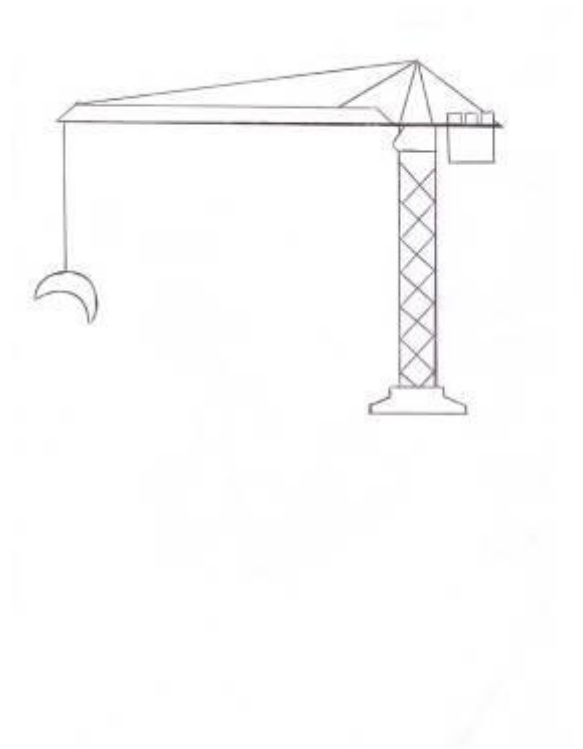


**Λεπτή ισορροπία**  
**Κατασκευή ενός αιωρούμενου γλυπτού**  
**Μηχανολογία**  
**Ισορροπία και δυνάμεις**  
**Για μαθητές ηλικίας 9-12 ετών**



Υπεύθυνοι για την ανάπτυξη του περιεχομένου της συγκεκριμένης πρόκλησης είναι το “*Deutsches Museum Bonn*” σε συνεργασία με το σχολείο “*KGS Donatusschule*” (Γερμανία).

## Εισαγωγή

Η παρούσα ενότητα αποτελεί μία από τις 10 διδακτικές ενότητες ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΗΣ ΜΗΧΑΝΙΚΗΣ για το Δημοτικό σχολείο, που αναπτύχθηκαν για να υποστηρίξουν την μάθηση στις θετικές επιστήμες στο πλαίσιο μιας σειράς «προκλήσεων» Μηχανικής. Βασισμένο στο επιτυχές μοντέλο μάθησης μέσω διερεύνησης του Μουσείου Επιστημών της Βοστώνης, *Engineering is Elementary*, κάθε ενότητα προβάλλει έναν διαφορετικό τομέα επιστήμης και πεδίο Μηχανικής και απαιτεί μόνο φθηνά υλικά προκειμένου να στηρίξει την καθοδηγούμενη από τον μαθητή επιστημονική διερεύνηση και τη μεθοδολογία επίλυσης πρακτικών προβλημάτων. Τα κεφάλαια έχουν δημιουργηθεί έτσι, ώστε να απευθύνονται σε μεγάλο εύρος μαθητών και να αμφισβητήσουν, τα στερεότυπα στον χώρο της Εφαρμοσμένης Μηχανικής και των μηχανικών, και με αυτό τον τρόπο να ενισχύσουν τη συμμετοχή τόσο των αγοριών όσο και των κοριτσιών στην επιστήμη, την τεχνολογία και την Εφαρμοσμένη Μηχανική.

### Η παιδαγωγική μας προσέγγιση

Η κεντρική ιδέα σε κάθε κεφάλαιο είναι τα βήματα που αποτελούν τον κύκλο σχεδίασης που ακολουθεί ένας μηχανικός: «ρώτησε», «φαντάσου», «σχεδιάσε», «δημιούργησε», «βελτίωσε». Η έμφαση στον κύκλο αυτόν βοηθά τους δασκάλους να προωθήσουν τη διαδικασία αμφισβήτησης από τους μαθητές ενώ παράλληλα καλλιεργεί τη δημιουργικότητά τους δίνοντάς τους χρόνο, να αναπτύξουν ικανότητες που αφορούν στην επίλυση προβλημάτων και περιλαμβάνουν τις δοκιμές εναλλακτικών λύσεων, την ερμηνεία των αποτελεσμάτων και την αξιολόγησή τους. Οι προκλήσεις έχουν σχεδιαστεί με τέτοιο τρόπο, ώστε να είναι όσο το δυνατόν πιο ανοιχτού τύπου και να αποφεύγονται οι «σωστές απαντήσεις». Συγκεκριμένα, οι δημιουργοί των διδακτικών ενοτήτων έχουν σκοπό να αποφύγουν την δημιουργία ανταγωνισμού που μπορεί να αποξενώσει μερικούς μαθητές, ενώ παράλληλα να διατηρήσουν το κίνητρο που τους ωθεί να θέλουν να επιλύσουν ένα πρόβλημα. Ένας σημαντικός στόχος όλων των ενοτήτων είναι να μεγιστοποιηθούν οι ευκαιρίες για ομαδική δουλειά και να βρουν στήριξη οι μαθητές όσον αφορά τη συνεργασία και την αποτελεσματική μετάδοση των ιδεών τους. Οι μαθητές θα πρέπει να συζητούν τις ιδέες τους καθώς ερευνούν ένα νέο πρόβλημα, να βρίσκουν απαντήσεις σχετικά με ό,τι πρέπει να γνωρίζουν και να μοιράζονται τα ευρήματά τους, τις λύσεις που σχεδίασαν και τις βελτιώσεις που επέφεραν.

### Πώς οργανώνονται τα κεφάλαια

Κάθε ενότητα ξεκινά με το Μάθημα 0, ένα γενικό μάθημα προετοιμασίας, το οποίο είναι κοινό και στις δέκα ενότητες. Οι δάσκαλοι που επιλέγουν να χρησιμοποιήσουν περισσότερες από μία ενότητες μπορούν να αρχίσουν με αυτό το μάθημα την πρώτη φορά που χρησιμοποιούν μία από αυτές και να ξεκινούν με το Μάθημα 1 στις ενότητες που θα ακολουθήσουν. Το Μάθημα 1 παρουσιάζει μία ιστορία ή ένα πρόβλημα, που οδηγεί στο τι θα συμβεί στη συνέχεια: Το Μάθημα 2 επικεντρώνεται στην επιστημονική διερεύνηση που πρέπει να κάνουν οι μαθητές, προκειμένου να λύσουν το πρόβλημα, ενώ στο Μάθημα 3 σχεδιάζουν και υλοποιούν την λύση που βρήκαν. Τέλος, το Μάθημα 4 είναι μία ευκαιρία για αξιολόγηση, παρουσίαση και συζήτηση των όσων έχουν πραγματοποιηθεί.

Κάθε ενότητα είναι μοναδική, αν και κάποιες από αυτές είναι περισσότερο απαιτητικές όσον αφορά την κατανόηση των απαραίτητων επιστημονικών γνώσεων, ενώ και η χρονική διάρκεια που απαιτούν μπορεί να διαφέρει. Πιθανοί χρόνοι και ηλικιακές ομάδες επισημαίνονται στη γενική επισκόπηση κάθε κεφαλαίου. Τα κεφάλαια έχουν σχεδιαστεί με τέτοιο τρόπο, ώστε να

μπορούν διδαχθούν με ευελιξία, ωστόσο οι δάσκαλοι μπορούν να επιλέξουν ποιες δραστηριότητες θα συμπεριλάβουν και υπάρχουν επίσης επιλογές διαφοροποίησης των δραστηριοτήτων που ανταποκρίνονται σε μεγάλο εύρος ικανοτήτων.

### Υποστήριξη δασκάλου

Κάθε ενότητα έχει γραφτεί έτσι, ώστε να παρέχει την κατάλληλη επιστημονική, τεχνική και παιδαγωγική υποστήριξη για τους δασκάλους με ένα ευρύ φάσμα εμπειρίας και ειδίκευσης. Κάθε μάθημα περιλαμβάνει υποδείξεις και συμβουλές για να στηρίξει την μάθηση μέσω διερεύνησης (inquiry-based learning), την οργάνωση της τάξης και την προετοιμασία. Οι σχετικές με τις φυσικές επιστήμες δραστηριότητες αλλά και οι πρακτικές δραστηριότητες, όπου είναι απαραίτητο, αποδίδονται με φωτογραφίες. Οι παιδαγωγικές σημειώσεις στο Παράρτημα, εξηγούν και σχολιάζουν την απαιτούμενες επιστημονικές γνώσεις που απαντώνται σε κάθε ενότητα και το πώς επιτυγχάνεται η κατανόηση των κεντρικών ιδεών από τους μαθητές ανάλογα με την ηλικιακή ομάδα στην οποία εντάσσονται. Παρέχονται επίσης φύλλα εργασίας που μπορούν να φωτοτυπηθούν, καθώς και οι απαντήσεις τους.

## Πίνακας Περιεχομένων

Εισαγωγή .....	3
Επισκόπηση της ενότητας .....	7
Συγκεντρωτικός Κατάλογος Υλικών .....	9
Μάθημα 0 – Σχεδιάζοντας έναν φάκελο .....	12
Μάθημα 1 – Ποιο είναι το πρόβλημα Μηχανικής;.....	18
1.1 Εισαγωγική δραστηριότητα – Γνωριμία με τον κυκλικό χρόνο – 15 λεπτά.....	20
1.2 Συλλογή ερωτήσεων – Εργασία σε μικρές ομάδες – 10 λεπτά .....	21
1.3 Κατασκευή ενός δοκιμαστικού γλυπτού – Εργασία σε μικρές ομάδες – 45 λεπτά .....	21
1.4 Συμπέρασμα – 20 λεπτά .....	22
Μάθημα 2 – Τι πρέπει να γνωρίζουμε; .....	23
2.1 Εισαγωγική δραστηριότητα – Κυκλικός χρόνος – 10 λεπτά .....	25
2.2 Πειράματα – Εργασία σε ζευγάρια – 45 λεπτά (65 λεπτά με το επιπρόσθετο πείραμα της τραμπάλας) .....	25
2.3 Καθοδηγούμενη συζήτηση και ολοκλήρωση μαθήματος – 45 λεπτά.....	29
Μάθημα 3 – Ας κατασκευάσουμε! .....	31
3.1 Εισαγωγική δραστηριότητα – Καθόμαστε σε έναν κύκλο – 15 λεπτά .....	32
3.2 Κατασκευάζοντας ένα ισορροπημένο αιωρούμενο γλυπτό – Εργασία σε ζευγάρια – 60 λεπτά.....	32
3.3 Συμπέρασμα – 30 λεπτά .....	34
Μάθημα 4 – Πώς τα πήγαμε;.....	35
4.1 Εισαγωγική δραστηριότητα – 10 λεπτά.....	36
4.2 Επανεξέταση των αιωρούμενων γλυπτών – Εργασία σε ζευγάρια – 45 λεπτά .....	36
4.3 Συντάσσοντας ένα εγχειρίδιο κατασκευής – Ατομική εργασία – 30 λεπτά .....	36
4.4 Τελικό συμπέρασμα – Συζήτηση στην τάξη – 15 λεπτά .....	37
Παραρτήματα .....	38
Παράρτημα 1: Κύκλος της Εφαρμοσμένης Μηχανικής.....	38
Παράρτημα 2: Η ιστορία ως κίνητρο.....	39
Παράρτημα 3: Γενικές πληροφορίες για τα μόμπιλε .....	40
Φύλλα εργασίας και φύλλα απαντήσεων .....	42
Φύλλο εργασίας 1, Μάθημα 0 – Μηχανική;.....	43
Φύλλο εργασίας 1, Μάθημα 0 – Μηχανική; – Σημειώσεις δασκάλου .....	44
Φύλλο εργασίας 1, Μάθημα 1 – Φωτογραφία ενός αιωρούμενου γλυπτού 1.....	45
Φύλλο εργασίας 2, Μάθημα 1 – Φωτογραφία ενός αιωρούμενου γλυπτού 2.....	46
Φύλλο εργασίας 3, Μάθημα 1 – Φωτογραφία ενός αιωρούμενου γλυπτού 3.....	47
Φύλλο εργασίας 4, Μάθημα 2 – Τραμπάλα φτιαγμένη με χάρακα .....	48
Φύλλο εργασίας 5, Μάθημα 2 – Κρεμάστρα.....	49
Φύλλο εργασίας 6, Μάθημα 2 – Σκούπα.....	50
Φύλλο εργασίας 7, Μάθημα 2 – Τραμπάλα παιδικής χαράς .....	51
Φύλλο εργασίας 8, Μάθημα 2 – Φύλλο καταχώρισης: Τραμπάλα φτιαγμένη με χάρακα .....	52
Φύλλο εργασίας 9, Μάθημα 2 – Φύλλο καταχώρισης: Σκούπα.....	53
Φύλλο εργασίας 10, Μάθημα 2 – Φύλλο καταχώρισης: Κρεμάστρα.....	54
Φύλλο εργασίας 11, Μάθημα 2 – Φύλλο καταχώρισης: Τραμπάλα παιδικής χαράς .....	55
Φύλλο εργασίας 12, Μάθημα 2 – Σχεδιασμός ενός οικοδομικού γερανού .....	56
Φύλλο εργασίας 13, Μάθημα 2 – Ο οικοδομικός γερανός .....	57
Φύλλο εργασίας 14, Μάθημα 2 – Φύλλο απαντήσεων – Ο οικοδομικός γερανός.....	58
Φύλλο εργασίας 15, Μάθημα 3 – Κάρτα διαφοροποίησης 1 .....	59
Φύλλο εργασίας 16, Μάθημα 3 – Κάρτα διαφοροποίησης 2 .....	60
Φύλλο εργασίας 17, Μάθημα 3 – Κάρτα διαφοροποίησης 3 .....	61
Φύλλο εργασίας 18, Μάθημα 3 – Κάρτα διαφοροποίησης 4 .....	62

Φύλλο εργασίας 19, Μάθημα 3 – Κάρτα διαφοροποίησης 5 .....	63
Φύλλο εργασίας 20, Μάθημα 3 – Κάρτα διαφοροποίησης 6 .....	64
Φύλλο εργασίας 21, Μάθημα 3 – Κάρτα διαφοροποίησης 7 .....	65
Φύλλο εργασίας 22, Μάθημα 3 – Κάρτα διαφοροποίησης 8 .....	66
<i>Επιστημονικές σημειώσεις για δασκάλους σχετικά με την ισορροπία δυνάμεων και τη μηχανολογία.....</i>	<i>67</i>
<i>Ιδέες μαθητών σχετικά με την επιστήμη της ισορροπίας δυνάμεων .....</i>	<i>70</i>
<i>Γλωσσάρι των όρων που χρησιμοποιούνται σε αυτή την ενότητα.....</i>	<i>73</i>
<i>Συνεργάτες.....</i>	<i>74</i>

## Επισκόπηση της ενότητας



**Διάρκεια: 3 ώρες και 20 λεπτά** (συν προαιρετικά επιπρόσθετα 20 λεπτά)

**Ομάδα – στόχος:** μαθητές 9 έως 12 ετών

**Περιγραφή:** Σε αυτή την ενότητα, οι μαθητές ασχολούνται με τα πεδία της μηχανολογίας, της τεχνολογίας και την επαγγελματική εργασία. Οι μαθητές εισάγονται στην έννοια της δύναμης και της ισορροπίας δυνάμεων. Με μία φανταστική ιστορία, στην οποία ένας καλλιτέχνης ζητάει από έναν μηχανικό να τον βοηθήσει στην κατασκευή ενός αιωρούμενου γλυπτού για μία σχολική αίθουσα συγκεντρώσεων, παρουσιάζεται στους μαθητές η πρόκληση που θα αντιμετωπίσουν. Το πρόβλημα και η δράση που βασίζεται η πρόκληση ενθαρρύνουν τους μαθητές προς την ανεξάρτητη εργασία και προς μία ανοιχτή και εποικοδομητική προσέγγιση. Οι μαθητές βελτιώνουν τις δεξιότητές τους αναφορικά με τον σχεδιασμό και την κατασκευή αιωρούμενων γλυπτών, συμπεριλαμβανομένων των εννοιών της δύναμης και της ισορροπίας δυνάμεων. Επιπρόσθετα, εισάγονται στην διεπιστημονική συνεργασία μεταξύ μηχανικών και άλλων επαγγελματιών, σε αυτήν την περίπτωση από ένα δημιουργικό πεδίο.

**Αναλυτικό πρόγραμμα φυσικών επιστημών:** Αυτή η ενότητα συνδέεται με το αναλυτικό πρόγραμμα φυσικών επιστημών για την ισορροπία και τις δυνάμεις. Εστιάζει στα θεματικά πεδία των εργαλείων και υλικών, καθώς επίσης των κτηρίων και τεχνικών κατασκευών.

**Τομέας Μηχανικής:** Αυτή η ενότητα εισάγει το πεδίο της μηχανολογίας.

**Στόχοι. Σε αυτή την ενότητα οι μαθητές θα μάθουν:**

- Να χρησιμοποιούν τη διαδικασία σχεδιασμού της Εφαρμοσμένης Μηχανικής για να αυξήσουν τις γνώσεις τους για τον σχεδιασμό και την κατασκευή ενός έργου.
- Να αναπτύσσουν ανοιχτή, συλλογική, εποικοδομητική και διερευνητική προσέγγιση σε προβλήματα και προκλήσεις.
- Για τις έννοιες της ισορροπίας, της δύναμης, της βαρύτητας και τη χρήση αυτών στην στατική.

**Τα μαθήματα σε αυτή την ενότητα:**

Το **Προπαρασκευαστικό μάθημα** στοχεύει στην αύξηση της ευαισθητοποίησης ως προς την συνεισφορά της εφαρμοσμένης μηχανικής στην καθημερινή μας ζωή με τρόπους που δεν είναι πάντοτε προφανείς.

Το **Μάθημα 1** εισάγει το πρόβλημα της εφαρμοσμένης μηχανικής, το πλαίσió του, καθώς επίσης και την διαδικασία σχεδιασμού της Εφαρμοσμένης Μηχανικής. Οι μαθητές ερευνούν τις ιδιότητες ενός αιωρούμενου γλυπτού και αντιμετωπίζουν την πρόκληση του πώς να κατασκευάσουν ένα ισορροπημένο αιωρούμενο γλυπτό με πολλαπλά επίπεδα. Κάνουν προβλέψεις σχετικά με τα αιωρούμενα γλυπτά και κατασκευάζουν δοκιμαστικά γλυπτά σε μικρές ομάδες.

Στο **Μάθημα 2**, το βήμα «ρώτησε» της διαδικασίας της Εφαρμοσμένης Μηχανικής οδηγεί στην διερεύνηση των εννοιών της δύναμης και της ισορροπίας. Σε διάφορους πειραματικούς σταθμούς οι μαθητές μελετούν τις ιδιότητες των δυνάμεων, της ισορροπίας, του κέντρου βάρους και των αντίρροπων δυνάμεων. Για να εμβαθύνουν και να εδραιώσουν αυτές τις γνώσεις, αυτοί οι όροι εφαρμόζονται στην λειτουργία ενός γερανού.

Στο **Μάθημα 3**, η διαδικασία σχεδιασμού της Εφαρμοσμένης Μηχανικής εφαρμόζεται στην πρόκληση αυτής της ενότητας. Η εργασία των μαθητών είναι να κατασκευάσουν ένα ισορροπημένο αιωρούμενο γλυπτό. Σε ομάδες των δύο σχεδιάζουν και κατασκευάζουν ένα ισορροπημένο αιωρούμενο γλυπτό σύμφωνα με την ιδέα της επιλογής τους. Σε αυτή την διαδικασία ζητείται από τους μαθητές να συγκεντρώσουν και να συλλέξουν όλα τα αντικείμενα που χρειάζονται.

