάποιες φορές μπορεί να είναι ακριβά.



Στόχος: Χρησιμοποιώντας καθημερινά υλικά, σχεδιάζουμε ένα ποτήρι το οποίο θα διατηρεί το ποτό σχεδόν όσο κρύο όσο και τα αγοραστά παγούρια, θα είναι φιλικό στο περιβάλλον και θα είναι οικονομικό. Το ποτήρι θα πρέπει να πληροί τα εξής Κριτήρια και Περιορισμούς.

Κριτήρια: Οι προδιαγραφές που πρέπει να ικανοποιεί η κατασκευή μας

1. Μεταβολή θερμοκρασίας λιγότερη από 1°C μετά από 12 λεπτά σε κανονικό φως.
2. Μεταβολή θερμοκρασίας λιγότερη από 2°C μετά από 12 λεπτά σε έντονο φως.

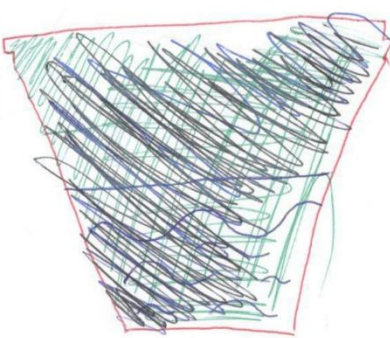
Περιορισμοί: Όρια στο τι μπορεί να σχεδιαστεί.

1. Μην χρησιμοποιήσετε πάνω από 2 πλαστικά ποτήρια.
2. Τα υλικά πρέπει να είναι ανακυκλώσιμα ή επαναχρησιμοποιούμενα για μείωση αποβλήτων.
3. Μπορείτε να χρησιμοποιήσετε μέχρι 3 υλικά πέρα από το ίδιο το ποτήρι.
4. Πρέπει να χωράει σε μια τυπική θήκη σε αυτοκίνητο (10cm πλάτος και 8cm ύψος).
5. Διατήρηση χαμηλού κόστους (κάτω από 0.50€ για όλο το ποτήρι).

Προτείνεται να κάνουμε τους παρακάτω ελέγχους:

- Μέτρηση διαμέτρου
- 12 λεπτά Έλεγχος κανονικού φωτισμού και θερμοκρασίας
- 12 λεπτά Έλεγχος έντονου φωτισμού και θερμοκρασίας
- Αξιολόγηση της επίδρασης στο περιβάλλον
- Έλεγχος κόστους

Ιδέες Βελτιώσεων

Σχεδιάστε το βελτιωμένο ποτήρι. Σημειώστε τις βελτιώσεις με νούμερα 1, 2 και 3.	Βελτιώσεις Περιγράψτε τις βελτιώσεις και εξηγήστε πώς ελαχιστοποιούν τη μεταφορά θερμότητας.
	Βελτίωση 1 Φύλλο φερόν-ζώρω ζώρω από το ποτήρι σαν μονασ το  = Φ. φερόν
	Βελτίωση 2 Βαμβάκι-ζώρω ζώρω από το ποτήρι για να  = Βαμβάκι
	Βελτίωση 3 Αλουμινοχαρτο-ζώρω ζώρω από το ποτήρι για ανακάλυψη  = αλουμινοχαρτο
Ξαναδείτε τα κριτήρια και τους περιορισμούς (Κ&Π). Περιγράψτε τι κάνει καλά το ποτήρι σας και που ίσως δεν πληροί τα Κ&Π.	
Θετικά - τι κάνει καλά το ποτήρι Το ποτήρι θα κρατήσει θερμοκρασία μέσα στο 1-2, έχει 8 εκ. μήκος ως τη μέση	Αρνητικά - Πού ίσως δεν πληροί τα Κ&Π Είναι ποδύ εύφομο είναι 9 εκ.

Καταγραφή Μετρήσεων

Ποια ήταν τα αποτελέσματα των ελέγχων σας;

Έλεγχοι	Παρατηρήσεις						
Έλεγχος Διαμέτρου	Μετρήσεις: Στα 8cm, το ποτήρι έχει πλάτος <u>9</u> cm.						
Έλεγχος κανονικού φωτισμού και θερμοκρασίας	Καταγράψτε τη μεταβολή θερμοκρασίας σε °C <table border="1"> <tr> <td>0 λεπτά</td><td>12 λεπτά</td><td>μεταβολή</td></tr> <tr> <td><u>2</u></td><td><u>2</u></td><td><u>0</u></td></tr> </table>	0 λεπτά	12 λεπτά	μεταβολή	<u>2</u>	<u>2</u>	<u>0</u>
0 λεπτά	12 λεπτά	μεταβολή					
<u>2</u>	<u>2</u>	<u>0</u>					
Έλεγχος έντονου φωτισμού και θερμοκρασίας	Καταγράψτε τη μεταβολή θερμοκρασίας σε °C <table border="1"> <tr> <td>0 λεπτά</td><td>12 λεπτά</td><td>μεταβολή</td></tr> <tr> <td><u>1</u></td><td><u>3</u></td><td><u>2</u></td></tr> </table>	0 λεπτά	12 λεπτά	μεταβολή	<u>1</u>	<u>3</u>	<u>2</u>
0 λεπτά	12 λεπτά	μεταβολή					
<u>1</u>	<u>3</u>	<u>2</u>					
Αξιολόγηση της επίδρασης στο περιβάλλον	Επαναχρησιμοποιούμενα: <u>π.π.ε.</u> <u>κατ.</u> <u>λ.ο.σ.ζ.</u> Ανακυκλώσιμα: <u>λ.α.θ.ο.μ.π.ν.</u> Σκουπίδια: <u>μ.α.μ.λ.λ.α.μ.φ.</u> <u>σ.α.λ.ν.ι.α</u>						
Έλεγχος κόστους	Κόστος ποτηριού: <u>0,46€</u> Δείξτε τις πράξεις σας εδώ: <u>$0,15 + 0,04 + 0,02 + 0,15 + 0,04 + 0,02 + 0,03 =$</u> <u>$0,19 + 0,18 + 0,06 + 0,03 =$</u> <u>$0,19 + 0,18 + 0,09 =$</u> <u>$0,88 + 0,18 =$</u> <u>$0,46€$</u>						

Αξιολόγηση βελτιώσεων

Εξηγήστε τα αποτελέσματα σε σχέση με τις βελτιώσεις σας

Τι δούλεψε και γιατί;

Δούλεψε γιατί είχαμε βάλει πολύ δα μονοειδικά υλικά

Τι δεν δούλεψε και γιατί;

Δεν δούλεψε γιατί ήταν πολύ χαλρό + είχε πολύ ζαχνιά.

Ποιες προτάσεις λάβατε από τους συμμαθητές και θα θέλατε να συνυπολογίσετε σε επόμενο σχεδιασμό;

~~Δεν μας είναι τίποτα!~~

Μας έγραψαν πως το ποτήρι μας διατήρησε κρύο το νερό.

Δεν μας έγραψαν κάτι αρνητικό!!

Αξιολόγηση Βελτιώσεων: Ανατροφοδότηση Συμμαθητών

Οδηγίες: Πρώτα ελέγξτε εάν τα αποτελέσματα του τεστ κάλυψαν τα κριτήρια. Μετά ελέγξτε ότι οι βελτιώσεις κάλυψαν τους περιορισμούς. Τέλος, γράψτε ανατροφοδότηση στην ομάδα σχετικά με το τι δουλεύει καλά και τι μπορεί να βελτιωθεί στο σχέδιο.

Κριτήρια: Πώς ήταν τα αποτελέσματα του ελέγχου σε σχέση με τα κριτήρια;

- Μεταβολή θερμοκρασίας λιγότερη από 1°C μετά από 12 λεπτά σε κανονικό φως.
 - Αποτέλεσμα ελέγχου: 0 (Μεταβολή θερμοκρασίας)
- Μεταβολή θερμοκρασίας λιγότερη από 2°C μετά από 12 λεπτά σε κανονικό φως.
 - Αποτέλεσμα ελέγχου: 2 (Μεταβολή θερμοκρασίας)

Περιορισμοί: Καλύφθηκαν οι απαιτούμενοι περιορισμοί;

- Μην χρησιμοποιήσετε πάνω από 2 πλαστικά ποτήρια.
- Τα υλικά πρέπει να είναι ανακυκλώσιμα ή επαναχρησιμοποιούμενα για μείωση αποβλήτων.
 - Αποτέλεσμα ελέγχου: ΜΟΝΟΤΑΚΗ ^{ταβλία} (Εγινε χρήση μελλοντικών σκουπιδιών;)
- Μπορείτε να χρησιμοποιήσετε μέχρι 3 υλικά πέρα από το ίδιο το ποτήρι.
- Πρέπει να χωράει σε μια τυπική θήκη σε αυτοκίνητο (10cm πλάτος και 8cm ύψος).
 - Αποτέλεσμα ελέγχου: 9 cm
- Διατήρηση χαμηλού κόστους (κάτω από 0.50€ για όλο το ποτήρι).
 - Αποτέλεσμα ελέγχου: Το κόστος ήταν 0.46€.

Ανατροφοδότηση

Τι πιστεύετε ότι δουλεύει καλά από τις βελτιώσεις;

Διατήρησε κρύο το νερό

Πώς μπορεί αυτή η ομάδα να βελτιώσει τα σχέδιά της ώστε να αποδίδει ακόμα καλύτερα; Τι μπορούν να αλλάξουν και πώς θα τους βοηθούσε;

Όλα καλά ☺

Έλεγχος Κόστους

Σκοπός

Να υπολογίσουμε το κόστος των υλικών του βελτιωμένου ποτηριού.