Ο κύριος στόχος του **Μαθήματος 4** είναι να σκεφτούν την ανάπτυξη και την κατασκευή των ισορροπημένων αιωρούμενων γλυπτών. Σε αυτό το σημείο οι μαθητές μπορούν να δείξουν εάν πληρούσαν

όλες τις δεδομένες προδιαγραφές όταν κατασκεύασαν τα γλυπτά τους. Μπορούν επίσης να επιφέρουν βελτιώσεις και να τις μοιραστούν, καθώς επίσης και να συζητήσουν τα προβλήματα που προέκυψαν κατά την κατασκευή των αιωρούμενων γλυπτών. Τότε ολόκληρη η ομάδα μπορεί να προτείνει βελτιώσεις. Τέλος, παρουσιάζονται τα ολοκληρωμένα αιωρούμενα γλυπτά και οι μαθητές καταγράφουν τα μεμονωμένα στάδια της διαδικασίας κατασκευής στις σημειώσεις τους.



---






## Συγκεντρωτικός Κατάλογος Υλικών

Κατάλογος με όλα τα υλικά και τις ποσότητες που απαιτούνται για 30 μαθητές.



Υλικό	Ποσότητα	Μάθημα 1	Μάθημα 2	Μάθημα 3	Μάθημα 4
Φυλλάδια καταχώρισης (DIN A4) – βιβλίο ασκήσεων με λευκά φύλλα	30 (τα ίδια φυλλάδια σε κάθε μάθημα)	30	30	30	30
Κάρτες ευρετηρίου (DIN A5 ή 9,5x20,5 cm)	κάρ. 60	κάρ. 60			
Μολύβια	30	30	30	30	30
Μολύβια, όχι στρογγυλά	5 - 15		5 - 15		
Χάρακας (μήκος περίπου 20 - 30 cm)	5 - 15		5 - 15		
Μάρκα (διαμέτρου περίπου 3 cm)	50 - 150		50 - 150		
					
Κρεμάστρα (φτιαγμένη από σύρμα)	2 - 15		5 - 15		
					
Κρεμάστρες τοίχου	20 – 300		50 - 150		
Κάτι για να κρεμάσετε τα γλυπτά όπως κρεμάστρα για παλτά (συρομένη), γάντζος, σπάγκος κ.τ.λ.		x	x	x	x
Νήμα	1 ρολό		1 ρολό		
Σκούπα	5		5		
Τραμπάλα παιδικής χαράς (προαιρετική)	1		1		
Φωτογραφική μηχανή (προαιρετική)	1			1	
Αντικείμενα για κρέμασμα (που έχουν συλλεχθεί από τους ίδιους τους μαθητές)				x	
Στάθμη νερού	2			2	
<b>Υλικά στερέωσης για τα γλυπτά</b>					
ο Κολλητική ταινία	15	5		5	5
ο Υγρή κόλλα	5	5		5	5
ο Σύρμα (πάχους περίπου 0,25 cm)	10	2		5	2

ο Συνδετήρες	150	50		50	50
<b>Εργαλεία για την κατασκευή των γλυπτών</b>					
ο Ψαλίδια για παιδιά	30	30		30	30
ο Πένσα με κόφτη (παρακαλούμε να είστε προσεκτικοί: κίνδυνος τραυματισμού)	10	10		10	10
					
ο Τρυπάνι χειρός/σουβλί (παρακαλούμε να είστε προσεκτικοί: κίνδυνος τραυματισμού)	5	5		5	5
					
<b>Ράβδοι για την κατασκευή των γλυπτών</b>					
ο Ξύλινα Καλαμάκια (για Σουβλάκια) (μήκος 20 cm)	150	50		50	50
ο Πλαστικά Καλαμάκια (μήκος 20 cm)	150	50		50	50
ο Ξύλινες οδοντογλυφίδες (μήκος 6,5 cm)	150	50		50	50
ο Ξύλο μπάλα στρογγυλό ή μη-στρογγυλό (μήκος: 20 & 30 cm)	30			20	10
ο Σκληρό ξύλο (οξιά κ.τ.λ.) (μήκος 20 & 30 cm)	30			20	10
ο Πλαστικό (μήκος: 20 & 30 cm)	30			20	10
<b>Νήμα για την κατασκευή των γλυπτών (διαλέξτε ένα από τα ακόλουθα)</b>					
ο Ίνες Ραφίας	2	2		2	2

					
ο Βαμβακερό νήμα ή νήμα από μείγμα βαμβακιού	2	2		2	2
ο Σπάγκος για πακετάρισμα (φυσική ίνα) / σπάγκος (πάχους περίπου 2,0 mm)	2	2		2	2
ο Κλωστή ραπτικής /νήμα (μέγεθος νήματος Νο 50)	2	2		2	2
ο Νάιλον (πάχος 0,15 mm)	2	2		2	2
ο Μετάξι κεντήματος	2	2		2	2
ο Μαλλί	2	2		2	2
<b>Αντικείμενα για γλυπτά (διαλέξτε ένα από τα ακόλουθα)</b>					
ο Κρυστάλλινες πέρλες (διαμέτρου 6 – 12 mm)	250	100		100	50
ο Ξύλινες χάντρες (διαμέτρου 6 – 12 mm)	250	100		100	50
ο Μπαλόνια	60	30		20	10
ο Φυσικά υλικά όπως πέτρες, όστρακα, κάστανα, βελανίδια, φύλλα ή κλαδιά	30	30			
ο Καρτ ποστάλ (DIN A5 – A7)	50	20		20	10
ο Βίδες (μήκους 2 – 5 cm)	20 - 30			10 - 20	10
ο Παξιμάδια (διαμέτρου 1 – 2 cm)	20 - 30			10 - 20	10
ο Μπάλες φελιζόλ (διαμέτρου 3 – 6 cm)	30 - 50	10 - 20		10 - 20	περίπου 10
ο Φελλοί κρασιών	30 - 50	10 - 20		10 - 20	περίπου 10
<b>Φύλλα εργασιών</b>					
No. 1 – 3 εικόνες αιωρούμενων γλυπτών	1 από κάθε μία	1 από κάθε μία			
No. 4 – 7 Καθοδήγηση για τα πειράματα	30 από κάθε ένα		30 από κάθε ένα		
No. 8 – 11 Φύλλα καταχώρισης για τα πειράματα	30 από κάθε ένα		30 από κάθε ένα		
No. 12 Εικόνα οικοδομικού γερανού	1		1		
No. 13 Φύλλο εργασίας «Οικοδομικός γερανός»	30		30		
No. 14 Φύλλο απαντήσεων «Οικοδομικός γερανός»	1		1		
No. 15 – 22 Κάρτες διαφοροποίησης	1 από κάθε μία			1 από κάθε μία	

# Μάθημα 0 – Σχεδιάζοντας έναν φάκελο

## Τι είναι η Μηχανική;



**Διάρκεια:** Οι δάσκαλοι μπορούν να επιλέξουν τον χρόνο που θα διαθέσουν σε αυτό το μάθημα ανάλογα με την εμπειρία που ήδη έχουν τα παιδιά. Η εισαγωγή, οι βασικές δραστηριότητες και η συζήτηση των συμπερασμάτων του μαθήματος θα διαρκέσουν περίπου 40 λεπτά, ενώ τυχόν επιπρόσθετες δραστηριότητες μπορεί να προσθέσουν στη διάρκεια επιπλέον 10-30 λεπτά.

**Στόχοι, σε αυτό το μάθημα οι μαθητές θα μάθουν ότι :**

- Οι μηχανικοί βρίσκουν λύσεις που απαιτούν τα αντίστοιχα προβλήματα χρησιμοποιώντας μία σειρά τεχνολογιών.
- Η κατάλληλη τεχνολογία που απαιτείται για την επίλυση ενός συγκεκριμένου προβλήματος εξαρτάται από το περιεχόμενο του προβλήματος και τα διαθέσιμα υλικά.
- Κάθε τεχνητό αντικείμενο έχει σχεδιαστεί και κατασκευαστεί με σκοπό την επίλυση κάποιου προβλήματος.
- Το επάγγελμα του μηχανικού απευθύνεται και στα δύο φύλα.



**Υλικά (για 30 μαθητές)**

- 8 πακέτα σημειώσεων «post-it»
- 8 σετ 5 τουλάχιστον διαφορετικών τύπων φακέλων
- 8 σετ 5 τουλάχιστον διαφορετικών αντικειμένων
- 8 σετ δειγμάτων συσκευασίας για προαιρετική επιπλέον εργασία
- Χαρτόνι, χαρτί, κόλλα, ψαλίδι για προαιρετική επιπλέον εργασία



**Προετοιμασία**

- Συγκεντρώστε μια σειρά διαφορετικών φακέλων και συσκευασιών
- Τυπώστε αντίγραφα του φύλλου εργασίας 1 (σε περίπτωση που χρησιμοποιηθεί)
- Συγκεντρώστε εικόνες για την εισαγωγική δραστηριότητα

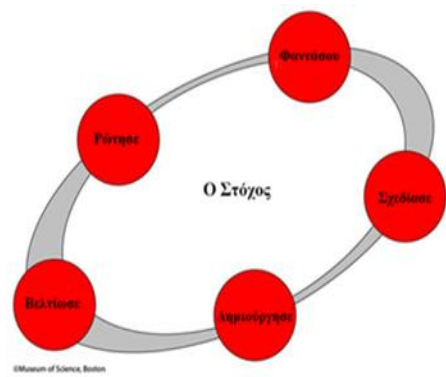
**Μέθοδος εργασίας**

- Μικρές ομάδες
- Συζήτηση με όλη την τάξη



**Πλαίσιο και ιστορικό**

Το μάθημα αυτό είναι το ίδιο και στις 10 διδακτικές ενότητες και έχει ως στόχο να ενισχύσει τον προβληματισμό των μαθητών πάνω στο τι είναι τεχνολογία, καθώς και να αμφισβητήσει τα στερεότυπα σχετικά με το επάγγελμα του μηχανικού (ειδικά αυτά που συνδέονται με το φύλο) και την Εφαρμοσμένη Μηχανική. Επίσης, στόχος του μαθήματος είναι να κατανοήσουν οι μαθητές ότι τα τεχνητά αντικείμενα έχουν σχεδιαστεί για την εξυπηρέτηση κάποιου σκοπού και ότι «τεχνολογία» με την ευρύτερη έννοια είναι κάθε αντικείμενο, σύστημα ή διαδικασία που έχει σχεδιαστεί και τροποποιηθεί, προκειμένου να ανταποκριθεί σε ένα συγκεκριμένο πρόβλημα ή να καλύψει μία συγκεκριμένη ανάγκη. Οι μαθητές μπορούν να προβληματιστούν για τα ανωτέρω συζητώντας σχετικά με το ποιο συγκεκριμένο πρόβλημα μπορεί να λύσει η τεχνολογία που κρύβεται πίσω από ένα συγκεκριμένο αντικείμενο (σε αυτή την περίπτωση ένας φάκελος). Σε αυτό το μάθημα συζητείται το εύρος των



τεχνολογιών που χρησιμοποιούνται για την κατασκευή ενός φακέλου για έναν συγκεκριμένο σκοπό.

Τέλος, το μάθημα αυτό έχει ως σκοπό να καταρρίψει τον διαχωρισμό μεταξύ «υψηλής» ή «χαμηλής» τεχνολογίας και να ωθήσει τους μαθητές να εκτιμήσουν ή όχι τη σημασία μια τεχνολογίας με βάση το αν αυτή ανταποκρίνεται στις απαιτήσεις ενός συγκεκριμένου προβλήματος.

### ο.1 Εισαγωγή – 10 λεπτά – Μικρή ομάδα και συζήτηση στην τάξη

Χωρίστε την τάξη σε ομάδες των 4 ατόμων και εφοδιάστε κάθε ομάδα με ένα πακέτο χαρτάκια σημειώσεων «post it». Ζητήστε από τις ομάδες να σκεφθούν όλες εκείνες τις έννοιες ή αντικείμενα που οι ίδιοι συνδέουν με τους όρους «Μηχανική» και «τεχνολογία». Βεβαιωθείτε ότι, ως μέρος της συζήτησης, κάθε μαθητής μέσα στις ομάδες έχει συνεισφέρει τουλάχιστον μία ιδέα του στο «post it».

Καλέστε κάθε ομάδα να τοποθετήσει τα «post it» σε έναν πίνακα και να εξηγήσει σύντομα τις επιλογές της στην υπόλοιπη τάξη. Κρατήστε την λίστα της κάθε ομάδας για αξιολόγηση στο τέλος του μαθήματος.



#### **Πώς μπορείτε να υποστηρίξετε επιπλέον τη συζήτηση:**

Αυτό το μέρος του μαθήματος μπορεί να επεκταθεί παρέχοντας φωτογραφίες τυπικών αλλά και ασυνήθιστων παραδειγμάτων Εφαρμοσμένης Μηχανικής και ζητώντας από τους μαθητές να ομαδοποιήσουν αυτές τις εικόνες με βάση αν αυτό που απεικονίζεται συνδέεται με την Μηχανική ή όχι. Μπορείτε να χρησιμοποιήσετε το Φύλλο Εργασίας 1 για τη δραστηριότητα αυτή ή να χρησιμοποιήσετε τις εικόνες για επίδειξη στην τάξη. Ζητήστε από τους μαθητές να δουλέψουν σε ζευγάρια, για να αποφασίσουν ποιες από τις εικόνες πιστεύουν ότι σχετίζονται με τη Μηχανική και να παραθέσουν τους λόγους που πιστεύουν ότι κάποιες συνδέονται με αυτή ενώ κάποιες άλλες όχι. Κάθε ζευγάρι μαθητών μπορεί να μοιραστεί τις ιδέες του με ένα άλλο ζευγάρι και να συζητήσουν τις ομοιότητες και τις διαφορές στις ιδέες τους. Μπορείτε να χρησιμοποιήσετε τις ιδέες αυτές σαν βάση για τη συζήτηση μεταξύ όλων των μαθητών τάξης. Ενθαρρύνετε τους μαθητές να διευρύνουν τη σκέψη τους σχετικά με το τι χαρακτηρίζεται ως Μηχανική και ποιος θα μπορούσε να εμπλακεί σε αυτή.

### ο.2 Δραστηριότητα 1: Τι είναι ο φάκελος; – 5 λεπτά, μικρές ομάδες

Οργανώστε τους μαθητές σε μικρές ομάδες για να συζητήσετε τι είναι ένας φάκελος και τι μπορεί να χαρακτηριστεί ως φάκελος. Για να βοηθήσετε τη συζήτηση, προσφέρετε μία σειρά από δείγματα, τα οποία καλύπτουν και/ή προστατεύουν αντικείμενα ή υλικά για συγκεκριμένους σκοπούς (όπως φαίνεται στις ακόλουθες εικόνες).



Σημαντικό μέρος της δραστηριότητας αυτής είναι να ενθαρρυνθούν οι μαθητές να παρατηρήσουν ότι υπάρχουν πολλές ερμηνείες γύρω από την ιδέα του φακέλου. Σε αυτές τις φωτογραφίες υπάρχουν μερικά παραδείγματα που μπορεί να αποτελέσουν πρόκληση γύρω

από τις ιδέες σχετικά με έναν φάκελο: περιλαμβάνουν μία ευρύτερη ερμηνεία σχετικά με το γεγονός ότι ο φάκελος είναι κάτι το οποίο «εγκλείει», «προστατεύει», «διατηρεί στη θέση του», «καλύπτει», «κρύβει» ή ακόμη και «αποκαλύπτει» μία σειρά διαφορετικών αντικειμένων.

### ο.3 Δραστηριότητα 2: Συνδυάζοντας φακέλους με αντικείμενα – 15 λεπτά – Μικρές ομάδες και συζήτηση στην τάξη

Χωρίστε την τάξη σε ομάδες των 4 και εφοδιάστε τις με μία σειρά από «φακέλους» και αντίστοιχα αντικείμενα που θα μπορούσαν να τοποθετηθούν μέσα σε αυτούς. Ζητήστε από τους μαθητές να επιλέξουν τους φακέλους που θα ήταν πιο κατάλληλοι για τα αντικείμενα αυτά και να εξηγήσουν και τον λόγο.



Τα αντικείμενα μπορούν να περιλαμβάνουν: ένα ζευγάρι γυαλιών, ένα πιστοποιητικό ή μία φωτογραφία που δεν θα πρέπει να τσαλακωθεί, ένα κόσμημα, ένα DVD, ένα σετ εμπιστευτικών εγγράφων, ένα ψαλίδι. Η σειρά των αντικειμένων και των φακέλων μπορεί να προσαρμοστεί σε ό,τι υπάρχει διαθέσιμο.

Οι παρακάτω ερωτήσεις μπορούν να φανούν χρήσιμες για να καθοδηγήσετε τη συζήτηση:

- Από τι υλικό έχει κατασκευαστεί ο φάκελος;
- Ποια στερεωτικά και δεσίματα χρησιμοποιούνται στον φάκελο;
- Για ποια σειρά ή είδη αντικειμένων μπορεί να χρησιμοποιηθεί ένας φάκελος;
- Από ποια άλλα υλικά θα μπορούσε να κατασκευαστεί;

Κάθε ομάδα θα πρέπει να αναφέρει τις ιδέες της στην τάξη.



Ο δάσκαλος εδώ έχει την ευκαιρία να καθοδηγήσει τη συζήτηση και να μιλήσει σχετικά με ποικίλες τεχνολογίες που χρησιμοποιούνται σε κάθε κατασκευασμένο φάκελο συμπεριλαμβανομένων των τύπων κατασκευής, των δεσιμάτων και των στερεωτικών που χρησιμοποιήθηκαν (π.χ. επαναχρησιμοποιούμενα ή μόνιμα στερεωτικά, ενισχυμένοι τομείς, επιλεγμένα εσωτερικά και εξωτερικά υλικά, πώς σφραγίζονται οι άκρες).

Πρόκειται για μία δραστηριότητα αξιολόγησης και θα μπορούσε να συσχετιστεί με την Διαδικασία Σχεδιασμού της Εφαρμοσμένης Μηχανικής (EDP): η συζήτηση μπορεί να συμπεριλάβει τον προβληματισμό σχετικά με τη διαδικασία που θα πρέπει να ακολουθήσουν οι μηχανικοί όταν φτιάχνουν κάτι, προκειμένου να επιλύσουν ένα συγκεκριμένο πρόβλημα.

### ο.4 Επιπλέον εργασία – Προαιρετική – 10-30 λεπτά – Μικρές ομάδες

1. Παρουσιάστε στους μαθητές μία σειρά από φακέλους και ζητήστε τους να αξιολογήσουν τον σχεδιασμό τους και κατά πόσο αυτός εξυπηρετεί τον σκοπό του (βλ. εικόνα).



Οι φάκελοι μπορούν να συγκριθούν όσον αφορά τους τύπους δεσιμάτων και των ενισχύσεων και της μίξης των διάφορων υλικών που χρησιμοποιήθηκαν (για παράδειγμα συσκευασία με φυσαλίδες, απορροφητικότητα, αντοχή – π.χ. ανθεκτικότητα στο σκίσιμο). Η δραστηριότητα αυτή θα μπορούσε να επεκταθεί παρατηρώντας διαφορετικά είδη συσκευασίας όσον αφορά τα διπλώματα και πώς αυτά χρησιμοποιούνται για να μειώσουν (ή να εξαλείψουν) την ανάγκη για συγκολλητικές ουσίες κατά την διαδικασία κατασκευής.