Τιμή ανά Υλικό

Υλικό ή αντικείμενο	Κόστος (€)
πλαστικό ποτήρι	0,15
πλαστικό καπάκι	0,03
1 λωρίδα αλουμινόχαρτο	0,02
1 καλαμάκι	0,02
1 φύλλο φελλού	0,15
1 φύλλο τσόχας	0,15
1 μπάλα από βαμβάκι	0,02
χάρτινο ποτήρι	0,10
2,5cm καθαρή ταινία	0,01
1 λαστιχάκι	0,01
1 λωρίδα πλαστικό περιτύλιγμα	0,05
1 λωρίδα χαρτόνι περιτυλίγματος	0,15
χρώμα	0,02
χαρτί A4	0,01
χαρτοπετσέτα	0,01

0,46€

$$\begin{aligned}
 & 0,15 + 0,15 \times 2 + 0,02 + \\
 & (0,01 \times 10) + (0,02 \times 2) = \\
 & 0,15 + 0,30 + 0,02 + 0,02 = \\
 & 0,10 + 0,04 = \\
 & 0,45 + 0,04 + 0,14 = \\
 & 0,49 + 0,14 = \\
 & 0,63 + 0,15 =
 \end{aligned}$$

$$0,78 + 0,05 = 0,78€$$

0,83

48
3

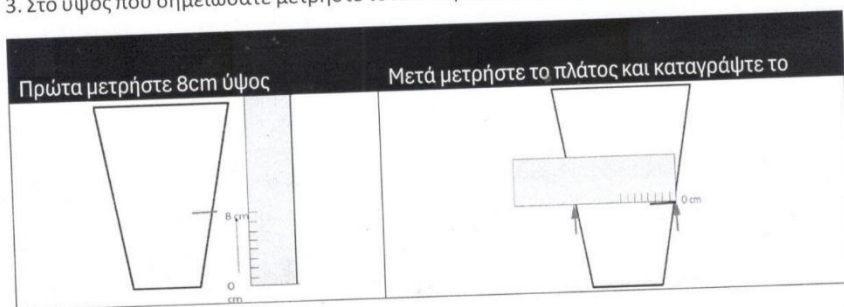
Μέτρηση Διαμέτρου

Σκοπός

Να μετρήσουμε για να δούμε εάν το ποτήρι μας χωράει σε μια τυπική θήκη σε αυτοκίνητο.

Διαδικασίες

1. Τοποθετήστε τον χάρακα κάθετα για να μετρήσετε 8cm από την επιφάνεια του τραπεζιού.
2. Σημειώστε το ύψος με μαρκαδόρο ή στυλό.
3. Στο ύψος που σημειώσατε μετρήστε το πλάτος και καταγράψτε το στο «Μέρος 3: Έλεγχος».



$$0,15 + 0,04 + 0,02 + 0,15 + 0,04 + 0,02 + 0,03 =$$

$$0,19 + 0,18 + 0,06 + 0,03 =$$

$$0,19 + 0,18 + 0,09 =$$

$$0,28 + 0,18 =$$

$$0,46 \text{ €}$$

Έλεγχος κανονικού φωτισμού και θερμοκρασίας

Σκοπός

Μέτρηση μεταβολής θερμοκρασίας κρύου νερού μέσα στο ποτήρι σε συνθήκες κανονικού φωτισμού και θερμοκρασίας σε χρονικό διάστημα 12 λεπτών.

Διαδικασίες

1. Γεμίστε το ποτήρι σας με κρύο νερό ($\sim 6^{\circ}\text{C}$)
2. Μετρήστε και καταγράψτε την αρχική θερμοκρασία στον πίνακα στο «Μέρος 3: Έλεγχος».
3. Σφραγίστε το ποτήρι σας με ένα καπάκι εάν το περιλαμβάνει το σχέδιό σας.
4. Περιμένετε 12 λεπτά πριν μετρήσετε την τελική θερμοκρασία.
5. Όσο περιμένετε μπορείτε να κάνετε άλλους ελέγχους.

Έλεγχος έντονου φωτισμού και θερμοκρασίας

Σκοπός

Μέτρηση μεταβολής θερμοκρασίας κρύου νερού μέσα στο ποτήρι σε συνθήκες έντονου φωτισμού και κανονικής θερμοκρασίας σε χρονικό διάστημα 12 λεπτών.

Διαδικασίες

1. Τοποθετήστε την λάμπα ώστε να είναι παράλληλη και κοντά στο επίπεδο του τραπεζιού.
2. Τοποθετήστε το ποτήρι περίπου 30cm από την λάμπα.
3. Γεμίστε το ποτήρι σας με κρύο νερό ($\sim 6^{\circ}\text{C}$)
4. Μετρήστε και καταγράψτε την αρχική θερμοκρασία στον πίνακα στο «Μέρος 3: Έλεγχος».
5. Σφραγίστε το ποτήρι σας με ένα καπάκι εάν το περιλαμβάνει το σχέδιό σας.
6. Περιμένετε 12 λεπτά πριν μετρήσετε την τελική θερμοκρασία.
7. Όσο περιμένετε μπορείτε να κάνετε άλλους ελέγχους.

Προσοχή: ΜΗΝ αγγίζετε την λάμπα που χρησιμοποιείται στον έντονο φωτισμό γιατί μετά από κάποιο χρονικό διάστημα είναι πολύ ζεστή και υπάρχει κίνδυνος εγκαύματος.

Αξιολόγηση της επίδρασης στο περιβάλλον

Σκοπός

Να καθορίσουμε ποια μέρη του ποτηριού είναι επαναχρησιμοποιούμενα, ανακυκλώσιμα ή εάν αποτελούν σκουπίδια μετά τη χρήση του ποτηριού.

Επαναχρησιμοποιούμενα, Ανακυκλώσιμα, Σκουπίδια

Υλικό ή αντικείμενο	Επαναχρησιμοποιούμενο	Ανακυκλώσιμο	Σκουπίδι
πλαστικό ποτήρι	●	●	
πλαστικό καπάκι	●	●	
1 λωρίδα αλουμινόχαρτο		●	
1 καλαμάκι	●		●
1 φύλλο φελλού		●	
1 φύλλο τσόχας			●
1 μπάλα από βαμβάκι		●	
χάρτινο ποτήρι			●
2,5cm καθαρή ταινία		●	●
1 λαστιχάκι	●		
1 λωρίδα πλαστικό περιτύλιγμα		●	
1 λωρίδα χαρτόνι περιτυλίγματος		●	
χρώμα			●
χαρτί A4	●	●	
χαρτοπετσέτα		●	

● Μερικές φορές

● Πάντα

Φύλλο Εργασίας: Ομάδα: 2

Πρόβλημα: Όταν αγοράζουμε παγωμένα ποτά από καφετέριες και εστιατόρια, αυτά ζεσταίνονται και λιώνουν πολύ γρήγορα, ειδικά σε μέρες με πολύ ζέστη και ήλιο. Τα μαγαζιά πουλάνε επαναχρησιμοποιούμενα παγούρια τα οποία διατηρούν το ποτό μας πιο κρύο για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα χωρίς να επιβαρύνουν το περιβάλλον, αλλά αυτά κάποιες φορές μπορεί να είναι ακριβά.



Στόχος: Χρησιμοποιώντας καθημερινά υλικά, σχεδιάζουμε ένα ποτήρι το οποίο θα διατηρεί το ποτό σχεδόν όσο κρύο όσο και τα αγοραστά παγούρια, θα είναι φιλικό στο περιβάλλον και θα είναι οικονομικό. Το ποτήρι θα πρέπει να πληροί τα εξής Κριτήρια και Περιορισμούς.

Κριτήρια: Οι προδιαγραφές που πρέπει να ικανοποιεί η κατασκευή μας

1. Μεταβολή θερμοκρασίας λιγότερη από 1°C μετά από 12 λεπτά σε κανονικό φως.
2. Μεταβολή θερμοκρασίας λιγότερη από 2°C μετά από 12 λεπτά σε έντονο φως.

Περιορισμοί: Όρια στο τι μπορεί να σχεδιαστεί.

1. Μην χρησιμοποιήσετε πάνω από 2 πλαστικά ποτήρια.
2. Τα υλικά πρέπει να είναι ανακυκλώσιμα ή επαναχρησιμοποιούμενα για μείωση αποβλήτων.
3. Μπορείτε να χρησιμοποιήσετε μέχρι 3 υλικά πέρα από το ίδιο το ποτήρι.
4. Πρέπει να χωράει σε μια τυπική θήκη σε αυτοκίνητο (10cm πλάτος και 8cm ύψος).
5. Διατήρηση χαμηλού κόστους (κάτω από 0.50€ για όλο το ποτήρι).

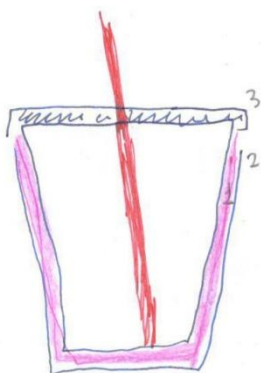
Προτείνεται να κάνουμε τους παρακάτω ελέγχους:

- Μέτρηση διαμέτρου
- 12 λεπτά Έλεγχος κανονικού φωτισμού και θερμοκρασίας
- 12 λεπτά Έλεγχος έντονου φωτισμού και θερμοκρασίας
- Αξιολόγηση της επίδρασης στο περιβάλλον
- Έλεγχος κόστους

Ιδέες Βελτιώσεων

Σχεδιάστε το βελτιωμένο ποτήρι.

Σημειώστε τις βελτιώσεις με νούμερα 1, 2 και 3.



Βελτιώσεις

Περιγράψτε τις βελτιώσεις και εξηγήστε πώς ελαχιστοποιούν τη μεταφορά θερμότητας.

Βελτίωση 1

Λυρίδα αλουμινόχαρτο

ανακλωση

Βελτίωση 2

πλαστικό ποτήρι

πρακτικό γυαλί

Βελτίωση 3

καπάκι

extra ανακλωση

Ξαναδείτε τα κριτήρια και τους περιορισμούς (Κ&Π).

Περιγράψτε τι κάνει καλά το ποτήρι σας και που ίσως δεν πληροί τα Κ&Π.

Θετικά - τι κάνει καλά το ποτήρι

πρακτικό

αφαιρείται

Αρνητικά - Πού ίσως δεν πληροί τα Κ&Π

ένταση φωτισμού

Καταγραφή Μετρήσεων

Ποια ήταν τα αποτελέσματα των ελέγχων σας;

Έλεγχος	Παρατηρήσεις														
Έλεγχος Διαμέτρου	Μετρήσεις: Στα 8cm, το ποτήρι έχει πλάτος <u>8</u> cm.														
Έλεγχος κανονικού φωτισμού και θερμοκρασίας	Καταγράψτε τη μεταβολή θερμοκρασίας σε °C <table border="1"> <tr> <td>0 λεπτά</td><td>12 λεπτά</td><td>μεταβολή</td></tr> <tr> <td><u>4</u></td><td><u>4</u></td><td><u>0</u></td></tr> </table>	0 λεπτά	12 λεπτά	μεταβολή	<u>4</u>	<u>4</u>	<u>0</u>								
0 λεπτά	12 λεπτά	μεταβολή													
<u>4</u>	<u>4</u>	<u>0</u>													
Έλεγχος έντονου φωτισμού και θερμοκρασίας	Καταγράψτε τη μεταβολή θερμοκρασίας σε °C <table border="1"> <tr> <td>0 λεπτά</td><td>12 λεπτά</td><td>μεταβολή</td></tr> <tr> <td><u>4</u></td><td><u>5,5</u></td><td><u>1,5</u></td></tr> </table>	0 λεπτά	12 λεπτά	μεταβολή	<u>4</u>	<u>5,5</u>	<u>1,5</u>								
0 λεπτά	12 λεπτά	μεταβολή													
<u>4</u>	<u>5,5</u>	<u>1,5</u>													
Αξιολόγηση της επίδρασης στο περιβάλλον	Επαναχρησιμοποιούμενα: Ανακυκλώσιμα: <u>ποτήρι x 2, καπάκι, αλουμινόχαρτο</u> Σκουπίδια:														
Έλεγχος κόστους	Κόστος ποτηριού: <u>382</u> . Δείξτε τις πράξεις σας εδώ: <table> <tr> <td>0,15</td> <td>0,15</td> </tr> <tr> <td>0,03</td> <td>0,15</td> </tr> <tr> <td>0,06</td> <td>0,03</td> </tr> <tr> <td>0,02</td> <td>0,04</td> </tr> <tr> <td>0,02</td> <td>+ 0,01</td> </tr> <tr> <td>+ 0,10</td> <td><u>0,38</u></td> </tr> <tr> <td><u>0,36</u></td> <td></td> </tr> </table>	0,15	0,15	0,03	0,15	0,06	0,03	0,02	0,04	0,02	+ 0,01	+ 0,10	<u>0,38</u>	<u>0,36</u>	
0,15	0,15														
0,03	0,15														
0,06	0,03														
0,02	0,04														
0,02	+ 0,01														
+ 0,10	<u>0,38</u>														
<u>0,36</u>															

Αξιολόγηση βελτιώσεων

Εξηγήστε τα αποτελέσματα σε σχέση με τις βελτιώσεις σας

Τι δούλεψε και γιατί;

ολα δουλεψαν, γιατί ήταν τέκιο

Τι δεν δούλεψε και γιατί;

Ποιες προτάσεις λάβατε από τους συμμαθητές και θα θέλατε να συνοψολογίσετε σε επόμενο σχεδιασμό;

Δεν χρειάζεται να αλλάζουμε
και γιατί οσο εργαζαν ήταν
ποιο ποτηρια.
Το αλουμινόχαρτο ήταν ανάρεσα
στα ποτήρια.

Αξιολόγηση Βελτιώσεων: Ανατροφοδότηση Συμμεθετών

Οδηγίες: Πρώτα ελέγξτε εάν τα αποτελέσματα του τεστ κάλυψαν τα κριτήρια. Μετά ελέγξτε ότι οι βελτιώσεις κάλυψαν τους περιορισμούς. Τέλος, γράψτε ανατροφοδότηση στην ομάδα σχετικά με το τι δουλεύει καλά και τι μπορεί να βελτιωθεί στο σχέδιο.

Κριτήρια: Πώς ήταν τα αποτελέσματα του ελέγχου σε σχέση με τα κριτήρια;

- Μεταβολή θερμοκρασίας λιγότερη από 1°C μετά από 12 λεπτά σε κανονικό φως.
 - Αποτέλεσμα ελέγχου: 0°C (Μεταβολή θερμοκρασίας)
- Μεταβολή θερμοκρασίας λιγότερη από 2°C μετά από 12 λεπτά σε κανονικό φως.
 - Αποτέλεσμα ελέγχου: 1,5°C (Μεταβολή θερμοκρασίας)

Περιορισμοί: Καλύφθηκαν οι απαιτούμενοι περιορισμοί;

- Μην χρησιμοποιήσετε πάνω από 2 πλαστικά ποτήρια.
- Τα υλικά πρέπει να είναι ανακυκλώσιμα ή επαναχρησιμοποιούμενα για μείωση αποβλήτων.
 - Αποτέλεσμα ελέγχου: οχι (Έγινε χρήση μελλοντικών σκουπιδιών;)
- Μπορείτε να χρησιμοποιήσετε μέχρι 3 υλικά πέρα από το ίδιο το ποτήρι.
- Πρέπει να χωράει σε μια τυπική θήκη σε αυτοκίνητο (10cm πλάτος και 8cm ύψος).
 - Αποτέλεσμα ελέγχου: 8 cm
- Διατήρηση χαμηλού κόστους (κάτω από 0.50€ για όλο το ποτήρι).
 - Αποτέλεσμα ελέγχου: Το κόστος ήταν 0,38€.

Ανατροφοδότηση

Τι πιστεύετε ότι δουλεύει καλά από τις βελτιώσεις;

Είναι ωραίο + χρηστικό

Πώς μπορεί αυτή η ομάδα να βελτιώσει τα σχέδιά της ώστε να αποδίδει ακόμα καλύτερα; Τι μπορούν να αλλάξουν και πώς θα τους βοηθούσε;

Να μην έβαζαν το αλουμινόχαρτο μέσα γιατί μπορεί να πιάσει κάτι αν πεις + να είχε καλαμάκι γιατί είναι δύσκολο να πεις

Έλεγχος Κόστους

Σκοπός

Να υπολογίσουμε το κόστος των υλικών του βελτιωμένου ποτηριού.

Τιμή ανά Υλικό

Υλικό ή αντικείμενο	Κόστος (€)
πλαστικό ποτήρι	0,15
πλαστικό καπάκι	0,03
1 λωρίδα αλουμινόχαρτο	0,02
1 καλαμάκι	0,02
1 φύλλο φελλού	0,15
1 φύλλο τσόχας	0,15
1 μπάλα από βαμβάκι	0,02
χάρτινο ποτήρι	0,10
2,5cm καθαρή ταινία	0,01
1 λαστιχάκι	0,01
1 λωρίδα πλαστικό περιτύλιγμα	0,01
1 λωρίδα χαρτόνι περιτυλίγματος	0,05
χρώμα	0,15
χαρτί A4	0,02
χαρτοπετσέτα	0,01

$$\begin{aligned}
 &2 = 0,30 \\
 &1 = 0,02 \\
 &1 = 0,15 \\
 &= 49\lambda \\
 &+ 0,02 = 49\lambda \\
 &= 49\lambda
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &0,20 \\
 &0,06 \\
 &0,03 \\
 &0,20 \\
 &0,15 \\
 &0,02 \\
 &0,10 \\
 &0,01 \\
 &0,01 \\
 &0,01 \\
 &0,05 \\
 &0,15 \\
 &0,02 \\
 &0,01
 \end{aligned}$$

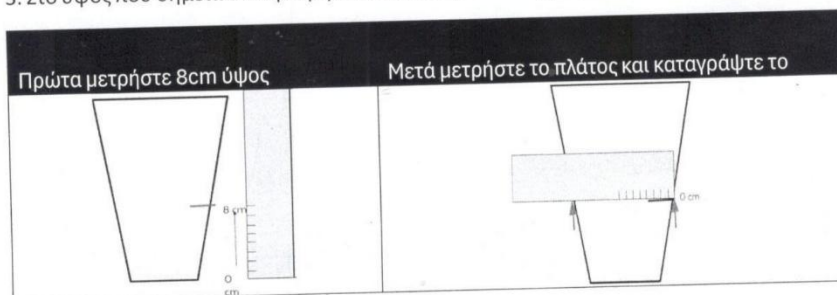
Μέτρηση Διαμέτρου

Σκοπός

Να μετρήσουμε για να δούμε εάν το ποτήρι μας χωράει σε μια τυπική θήκη σε αυτοκίνητο.

Διαδικασίες

1. Τοποθετήστε τον χάρακα κάθετα για να μετρήσετε 8cm από την επιφάνεια του τραπεζιού.
2. Σημειώστε το ύψος με μαρκαδόρο ή στυλό.
3. Στο ύψος που σημειώσατε μετρήστε το πλάτος και καταγράψτε το στο «Μέρος 3: Έλεγχος».



Έλεγχος κανονικού φωτισμού και θερμοκρασίας

Σκοπός

Μέτρηση μεταβολής θερμοκρασίας κρύου νερού μέσα στο ποτήρι σε συνθήκες κανονικού φωτισμού και θερμοκρασίας σε χρονικό διάστημα 12 λεπτών.

Διαδικασίες

1. Γεμίστε το ποτήρι σας με κρύο νερό ($\sim 6^{\circ}\text{C}$)
2. Μετρήστε και καταγράψτε την αρχική θερμοκρασία στον πίνακα στο «Μέρος 3: Έλεγχος».
3. Σφραγίστε το ποτήρι σας με ένα καπάκι εάν το περιλαμβάνει το σχέδιό σας.
4. Περιμένετε 12 λεπτά πριν μετρήσετε την τελική θερμοκρασία.
5. Όσο περιμένετε μπορείτε να κάνετε άλλους ελέγχους.

Έλεγχος έντονου φωτισμού και θερμοκρασίας

Σκοπός

Μέτρηση μεταβολής θερμοκρασίας κρύου νερού μέσα στο ποτήρι σε συνθήκες έντονου φωτισμού και κανονικής θερμοκρασίας σε χρονικό διάστημα 12 λεπτών.