Οι ακόλουθες 3 εικόνες παρουσιάζουν συσκευασία που δεν χρησιμοποιεί κάποιο είδος συγκόλλησης. Η κατασκευή προϋποθέτει μόνο ένα είδος υλικού χρησιμοποιώντας κοψίματα και διπλώματα για στερέωση.



2. Οργανώστε τους μαθητές σε μικρές ομάδες για να σχεδιάσουν και/ή να κατασκευάσουν έναν φάκελο, προκειμένου να παραδώσουν ένα αντικείμενο που έχει επιλεγεί. Οι ομάδες πρέπει να βασιστούν στην κατανόησή τους όσον αφορά τα αντικείμενα και τη διαδικασία σχεδιασμού, προκειμένου να παράγουν μία σειρά εναλλακτικών σχεδίων. Αυτά θα μπορούσαν μετά να αξιολογηθούν σε μία συζήτηση εντός της τάξης.



## 0.5 Συμπέρασμα – 10 λεπτά – Συζήτηση στην τάξη

Καθοδηγήστε μία ολοκληρωμένη συζήτηση εστιάζοντας στις αρχικές ιδέες που οι μαθητές είχαν σημειώσει στα «post it» (και όπου είναι απαραίτητο την ταξινόμηση των φωτογραφιών «κατασκευής»), θυμίζοντας στους μαθητές πως οι αρχικές τους απόψεις μπορεί τώρα να έχουν αλλάξει. Ζητήστε από τους μαθητές να σκεφτούν σχετικά με αυτό που κάνει ένας μηχανικός και τι είναι η τεχνολογία.

- Τονίστε ότι τα περισσότερα πράγματα που χρησιμοποιούμε είναι φτιαγμένα για έναν σκοπό και ότι οι μηχανικοί χρησιμοποιούν μία σειρά ικανοτήτων, προκειμένου να βρουν λύσεις σε προβλήματα.
- Αυτό αφορά την αναζήτηση τρόπων επίλυσης προβλημάτων. Κάποιες λύσεις όντως λειτουργούν ενώ κάποιες άλλες είναι λιγότερο επιτυχείς. Η Διαδικασία Σχεδιασμού της Εφαρμοσμένης Μηχανικής (EDP) περιλαμβάνει στα βήματά του την αξιολόγηση αλλά και τη βελτίωση μιας προτεινόμενης λύσης ενός προβλήματος.
- Δεν έχει σημασία η «υψηλή» ή η «χαμηλή» τεχνολογία, αλλά η κατάλληλη τεχνολογία – οι μηχανικοί θα πρέπει να λαμβάνουν πάντοτε υπόψη το πλαίσιο του προβλήματος που αντιμετωπίζουν αλλά και τους πόρους και τα μέσα που έχουν στη διάθεσή τους.
- Υπάρχουν πολλοί τομείς της Μηχανικής και πολλοί διαφορετικοί τύποι ανθρώπων σε όλο τον κόσμο, ενώ αξίζει να σημειωθεί πως μηχανικοί είναι τόσο άντρες όσο και γυναίκες.



Μπορεί κάποιος να συναντήσει εύρος ικανοποιητικών ορισμών των όρων «Μηχανική» και τεχνολογία. Αυτοί οι όροι συχνά χρησιμοποιούνται εκ περιτροπής, π.χ. η Μηχανική θα μπορούσε να θεωρηθεί ως η χρήση της τεχνολογίας για την επίλυση προβλημάτων. Όταν αναφερόμαστε στη σχέση μεταξύ της Μηχανικής, της επιστήμης και της τεχνολογίας, οι μαθητές ενθαρρύνονται να σκεφτούν σχετικά με το πώς οι μηχανικοί, στη διαδικασία της κατασκευής αντικειμένων για την επίλυση προβλημάτων, χρησιμοποιούν μία σειρά τεχνολογιών (συμπεριλαμβανομένων στερεωτικών και δεσιμάτων, διαφορετικών υλικών και συστατικών σε μία σειρά συστημάτων) και μία σειρά επιστημονικών εννοιών. Αυτό αποτελεί ευκαιρία για να ξεκινήσει μία συζήτηση σχετικά με το πώς φτιάχνονται τα διάφορα τεχνουργήματα και από ποιον, και τι συμπεριλαμβάνεται στη διαδικασία αναζήτησης λύσεων σε διάφορα προβλήματα.

## 0.6 Αποτελέσματα εκμάθησης – για προαιρετική αξιολόγηση

Στο τέλος αυτού του μαθήματος οι μαθητές θα είναι σε θέση:

- Να αναγνωρίσουν πώς μία σειρά συστημάτων, μηχανισμών, κατασκευών, στερεωτικών και δεσιμάτων χρησιμοποιούνται με διαφορετικούς τρόπους για να προσφέρουν μία σειρά λύσεων σε ένα πρόβλημα.
- Να κατανοήσουν ότι η κατάλληλη τεχνολογία πολύ συχνά εξαρτάται από το πλαίσιο και τα υλικά που είναι διαθέσιμα.
- Να αναγνωρίσουν ότι οι μηχανικοί χρησιμοποιούν μία σειρά δεξιοτήτων για την επίλυση προβλημάτων.
- Να αναγνωρίσουν ότι πολλοί διαφορετικοί τύποι ανθρώπων με διαφορετικά ενδιαφέροντα και ικανότητες μπορούν να είναι μηχανικοί.

## Μάθημα 1 – Ποιο είναι το πρόβλημα Μηχανικής; Μαθαίνοντας ποια είναι η πρόκληση.



Διάρκεια: 90 λεπτά

**Στόχοι. Σε αυτό το μάθημα οι μαθητές θα μάθουν:**

- Να καταλαβαίνουν τη φύση ενός προβλήματος Εφαρμοσμένης Μηχανικής και πώς το πρόβλημα αυτό θα αντιμετωπιστεί μέσω της συγκεκριμένης ενότητας.
- Να μπορούν να περιγράψουν τι είναι ένα αιωρούμενο γλυπτό.



**Υλικά (για 30 μαθητές)**

- Φύλλα εργασίας Νο 1 – 3 (εικόνες ισορροπημένων αιωρούμενων γλυπτών)
- 60 κάρτες ευρετηρίου
- 30 Φυλλάδια καταχώρισης
- 30 μολύβια
- Υλικά στερέωσης για την κατασκευή των γλυπτών
  - 5 κολλητικές ταινίες
  - 5 υγρές κόλλες
  - 2 σύρματα
  - 50 συνδετήρες
- Εργαλεία για την κατασκευή των γλυπτών
  - 30 ψαλίδια για παιδιά
  - 10 πένσες με κόφτη (παρακαλούμε να είστε προσεκτικοί: κίνδυνος τραυματισμού)
  - 5 τρυπάνια χειρός (παρακαλούμε να είστε προσεκτικοί: κίνδυνος τραυματισμού)
- Ράβδοι για την κατασκευή των γλυπτών
  - 50 καλαμάκια για σουβλάκια
  - 50 καλαμάκια
  - 50 ξύλινες οδοντογλυφίδες



- Νήμα για την κατασκευή των γλυπτών (διαλέξτε ένα από τα ακόλουθα)
  - 2 κουβάρια (από ίνες ραφίας)
  - 2 βαμβακερά νήματα ή νήματα από μείγμα βαμβακιού
  - 2 σπάγκοι για πακετάρισμα
  - 2 κλωστές ραπτικής/νήματα
  - 2 νάιλον
  - 2 μετάξια κεντήματος
  - 2 μάλλινα κουβάρια
- Αντικείμενα για γλυπτά (διαλέξτε ένα από τα ακόλουθα)
  - 100 κρυστάλλινες πέρλες
  - 100 ξύλινες χάντρες
  - 30 μπαλόνια
  - 30 φυσικά υλικά
  - 20 καρτ ποστάλ
  - 30 μπάλες φελιζόλ
  - 10-20 φελλοί κρασιού



### Προετοιμασία

- Συγκεντρώστε τα υλικά.
- Εκτυπώστε τα φύλλα εργασίας και φωτοτυπήστε τα.

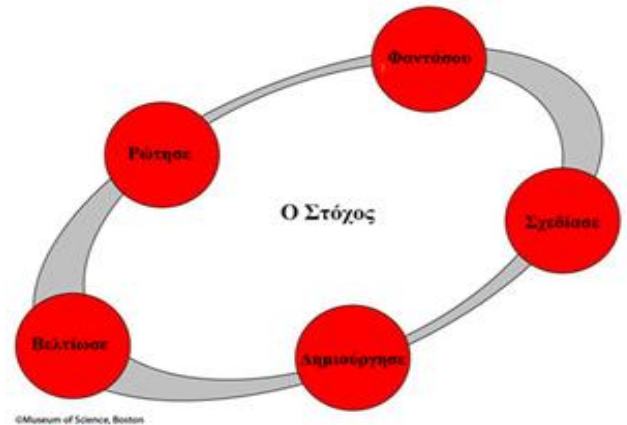
### Μέθοδος εργασίας

- Κυκλικός χρόνος/Συζήτηση στην τάξη
- Μικρές ομάδες



### Πλαίσιο και ιστορικό

Το βήμα «ρώτησε» του κύκλου σχεδιασμού της Εφαρμοσμένης Μηχανικής εισάγει τους μαθητές στο θέμα των αιωρούμενων γλυπτών. Δίνεται στους μαθητές η εργασία της κατασκευής ενός ισορροπημένου αιωρούμενου γλυπτού. Βασισμένοι σε εμπειρικές δραστηριότητες, οι μαθητές αναπτύσσουν κάποιες ιδέες για την επίλυση του προβλήματος.



### 1.1 Εισαγωγική δραστηριότητα – Γνωριμία με τον κυκλικό χρόνο – 15 λεπτά

Ο δάσκαλος αφηγείται την ιστορία (βλ. **Παράρτημα 2**), η οποία εισάγει την πρόκληση Εφαρμοσμένης Μηχανικής και μετά οργανώνει την τάξη για τον **κυκλικό χρόνο** εξασφαλίζοντας ότι οι μαθητές σχηματίζουν έναν κύκλο, καθισμένοι σε καρέκλες, παγκάκια ή μαξιλάρια στο πάτωμα.



Αυτό έχει το πλεονέκτημα ότι όλοι μπορούν να δουν όλους τους άλλους, και όλοι είναι ίσοι. Ο κύκλος είναι ιδιαίτερα κατάλληλος για να συγκεντρωθούν σε ένα θέμα, να κάνουν μία συζήτηση από κοινού ή να παρουσιάσουν αντικείμενα. Μπορούν να παρουσιάσουν επιλεγμένα αντικείμενα στο κέντρο του κύκλου. Εναλλακτικά, ο δάσκαλος κρατάει ένα αντικείμενο ψηλά ή το δίνει σε ένα παιδί για να το δείξει σε όλους. Οι μαθητές μαθαίνουν καλύτερα την κοινωνική συναναστροφή σε κύκλο: η επιτυχής κοινωνική συνύπαρξη προϋποθέτει συγκεκριμένους κανόνες και συμβάσεις, τους οποίους μπορούν να διαπραγματευτούν πιο αποτελεσματικά όταν κάθονται σε έναν κύκλο.

«Κατά τη διάρκεια των επόμενων μαθημάτων πρόκειται να μιλήσουμε για αιωρούμενα γλυπτά, επειδή ο Πάολο θέλει να κατασκευάσει ένα. Σας ζητείται να κατασκευάσετε ένα ισορροπημένο αιωρούμενο γλυπτό σε ζευγάρια»

Μετά ο δάσκαλος μοιράζει τις εικόνες αιωρούμενων γλυπτών **Μάθημα 1, Φύλλα εργασίας Αριθ. 1 – 3** και λέει: «Θέλουμε να ανακαλύψουμε πώς μπορείτε να αναγνωρίσετε ένα ισορροπημένο αιωρούμενο γλυπτό. Τι παρατηρείτε;»



Περισσότερες φωτογραφίες ισορροπημένων αιωρούμενων γλυπτών:  
<http://pinterest.com/search/pins/?q=mobile>



Αυτό καθορίζει τι μπορεί να ονομαστεί στοιχείο **σιωπηλής παρόρμησης** του μαθήματος. Οι σιωπηλές παρορμήσεις, οι οποίες υπάρχουν σε διάφορες μορφές, είναι προτάσεις ή σε αυτή την περίπτωση εικόνες, που στοχεύουν να δώσουν το έναυσμα σε μία ελεύθερη συζήτηση μεταξύ των μαθητών. Ο δάσκαλος βρίσκεται στο βάθος ως παραλήπτης των σκέψεών τους. Όλες οι ιδέες, οι σκέψεις και οι προτάσεις πρέπει να ακουστούν. Ο βασικός κανόνας είναι ότι τίποτε δεν είναι λάθος, τίποτε δεν απαγορεύεται και όλα μπορούμε να τα σκεφτούμε και να τα μοιραστούμε.

Ο δάσκαλος κρατάει σημειώσεις στον πίνακα σχετικά με τα χαρακτηριστικά των αιωρούμενων γλυπτών, τα οποία επισημαίνουν οι μαθητές.



Συμβουλή: Τα χαρακτηριστικά στοιχεία των αιωρούμενων γλυπτών όπως τα επίπεδα, τα αιωρούμενα αντικείμενα και η ισορροπία, τα οποία θα δουν στο φύλλο εργασίας, θα αναπτυχθούν περαιτέρω σε αυτή την ενότητα.

Στη συνέχεια ο δάσκαλος υπενθυμίζει στους μαθητές τον κύκλο σχεδιασμού της Εφαρμοσμένης Μηχανικής και αρχίζει με τις ερωτήσεις. Αυτό προετοιμάζει το επόμενο

στάδιο του μαθήματος, που σημαίνει να φύγουν οι μαθητές από τον κύκλο για να σχηματίσουν μικρές ομάδες.

### 1.2 Συλλογή ερωτήσεων – Εργασία σε μικρές ομάδες – 10 λεπτά

Η κύρια δραστηριότητα του Μαθήματος 1 διεξάγεται σε μικρές ομάδες που επιλέγονται από τον δάσκαλο, το πολύ τέσσερις μαθητές ανά ομάδα. Ο δάσκαλος δηλώνει ότι: «Η εργασία σας είναι να σημειώσετε σε καρτελάκια τις ερωτήσεις σας σε ομάδες αναφορικά με την κατασκευή ενός αιωρούμενου γλυπτού. Μετά οι κάρτες μοιράζονται στο πάτωμα κατά τη διάρκεια του "κυκλικού χρόνου". Τα αντίτυπα τοποθετούνται το ένα πάνω στο άλλο.

«Έχουμε συλλέξει πολλές ερωτήσεις. Ποιος μπορεί να απαντήσει σε μία από αυτές τις ερωτήσεις;»

Ο δάσκαλος κολλάει με κόλλα/ταινία τις ταξινομημένες κάρτες στον πίνακα. Οι ερωτήσεις συζητιούνται αργότερα, π.χ. στο δεύτερο ή τρίτο μάθημα ή στο τέλος ολόκληρης της ενότητας. Ο δάσκαλος τις κρατάει στο μυαλό του και τις συζητάει όταν ταιριάζουν θεματικά.

Οι ερωτήσεις μπορούν να ταξινομηθούν σύμφωνα με:

- υλικά κατασκευής,
- αντικείμενα,
- μέθοδο στερέωσης,
- ράβδους,
- απαιτούμενα εργαλεία,
- τις επιστημονικές γνώσεις,
- κατανόηση των βασικών αρχών.

### 1.3 Κατασκευή ενός δοκιμαστικού γλυπτού – Εργασία σε μικρές ομάδες – 45 λεπτά

Κατά τη διάρκεια του επόμενου βήματος, οι μαθητές μπορούν να κάνουν τις πρώτες τους προσπάθειες για την κατασκευή ενός αιωρούμενου γλυπτού με τη χρήση κάποιων απλών υλικών. Ο δάσκαλος παρουσιάζει τα υλικά για την κατασκευή ενός αιωρούμενου γλυπτού και τους εισάγει στην ιδέα του φυλλαδίου καταχώρισης, ούτως ώστε να τεκμηριώσουν την εργασία τους.

*Το φυλλάδιο καταχώρισης τεκμηριώνει την διαδρομή εκμάθησης του κάθε παιδιού και είναι ένα σημαντικό διαγνωστικό εργαλείο για τον δάσκαλο, εφόσον δείχνει την ατομική εξέλιξη. Δουλεύοντας με φυλλάδια καταχώρισης, τα παιδιά μαθαίνουν να παρουσιάζουν τις σκέψεις τους με έναν τρόπο που είναι κατανοητός στα ίδια και στους άλλους, και να ανταλλάσσουν ιδέες με τους άλλους.*

Αυτό εισάγεται εδώ, ούτως ώστε να μπορεί να διεξαχθεί το επόμενο βήμα.

- Εργάζεστε στα επόμενα μαθήματα με ένα φυλλάδιο καταχώρισης. Καταγράψτε τις ιδέες, τις προσεγγίσεις σε μία πρόκληση, τις εφευρέσεις, τις σκέψεις σας για όσα έχετε μάθει.

Έτσι εργάζεται η μηχανικός Έβελιν στην ιστορία μας. Γι' αυτό μπορείτε να χρησιμοποιήσετε ένα κενό βιβλίο ασκήσεων ή ένα ντοσιέ.

- Η πρόκλησή σας είναι να κατασκευάσετε το πρώτο δοκιμαστικό γλυπτό:
  - Πρώτα καταγράφετε ή σχεδιάζετε τις ιδέες σας στο φυλλάδιο καταχώρισής σας.
  - Μετά δοκιμάζετε τις ιδέες σας. Εάν έχετε περισσότερες ιδέες που σχετίζονται με το πώς να βελτιώσετε το δοκιμαστικό αιωρούμενο γλυπτό, μπορείτε να το τροποποιήσετε.
  - Έχετε περίπου 25 λεπτά χρόνο.
  - Μετά εξετάζουμε τα αιωρούμενα γλυπτά.

Μετά από περίπου 25 λεπτά ο δάσκαλος αποφασίζει ποιες ομάδες θα παρουσιάσουν τα δικά τους αιωρούμενα γλυπτά. Πιθανά κριτήρια επιλογής θα μπορούσαν να είναι:

- επιτυχείς λύσεις,
- αντίθετες λύσεις,
- διαφορετικές λύσεις που δείχνουν πώς μπορεί να βελτιστοποιηθεί η ισορροπία ενός αιωρούμενου γλυπτού.

#### 1.4 Συμπέρασμα – 20 λεπτά

Ο δάσκαλος δημιουργεί τη σύνδεση με την εισαγωγική ιστορία: ενώ κατασκευάζει το δικό του αιωρούμενο γλυπτό, ο καλλιτέχνης Πάολο Πινέλο συνάντησε το πρόβλημα ότι δεν μπορούσε να ισορροπήσει σωστά το γλυπτό.