Διαδικασίες

1. Τοποθετήστε την λάμπα ώστε να είναι παράλληλη και κοντά στο επίπεδο του τραπεζιού.
2. Τοποθετήστε το ποτήρι περίπου 30cm από την λάμπα.
3. Γεμίστε το ποτήρι σας με κρύο νερό ($\sim 6^{\circ}\text{C}$)
4. Μετρήστε και καταγράψτε την αρχική θερμοκρασία στον πίνακα στο «Μέρος 3: Έλεγχος».
5. Σφραγίστε το ποτήρι σας με ένα καπάκι εάν το περιλαμβάνει το σχέδιό σας.
6. Περιμένετε 12 λεπτά πριν μετρήσετε την τελική θερμοκρασία.
7. Όσο περιμένετε μπορείτε να κάνετε άλλους ελέγχους.

Προσοχή: ΜΗΝ αγγίζετε την λάμπα που χρησιμοποιείται στον έντονο φωτισμό γιατί μετά από κάποιο χρονικό διάστημα είναι πολύ ζεστή και υπάρχει κίνδυνος εγκαύματος.

Αξιολόγηση της επίδρασης στο περιβάλλον

Σκοπός

Να καθορίσουμε ποια μέρη του ποτηριού είναι επαναχρησιμοποιούμενα, ανακυκλώσιμα ή εάν αποτελούν σκουπίδια μετά τη χρήση του ποτηριού.

Επαναχρησιμοποιούμενα, Ανακυκλώσιμα, Σκουπίδια

Υλικό ή αντικείμενο	Επαναχρησιμοποιούμενο	Ανακυκλώσιμο	Σκουπίδι
πλαστικό ποτήρι	●	●	
πλαστικό καπάκι	●	●	
1 λωρίδα αλουμινόχαρτο		●	
1 καλαμάκι	●		●
1 φύλλο φελλού		●	
1 φύλλο τσόχας			●
1 μπάλα από βαμβάκι		●	
χάρτινο ποτήρι			●
2,5cm καθαρή ταινία		●	●
1 λαστιχάκι	●		
1 λωρίδα πλαστικό περιτύλιγμα		●	
1 λωρίδα χαρτόνι περιτυλίγματος		●	
χρώμα			●
χαρτί A4	●	●	
χαρτοπετσέτα		●	

● Μερικές φορές

● Πάντα

Φύλλο Εργασίας: Ομάδα: 3

Πρόβλημα: Όταν αγοράζουμε παγωμένα ποτά από καφετέριες και εστιατόρια, αυτά ζεσταίνονται και λιώνουν πολύ γρήγορα, ειδικά σε μέρες με πολύ ζέστη και ήλιο. Τα μαγαζιά πουλάνε επαναχρησιμοποιούμενα παγούρια τα οποία διατηρούν το ποτό μας πιο κρύο για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα χωρίς να επιβαρύνουν το περιβάλλον, αλλά αυτά κάποιες φορές μπορεί να είναι ακριβά.



Στόχος: Χρησιμοποιώντας καθημερινά υλικά, σχεδιάζουμε ένα ποτήρι το οποίο θα διατηρεί το ποτό σχεδόν όσο κρύο όσο και τα αγοραστά παγούρια, θα είναι φιλικό στο περιβάλλον και θα είναι οικονομικό. Το ποτήρι θα πρέπει να πληροί τα εξής Κριτήρια και Περιορισμούς.

Κριτήρια: Οι προδιαγραφές που πρέπει να ικανοποιεί η κατασκευή μας

1. Μεταβολή θερμοκρασίας λιγότερη από 1°C μετά από 12 λεπτά σε κανονικό φως.
2. Μεταβολή θερμοκρασίας λιγότερη από 2°C μετά από 12 λεπτά σε έντονο φως.

Περιορισμοί: Όρια στο τι μπορεί να σχεδιαστεί.

1. Μην χρησιμοποιήσετε πάνω από 2 πλαστικά ποτήρια.
2. Τα υλικά πρέπει να είναι ανακυκλώσιμα ή επαναχρησιμοποιούμενα για μείωση αποβλήτων.
3. Μπορείτε να χρησιμοποιήσετε μέχρι 3 υλικά πέρα από το ίδιο το ποτήρι.
4. Πρέπει να χωράει σε μια τυπική θήκη σε αυτοκίνητο (10cm πλάτος και 8cm ύψος).
5. Διατήρηση χαμηλού κόστους (κάτω από 0.50€ για όλο το ποτήρι).

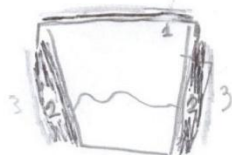
Προτείνεται να κάνουμε τους παρακάτω ελέγχους:

- Μέτρηση διαμέτρου
- 12 λεπτά Έλεγχος κανονικού φωτισμού και θερμοκρασίας
- 12 λεπτά Έλεγχος έντονου φωτισμού και θερμοκρασίας
- Αξιολόγηση της επίδρασης στο περιβάλλον
- Έλεγχος κόστους

Ιδέες Βελτιώσεων

Σχεδιάστε το βελτιωμένο ποτήρι.

Σημειώστε τις βελτιώσεις με νούμερα 1, 2 και 3.



Βελτιώσεις

Περιγράψτε τις βελτιώσεις και εξηγήστε πώς ελαχιστοποιούν τη μεταφορά θερμότητας.

Βελτίωση 1

καφέκι
μόνωση

Βελτίωση 2

βελός
μόνωση

Βελτίωση 3

αλουμινύχοτο
ανάκλαση

Ξαναδείτε τα κριτήρια και τους περιορισμούς (Κ&Π).
Περιγράψτε τι κάνει καλά το ποτήρι σας και που ίσως δεν πληροί τα Κ&Π.

Θετικά - τι κάνει καλά το ποτήρι

και οι δυο πλευρές
τηρούν τα πάντα

Αρνητικά - Πού ίσως δεν πληροί τα Κ&Π

Στο κάτω

Καταγραφή Μετρήσεων

Ποια ήταν τα αποτελέσματα των ελέγχων σας;

Έλεγχοι	Παρατηρήσεις						
Έλεγχος Διαμέτρου	Μετρήσεις: Στα 8cm, το ποτήρι έχει πλάτος <u>9</u> cm.						
Έλεγχος κανονικού φωτισμού και θερμοκρασίας	Καταγράψτε τη μεταβολή θερμοκρασίας σε °C <table border="1"> <tr> <td>0 λεπτά</td><td>12 λεπτά</td><td>μεταβολή</td></tr> <tr> <td><u>4°C</u></td><td><u>4°C</u></td><td><u>0°C</u></td></tr> </table>	0 λεπτά	12 λεπτά	μεταβολή	<u>4°C</u>	<u>4°C</u>	<u>0°C</u>
0 λεπτά	12 λεπτά	μεταβολή					
<u>4°C</u>	<u>4°C</u>	<u>0°C</u>					
Έλεγχος έντονου φωτισμού και θερμοκρασίας	Καταγράψτε τη μεταβολή θερμοκρασίας σε °C <table border="1"> <tr> <td>0 λεπτά</td><td>12 λεπτά</td><td>μεταβολή</td></tr> <tr> <td><u>4°C</u></td><td><u>5°C</u></td><td><u>1°C</u></td></tr> </table>	0 λεπτά	12 λεπτά	μεταβολή	<u>4°C</u>	<u>5°C</u>	<u>1°C</u>
0 λεπτά	12 λεπτά	μεταβολή					
<u>4°C</u>	<u>5°C</u>	<u>1°C</u>					
Αξιολόγηση της επίδρασης στο περιβάλλον	Επαναχρησιμοποιούμενα: <u>κανένα</u> Ανακυκλώσιμα: <u>Όλα</u> Απορριμμάκια που το βράζω Πλαστικό ποτήρι χαρτίνη ταψάκι Σκουπίδια: <u>κανένα</u>						
Έλεγχος κόστους	Κόστος ποτηριού: <u>0,38€</u> Δείξτε τις πράξεις σας εδώ: <u>38 λεπτά</u> 0,15 0,15 0,03 0,02 0,15 + 0,01 <u>0,38</u>						

Αξιολόγηση βελτιώσεων

Εξηγήστε τα αποτελέσματα σε σχέση με τις βελτιώσεις σας

Τι δούλεψε και γιατί;

Τα πάντα γιατί ήταν καθαροί αγγεία
και πολύ καλά τοποθετημένα

Τι δεν δούλεψε και γιατί;

Ποιες προτάσεις λάβατε από τους συμμαθητές και θα θέλατε να συνυπολογίσετε σε επόμενο σχεδιασμό;

Καμία. Ο τίποτα
~~Ηταν καθαρά και καλά τοποθετημένα~~
Δεν είκαναν
καμία παρατήρηση

Αξιολόγηση Βελτιώσεων: Ανατροφοδότηση Συμμαθητών

Οδηγίες: Πρώτα ελέγξτε εάν τα αποτελέσματα του τεστ κάλυψαν τα κριτήρια. Μετά ελέγξτε ότι οι βελτιώσεις κάλυψαν τους περιορισμούς. Τέλος, γράψτε ανατροφοδότηση στην ομάδα σχετικά με το τι δουλεύει καλά και τι μπορεί να βελτιωθεί στο σχέδιο.

Κριτήρια: Πώς ήταν τα αποτελέσματα του ελέγχου σε σχέση με τα κριτήρια;

- Μεταβολή θερμοκρασίας λιγότερη από 1°C μετά από 12 λεπτά σε κανονικό φως.
 - Αποτέλεσμα ελέγχου: 0°C (Μεταβολή θερμοκρασίας)
- Μεταβολή θερμοκρασίας λιγότερη από 2°C μετά από 12 λεπτά σε κανονικό φως.
 - Αποτέλεσμα ελέγχου: 1.10°C (Μεταβολή θερμοκρασίας)

Περιορισμοί: Καλύφθηκαν οι απαιτούμενοι περιορισμοί;

- Μην χρησιμοποιήσετε πάνω από 2 πλαστικά ποτήρια.
- Τα υλικά πρέπει να είναι ανακυκλώσιμα ή επαναχρησιμοποιούμενα για μείωση αποβλήτων.
 - Αποτέλεσμα ελέγχου: Οχι (Εγινε χρήση μελλοντικών σκουπιδιών;)
- Μπορείτε να χρησιμοποιήσετε μέχρι 3 υλικά πέρα από το ίδιο το ποτήρι.
- Πρέπει να χωράει σε μια τυπική θήκη σε αυτοκίνητο (10cm πλάτος και 8cm ύψος).
 - Αποτέλεσμα ελέγχου: 9 cm
- Διατήρηση χαμηλού κόστους (κάτω από 0.50€ για όλο το ποτήρι).
 - Αποτέλεσμα ελέγχου: Το κόστος ήταν 0.38 .

Ανατροφοδότηση

Τι πιστεύετε ότι δουλεύει καλά από τις βελτιώσεις;

Τα πάντα
Καλά, διότι δεν είχαν καμία μεταβολή
θερμοκρασίας

Πώς μπορεί αυτή η ομάδα να βελτιώσει τα σχέδιά της ώστε να αποδίδει ακόμα καλύτερα; Τι μπορούν να αλλάξουν και πώς θα τους βοηθούσε;

Δεν πιστεύω ότι θα χρειαστούνα
αλλάξουν κάτι.

Έλεγχος Κόστους

Σκοπός

Να υπολογίσουμε το κόστος των υλικών του βελτιωμένου ποτηριού.

Τιμή ανά Υλικό

Υλικό ή αντικείμενο	Κόστος (€)
πλαστικό ποτήρι	0,15
πλαστικό καπάκι	0,03
1 λωρίδα αλουμινόχαρτο	0,02
1 καλαμάκι	0,02
1 φύλλο φελλού	0,15
1 φύλλο τσόχας	0,15
1 μπάλα από βαμβάκι	0,02
χάρτινο ποτήρι	0,10
2,5cm καθαρή ταινία	0,01
1 λαστιχάκι	0,01
1 λωρίδα πλαστικό περιτύλιγμα	0,01
1 λωρίδα χαρτόνι περιτυλίγματος	0,05
χρώμα	0,15
χαρτί A4	0,02
χαρτοπετσέτα	0,01

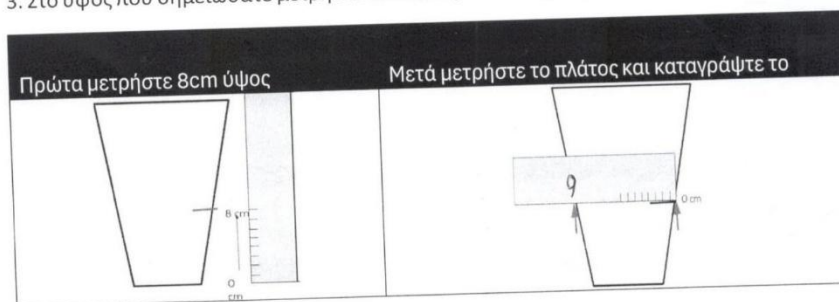
Μέτρηση Διαμέτρου

Σκοπός

Να μετρήσουμε για να δούμε εάν το ποτήρι μας χωράει σε μια τυπική θήκη σε αυτοκίνητο.

Διαδικασίες

1. Τοποθετήστε τον χάρακα κάθετα για να μετρήσετε 8cm από την επιφάνεια του τραπεζιού.
2. Σημειώστε το ύψος με μαρκαδόρο ή στυλό.
3. Στο ύψος που σημειώσατε μετρήστε το πλάτος και καταγράψτε το στο «Μέρος 3: Έλεγχος».



Έλεγχος κανονικού φωτισμού και θερμοκρασίας

Σκοπός

Μέτρηση μεταβολής θερμοκρασίας κρύου νερού μέσα στο ποτήρι σε συνθήκες κανονικού φωτισμού και θερμοκρασίας σε χρονικό διάστημα 12 λεπτών.

Διαδικασίες

1. Γεμίστε το ποτήρι σας με κρύο νερό ($\sim 6^{\circ}\text{C}$)
2. Μετρήστε και καταγράψτε την αρχική θερμοκρασία στον πίνακα στο «Μέρος 3: Έλεγχος».
3. Σφραγίστε το ποτήρι σας με ένα καπάκι εάν το περιλαμβάνει το σχέδιό σας.
4. Περιμένετε 12 λεπτά πριν μετρήσετε την τελική θερμοκρασία.
5. Όσο περιμένετε μπορείτε να κάνετε άλλους ελέγχους.

Έλεγχος έντονου φωτισμού και θερμοκρασίας

Σκοπός

Μέτρηση μεταβολής θερμοκρασίας κρύου νερού μέσα στο ποτήρι σε συνθήκες έντονου φωτισμού και κανονικής θερμοκρασίας σε χρονικό διάστημα 12 λεπτών.

Διαδικασίες

1. Τοποθετήστε την λάμπα ώστε να είναι παράλληλη και κοντά στο επίπεδο του τραπεζιού.
2. Τοποθετήστε το ποτήρι περίπου 30cm από την λάμπα.
3. Γεμίστε το ποτήρι σας με κρύο νερό ($\sim 6^{\circ}\text{C}$)
4. Μετρήστε και καταγράψτε την αρχική θερμοκρασία στον πίνακα στο «Μέρος 3: Έλεγχος».
5. Σφραγίστε το ποτήρι σας με ένα καπάκι εάν το περιλαμβάνει το σχέδιό σας.
6. Περιμένετε 12 λεπτά πριν μετρήσετε την τελική θερμοκρασία.
7. Όσο περιμένετε μπορείτε να κάνετε άλλους ελέγχους.

Προσοχή: ΜΗΝ αγγίζετε την λάμπα που χρησιμοποιείται στον έντονο φωτισμό γιατί μετά από κάποιο χρονικό διάστημα είναι πολύ ζεστή και υπάρχει κίνδυνος εγκαύματος.

Αξιολόγηση της επίδρασης στο περιβάλλον

Σκοπός

Να καθορίσουμε ποια μέρη του ποτηριού είναι επαναχρησιμοποιούμενα, ανακυκλώσιμα ή εάν αποτελούν σκουπίδια μετά τη χρήση του ποτηριού.

Επαναχρησιμοποιούμενα, Ανακυκλώσιμα, Σκουπίδια

Υλικό ή αντικείμενο	Επαναχρησιμοποιούμενο	Ανακυκλώσιμο	Σκουπίδι
πλαστικό ποτήρι	●	●	
πλαστικό καπάκι	●	●	
1 λωρίδα αλουμινόχαρτο		●	
1 καλαμάκι	●		●
1 φύλλο φελλού		●	
1 φύλλο τσόχας			●
1 μπάλα από βαμβάκι		●	
χάρτινο ποτήρι			●
2,5cm καθαρή ταινία		●	●
1 λαστιχάκι	●		
1 λωρίδα πλαστικό περιτύλιγμα		●	
1 λωρίδα χαρτόνι περιτυλίγματος		●	
χρώμα			●
χαρτί A4	●	●	
χαρτοπετσέτα		●	

● Μερικές φορές

● Πάντα

Φύλλο Εργασίας: Ομάδα: 4

Πρόβλημα: Όταν αγοράζουμε παγωμένα ποτά από καφετέριες και εστιατόρια, αυτά ζεσταίνονται και λιώνουν πολύ γρήγορα, ειδικά σε μέρες με πολύ ζέστη και ήλιο. Τα μαγαζιά πουλάνε επαναχρησιμοποιούμενα παγούρια τα οποία διατηρούν το ποτό μας πιο κρύο για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα χωρίς να επιβαρύνουν το περιβάλλον, αλλά αυτά κάποιες φορές μπορεί να είναι ακριβά.



Στόχος: Χρησιμοποιώντας καθημερινά υλικά, σχεδιάζουμε ένα ποτήρι το οποίο θα διατηρεί το ποτό σχεδόν όσο κρύο όσο και τα αγοραστά παγούρια, θα είναι φιλικό στο περιβάλλον και θα είναι οικονομικό. Το ποτήρι θα πρέπει να πληροί τα εξής Κριτήρια και Περιορισμούς.

Κριτήρια: Οι προδιαγραφές που πρέπει να ικανοποιεί η κατασκευή μας

1. Μεταβολή θερμοκρασίας λιγότερη από 1°C μετά από 12 λεπτά σε κανονικό φως.
2. Μεταβολή θερμοκρασίας λιγότερη από 2°C μετά από 12 λεπτά σε έντονο φως.

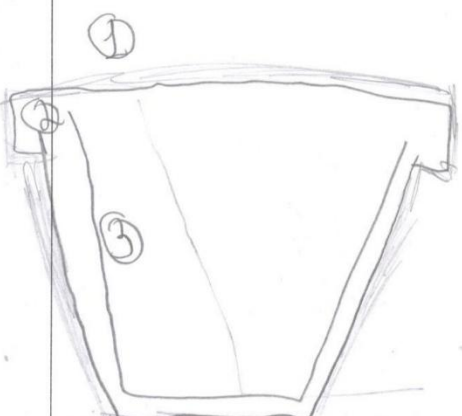
Περιορισμοί: Όρια στο τι μπορεί να σχεδιαστεί.

1. Μην χρησιμοποιήσετε πάνω από 2 πλαστικά ποτήρια.
2. Τα υλικά πρέπει να είναι ανακυκλώσιμα ή επαναχρησιμοποιούμενα για μείωση αποβλήτων.
3. Μπορείτε να χρησιμοποιήσετε μέχρι 3 υλικά πέρα από το ίδιο το ποτήρι.
4. Πρέπει να χωράει σε μια τυπική θήκη σε αυτοκίνητο (10cm πλάτος και 8cm ύψος).
5. Διατήρηση χαμηλού κόστους (κάτω από 0.50€ για όλο το ποτήρι).