Μπροστά σε ολόκληρη την τάξη, λίγες μικρές ομάδες που επιλέγονται από τον δάσκαλο παρουσιάζουν τις απαντήσεις τους στις ακόλουθες ερωτήσεις:

- Βρίσκεται το γλυπτό σας σε ισορροπία;
- Τι προβλήματα συναντήσατε;
- Πώς επιλύσατε αυτά τα προβλήματα;
- Πού χρειάζεστε ακόμη βοήθεια;

«Βρήκατε πολλές καλές λύσεις για να κατασκευάσετε ένα ισορροπημένο αιωρούμενο γλυπτό με πειραματισμό. Για να κατασκευάσετε ισορροπημένα αιωρούμενα γλυπτά όπως ένας μηχανικός, θα πειραματιστούμε στο επόμενο μάθημα με τα θέματα της ισορροπίας, του κέντρου βάρους, των δυνάμεων και της αντίρροπης δύναμης».

## Μάθημα 2 – Τι πρέπει να γνωρίζουμε; Ανακαλύπτοντας την ισορροπία δυνάμεων και την μηχανολογία.



**Διάρκεια:** 100 λεπτά (120 με επιπρόσθετο πείραμα)

**Στόχοι.** Σε αυτό το μάθημα οι μαθητές θα μάθουν:

- Κάποιες βασικές επιστημονικές έννοιες συμπεριλαμβανομένης της δύναμης, της αντίρροπης δύναμης, της ισορροπίας και του κέντρου βάρους.
- Να συσχετίζουν αυτές τις έννοιες με την ανταπόκριση σε προκλήσεις Εφαρμοσμένης Μηχανικής.
- Να αναπτύσσουν το φυλλάδιο καταχώρισής τους ως αποτελεσματικό εργαλείο εκμάθησης.



**Υλικά (για 30 μαθητές)**

- 30 φυλλάδια καταχώρησης
- 30 μολύβια
- 30 φύλλα εργασίας αριθ. 4-7 (καθοδήγηση για πειράματα)
- 30 φύλλα εργασίας αριθ. 8-11 (φύλλα καταχώρισης για πειράματα)
- 1 φύλλο εργασίας αριθ. 12 (εικόνα οικοδομικού γερανού)
- 30 φύλλα εργασίας αριθ. 13 «Οικοδομικός γερανός»
- 1 φύλλο απαντήσεων αριθ. 14 («Οικοδομικός γερανός»)
- 5 σκούπες
- 5-15 μολύβια, όχι στρογγυλά
- 20-150 ξύλινες μάρκες
- 5-15 κρεμάστρες (φτιαγμένες από σύρμα)
- 50-150 κρεμάστρες τοίχου
- νήμα
- κάτι για να κρεμάσετε ένα γλυπτό όπως συρόμενη κρεμάστρα, γάντζο, σπάγκο κ.λ.π.
- 1 τραμπάλα παιδικής χαράς (προαιρετική)



**Προετοιμασία**

- Συγκεντρώστε τα υλικά.
- Τυπώστε τα φύλλα εργασίας και βγάλτε αντίγραφα.
- Προετοιμάστε τους χώρους εργασίας για τα πειράματα.
- Ετοιμάστε ένα σετ υλικών για τα πειράματα για συζήτηση.
- Ετοιμάστε τη φωτογραφία και το φύλλο απαντήσεων του οικοδομικού γερανού.

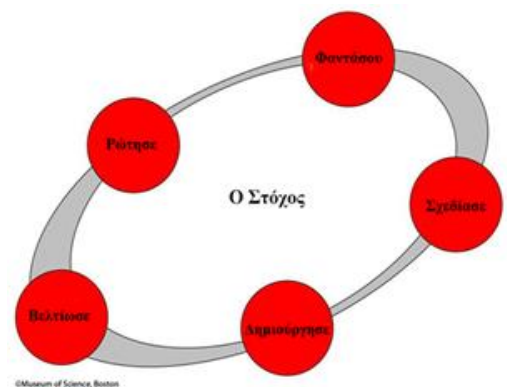
**Μέθοδος εργασίας**

- Κυκλικός χρόνος
- Πειράματα
- Καθοδηγούμενη συζήτηση
- Εργασία σε ζευγάρια



**Πλαίσιο και ιστορικό**

Στο Μάθημα 2, τα στοιχεία «ρώτηση» και «φαντάσου» συνεχίζουν από το Μάθημα 1. Τα βασικά της θεωρητικής φυσικής περιλαμβάνονται εδώ, ούτως ώστε να μπορέσουν να συνεχίσουν με το στάδιο «σχεδιάσε». Σε διάφορα στάδια, οι μαθητές διεξάγουν πειράματα που ασχολούνται με της φυσικές έννοιες της ισορροπίας, των δυνάμεων, των αντίρροπων δυνάμεων και του κέντρου βάρους. Σε αυτή τη διαδικασία αρχίζουν να κατανοούν τα θεμελιώδη φυσικά φαινόμενα, τα οποία πρέπει να λάβουν υπόψη όταν κατασκευάζουν. Στο επόμενο βήμα, οι έννοιες που αναπτύσσονται από τους μαθητές επεκτείνονται και εδραιώνονται με την εφαρμογή τους στο καθημερινό αντικείμενο του γερανού.



Στο τέλος, οι μαθητές έχουν τις γενικές θεωρητικές γνώσεις για να μπορέσουν να σχεδιάσουν και να κατασκευάσουν ένα ισορροπημένο αιωρούμενο γλυπτό με τις βέλτιστες αρχές.



## 2.1 Εισαγωγική δραστηριότητα – Κυκλικός χρόνος – 10 λεπτά

Ο δάσκαλος βοηθάει τους μαθητές να θυμηθούν τις προηγούμενες γνώσεις τους σχετικά με τα αιωρούμενα γλυπτά.

Καθισμένοι σε ημικόκλιο οι μαθητές θυμούνται το πρόβλημα της κατασκευής ενός αιωρούμενου γλυπτού. Ο δάσκαλος δημιουργεί τη σύνδεση με την εισαγωγική ιστορία: ο καλλιτέχνης Πάολο Πινέλο ζητά από τη μηχανικό Έβελιν, μητέρα ενός από τους μαθητές, να τον βοηθήσει με την κατασκευή ενός ελεύθερου αιωρούμενου γλυπτού. Σε αυτό το πλαίσιο, διεξάγονται διάφορα πειράματα για τις έννοιες της δύναμης, της αντίρροπης δύναμης, της ισορροπίας και του κέντρου βάρους.

Ο δάσκαλος οργανώνει την τάξη σε ζευγάρια και εξηγεί τη διαδικασία:

- Τρία πειράματα έχουν προετοιμαστεί στην αίθουσα. Υπάρχει ένα επί πλέον προτεινόμενο πείραμα ανάλογα με το εάν το σχολείο έχει τραμπάλα παιδικής χαράς.
- Κάθε πείραμα προσφέρει καθοδήγηση – **Μάθημα 2, φύλλα εργασίας αριθ. 4 - 7** και φύλλα καταχώρισης (**φύλλα εργασίας αριθ. 8 - 11**) για να μπείτε στο φυλλάδιο καταχώρισης. Οι μαθητές τα χρησιμοποιούν για να περιγράψουν τι κάνουν στο κάθε πείραμα.

Ο δάσκαλος έχει τρεις επιλογές αναφορικά με τη διαχείριση του μαθήματος. Το ποια από τις τρεις θα προκριθεί, θα καθοριστεί από το πόσο συνηθισμένα είναι τα παιδιά στο να πειραματίζονται μόνα τους:

- Οι μαθητές είναι ελεύθεροι να διαλέξουν τη σειρά με την οποία θα κάνουν τα πειράματα. Κάθε ζευγάρι κάνει τα πειράματα στον δικό του χρόνο.
- Τα πειράματα διεξάγονται σε μία προκαθορισμένη (κυκλική) σειρά. Όταν ο δάσκαλος πει τη λέξη, όλες οι ομάδες μετακινούνται σε μία θέση.
- Οι μαθητές παραμένουν στις θέσεις τους ενώ διεξάγουν τα πειράματα το ένα μετά το άλλο. Μετά την ολοκλήρωση ενός πειράματος, οι μαθητές δίνουν τα υλικά αυτού του σταθμού στην επόμενη ομάδα.

## 2.2 Πειράματα – Εργασία σε ζευγάρια – 45 λεπτά (65 λεπτά με το επιπρόσθετο πείραμα της τραμπάλας)

Η κύρια δραστηριότητα του μαθήματος είναι η διεξαγωγή πειραμάτων για να γνωρίσουν τις σημαντικές ιδέες της φυσικής που σχετίζονται με τα θέματα της δύναμης, της αντίρροπης δύναμης, της ισορροπίας και του κέντρου βάρους.

Τα μεμονωμένα πειράματα είναι:

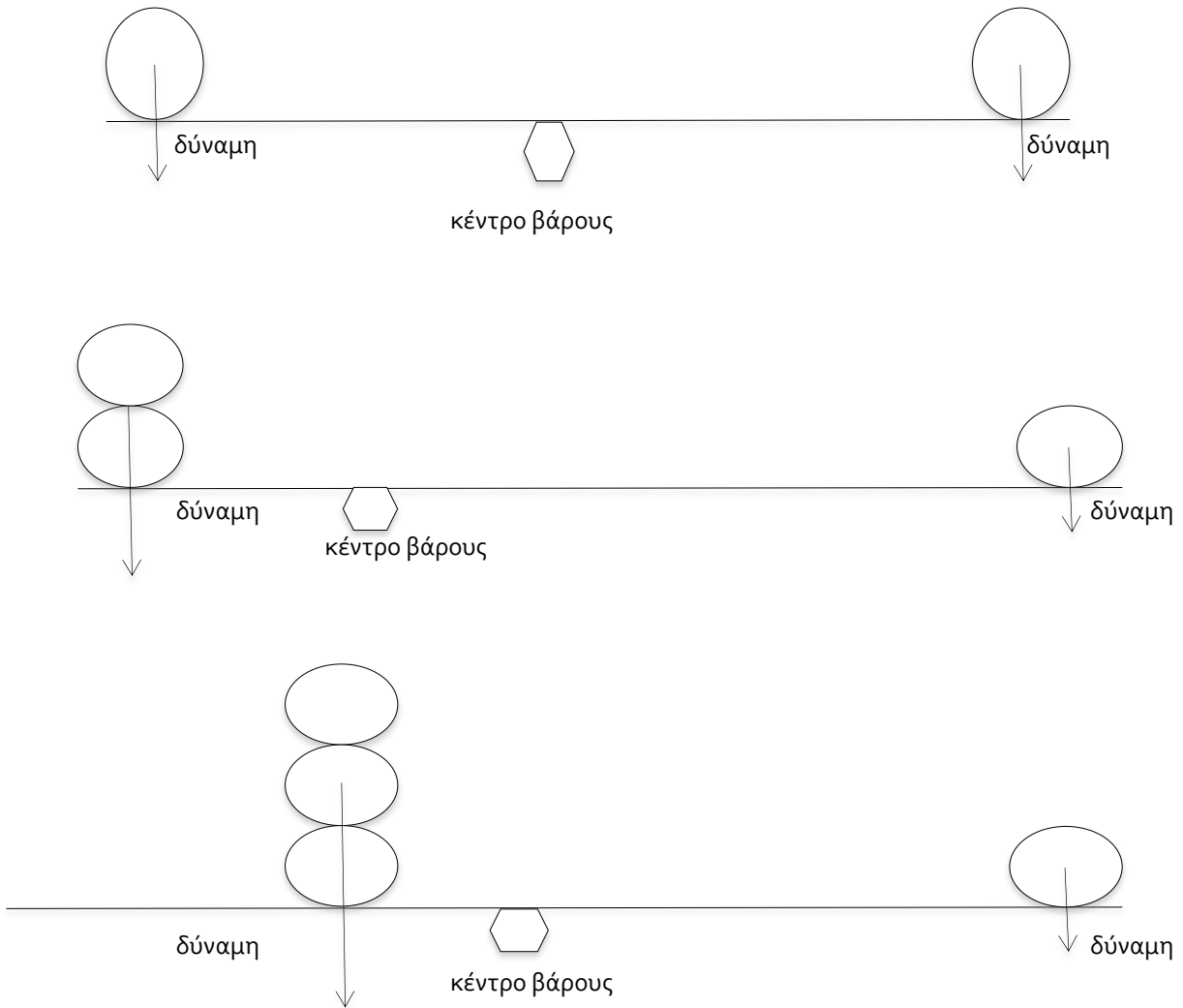
### Τραμπάλα φτιαγμένη από χάρακα

Υλικό: μολύβι, όχι στρογγυλό, χάρακας, μάρκα

Εργασία: Το μολύβι τοποθετείται κάτω από τον χάρακα. Ο χάρακας πρέπει να είναι ισορροπημένος. Οι μάρκες τοποθετούνται έτσι, ώστε να ισορροπούν τον χάρακα.

Στόχος: Να προσδιοριστεί η ισορροπία ενός κινούμενου αντικειμένου όταν ασκούνται διαφορετικές δυνάμεις (έννοια της ισορροπίας – θα χρησιμοποιηθεί στα ισορροπημένα αιωρούμενα γλυπτά).

Σημείωση: Μπορείτε να κάνετε την εργασία πιο δύσκολη στοιβάζοντας τις μάρκες ή παίρνοντας βότσαλα αντί για μάρκες.



### Κρεμάστρα

Υλικό: κρεμάστρα φτιαγμένη από σύρμα, κρεμάστρες τοίχου, ένα κομμάτι σπάγκος, ένα μέρος για να κρεμαστεί η κρεμάστρα.

Εργασία: Η κρεμάστρα αιωρείται με ένα κομμάτι κλωστή. Πρέπει να στερεώσετε κάποια μανταλάκια και στις δύο πλευρές. Η κρεμάστρα πρέπει να διατηρείται πάντα σε ισορροπία.

Στόχος: Να προσδιοριστεί η ισορροπία ενός κινούμενου αντικειμένου όταν ασκούνται διαφορετικές δυνάμεις (έννοια της ισορροπίας – θα γίνει χρήση αυτού στα ισορροπημένα αιωρούμενα γλυπτά).

### Σκούπα

Υλικό: Σκούπα.

Εργασία: Τεντώνετε πολύ ανοιχτά και τα δύο χέρια σας. Ο συνεργάτης σας βάζει προσεκτικά τη σκούπα στα χέρια σας. Πρέπει να διατηρείται σε ισορροπία.

Το πείραμα μπορεί να υποστηριχθεί με ερωτήσεις από τον δάσκαλο:

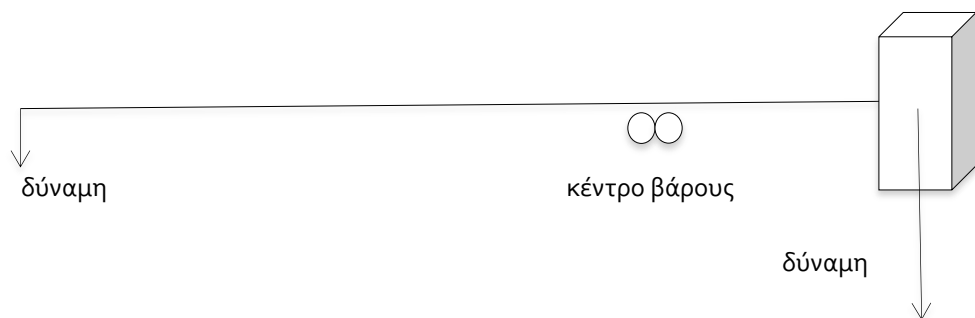
- Μπορείτε να σύρετε και τα δύο δάχτυλα στη μέση της σκούπας;
- Μπορείτε να σύρετε και τα δύο δάχτυλα/χέρια ταυτόχρονα;
- Είναι πιο δύσκολο να μετακινήσετε και τα δύο δάχτυλα από ό,τι το ένα; Εάν ναι, ποιο από τα δύο δάχτυλα μπορείτε να μετακινήσετε καλύτερα; Γιατί;
- Προς ποια πλευρά γέρνει η σκούπα; Γιατί;
- Γιατί τα δάχτυλα δεν βρίσκονται στη μέση παρόλο που η σκούπα βρίσκεται σε ισορροπία;

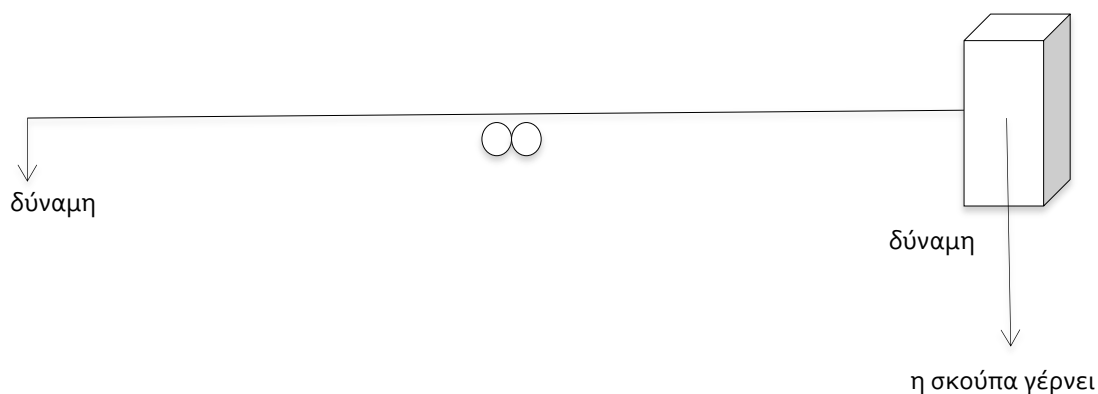
Στόχος: Προσδιορισμός του κέντρου βάρους ενός αντικειμένου που η μάζα του δεν είναι ομοιόμορφα κατανεμημένη σε όλη την έκτασή του.



*Συμβουλή: Γι' αυτό το πείραμα, είναι σημαντικό να έχετε έναν κατάλληλο χώρο στην αίθουσα, ώστε να μην τραυματιστεί κανένα παιδί, εάν η σκούπα πέσει ή γύρει. Το κέντρο βάρους είναι στο κοντάρι της σκούπας ακριβώς πριν τη θούρτσα.*

Σημείωση: Το κέντρο βάρους δεν ταυτίζεται με το γεωμετρικό κέντρο ενός αντικειμένου. Το «κέντρο» είναι γεωμετρικός προσδιορισμός. Γενικά θεωρείται ότι η βαρύτητα εφαρμόζεται σε κάθε σημείο ενός σώματος έλκοντας αυτό προς το κέντρο της Γης. Η συνισταμένη όλων αυτών ονομάζεται **βάρος** του σώματος. Το σημείο εφαρμογής αυτής της συνισταμένης πάνω στο σώμα ονομάζεται **κέντρο βάρους** του σώματος. Το κέντρο βάρους αποτελεί το σημείο εκείνο του σώματος που επιδέχεται υποστήριξη, προκειμένου να ισορροπήσει υπό την ενέργεια της βαρύτητας.





### Τραμπάλα παιδικής χαράς (προαιρετικό)

Υλικό: Τραμπάλα παιδικής χαράς.

Εργασία: Η τραμπάλα παιδικής χαράς πρέπει να ισορροπεί με διαφορετικούς αριθμούς παιδιών.

Στόχος: Προσδιορισμός της θέσης ισορροπίας.



*Συμβουλή: Αυτό το πείραμα μπορεί να το κάνει ολόκληρη η τάξη μαζί.*

Ο δάσκαλος παίρνει τον ρόλο του παρατηρητή. Ο δάσκαλος μπορεί να προετοιμάσει τη σκέψη δίνοντας προσοχή στα ακόλουθα ζητήματα:

- προβλήματα/δυσκολίες,
- επιτυχή πειράματα,
- επιτυχείς εξηγήσεις.

Επιπρόσθετα, ο δάσκαλος είναι έτοιμος να βοηθήσει τους μαθητές όπου χρειαστεί:

- Βοηθάει στην ανάγνωση και κατανόηση των οδηγιών.
- Καταγραφή των πειραμάτων στα φύλλα καταχώρισης.
- Επιλογή του επόμενου από τα διαθέσιμα πειράματα.

### 2.3 Καθοδηγούμενη συζήτηση και συμπέρασμα/ολοκλήρωση μαθήματος – 45 λεπτά

Οι μαθητές συγκεντρώνονται σε ένα ημικύκλιο και απλώνουν τα φύλλα καταχώρισης στο πάτωμα για να αποφύγουν τον θόρυβο. Ο δάσκαλος συζητά τα μεμονωμένα πειράματα με την τάξη ως σύνολο.

Ο δάσκαλος συζητά τα 3 πειράματα δίνοντας προσοχή στις ακόλουθες ερωτήσεις:

- Τι έχουμε κάνει σε αυτό το πείραμα;
- Τι παρατηρήσαμε;
- Γιατί συνέβη;
- Πώς συνδέεται αυτό με την κατασκευή ενός ισορροπημένου αιωρούμενου γλυπτού;

Οι απαντήσεις συζητούνται και συμπληρώνονται από τον δάσκαλο επαναλαμβάνοντας τις έννοιες που δείχνει κάθε πείραμα ή παρακινώντας τα παιδιά να τις ονομάσουν. Αυτές είναι:

- δύναμη,
- αντίρροπη δύναμη,
- κέντρο βάρους,
- ισορροπία.

Για να ελέγξει την πρόοδο, ο δάσκαλος έχει τα φύλλα καταχώρισης στο ατομικό φυλλάδιο καταχώρισης.

Η εικόνα ενός γερανού (φύλλο εργασίας αριθ. 12) προβάλλεται ως σιωπηλή παρόρμηση. Οι μαθητές καλούνται να την σχολιάσουν. Ο δάσκαλος εστιάζει την προσοχή στο θέμα του μαθήματος. «Τι σχέση έχει ο γερανός με τους πειραματικούς σταθμούς του τελευταίου μαθήματος;»

Για μία ακόμη φορά ο δάσκαλος επαναλαμβάνει τις έννοιες *δύναμη* και *αντίρροπη δύναμη*, *ισορροπία* και *κέντρο βάρους* και κάνει μία περίληψη. Τα **κεντρικά σημεία εκμάθησης** είναι να βεβαιωθεί ότι οι μαθητές μπορούν να απαντήσουν στις ακόλουθες ερωτήσεις – **Μάθημα 2, φύλλο απαντήσεων αριθ. 14:**

- Πού ασκούνται οι δυνάμεις;
- Τι είναι δύναμη;
- Τι είναι ροπή;
- Τι είναι ισορροπία;
- Τι είναι κέντρο βάρους;

Το φύλλο εργασίας του γερανού μπορεί να δοθεί στους μαθητές ως εργασία για το σπίτι – **Μάθημα 2, φύλλο εργασίας αριθ. 13**. Εναλλακτικά θα μπορούσε να ολοκληρωθεί σε αυτό το μάθημα. Στη φωτογραφία του γερανού οι μαθητές θα πρέπει να σημειώσουν πάνω στο σχήμα που βρίσκονται οι εξής έννοιες: του κέντρου, της δύναμης και του σημείου ισορροπίας.



*Συμβουλή: επίσης άλλοι τύποι πυργογερανών μπορούν να συμπεριληφθούν μεταξύ των εννοιών της φυσικής καθώς επίσης και της στατικής. Μπορείτε να βρείτε φωτογραφίες γερανών στυλοβατών στις ακόλουθες ιστοσελίδες (τελευταία επίσκεψη 31.7.2013):*

*<http://commons.wikimedia.org/w/index.php?search=turmdrehkran&title=Special%3ASearch>*

*<http://commons.wikimedia.org/w/index.php?search=tower+crane&title=Special%3ASearch>*

Ως τελικό βήμα, μπορείτε να ενθαρρύνετε την τάξη να βρει περισσότερα πρακτικά παραδείγματα από την καθημερινή ζωή όπως:

- Σχοινοβάτης – Σε ένα πολύ τεντωμένο σχοινί ο schoiνοβάτης διατηρεί ισορροπία με τεντωμένα χέρια ή κοντάρι ισορροπίας. Σε μία χαλαρή γραμμή, η κίνηση του σχοινοβάτη προς-πίσω βοηθάει τον schoiνοβάτη να διατηρήσει την ισορροπία του.
- Ξίφος – Το κέντρο βάρους ενός ξίφους είναι πιο κοντά στη λαβή από ό,τι στη μύτη του (όμοια με τη σκούπα). Όταν σφυρηλατείται ένα ξίφος, το κέντρο βάρους προσαρμόζεται πιο κοντά ή πιο μακριά από τη λαβή, σύμφωνα με την επιθυμητή τεχνική προδιαγραφή (π.χ. ακρίβεια της δύναμης).
- Πρόσθιος φορτωτής (τρακτέρ) – Η δύναμη που ασκείται από το φορτίο που σηκώνεται εξισορροπείται από το ίδιο το τρακτέρ.
- Ζυγαριές δοκού – Οι ζυγαριές αποτελούνται από έναν δοκό δύο όψεων, που μπορεί να περιστρέφεται γύρω από τον οριζόντιο άξονά του, στον οποίο στερεώνονται δύο δίσκοι. Τα αντικείμενα στους δίσκους ασκούν δυνάμεις, οι οποίες καθορίζουν εάν η ζυγαριά βρίσκεται σε ισορροπία.

**Τέλος, ζητήστε από τους μαθητές να φέρουν αντικείμενα από το σπίτι για το Μάθημα 3.**

«Θέλουμε να χρησιμοποιήσουμε τις γνώσεις μας για να κατασκευάσουμε ένα αιωρούμενο γλυπτό. Συλλέξτε διάφορα αντικείμενα για να κρεμάσετε πάνω του, όπως μικρές πέτρες, παιχνίδια, σουβενίρ, αντικείμενα που βρίσκετε στη φύση. Το αιωρούμενο γλυπτό σας μπορεί να έχει ένα συγκεκριμένο θέμα ή μότο όπως παραλία, παιχνίδια, ζώα, δάσος, Διάστημα, έξοδοι σχολείου ή τάξης».

## Μάθημα 3 – Ας κατασκευάσουμε! Σχεδιάστε το αιωρούμενο γλυπτό σας.



**Διάρκεια:** 105 λεπτά

**Στόχοι.** Σε αυτό το μάθημα οι μαθητές θα μάθουν:

- Να χρησιμοποιούν τα εργαλεία με κατάλληλο τρόπο και να αναπτύξουν τις κινητικές τους δεξιότητες.
- Να αναπτύξουν αποτελεσματικά τα στάδια σχεδιάζω/δημιουργώ του Κύκλου Σχεδιασμού της Εφαρμοσμένης Μηχανικής.
- Ότι η συνεργασία συμπεριλαμβάνει υψηλό επίπεδο οργανωτικών δεξιοτήτων και αίσθηση του σκοπού.



**Υλικά (για 30 μαθητές)**

- 30 φυλλάδια καταχώρισης
- 30 μολύβια
- Φύλλα εργασίας αριθ. 15-22 (Κάρτες διαφοροποίησης)
- Φωτογραφική μηχανή (προαιρετική)
- Υλικά στερέωσης για την κατασκευή των γλυπτών
  - 5 κολλητικές ταινίες
  - 5 υγρές κόλλες
  - 5 σύρματα
  - 50 συνδετήρες
- Εργαλεία για την κατασκευή των γλυπτών
  - 30 ψαλίδια για παιδιά
  - 10 πέννες με κόφτη (παρακαλούμε να είστε προσεκτικοί: κίνδυνος τραυματισμού)
  - 5 τρυπάνια χειρός (παρακαλούμε να είστε προσεκτικοί: κίνδυνος τραυματισμού)
- Ράβδοι για την κατασκευή των γλυπτών
  - 50 καλαμάκια για σουβλάκια
  - 50 καλαμάκια
  - 50 ξύλινες οδοντογλυφίδες
  - 20 ράβδοι ξύλου μπάλα
  - 20 ράβδοι σκληρού ξύλου
- 20 πλαστικές ράβδοι
- Νήματα για την κατασκευή των γλυπτών (επιλέξτε ένα είδος)
  - 2 κουβάρια ραφία
  - 2 βαμβακερά νήματα ή νήματα από μείγμα βαμβακιού
  - 2 σπάγκοι για πακετάρισμα
  - 2 κλωστές ραπτικής/νήματα
  - 2 νάιλον
  - 2 κουβαρίστρες κλωστή μετάξι κεντήματος
  - 2 κουβάρια μαλλιά
- Αντικείμενα για γλυπτά (επιλέξτε ένα από τα ακόλουθα)
  - 100 κρυστάλλινες πέρλες
  - 100 ξύλινες χάντρες
  - 30 μπαλόνια
  - 20 καρτ ποστάλ
  - 30 φυσικά υλικά
  - 30 μπάλες φελιζόλ
  - 10-20 βίδες
  - 10-20 παξιμάδια βίδας
  - 10-20 φελλοί κρασιού
  - αντικείμενα που έφεραν οι ίδιοι οι μαθητές



**Προετοιμασία**

- Συγκεντρώστε τα υλικά.
- Εκτυπώστε τα φύλλα εργασίας και φωτοτυπήστε τα.
- Προετοιμάστε έναν πιθανό τρόπο για να κρεμάσουν τα γλυπτά.

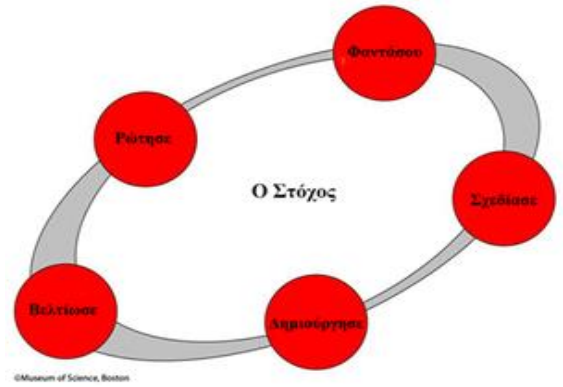
**Μέθοδος εργασίας**

- Καθιστός κύκλος
- Εργασία σε ζευγάρια



### Πλαίσιο και ιστορικό

Στο Μάθημα 3, οι μαθητές μπορούν να θέσουν όσα έχουν μάθει σε πρακτική χρήση κατασκευάζοντας τα δικά τους αιωρούμενα γλυπτά. Έχουμε φτάσει τώρα στα στάδια «σχεδιάσε» και «δημιούργησε» της διαδικασίας σχεδιασμού της Εφαρμοσμένης Μηχανικής.





### 3.1 Εισαγωγική δραστηριότητα – Καθόμαστε σε έναν κύκλο – 15 λεπτά

Η τάξη κάθεται σε έναν κύκλο γύρω από τα υλικά. Ο δάσκαλος δημιουργεί τη σύνδεση με την εισαγωγική ιστορία: η μηχανικός Έβελιν εξήγησε στον καλλιτέχνη Πάολο Πινέλο τα φαινόμενα της δύναμης, της αντίρροπης δύναμης, της ισορροπίας, και του κέντρου βάρους. Οι μαθητές έχουν επίσης μάθει γι' αυτά μέσω των πειραμάτων. Υπάρχουν λίγες προδιαγραφές που πρέπει να πληροί το αιωρούμενο γλυπτό του καλλιτέχνη. Ο δάσκαλος εξηγεί αυτές τις προδιαγραφές.

Ο δάσκαλος εξηγεί τις ελάχιστες προδιαγραφές για την κατασκευή ενός αιωρούμενου γλυπτού:

- Επίπεδα: το αιωρούμενο γλυπτό έχει τουλάχιστον δύο επίπεδα.
- Κάθε επίπεδο πρέπει να είναι ισορροπημένο.

Ο δάσκαλος υπενθυμίζει επίσης στην τάξη τον κύκλο σχεδιασμού της Εφαρμοσμένης Μηχανικής ρωτώντας τους σε ποιο στάδιο νομίζουν ότι βρίσκονται τώρα (Απάντηση = σχεδιάζω και δημιουργώ).

Τους υπενθυμίζεται επίσης η σημασία των εννοιών της φυσικής από τις οποίες θα εξαρτηθεί η επιτυχία τους ως μηχανικών: Ποιες φυσικές έννοιες γνωρίζουμε;

- Δύναμη,
- αντίρροπη δύναμη,
- ισορροπία,
- κέντρο βάρους.



*Συμβουλή ασφαλείας:*

- Δέστε καλά τους κόμπους· ο δάσκαλος πρέπει να τους δείξει ένα καλό τρόπο δεσίματος κόμπων.
- Προσέξτε κατά τη χρήση των εργαλείων· και πάλι μία επίδειξη από τον δάσκαλο θα βοηθήσει να βεβαιωθεί ότι οι μαθητές τα χρησιμοποιούν με τον σωστό τρόπο.

### 3.2 Κατασκευάζοντας ένα ισορροπημένο αιωρούμενο γλυπτό – Εργασία σε ζευγάρια – 60 λεπτά

Δουλεύοντας σε ζευγάρια, οι μαθητές αρχίζουν να κατασκευάζουν τα δικά τους αιωρούμενα γλυπτά. Μπορούν να δοκιμάσουν το δικό τους αιωρούμενο γλυπτό και να ελέγξουν αν πληροί τα κριτήρια.

Οι μαθητές πρέπει να αποφασίσουν πώς θα ελέγξουν εάν το αιωρούμενο γλυπτό **ισορροπεί**.



*Συμβουλή: ένας τρόπος για να το κάνουμε αυτό είναι να χρησιμοποιήσουμε οριζόντιες γραμμές σχεδιασμένες στον πίνακα ή μία αφίσα για να συγκρίνουμε εάν τα ελεύθερα κινητά μέρη του αιωρούμενου γλυπτού είναι επίπεδα. Αυτό θα μπορούσε να δημιουργήσει ενδιαφέρουσες ερωτήσεις σχετικά με την ισορροπία και τις δυνάμεις που ασκούνται σε διάφορα σημεία του αιωρούμενου γλυπτού.*

Οδηγίες για τους μαθητές:

- Ζητήστε από τους μαθητές να εργαστούν σε ζευγάρια.
- Κατασκευάστε ένα αιωρούμενο γλυπτό με τα διαθέσιμα υλικά.
- Λάβετε υπόψη τις ελάχιστες προδιαγραφές.
- Κρεμάστε το γλυπτό σας όταν είστε έτοιμοι. Ελέγξτε εάν κάθε επίπεδο ισορροπεί.
- Μετά από κάθε βήμα, σχεδιάστε και καταγράψτε τα αποτελέσματά σας στο δικό σας φυλλάδιο καταχώρισης.
- Επιπρόσθετα, μπορείτε να βελτιώσετε το δικό σας αιωρούμενο γλυπτό.

Για να το δοκιμάσουν, οι μαθητές κρεμούν το αιωρούμενο γλυπτό τους σε έναν γάντζο. Μετά από κάθε βήμα, τα (ενδιάμεσα) αποτελέσματα σχεδιάζονται στο φυλλάδιο καταχώρισης. Οι ομάδες μπορούν να αναφερθούν σε αυτό κατά τη διάρκεια περαιτέρω τροποποιήσεων.



*Συμβουλή: Πριν αρχίσουν τη βελτίωση του αιωρούμενου γλυπτού τους, ο δάσκαλος βγάζει μία φωτογραφία για να καταγράψει την τρέχουσα κατάσταση. Με αυτόν τον τρόπο πρέπει επίσης να καταγράφονται και τα ενδιάμεσα στάδια της κατασκευής.*

Εάν ένα ζευγάρι μαθητών τελειώσει πριν από τους άλλους, υπάρχει πάντα η ευκαιρία να τροποποιήσουν την κατασκευή του με τη βοήθεια των καρτών διαφοροποίησης (φύλλα εργασίας αριθ. 15 - 22):

- Προσθέστε ένα επίπεδο.
- Προσθέστε δύο επίπεδα.
- Προσθέστε 2, 3, 4... αντικείμενα.
- Ρυθμίστε το γλυπτό έτσι, ώστε τα αντικείμενα να μπορούν να αλλάζουν, αλλά να μπορούν ακόμη να κινούνται.
- Διακοσμήστε την αιώρηση.
- Αφαιρέστε ένα επίπεδο.
- Προσπαθήστε να κρεμάσετε βαριά και ελαφριά αντικείμενα στο ίδιο επίπεδο.

### 3.3 Συμπέρασμα – 30 λεπτά

Οι ομάδες παρουσιάζουν τις ατομικές τους ιδέες και μονοπάτια λύσεων στην τάξη.

Ο δάσκαλος θα ζητήσει από ζευγάρια μαθητών να παρουσιάσουν τα γλυπτά τους. Ενθαρρύνετε μία συζήτηση στην τάξη.

«Περιγράψτε τη διαδικασία, τις βελτιώσεις και το αποτέλεσμα. Πείτε στους άλλους μαθητές ποια υλικά έχετε χρησιμοποιήσει. Πώς το κατασκευάσατε; Συναντήσατε προβλήματα; Είχατε κάποιες προτάσεις για το πώς να τα επιλύσετε; Ποια εργαλεία χρησιμοποιήσατε; Ήταν εύκολο να τα χρησιμοποιήσετε;»

Ο δάσκαλος βεβαιώνεται επίσης ότι οι μαθητές χρησιμοποιούν τους τεχνικούς όρους της δύναμης, της αντίρροπης δύναμης, της ισορροπίας και του κέντρου βάρους.

Το **βασικό σημείο εκμάθησης** εδώ είναι η ενθάρρυνση των μαθητών να σκεφτούν πως θα επιφέρουν **βελτιώσεις**. Πώς μπορεί να γίνει καλύτερο το γλυπτό τους; Οι δημιουργίες προς βελτίωση θα οδηγήσουν στο να ξανασκεφτούν τις θεμελιώδεις επιστημονικές έννοιες. Αυτή η συζήτηση θα προετοιμάσει το επόμενο μάθημα.

## Μάθημα 4 – Πώς τα πήγαμε; Ανταποκριθήκαμε στην πρόκληση;



Διάρκεια: 100 λεπτά

**Στόχοι.** Σε αυτό το μάθημα οι μαθητές θα μάθουν:

- Να χρησιμοποιούν τους όρους *δύναμη, αντίρροπη δύναμη, ισορροπία και κέντρο μάζας* με έναν κατάλληλο, ακριβή και ανεξάρτητο τρόπο.
- Να αναγνωρίζουν ότι αυτές οι επιστημονικές έννοιες είναι σημαντικές για να ανταποκριθούν στην δική τους πρόκληση Εφαρμοσμένης Μηχανικής να δημιουργήσουν ένα ισορροπημένο αιωρούμενο γλυπτό.
- Να χρησιμοποιούν τη διαδικασία σχεδιασμού της Εφαρμοσμένης Μηχανικής για να βελτιώσουν τις μηχανολογικές τους δεξιότητες και τα αιωρούμενα γλυπτά τους.