Προτείνεται να κάνουμε τους παρακάτω ελέγχους:

- Μέτρηση διαμέτρου
- 12 λεπτά Έλεγχος κανονικού φωτισμού και θερμοκρασίας
- 12 λεπτά Έλεγχος έντονου φωτισμού και θερμοκρασίας
- Αξιολόγηση της επίδρασης στο περιβάλλον
- Έλεγχος κόστους

Ιδέες Βελτιώσεων

Σχεδιάστε το βελτιωμένο ποτήρι. Σημειώστε τις βελτιώσεις με νούμερα 1, 2 και 3.	Βελτιώσεις Περιγράψτε τις βελτιώσεις και εξηγήστε πώς ελαχιστοποιούν τη μεταφορά θερμότητας.
	Βελτίωση 1 Χαρτί φελλού γιατί είναι μονωτής
	Βελτίωση 2 καπάκι Για να έχει στήριξη το χαρτί φελλού ώστε να καλύψει όλες τις μεριές του ποτηριού.
	Βελτίωση 3 Δεύτερο ποτήρι για να εμποδιστεί αέρας.
Ξαναδείτε τα κριτήρια και τους περιορισμούς (Κ&Π). Περιγράψτε τι κάνει καλά το ποτήρι σας και που ίσως δεν πληροί τα Κ&Π.	
Θετικά - τι κάνει καλά το ποτήρι κρατάει τον φού στην ίδια θερμότητα κρασία	Αρνητικά - Πού ίσως δεν πληροί τα Κ&Π Μπορεί να δεχτεί θερμοκρασία από το κέντρο και να αυξάνεται η κινητική ενέργεια των μορίων από την θερμική ενέργεια.

6

Καταγραφή Μετρήσεων

Ποια ήταν τα αποτελέσματα των ελέγχων σας;

Έλεγχοι	Παρατηρήσεις						
Έλεγχος Διαμέτρου	Μετρήσεις: Στα 8cm, το ποτήρι έχει πλάτος 8 cm.						
Έλεγχος κανονικού φωτισμού και θερμοκρασίας	Καταγράψτε τη μεταβολή θερμοκρασίας σε °C <table><tr><td>0 λεπτά</td><td>12 λεπτά</td><td>μεταβολή</td></tr><tr><td>5</td><td>5</td><td>0</td></tr></table>	0 λεπτά	12 λεπτά	μεταβολή	5	5	0
0 λεπτά	12 λεπτά	μεταβολή					
5	5	0					
Έλεγχος έντονου φωτισμού και θερμοκρασίας	Καταγράψτε τη μεταβολή θερμοκρασίας σε °C <table><tr><td>0 λεπτά</td><td>12 λεπτά</td><td>μεταβολή</td></tr><tr><td>5</td><td>3</td><td>2</td></tr></table>	0 λεπτά	12 λεπτά	μεταβολή	5	3	2
0 λεπτά	12 λεπτά	μεταβολή					
5	3	2					
Αξιολόγηση της επίδρασης στο περιβάλλον	Επαναχρησιμοποιούμενα: Ποτήρι Ανακυκλώσιμα: φέτες, ταινία (έτσι όπως την χρησιμοποιήσαμε) Σκουπίδια:						
Έλεγχος κόστους	Κόστος ποτηριού: 49 λεπτά Δείξτε τις πράξεις σας εδώ: 2 ποτήρια = 15 + 15 λ. 1 φύλλο φελου 15 λ. 1 πλ. κηπίκι 3 λ. 1 ταινία. 1 λ. 15 + 15 + 15 + = 49 λεπτά						

Αξιολόγηση βελτιώσεων

Εξηγήστε τα αποτελέσματα σε σχέση με τις βελτιώσεις σας

Τι δούλεψε και γιατί; Ο μεγάλος δια δούλεψε κηλ' σαν ρουτοζ

Τι δεν δούλεψε και γιατί; Είχαμε κενά

Ποιες προτάσεις λάβατε από τους συμμαθητές και θα θέλατε να συυπολογίσετε σε επόμενο σχεδιασμό; Πληροί τα h & π οπότε δεν θα κάνουμε αλλαγή

Αξιολόγηση Βελτιώσεων: Ανατροφοδότηση Συμμαθητών

Οδηγίες: Πρώτα ελέγξτε εάν τα αποτελέσματα του τεστ κάλυψαν τα κριτήρια. Μετά ελέγξτε ότι οι βελτιώσεις κάλυψαν τους περιορισμούς. Τέλος, γράψτε ανατροφοδότηση στην ομάδα σχετικά με το τι δουλεύει καλά και τι μπορεί να βελτιωθεί στο σχέδιο.

Κριτήρια: Πώς ήταν τα αποτελέσματα του ελέγχου σε σχέση με τα κριτήρια;

- Μεταβολή θερμοκρασίας λιγότερη από 1°C μετά από 12 λεπτά σε κανονικό φως.
 - Αποτέλεσμα ελέγχου: 0 (Μεταβολή θερμοκρασίας)
- Μεταβολή θερμοκρασίας λιγότερη από 2°C μετά από 12 λεπτά σε κανονικό φως.
 - Αποτέλεσμα ελέγχου: 2 (Μεταβολή θερμοκρασίας)

Περιορισμοί: Καλύφθηκαν οι απαιτούμενοι περιορισμοί;

- Μην χρησιμοποιήσετε πάνω από 2 πλαστικά ποτήρια.
- Τα υλικά πρέπει να είναι ανακυκλώσιμα ή επαναχρησιμοποιούμενα για μείωση αποβλήτων.
 - Αποτέλεσμα ελέγχου: οχι (Έγινε χρήση μελλοντικών σκουπιδιών;)
- Μπορείτε να χρησιμοποιήσετε μέχρι 3 υλικά πέρα από το ίδιο το ποτήρι.
- Πρέπει να χωράει σε μια τυπική θήκη σε αυτοκίνητο (10cm πλάτος και 8cm ύψος).
 - Αποτέλεσμα ελέγχου: 83 cm
- Διατήρηση χαμηλού κόστους (κάτω από 0.50€ για όλο το ποτήρι).
 - Αποτέλεσμα ελέγχου: Το κόστος ήταν 49.

Ανατροφοδότηση

Τι πιστεύετε ότι δουλεύει καλά από τις βελτιώσεις;

Μετάδοση με επαφή

Πώς μπορεί αυτή η ομάδα να βελτιώσει τα σχέδιά της ώστε να αποδίδει ακόμα καλύτερα; Τι μπορούν να αλλάξουν και πώς θα τους βοηθούσε;

Να βάλουν μια λεία επιφάνεια για να αντανακλάει

Αξιολόγηση Βελτιώσεων: Ανατροφοδότηση Συμμαθητών

Οδηγίες: Πρώτα ελέγξτε εάν τα αποτελέσματα του τεστ κάλυψαν τα κριτήρια. Μετά ελέγξτε ότι οι βελτιώσεις κάλυψαν τους περιορισμούς. Τέλος, γράψτε ανατροφοδότηση στην ομάδα σχετικά με το τι δουλεύει καλά και τι μπορεί να βελτιωθεί στο σχέδιο.

Κριτήρια: Πώς ήταν τα αποτελέσματα του ελέγχου σε σχέση με τα κριτήρια;

- Μεταβολή θερμοκρασίας λιγότερη από 1°C μετά από 12 λεπτά σε κανονικό φως.
 - Αποτέλεσμα ελέγχου: 0 (Μεταβολή θερμοκρασίας)
- Μεταβολή θερμοκρασίας λιγότερη από 2°C μετά από 12 λεπτά σε κανονικό φως.
 - Αποτέλεσμα ελέγχου: 2 (Μεταβολή θερμοκρασίας)

Περιορισμοί: Καλύφθηκαν οι απαιτούμενοι περιορισμοί;

- Μην χρησιμοποιήσετε πάνω από 2 πλαστικά ποτήρια.
- Τα υλικά πρέπει να είναι ανακυκλώσιμα ή επαναχρησιμοποιούμενα για μείωση αποβλήτων.
 - Αποτέλεσμα ελέγχου: οχι (Έγινε χρήση μελλοντικών σκουπιδιών;)
- Μπορείτε να χρησιμοποιήσετε μέχρι 3 υλικά πέρα από το ίδιο το ποτήρι.
- Πρέπει να χωράει σε μια τυπική θήκη σε αυτοκίνητο (10cm πλάτος και 8cm ύψος).
 - Αποτέλεσμα ελέγχου: 83 cm
- Διατήρηση χαμηλού κόστους (κάτω από 0.50€ για όλο το ποτήρι).
 - Αποτέλεσμα ελέγχου: Το κόστος ήταν 49.

Ανατροφοδότηση

Τι πιστεύετε ότι δουλεύει καλά από τις βελτιώσεις;

Μετάδοση με επαφή

Πώς μπορεί αυτή η ομάδα να βελτιώσει τα σχέδιά της ώστε να αποδίδει ακόμα καλύτερα; Τι μπορούν να αλλάξουν και πώς θα τους βοηθούσε;

Να βάλουν μια λεία επιφάνεια για να αντανακλάει

Έλεγχος Κόστους

Σκοπός

Να υπολογίσουμε το κόστος των υλικών του βελτιωμένου ποτηριού.