**Υλικά (για 30 μαθητές)**

- 30 φυλλάδια καταχώρισης
- 30 μολύβια
- Φύλλα εργασίας αριθ. 15-22 (Κάρτες διαφοροποίησης)
- Υλικά στερέωσης για την κατασκευή των γλυπτών
- Εργαλεία για την κατασκευή των γλυπτών
- Ράβδοι για την κατασκευή των γλυπτών
- Νήματα για την κατασκευή των γλυπτών
- Αντικείμενα για την κατασκευή των γλυπτών (επιλέξτε)



**Προετοιμασία**

- Συγκεντρώστε τα υλικά.
- Βάλτε τα γλυπτά στο κέντρο του κύκλου.
- Ταξινομήστε τα φύλλα εργασίας.

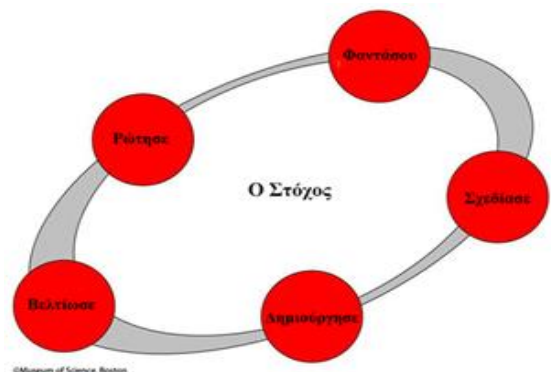
**Μέθοδος εργασίας**

- Εργασία σε ομάδες
- Καθιστός κύκλος
- Ατομική εργασία



**Πλαίσιο και ιστορικό**

Σε αυτό το στάδιο οι μαθητές έχουν λάβει τις βασικές γνώσεις φυσικής και έχουν κατασκευάσει το δικό τους αιωρούμενο γλυπτό. Τώρα προχωρούν στο βήμα «βελτίωσε» στην διαδικασία σχεδιασμού της Εφαρμοσμένης Μηχανικής, ούτως ώστε να βελτιώσουν το αιωρούμενο γλυπτό.



#### 4.1 Εισαγωγική δραστηριότητα – 10 λεπτά

Οι μαθητές κάθονται σε ένα ημικύκλιο, ούτως ώστε να επανεξετάσουν όλα τα γλυπτά που δημιούργησαν στο προηγούμενο μάθημα. Ο δάσκαλος επαινεί τη δουλειά τους και τους υπενθυμίζει τις προτάσεις που έκαναν στο τέλος του προηγούμενου μαθήματος. Ζητείται από τους μαθητές να βρουν περισσότερες ιδέες για τη βελτίωση των μεμονωμένων αιωρούμενων γλυπτών. Συζητούνται οι ελάχιστες προδιαγραφές (δύναμη, αντίρροπη δύναμη, ισορροπία, κέντρο βάρους), ούτως ώστε να ενθαρρυνθούν οι μαθητές να ελέγξουν εάν όλες οι προϋποθέσεις πληρούνται κατάλληλα.

Ο δάσκαλος πρέπει να φροντίσει να μην ανταγωνιστούν οι ομάδες η μία την άλλη, αλλά το κάθε σχέδιο να πληροί τα κριτήρια με τον δικό του τρόπο.

Ο δάσκαλος τους υπενθυμίζει επίσης τη διαδικασία σχεδιασμού της εφαρμοσμένης μηχανικής και τους ρωτάει σε ποιο στάδιο βρίσκονται τώρα (απάντηση = βελτιώνω).

Οι μαθητές έχουν αποκτήσει τώρα τις γνώσεις για να βελτιώσουν τα αιωρούμενα γλυπτά τους.

Οδηγία εργασίας:

«Τώρα γνωρίζετε τι να βελτιώσετε. Εργαστείτε σε ζευγάρια στο αιωρούμενο γλυπτό σας και προσπαθήστε να εφαρμόσετε τις νέες ιδέες.»

#### 4.2 Επανεξέταση των αιωρούμενων γλυπτών – Εργασία σε ζευγάρια – 45 λεπτά

Κάθε ζευγάρι εργάζεται για την βελτίωση του αιωρούμενου γλυπτού του, ακολουθώντας τις προτάσεις που τέθηκαν νωρίτερα από ολόκληρη την τάξη.



*Προαιρετικά: Ο δάσκαλος φωτογραφίζει ξανά τα ενδιάμεσα βήματα.*

Οι μαθητές καταγράφουν τις βελτιώσεις τους στο φυλλάδιο καταχώρισης:

- Τι βελτιώσατε;
- Γιατί;
- Ποιο ήταν το πρόβλημα;
- Φτιάξτε ένα έγχρωμο σχέδιο του βελτιωμένου αιωρούμενου γλυπτού σας.

Μπορεί να ζητηθεί από τους μαθητές να σκεφτούν παραλλαγές που προτείνονται από τις κάρτες διαφοροποίησης – βλ. **Μάθημα 3, φύλλα απαντήσεων αριθ. 15-22.**

#### 4.3 Συντάσσοντας ένα εγχειρίδιο κατασκευής – Εργασία ατομική – 30 λεπτά

Ο δάσκαλος εισάγει την τελική δραστηριότητα αναφερόμενος στους τρόπους, με τους οποίους οι μηχανικοί όπως η μηχανικός Έβελιν στην ιστορία χρειάζονται για να μεταδώσουν τις δικές τους γνώσεις στους άλλους.

Οι μαθητές πρόκειται να το κάνουν αυτό με την μορφή ενός **εγχειριδίου κατασκευής**.

Αυτό θα πρέπει να απευθύνεται σε άλλα παιδιά όπως:

- Άλλες τάξεις που σκοπεύουν να διδαχθούν αυτήν την ενότητα,

- φίλους, αδελφές και αδελφούς,
- άλλες ομάδες παιδιών που ενδιαφέρονται για την κατασκευή ενός αιωρούμενου γλυπτού.

Συντάσσοντας το εγχειρίδιο κατασκευής, οι μαθητές σκέφτονται και περιγράφουν τη διαδικασία που ακολούθησαν για την κατασκευή του δικού τους αιωρούμενου γλυπτού. Έτσι, επαναλαμβάνουν τη διαδικασία σχεδιασμού της Εφαρμοσμένης Μηχανικής.



*Προαιρετικά μπορεί να υπάρξει σύνδεση με τα μαθήματα εικαστικών (βλ. Παράρτημα: Γενικές γνώσεις – αιωρούμενο γλυπτό).*

#### 4.4 Τελικό συμπέρασμα – Συζήτηση στην τάξη – 15 λεπτά

Ο δάσκαλος και τα παιδιά περνούν λίγο χρόνο επανεξετάζοντας την εκμάθηση και τα επιτεύγματά τους σε αυτήν την ενότητα. Ο δάσκαλος τονίζει τα **κεντρικά σημεία εκμάθησης**:

«Έχετε χρησιμοποιήσει και εφαρμόσει τους σημαντικούς όρους της δύναμης, του κέντρου βάρους, της ισορροπίας και της αντίρροπης δύναμης και έχετε καταγράψει πώς μετατρέψατε το γλυπτό σας.»

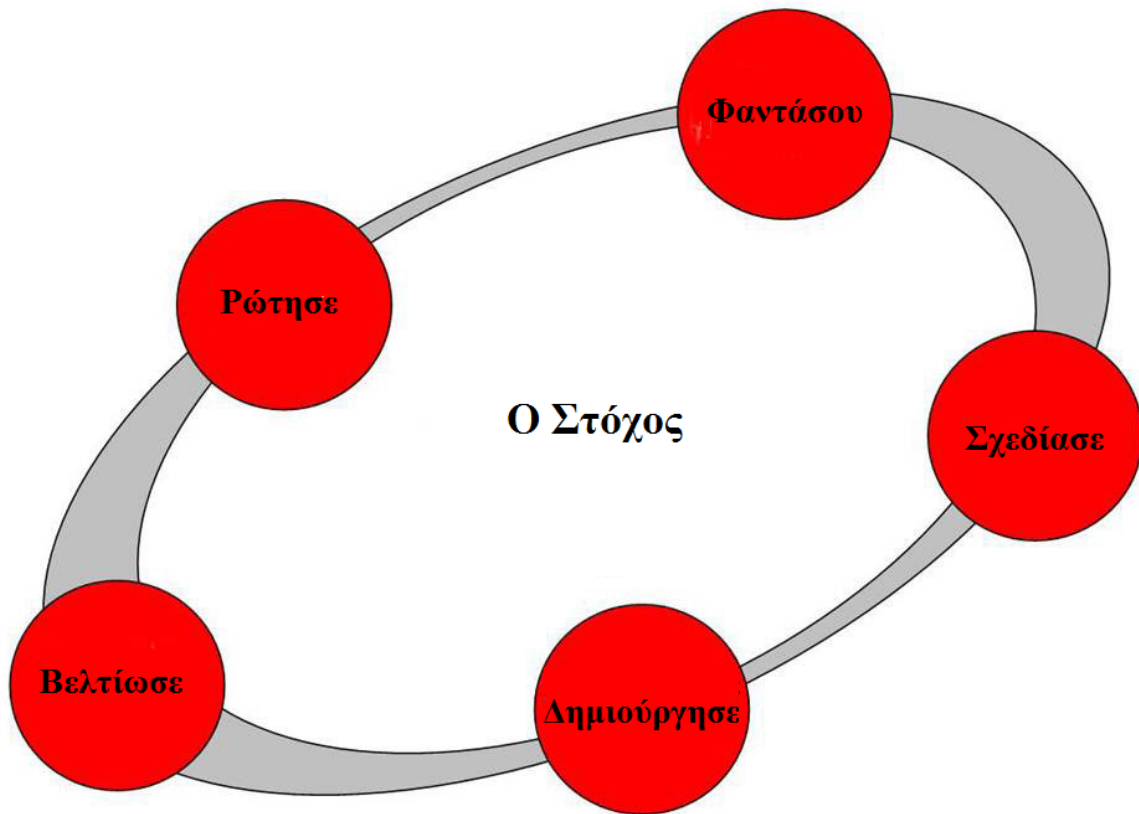
(Μπορούν να αναγνωστούν επιλογές από τα εγχειρίδια κατασκευής για να τεκμηριώσουν αυτό το σημείο.)

«Έχετε εργαστεί ως μηχανικοί και έχετε ακολουθήσει τον κύκλο σχεδιασμού της Εφαρμοσμένης Μηχανικής.»

«Έχετε εργαστεί καλά σε ζευγάρια και καταλαβαίνετε πόσο σημαντική είναι η συνεργασία σε αυτό το είδος εκμάθησης.»

## Παραρτήματα

### Παράρτημα 1: Κύκλος της εφαρμοσμένης μηχανικής



©Museum of Science, Boston

## Παράρτημα 2: Η ιστορία ως κίνητρο

Το προσωπικό, οι διευθυντές και τα παιδιά έχουν αποφασίσει ότι το σχολείο τους πρέπει να ανακαινιστεί πλήρως. Θέλουν να γίνει το καλύτερο κτήριο στην πόλη και ανέθεσαν στον τοπικό καλλιτέχνη, τον Πάολο Πινέλο, το έργο της διακόσμησης της αίθουσας συγκεντρώσεων του σχολείου με ένα αιωρούμενο γλυπτό. Πολλά διαφορετικά αντικείμενα πρέπει να διακοσμούν το γλυπτό και ο Πάολο γνωρίζει ότι αυτά τα αντικείμενα πρέπει να βρίσκονται σε ισορροπία για να παραμείνουν στη θέση τους (αυτή είναι μία λέξη που θα σκεφτούμε πολύ στα τέσσερα επόμενα μαθήματά μας).

Ο Πάολο έχει ήδη κατασκευάσει ένα μικρό μοντέλο στο ατελιέ του. Δυσκολεύεται όμως να διατηρήσει σε ισορροπία το γλυπτό με όλα τα στερεωμένα σε αυτό αντικείμενα. Στο σχολείο, οι μαθητές είναι ήδη πολύ περίεργοι για το τι συμβαίνει στην αίθουσα συγκεντρώσεών τους. Τον βομβαρδίζουν με ερωτήσεις και κάνουν πολλές προτάσεις στις προσπάθειές τους να τον βοηθήσουν.

Ο Πάολο συνειδητοποιεί ότι χρειάζεται τη βοήθεια ενός επαγγελματία. Ευτυχώς, γνωρίζει τη μητέρα ενός μαθητή, μία μηχανικό που ονομάζεται Έβελιν. Ζητάει τη βοήθειά της. Η μηχανικός Έβελιν πηγαίνει στο σχολείο και, μαζί με τον Πάολο και τους μαθητές, εξηγεί τις βασικές γνώσεις σχετικά με την ισορροπία, ούτως ώστε να κατασκευαστεί ένα όμορφο, ισορροπημένο αιωρούμενο γλυπτό. Μετά τα παιδιά αρχίζουν να κατασκευάζουν μοντέλα πιθανών γλυπτών για τον Πάολο, προκειμένου αυτός να αποφασίσει ποιο θα διακοσμήσει στην αίθουσά τους.

### Παράρτημα 3: Γενικές πληροφορίες για τα μόμεπιλε

Γνωρίζουμε τα **μόμεπιλε** κυρίως ως κρεμαστά παιχνίδια. Πρωτοδημιουργήθηκαν την δεκαετία του 1920 ως έργα τέχνης και έγιναν ξανά δημοφιλή στην τέχνη των δεκαετιών των 1950 και 1960. Ανήκουν στο είδος της *κινητικής τέχνης*.

Το κύριο χαρακτηριστικό των αιωρούμενων γλυπτών είναι ότι κινούνται χωρίς μηχανές.

Ο όρος **μόμεπιλε** επινοήθηκε από τον *Μαρσέλ Ντυσάν*. Έτσι, ονόμασε το πρώτο του *Readymade* Ρόδα ποδηλάτου (1913). Αργότερα, ο Ντυσάν χρησιμοποίησε τη λέξη για να περιγράψει τα γλυπτά του *Αλεξάντερ Κάλντερ*.

Ο **Μαρσέλ Ντυσάν** (1887-1968), ένας Γαλλο-Αμερικανός καλλιτέχνης, ξεκίνησε την καριέρα του στην ηλικία των δεκαπέντε ετών ως ιμπρεσιονιστής ζωγράφος. Το καλλιτεχνικό του ύφος άλλαξε ριζικά μετά από επισκέψεις στο Γερμανικό Μουσείο (Μόναχο, Γερμανία) και στην Αεροπορική έκθεση του Παρισιού (Γαλλία) το 1912. Εμπνεύστηκε τόσο πολύ από την τεχνολογία και την βιομηχανική παραγωγή, που εγκατέλειψε/ήρθε σε ρήξη με τις παραδοσιακές συμβάσεις και παρήγαγε τα πρώτα επονομαζόμενα, *readymades*. Γι' αυτόν, η επιλογή ενός αντικειμένου έγινε πράξη έμπνευσης που οδηγούσε κατευθείαν στο τελικό έργο τέχνης. Με αυτήν την προσέγγιση πυροδότησε μεγάλες συζητήσεις στην καλλιτεχνική σκηνή.

Τα **Readymades** είναι καθημερινά αντικείμενα, τα οποία μετατρέπονται σε έργα τέχνης είτε μέσω μικρών τροποποιήσεων, είτε αλλάζοντας το πλαίσιο του αντικειμένου.

Ο **Αλεξάντερ Κάλντερ** (1898-1976) ήταν ένας Αμερικανός μηχανικός, γλύπτης και καλλιτέχνης. Στο καλλιτεχνικό του έργο προσπάθησε να συνδυάσει την αφαίρεση με την κίνηση. Τα πρώτα κινούμενα γλυπτά του ήταν παιχνίδια φτιαγμένα από σύρμα και μία ευρεία ποικιλία διαφορετικών υλικών, τα οποία έδειχνε σε φίλους. Επηρεασμένος από την καλλιτεχνική σκηνή του Παρισιού, κατασκεύασε τα πρώτα του *μόμεπιλε* από το 1930 και μετά.

Ο Αλεξάντερ Κάλντερ όρισε τρεις τύπους μόμεπιλε:

- όρθια,
- αιωρούμενα,
- επιτοίχια αιωρούμενα γλυπτά.

Η **Κινητική Τέχνη** (κίνησις στα ελληνικά) είναι μία μορφή τέχνης, η οποία περιλαμβάνει κίνηση ως συστατικό στοιχείο της τέχνης. Η κίνηση είτε προκαλείται από φυσικές δυνάμεις όπως ο άνεμος και το νερό, ή από μηχανικά ή ακόμη και ελεγχόμενα από υπολογιστή μέσα. Οι καλλιτέχνες συχνά χρησιμοποιούν επιστημονικές έννοιες ή τεχνικές στο έργο τους.

Στις αρχές της δεκαετίας του 1920, κάποιοι καλλιτέχνες άρχισαν να πειραματίζονται με την δυναμική τέχνη. Σε αυτή την εποχή της γρήγορης τεχνολογικής εξέλιξης, με την αυξανόμενη βιομηχανοποίηση και την εξάπλωση των μέσων μαζικής μεταφοράς όπως τα αυτοκίνητα ή τα αεροσκάφη, οι καλλιτέχνες άρχισαν να μεταμορφώνουν τα στατικά έργα τέχνης τους. Έτσι, προσπάθησαν να ενσωματώσουν δυναμική κίνηση και να χρησιμοποιήσουν τον χρόνο ως στοιχείο έκφρασης. Επιπρόσθετα, αυτή η εξέλιξη προκάλεσε τους θεατές να ασχοληθούν ενεργά με αυτά τα νέα έργα τέχνης, ούτως ώστε να τα κατανοήσουν πλήρως.

Η παιδαγωγική έννοια της ενεργής ενασχόλησης, η οποία επίσης προέκυψε από το κίνημα προς τη μαζική εκπαίδευση, είχε ήδη εφαρμοστεί από τον Oskar von Miller στο Γερμανικό Μουσείο. Ιδρυθέν το 1903, αυτό το μουσείο ενσωμάτωσε πειράματα push-button, τους προπομπούς των σύγχρονων εμπειρικών πειραμάτων.



Το πρώτο κινούμενο με μηχανή αντικείμενο κινητικής τέχνης αποδίδεται συνήθως στον Ρώσο καλλιτέχνη Ναούμ Γκαμπό.