Τιμή ανά Υλικό

Υλικό ή αντικείμενο	Κόστος (€)
πλαστικό ποτήρι	0,15
πλαστικό καπάκι	0,03
1 λωρίδα αλουμινόχαρτο	0,02
1 καλαμάκι	0,02
1 φύλλο φελλού	0,15
1 φύλλο τσόχας	0,15
1 μπάλα από βαμβάκι	0,02
χάρτινο ποτήρι	0,10
2,5cm καθαρή ταινία	0,01
1 λαστιχάκι	0,01
1 λωρίδα πλαστικό περιτύλιγμα	0,01
1 λωρίδα χαρτόνι περιτυλίγματος	0,05
χρώμα	0,15
χαρτί A4	0,02
χαρτοπετσέτα	0,01

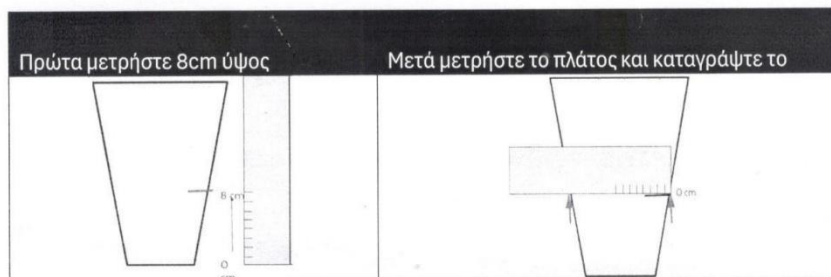
Μέτρηση Διαμέτρου

Σκοπός

Να μετρήσουμε για να δούμε εάν το ποτήρι μας χωράει σε μια τυπική θήκη σε αυτοκίνητο.

Διαδικασίες

1. Τοποθετήστε τον χάρακα κάθετα για να μετρήσετε 8cm από την επιφάνεια του τραπεζιού.
2. Σημειώστε το ύψος με μαρκαδόρο ή στυλό.
3. Στο ύψος που σημειώσατε μετρήστε το πλάτος και καταγράψτε το στο «Μέρος 3: Έλεγχος».



Έλεγχος κανονικού φωτισμού και θερμοκρασίας

Σκοπός

Μέτρηση μεταβολής θερμοκρασίας κρύου νερού μέσα στο ποτήρι σε συνθήκες κανονικού φωτισμού και θερμοκρασίας σε χρονικό διάστημα 12 λεπτών.

Διαδικασίες

1. Γεμίστε το ποτήρι σας με κρύο νερό ($\sim 6^{\circ}\text{C}$)
2. Μετρήστε και καταγράψτε την αρχική θερμοκρασία στον πίνακα στο «Μέρος 3: Έλεγχος».
3. Σφραγίστε το ποτήρι σας με ένα καπάκι εάν το περιλαμβάνει το σχέδιό σας.
4. Περιμένετε 12 λεπτά πριν μετρήσετε την τελική θερμοκρασία.
5. Όσο περιμένετε μπορείτε να κάνετε άλλους ελέγχους.

Έλεγχος έντονου φωτισμού και θερμοκρασίας

Σκοπός

Μέτρηση μεταβολής θερμοκρασίας κρύου νερού μέσα στο ποτήρι σε συνθήκες έντονου φωτισμού και κανονικής θερμοκρασίας σε χρονικό διάστημα 12 λεπτών.

Διαδικασίες

1. Τοποθετήστε την λάμπα ώστε να είναι παράλληλη και κοντά στο επίπεδο του τραπεζιού.
2. Τοποθετήστε το ποτήρι περίπου 30cm από την λάμπα.
3. Γεμίστε το ποτήρι σας με κρύο νερό ($\sim 6^{\circ}\text{C}$)
4. Μετρήστε και καταγράψτε την αρχική θερμοκρασία στον πίνακα στο «Μέρος 3: Έλεγχος».
5. Σφραγίστε το ποτήρι σας με ένα καπάκι εάν το περιλαμβάνει το σχέδιό σας.
6. Περιμένετε 12 λεπτά πριν μετρήσετε την τελική θερμοκρασία.
7. Όσο περιμένετε μπορείτε να κάνετε άλλους ελέγχους.

Προσοχή: ΜΗΝ αγγίζετε την λάμπα που χρησιμοποιείται στον έντονο φωτισμό γιατί μετά από κάποιο χρονικό διάστημα είναι πολύ ζεστή και υπάρχει κίνδυνος εγκαύματος.

Αξιολόγηση της επίδρασης στο περιβάλλον

Σκοπός

Να καθορίσουμε ποια μέρη του ποτηριού είναι επαναχρησιμοποιούμενα, ανακυκλώσιμα ή εάν αποτελούν σκουπίδια μετά τη χρήση του ποτηριού.

Επαναχρησιμοποιούμενα, Ανακυκλώσιμα, Σκουπίδια

Υλικό ή αντικείμενο	Επαναχρησιμοποιούμενο	Ανακυκλώσιμο	Σκουπίδι
πλαστικό ποτήρι	●	●	
πλαστικό καπάκι	●	●	
1 λωρίδα αλουμινόχαρτο		●	
1 καλαμάκι	●		●
1 φύλλο φελλού		●	
1 φύλλο τσόχας			●
1 μπάλα από βαμβάκι		●	
χάρτινο ποτήρι			●
2,5cm καθαρή ταινία		●	●
1 λαστιχάκι	●		
1 λωρίδα πλαστικό περιτύλιγμα		●	
1 λωρίδα χαρτόνι περιτυλίγματος		●	
χρώμα			●
χαρτί A4	●	●	
χαρτοπετσέτα		●	

● Μερικές φορές

● Πάντα

Φύλλο Εργασίας: Ομάδα: 

Πρόβλημα: Όταν αγοράζουμε παγωμένα ποτά από καφετέριες και εστιατόρια, αυτά ζεσταίνονται και λιώνουν πολύ γρήγορα, ειδικά σε μέρες με πολύ ζέστη και ήλιο. Τα μαγαζιά πουλάνε επαναχρησιμοποιούμενα παγούρια τα οποία διατηρούν το ποτό μας πιο κρύο για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα χωρίς να επιβαρύνουν το περιβάλλον, αλλά αυτά κάποιες φορές μπορεί να είναι ακριβά.



Στόχος: Χρησιμοποιώντας καθημερινά υλικά, σχεδιάζουμε ένα ποτήρι το οποίο θα διατηρεί το ποτό σχεδόν όσο κρύο όσο και τα αγοραστά παγούρια, θα είναι φιλικό στο περιβάλλον και θα είναι οικονομικό. Το ποτήρι θα πρέπει να πληροί τα εξής Κριτήρια και Περιορισμούς.

Κριτήρια: Οι προδιαγραφές που πρέπει να ικανοποιεί η κατασκευή μας

1. Μεταβολή θερμοκρασίας λιγότερη από 1°C μετά από 12 λεπτά σε κανονικό φως.
2. Μεταβολή θερμοκρασίας λιγότερη από 2°C μετά από 12 λεπτά σε έντονο φως.

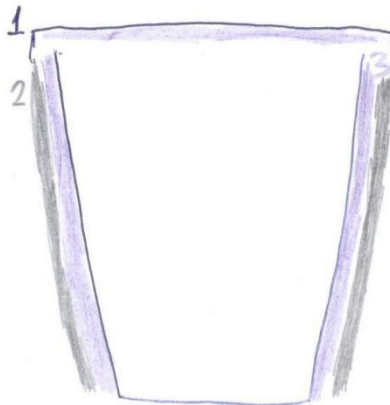
Περιορισμοί: Όρια στο τι μπορεί να σχεδιαστεί.

1. Μην χρησιμοποιήσετε πάνω από 2 πλαστικά ποτήρια.
2. Τα υλικά πρέπει να είναι ανακυκλώσιμα ή επαναχρησιμοποιούμενα για μείωση αποβλήτων.
3. Μπορείτε να χρησιμοποιήσετε μέχρι 3 υλικά πέρα από το ίδιο το ποτήρι.
4. Πρέπει να χωράει σε μια τυπική θήκη σε αυτοκίνητο (10cm πλάτος και 8cm ύψος).
5. Διατήρηση χαμηλού κόστους (κάτω από 0.50€ για όλο το ποτήρι).

Προτείνεται να κάνουμε τους παρακάτω ελέγχους:

- Μέτρηση διαμέτρου
- 12 λεπτά Έλεγχος κανονικού φωτισμού και θερμοκρασίας
- 12 λεπτά Έλεγχος έντονου φωτισμού και θερμοκρασίας
- Αξιολόγηση της επίδρασης στο περιβάλλον
- Έλεγχος κόστους

Ιδέες Βελτιώσεων

Σχεδιάστε το βελτιωμένο ποτήρι. Σημειώστε τις βελτιώσεις με νούμερα 1, 2 και 3.	Βελτιώσεις Περιγράψτε τις βελτιώσεις και εξηγήστε πώς ελαχιστοποιούν τη μεταφορά θερμότητας.
	Βελτίωση 1 Καπάκι
	Βελτίωση 2 γάφα βαμβάκι Θερμομονωτικό
	Βελτίωση 3 φελλός Θερμομονωτικό
Ξαναδείτε τα κριτήρια και τους περιορισμούς (Κ&Π). Περιγράψτε τι κάνει καλά το ποτήρι σας και που ίσως δεν πληροί τα Κ&Π.	
Θετικά - τι κάνει καλά το ποτήρι Θα κρατήσει σταθερή θερμοκρασία	Αρνητικά - Πού ίσως δεν πληροί τα Κ&Π Είναι χοντρό Πιάνει πολύ χώρο

Ποια ήταν τα αποτελέσματα των ελέγχων σας;

Έλεγχοι	Παρατηρήσεις						
Έλεγχος Διαμέτρου	Μετρήσεις: Στα 8cm, το ποτήρι έχει πλάτος <u>9,4</u> cm.						
Έλεγχος κανονικού φωτισμού και θερμοκρασίας	Καταγράψτε τη μεταβολή θερμοκρασίας σε °C <table><tr><td>0 λεπτά</td><td>12 λεπτά</td><td>μεταβολή</td></tr><tr><td><u>3</u></td><td><u>3,5</u></td><td><u>0,5</u></td></tr></table>	0 λεπτά	12 λεπτά	μεταβολή	<u>3</u>	<u>3,5</u>	<u>0,5</u>
0 λεπτά	12 λεπτά	μεταβολή					
<u>3</u>	<u>3,5</u>	<u>0,5</u>					
Έλεγχος έντονου φωτισμού και θερμοκρασίας	Καταγράψτε τη μεταβολή θερμοκρασίας σε °C <table><tr><td>0 λεπτά</td><td>12 λεπτά</td><td>μεταβολή</td></tr><tr><td><u>4</u></td><td><u>5,5</u></td><td><u>1,5</u></td></tr></table>	0 λεπτά	12 λεπτά	μεταβολή	<u>4</u>	<u>5,5</u>	<u>1,5</u>
0 λεπτά	12 λεπτά	μεταβολή					
<u>4</u>	<u>5,5</u>	<u>1,5</u>					
Αξιολόγηση της επίδρασης στο περιβάλλον	Επαναχρησιμοποιούμενα: <u>ποτήρι</u> Ανακυκλώσιμα: <u>φελλός</u> Σκουπίδια: <u>βαμβάκι + ταινία (κόλλησαν)</u>						
Έλεγχος κόστους	Κόστος ποτηριού: _____ Δείξτε τις πράξεις σας εδώ: 0,15 0,12 0,12 0,12 0,11 0,11 3,11 0,45 0,15 ποτήρι 0,15 φελλός 0,03 καπακι 0,14 βαμβάκι + 0,12 ταινία 0,59						