**Διάσημοι καλλιτέχνες της κινητικής τέχνης:**

- *Μαρσέλ Ντυσάν* (Αιωρούμενο γλυπτό) (1887-1968)
- *Αλεξάντερ Κάλντερ* (1898-1976)
- *George Rickey* (1907-2002)
- *Adolf Luther* (1912-1990)
- *Nicolas Schöffer* (1912-1992)
- *Ζαν Τινγκλί* (1925-1991)
- *Jörg-Tilman Hinz* (\*1947)

**Διάσημα έργα κινητικής τέχνης:**

- *Ρόδα Ποδηλάτου* (Μαρσέλ Ντυσάν)
- *Rote Reliefs* (Μαρσέλ Ντυσάν)
- *Standing Wave* (Ναούμ Γκαμπό)
- *Kronos 15 – Stadthaus/Bonn* (Nicolas Schöffer)
- *Eos xk III – Μουσείο του Ισραήλ/Ιερουσαλήμ* (Ζαν Τινγκλί)
- *St. Thomas Fountain – Λονδίνο* (Ναούμ Γκαμπό)
- *Vier Vierecke im Geviert* (George Rickey)
- *Indian feathers* (Αλεξάντερ Κάλντερ)
- *Light-Space Modulator* (Laszlo Moholy-Nagy)

## Φύλλα εργασίας και φύλλα απαντήσεων

### Εικόνες αιωρούμενων γλυπτών (Μάθημα 1)

1. Εικόνα αιωρούμενου γλυπτού 1
2. Εικόνα αιωρούμενου γλυπτού 2
3. Εικόνα αιωρούμενου γλυπτού 3

### Καθοδήγηση για πειράματα (Μάθημα 2)

4. Τραμπάλα φτιαγμένη με χάρακα
5. Κρεμάστρα
6. Σκούπα
7. Τραμπάλα παιδικής χαράς

### Φύλλα καταχώρισης (Μάθημα 2)

8. Τραμπάλα φτιαγμένη με χάρακα
9. Κρεμάστρα
10. Σκούπα
11. Τραμπάλα παιδικής χαράς

### Οικοδομικός γερανός (Μάθημα 2)

12. Φωτογραφία οικοδομικού γερανού
13. Φύλλο εργασίας – οικοδομικός γερανός
14. Φύλλο απαντήσεων – οικοδομικός γερανός

### Κάρτες διαφοροποίησης (Μαθήματα 3, 4)

15. Κάρτα διαφοροποίησης 1
16. Κάρτα διαφοροποίησης 2
17. Κάρτα διαφοροποίησης 3
18. Κάρτα διαφοροποίησης 4
19. Κάρτα διαφοροποίησης 5
20. Κάρτα διαφοροποίησης 6
21. Κάρτα διαφοροποίησης 7
22. Κάρτα διαφοροποίησης 8

Φύλλο εργασίας 1, Μάθημα 0 – Η Μηχανική είναι παντού ;



## Φύλλο Εργασίας 1, Μάθημα 0 – Η Μηχανική είναι παντού! – Σημειώσεις δασκάλου

Οι εικόνες στο φύλλο εργασίας έχουν στόχο να δώσουν αφορμή για συζήτηση μεταξύ των μαθητών σχετικά με το τι είναι η Μηχανική, τι κάνουν οι μηχανικοί καθώς και αν εξαρτάται η ενασχόληση με διαφορετικά πεδία της Μηχανικής από το φύλο του καθενός.

Οι εικόνες της αράχνης και του σαλιγκαριού παρουσιάζουν κάποιες πολύ ενδιαφέρουσες «προκλήσεις» Μηχανικής. Για παράδειγμα, οι μαθητές μπορούν να διαπιστώσουν ότι η αράχνη «κατασκευάζει», δουλεύοντας όπως ένας μηχανικός, έναν ιστό, και να βρουν αντίστοιχες συνδέσεις και άλλα παραδείγματα «κατασκευών» από το ζωικό βασίλειο, όπως είναι η κατασκευή φράγματος από έναν κάστορα. Από τα παραπάνω, λοιπόν, ένα χρήσιμο συμπέρασμα που θα μπορούσε να εξαχθεί, είναι ότι αν και είναι πιο σύνηθες όταν ακούμε τον όρο Μηχανική, να μας έρχονται στο μυαλό εικόνες και παραδείγματα από αντικείμενα που έχουν δημιουργηθεί από τον άνθρωπο, μπορούμε επίσης να μάθουμε πολλά από την παρατήρηση της φύσης. Για παράδειγμα, το υλικό που χρησιμοποιεί η αράχνη προκειμένου να φτιάξει τον ιστό της έχει αντιγραφεί για την κατασκευή ενός πολύ ανθεκτικού υλικού (Kevlar), το οποίο έχει πολλές χρήσιμες ιδιότητες. Παρομοίως, το σαλιγκάρι έχει αναπτύξει μία χρήσιμη στρατηγική για να κινείται πάνω σε τραχιές επιφάνειες και να προστατεύει το μαλακό σώμα του από τραυματισμούς. Δεν έχουμε λοιπόν παρά να αναρωτηθούμε αν αυτές οι περιπτώσεις μπορούν να μας φανούν χρήσιμες στην επίλυση δικών μας προβλημάτων (ένα πολύ καλό παράδειγμα είναι το Velcro, το οποίο έχει αντιγραφεί από τους καρπούς του φυτού κολλιτσίδα).

Τα παιχνίδια μπορούν να θεωρηθούν ως κατασκευές Μηχανικής, αφού κάνουν χρήση περιστρεφόμενων συστημάτων γύρω από άξονες. Θα είχε ενδιαφέρον να ρωτηθούν οι μαθητές από ποια υλικά θα μπορούσαν να φτιαχτούν και ποιος φτιάχνει πραγματικά τα παιχνίδια. Αυτό είναι πολύ πιθανό να οδηγήσει σε κάποια θέματα ισότητας φύλων (πολλοί από την τάξη μπορεί να σκεφτούν ότι τα παιχνίδια φτιάχνονται για τα παιδιά από σχεδιαστές παιχνιδιών που είναι άντρες).

Ένα παρόμοιο θέμα μπορεί να προκύψει όταν οι μαθητές ρωτηθούν σχετικά με τα πλεκτά ρούχα και τα έτοιμα γεύματα – όπου αντίθετα με πριν οι μαθητές μπορεί να πιστεύουν ότι αυτά φτιάχνονται μόνο από γυναίκες και ότι δεν αποτελούν προϊόν Μηχανικής.

Κάποιες από τις εικόνες γλυπτικής και έργων τέχνης μπορεί ίσως να θεωρηθεί ότι δεν αποτελούν παραδείγματα Μηχανικής και ότι έχουν κάποιο πραγματικά πρακτικό σκοπό για θεωρηθούν ως τέτοια. Αυτές οι εικόνες έχουν ως σκοπό να δράσουν σαν ερέθισμα για προβληματισμό και διάλογο μεταξύ των μαθητών σχετικά με το τι αναφέρεται και τι συμπεριλαμβάνει η έννοια της Εφαρμοσμένης Μηχανικής και να σας διευκολύνει να μιλήσετε για το EDP. Οι εικόνες έχουν ως σκοπό να διεγείρουν το ενδιαφέρον των μαθητών και να προκαλέσουν τον διάλογο γύρω από την Μηχανική. Έτσι, οι μαθητές είναι δυνατόν να εμπλακούν σε μια συζήτηση σχετικά με την Μηχανική και την τεχνολογία και με αυτόν τον τρόπο να εισαχθούν σταδιακά στο EDP.

Φύλλο εργασίας 1, Μάθημα 1 – Εικόνα αιωρούμενου γλυπτού 1

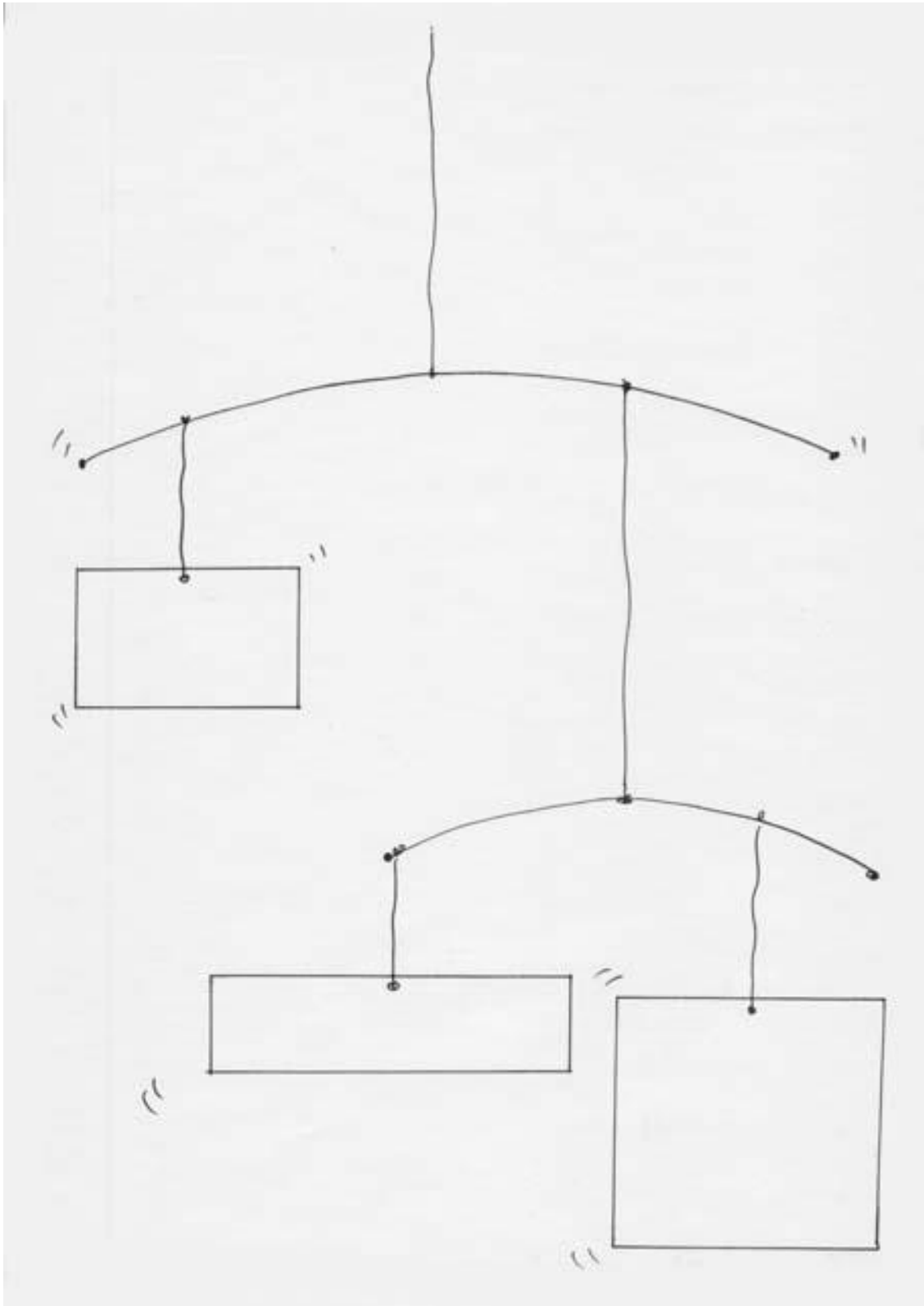


Κρεμαστό μόμπιλε στο στυλ του Αλεξάντερ Κάλντερ

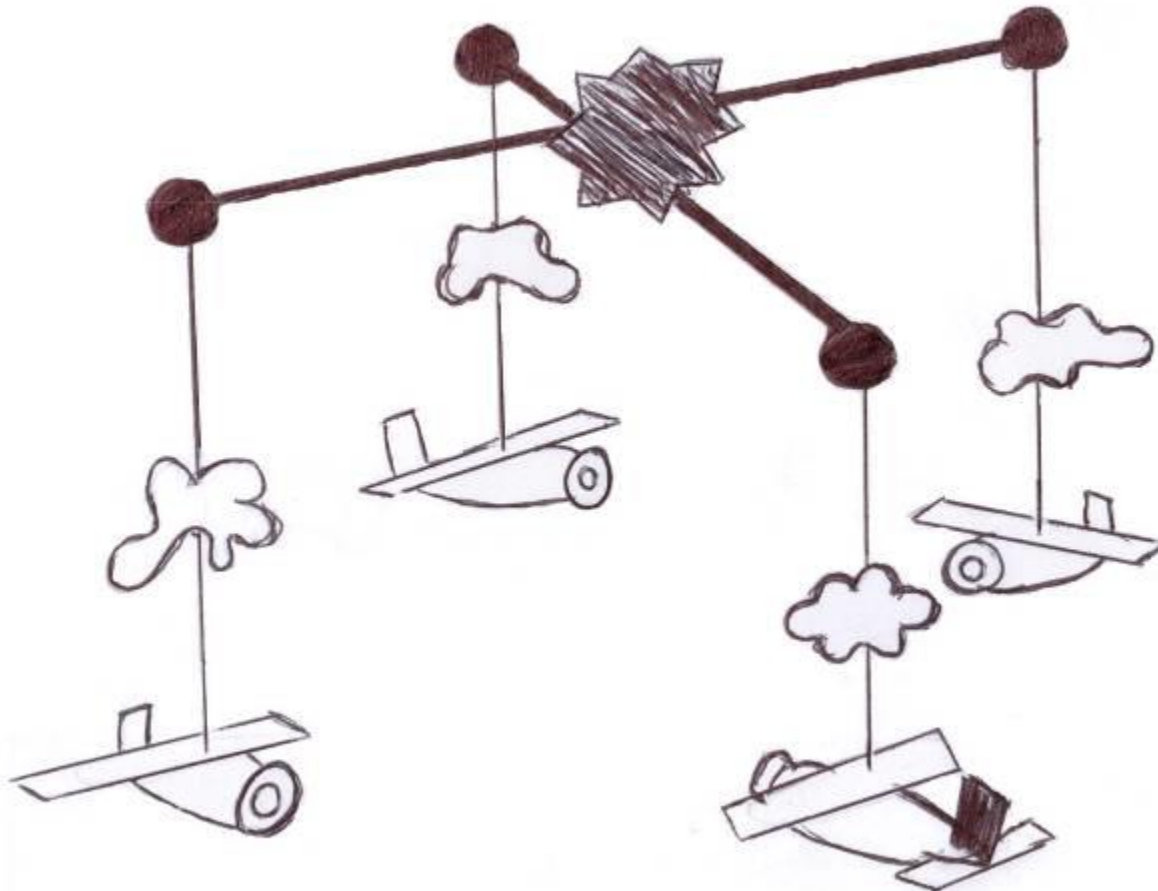
Πηγή: <http://commons.wikimedia.org/wiki/File:mobile.jpg> (28.8.2012)

Δημιουργός: Solipsist

Φύλλο εργασίας 2, Μάθημα 1 – Εικόνα αιωρούμενου γλυπτού 2



Φύλλο εργασίας 3, Μάθημα 1 – Εικόνα αιωρούμενου γλυπτού 3



## Φύλλο εργασίας 4, Μάθημα 2 – Τραμπάλα φτιαγμένη με χάρακα

Όνομα:

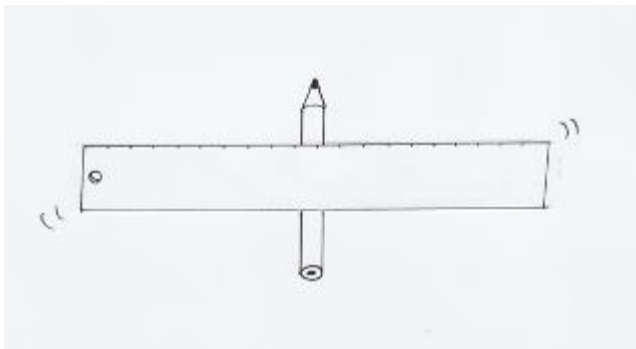
Ημερομηνία:

### Τι χρειάζεστε:

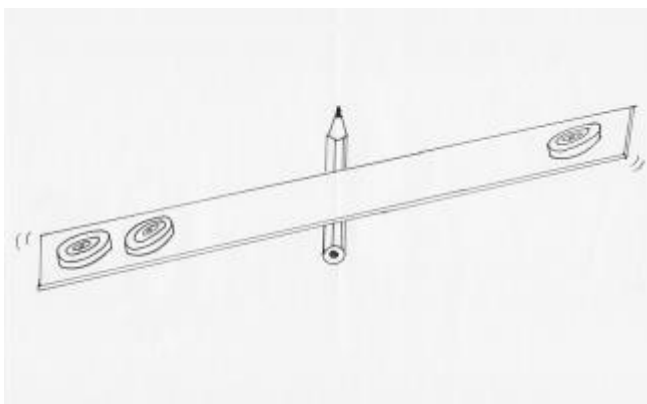
- χάρακα
- μολύβι, όχι στρογγυλό
- δέκα μάρκες

### Ας δουλέψουμε!

1. Πρώτα διαβάστε αυτές τις οδηγίες. Μετά καταγράψτε τις προβλέψεις σας.
2. Τοποθετήστε τον χάρακα πάνω στο μολύβι και ισοροπήστε τον.



3. Τοποθετήστε μία μάρκα σε κάθε άκρη του χάρακα. Προσπαθήστε να μετακινήσετε τις μάρκες μέχρι να ισοροπήσει η τραμπάλα.
4. Μπορείτε να καταφέρετε να ισοροπήσετε την τραμπάλα με διαφορετικό αριθμό από μάρκες;



5. Συμπληρώστε το φύλλο καταχώρισης.



## Φύλλο εργασίας 5, Μάθημα 2 – Κρεμάστρα

Όνομα:

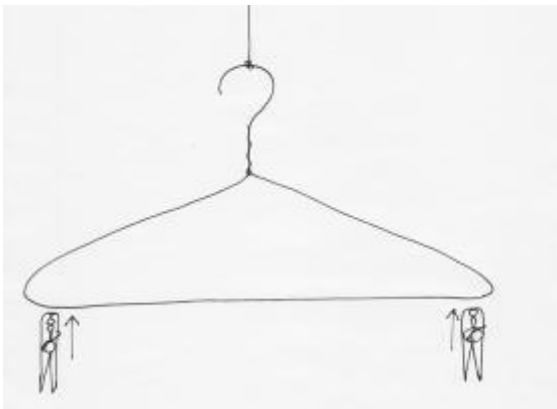
Ημερομηνία:

### Τι χρειάζεστε:

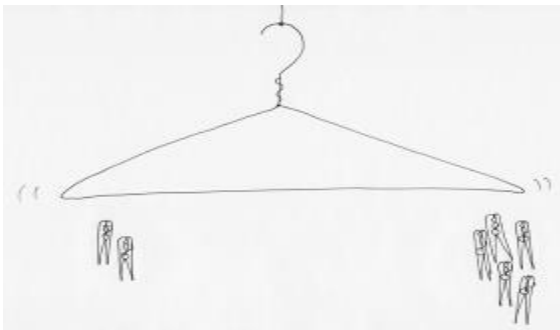
- κρεμάστρα από σύρμα
- κομμάτι σπάγκου
- κάτι που θα σας επιτρέψει να κρεμάσετε ψηλά π.χ. γάντζος
- 10 μανταλάκια

### Ας δουλέψουμε!

1. Πρώτα διαβάστε αυτές τις οδηγίες. Μετά καταγράψτε τις υποθέσεις σας.
2. Στερεώστε την κρεμάστρα με το κομμάτι σπάγκου για να κρέμεται από τον γάντζο.
3. Ισοροπήστε την κρεμάστρα με δύο μανταλάκια.



4. Μπορείτε να καταφέρετε να ισοροπήσετε την κρεμάστρα με διαφορετικό αριθμό από μανταλάκια;



5. Συμπληρώστε το φύλλο καταχώρισης.