Αξιολόγηση βελτιώσεων

Εξηγήστε τα αποτελέσματα σε σχέση με τις βελτιώσεις σας

Τι δούλεψε και γιατί;

Χρησιμοποιήσαμε { θάλαμε
μονοτικά { μόνωση
υλικά { στο καπάκι

Τι δεν δούλεψε και γιατί;

Δεν ήθελε άλλα υλικά

Να αφερούσαμε λίγη
ταινία ή βαμβάκι

- Ποιες προτάσεις λάβατε από τους συμμαθητές και θα θέλατε να συνυπολογίσετε σε επόμενο σχεδιασμό;

Πιο λίγο ταινία για
μικρότερο κόστος

Αξιολόγηση Βελτιώσεων: Ανατροφοδότηση Συμμαθητών

Οδηγίες: Πρώτα ελέγξτε εάν τα αποτελέσματα του τεστ κάλυψαν τα κριτήρια. Μετά ελέγξτε ότι οι βελτιώσεις κάλυψαν τους περιορισμούς. Τέλος, γράψτε ανατροφοδότηση στην ομάδα σχετικά με το τι δουλεύει καλά και τι μπορεί να βελτιωθεί στο σχέδιο.

Κριτήρια: Πώς ήταν τα αποτελέσματα του ελέγχου σε σχέση με τα κριτήρια;

- Μεταβολή θερμοκρασίας λιγότερη από 1°C μετά από 12 λεπτά σε κανονικό φως.
 - Αποτέλεσμα ελέγχου: 0,5 (Μεταβολή θερμοκρασίας)
- Μεταβολή θερμοκρασίας λιγότερη από 2°C μετά από 12 λεπτά σε κανονικό φως.
 - Αποτέλεσμα ελέγχου: 1,5 (Μεταβολή θερμοκρασίας)

Περιορισμοί: Καλύφθηκαν οι απαιτούμενοι περιορισμοί;

- Μην χρησιμοποιήσετε πάνω από 2 πλαστικά ποτήρια.
- Τα υλικά πρέπει να είναι ανακυκλώσιμα ή επαναχρησιμοποιούμενα για μείωση αποβλήτων.
 - Αποτέλεσμα ελέγχου: ναι (Έγινε χρήση μελλοντικών σκουπιδιών;)
- Μπορείτε να χρησιμοποιήσετε μέχρι 3 υλικά πέρα από το ίδιο το ποτήρι.
- Πρέπει να χωράει σε μια τυπική θήκη σε αυτοκίνητο (10cm πλάτος και 8cm ύψος).
 - Αποτέλεσμα ελέγχου: 9,4 cm
- Διατήρηση χαμηλού κόστους (κάτω από 0.50€ για όλο το ποτήρι).
 - Αποτέλεσμα ελέγχου: Το κόστος ήταν 0,59 €.

Ανατροφοδότηση

Τι πιστεύετε ότι δουλεύει καλά από τις βελτιώσεις;

είχαν καλή μονωση

Πώς μπορεί αυτή η ομάδα να βελτιώσει τα σχέδιά της ώστε να αποδίδει ακόμα καλύτερα; Τι μπορούν να αλλάξουν και πώς θα τους βοηθούσε;

Θα μπορούσαν να βάλουν λιγότερη χαρτοτενία

Έλεγχος Κόστους

Σκοπός

Να υπολογίσουμε το κόστος των υλικών του βελτιωμένου ποτηριού.

Τιμή ανά Υλικό

Υλικό ή αντικείμενο	Κόστος (€)
πλαστικό ποτήρι	0,15
πλαστικό καπάκι	0,03
1 λωρίδα αλουμινόχαρτο	0,02
1 καλαμάκι	0,15
1 φύλλο φελλού	0,15
1 φύλλο τσόχας	0,02
1 μπάλα από βαμβάκι	0,10
χάρτινο ποτήρι	0,01
2,5cm καθαρή ταινία	0,01
1 λαστιχάκι	0,01
1 λωρίδα πλαστικό περιτύλιγμα	0,05
1 λωρίδα χαρτόνι περιτυλίγματος	0,15
χρώμα	0,02
χαρτί A4	0,01
χαρτοπετσέτα	

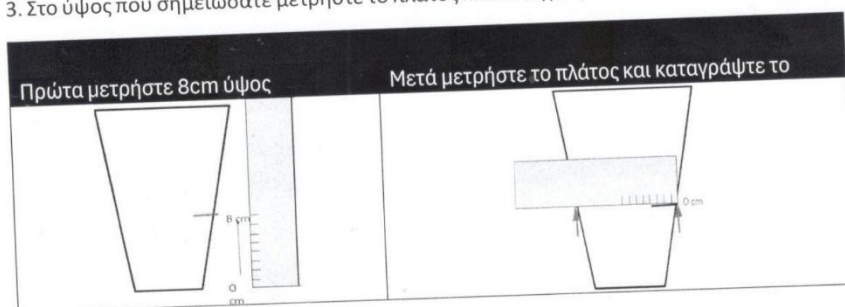
Μέτρηση Διαμέτρου

Σκοπός

Να μετρήσουμε για να δούμε εάν το ποτήρι μας χωράει σε μια τυπική θήκη σε αυτοκίνητο.

Διαδικασίες

1. Τοποθετήστε τον χάρακα κάθετα για να μετρήσετε 8cm από την επιφάνεια του τραπεζιού.
2. Σημειώστε το ύψος με μαρκαδόρο ή στυλό.
3. Στο ύψος που σημειώσατε μετρήστε το πλάτος και καταγράψτε το στο «Μέρος 3: Έλεγχος».



Έλεγχος κανονικού φωτισμού και θερμοκρασίας

Σκοπός

Μέτρηση μεταβολής θερμοκρασίας κρύου νερού μέσα στο ποτήρι σε συνθήκες κανονικού φωτισμού και θερμοκρασίας σε χρονικό διάστημα 12 λεπτών.

Διαδικασίες

1. Γεμίστε το ποτήρι σας με κρύο νερό ($\sim 6^{\circ}\text{C}$)
2. Μετρήστε και καταγράψτε την αρχική θερμοκρασία στον πίνακα στο «Μέρος 3: Έλεγχος».
3. Σφραγίστε το ποτήρι σας με ένα καπάκι εάν το περιλαμβάνει το σχέδιό σας.
4. Περιμένετε 12 λεπτά πριν μετρήσετε την τελική θερμοκρασία.
5. Όσο περιμένετε μπορείτε να κάνετε άλλους ελέγχους.

Έλεγχος έντονου φωτισμού και θερμοκρασίας

Σκοπός

Μέτρηση μεταβολής θερμοκρασίας κρύου νερού μέσα στο ποτήρι σε συνθήκες έντονου φωτισμού και κανονικής θερμοκρασίας σε χρονικό διάστημα 12 λεπτών.

Διαδικασίες

1. Τοποθετήστε την λάμπα ώστε να είναι παράλληλη και κοντά στο επίπεδο του τραπεζιού.
2. Τοποθετήστε το ποτήρι περίπου 30cm από την λάμπα.
3. Γεμίστε το ποτήρι σας με κρύο νερό ($\sim 6^{\circ}\text{C}$)
4. Μετρήστε και καταγράψτε την αρχική θερμοκρασία στον πίνακα στο «Μέρος 3: Έλεγχος».
5. Σφραγίστε το ποτήρι σας με ένα καπάκι εάν το περιλαμβάνει το σχέδιό σας.
6. Περιμένετε 12 λεπτά πριν μετρήσετε την τελική θερμοκρασία.
7. Όσο περιμένετε μπορείτε να κάνετε άλλους ελέγχους.

Προσοχή: ΜΗΝ αγγίζετε την λάμπα που χρησιμοποιείται στον έντονο φωτισμό γιατί μετά από κάποιο χρονικό διάστημα είναι πολύ ζεστή και υπάρχει κίνδυνος εγκαύματος.

Αξιολόγηση της επίδρασης στο περιβάλλον

Σκοπός

Να καθορίσουμε ποια μέρη του ποτηριού είναι επαναχρησιμοποιούμενα, ανακυκλώσιμα ή εάν αποτελούν σκουπίδια μετά τη χρήση του ποτηριού.

Επαναχρησιμοποιούμενα, Ανακυκλώσιμα, Σκουπίδια

Υλικό ή αντικείμενο	Επαναχρησιμοποιούμενο	Ανακυκλώσιμο	Σκουπίδι
πλαστικό ποτήρι	●	●	
πλαστικό καπάκι	●	●	
1 λωρίδα αλουμινόχαρτο		●	
1 καλαμάκι	●		●
1 φύλλο φελλού		●	
1 φύλλο τσόχας			●
1 μπάλα από βαμβάκι		●	
χάρτινο ποτήρι			●
2,5cm καθαρή ταινία		●	●
1 λαστιχάκι	●		
1 λωρίδα πλαστικό περιτύλιγμα		●	
1 λωρίδα χαρτόνι περιτυλίγματος		●	
χρώμα			●
χαρτί A4	●	●	
χαρτοπετσέτα		●	

● Μερικές φορές

● Πάντα

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.