## Φύλλο εργασίας 6, Μάθημα 2 – Σκούπα



Όνομα:

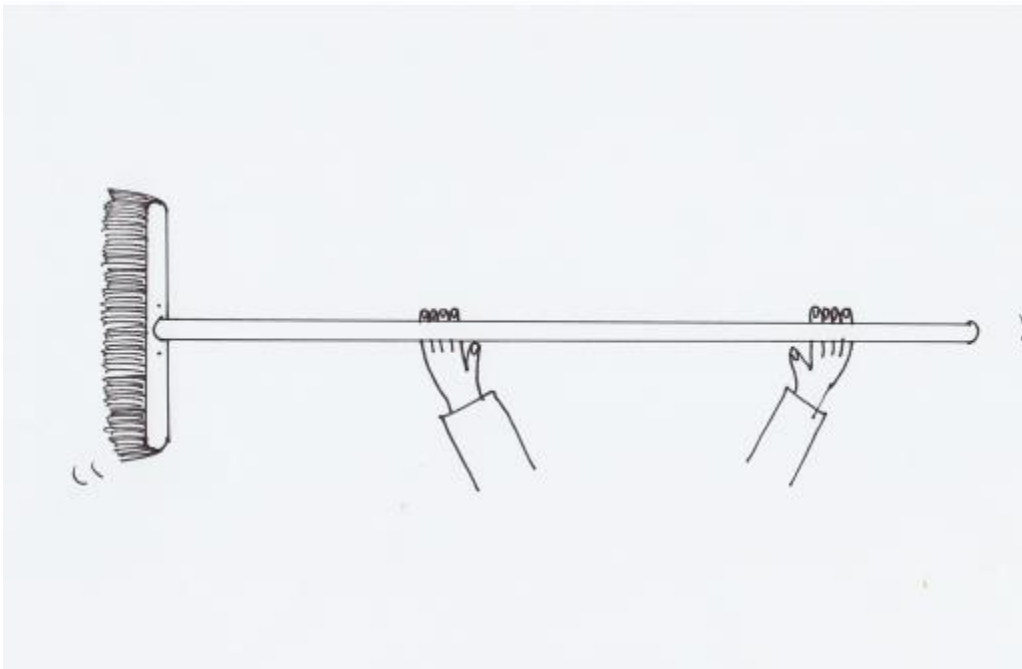
Ημερομηνία:

### Τι χρειάζεστε:

- σκούπα

### Ας δουλέψουμε!

1. Πρώτα διαβάστε αυτές τις οδηγίες. Μετά καταγράψτε τις υποθέσεις σας.
2. Βάλτε το σκουπόξυλο πάνω στα χέρια σας όπως φαίνεται στην εικόνα. Βεβαιωθείτε ότι το σκουπόξυλο μπορεί να μετακινηθεί ελεύθερα πάνω από τα χέρια σας. Τεντώστε και ανοίξτε τα χέρια σας όσο πιο πολύ μπορείτε.



3. Τώρα μετακινήστε αργά τα χέρια σας προς στη μέση του σκουπόξυλου.
4. Προσπαθήστε να προβλέψετε: Προς ποια πλευρά γέρνει ή κινείται η σκούπα; Προς την πλευρά της βούρτσας ή προς την άλλη πλευρά;
5. Συμπληρώστε το φύλλο καταχώρισης.

## Φύλλο εργασίας 7, Μάθημα – Τραμπάλα παιδικής χαράς

Όνομα:

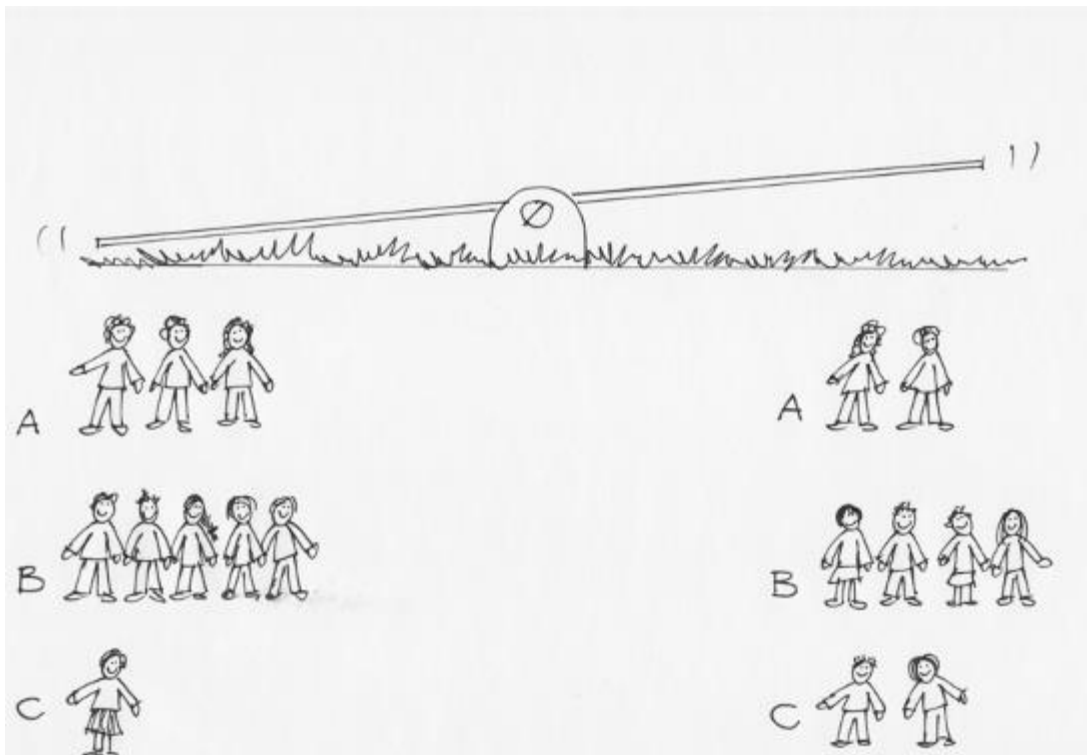
Ημερομηνία:

### Τι χρειάζεστε:

- τραμπάλα παιδικής χαράς
- αρκετά παιδιά

### Ας δουλέψουμε!

1. Πρώτα διαβάστε αυτές τις οδηγίες. Μετά καταγράψτε τις προβλέψεις σας.
2. Ισοροπήστε την τραμπάλα πρώτα με δύο παιδιά.
3. Ακολουθήστε τις εικόνες από το Α έως το C.



4. Συμπληρώστε το φύλλο καταχώρισης.

**Φύλλο εργασίας 8, Μάθημα 2 – Φύλλο καταχώρισης  
Τραμπάλα φτιαγμένη με χάρακα**



Όνομα:

Ημερομηνία:

Κάνατε κάποια υπόθεση πώς να βάλετε τη μάρκα για να κάνετε την τραμπάλα να  
ισορροπήσει;

---

---

---

**Ας δουλέψουμε!**

Χρωματίστε:

Πώς μπορείτε να ισορροπήσετε την τραμπάλα; Πού πρέπει να βάλετε τις μάρκες;

Περιγράψτε:

Πώς ισορροποιείτε την τραμπάλα; Πού πρέπει να βάλετε τις μάρκες;

---

---

---

Έχετε κάποια εξήγηση;

---

---

---

## Φύλλο εργασίας 9, Μάθημα 2 – Φύλλο καταχώρισης Σκούπα

Όνομα:

Ημερομηνία:

Προβλέπω ότι:

---

---

---

**Ας δουλέψουμε!**

Κάντε το πείραμα. Καταγράψτε τις παρατηρήσεις σας.

---

---

---

---

---

Προσπαθήστε να καταγράψετε τις εξηγήσεις σας.

---

---

---

## Φύλλο εργασίας 10, Μάθημα 2 – Φύλλο καταχώρισης Κρεμάστρα

Όνομα:

Ημερομηνία:

Προβλέψτε πού πρέπει να βάλετε τα μανταλάκια στην κρεμάστρα για να ισορροπεί:

---

---

---

**Ας δουλέψουμε!**

Χρωματίστε:

Πώς μπορείτε να ισορροπήσετε την κρεμάστρα; Πού πρέπει να κρεμάσετε τα μανταλάκια;

Περιγράψτε:

Πώς μπορείτε να ισορροπήσετε την κρεμάστρα; Πού πρέπει να κρεμάσετε τα μανταλάκια;

---

---

---

Έχετε κάποια εξήγηση;

---

---

---

## Φύλλο εργασίας 11, Μάθημα 2 – Φύλλο καταχώρισης Τραμπάλα παιδικής χαράς

Όνομα:

Ημερομηνία:

Μπορείτε να προβλέψετε πώς πρέπει να καθίσουν τα παιδιά για να ισορροπήσει η τραμπάλα;

---

---

---

### Ας δουλέψουμε!

Χρωματίστε: Πώς μπορείτε να ισορροπήσετε την τραμπάλα; Πού πρέπει να καθίσουν τα παιδιά;

Περιγράψτε: Πώς μπορείτε να ισορροπήσετε την τραμπάλα; Πού πρέπει να καθίσουν τα παιδιά;

---

---

---

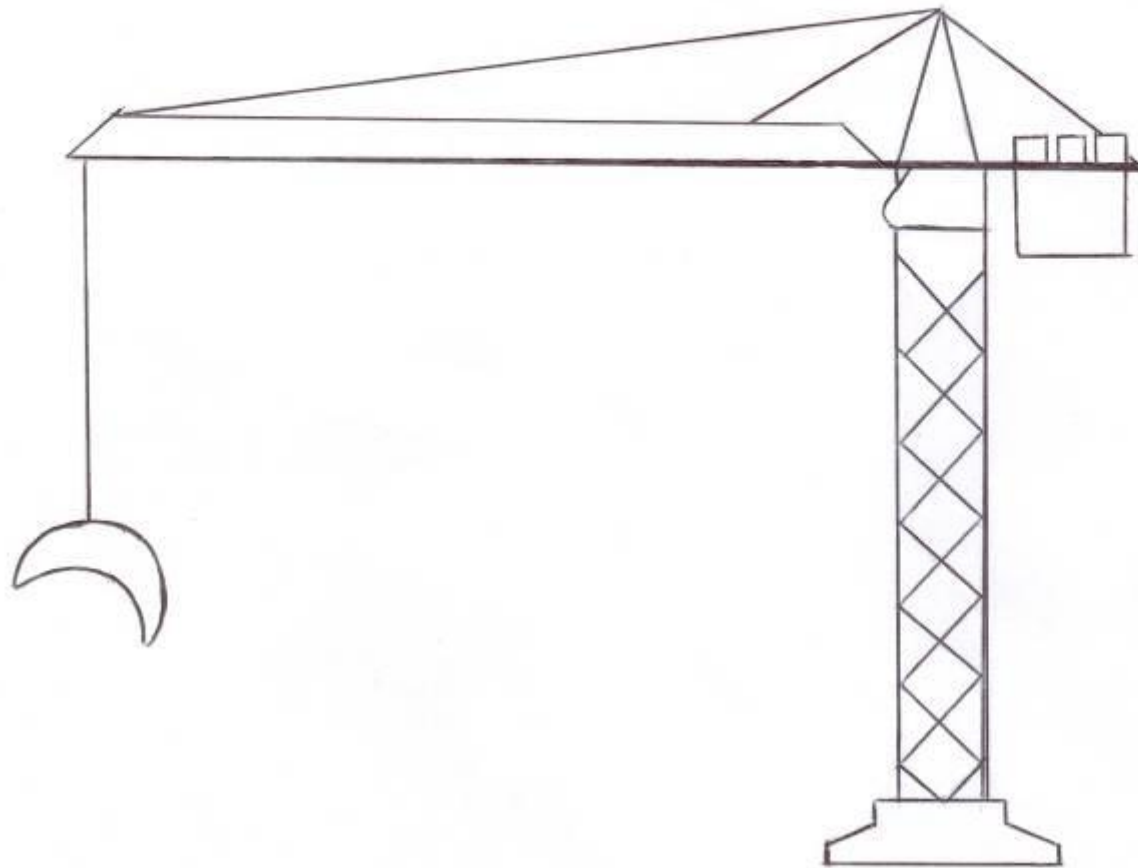
Έχετε κάποια εξήγηση;

---

---

---

Φύλλο εργασίας 12, Μάθημα 2 – Σχεδιασμός ενός οικοδομικού γερανού





## Φύλλο εργασίας 13, Μάθημα 2 – Ο οικοδομικός γερανός

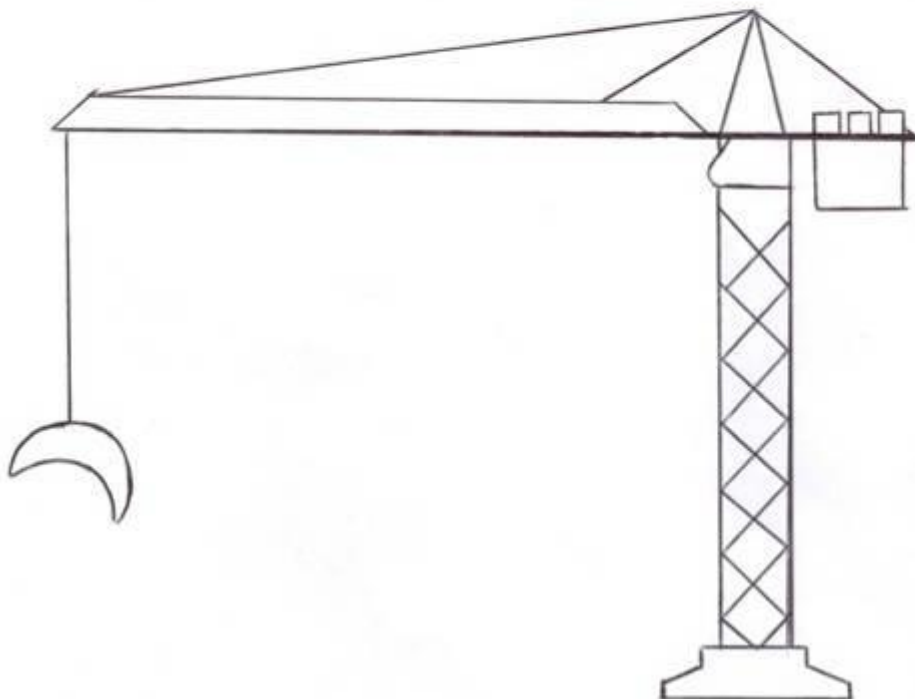
Όνομα:

Ημερομηνία:

Κάνετε πειράματα με τη δύναμη, την αντίρροπη δύναμη, την ισορροπία και το κέντρο βάρους. Μπορείτε να βρείτε αυτές τις φυσικές έννοιες στην καθημερινή σας ζωή, για παράδειγμα σε έναν γερανό.

### Ας δουλέψουμε!

1. Σε ομάδες των δύο κοιτάξτε το σχέδιο του γερανού. Συζητήστε τις ερωτήσεις.
  - Μπορείτε να βρείτε το κέντρο βάρους;
  - Πού ασκούνται οι δυνάμεις; Πού είναι το βάρος, πού το αντίβαρο;
  - Είναι ισορροπημένος ο γερανός;
2. Εισάγετε τους τεχνικούς όρους στο σχέδιο: **δύναμη/κέντρο βάρους**



## Φύλλο εργασίας 14, Μάθημα 2 – Φύλλο απαντήσεων – Ο οικοδομικός γερανός

Όνομα:

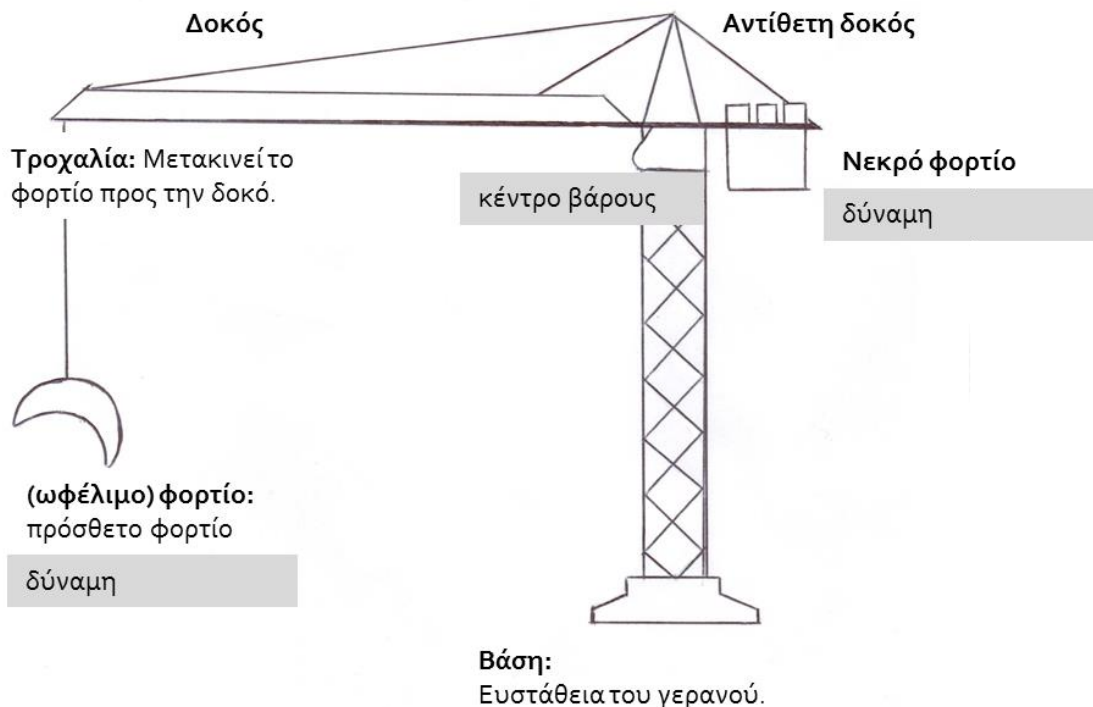
Ημερομηνία:

Κάνετε πειράματα με τη δύναμη, την αντίρροπη δύναμη, την ισορροπία και το κέντρο βάρους.

Μπορείτε να βρείτε αυτές τις φυσικές έννοιες στην καθημερινή σας ζωή, για παράδειγμα σε έναν γερανό.

### Ας δουλέψουμε!

- Κοιτάξτε σε ομάδες των δύο το σχέδιο του γερανού. Συζητήστε τις ερωτήσεις.
  - Μπορείτε να βρείτε το κέντρο βάρους;
  - Πού είναι το βάρος, πού το αντίβαρο;
  - Ισορροπεί ο γερανός;
- Εισάγετε τους τεχνικούς όρους, στο σχέδιο: **δύναμη/κέντρο βάρους**



Προσθέστε ένα επίπεδο.

Προσθέστε δύο επίπεδα.

Προσθέστε 2, 3, 4 ... αντικείμενα.

Ρυθμίστε το γλυπτό έτσι, ώστε τα αντικείμενα να μπορούν να αλλάζουν αλλά να μπορούν ακόμη να κινούνται.

Μετατοπίστε το κέντρο βάρους μέσα  
σε ένα επίπεδο.

Διακοσμήστε το αιωρούμενο γλυπτό.



Αφαιρέστε ένα επίπεδο.

Προσπαθήστε να κρεμάσετε ένα βαρύ  
και ένα ελαφρύ αντικείμενο στο ίδιο  
επίπεδο.

## Επιστημονικές σημειώσεις για δασκάλους σχετικά με την ισορροπία δυνάμεων και τη μηχανολογία

### Κάποιες βασικές επιστημονικές έννοιες που εμπεριέχονται στο Μάθημα 2

- Τι είναι η δύναμη.
- Στη φύση οι δυνάμεις εμφανίζονται πάντα κατά ζεύγη.
- Σε κάθε σώμα στο οποίο δεν ενεργούν δυνάμεις ή αν ενεργούν έχουν συνισταμένη μηδέν, δεν μεταβάλλεται η κινητική κατάσταση του. Δηλαδή αν το σώμα ηρεμούσε, θα συνεχίσει να ηρεμεί, ενώ αν κινούνταν με σταθερή ταχύτητα, θα συνεχίσει να κινείται με την ίδια σταθερή ταχύτητα, δηλαδή εκτελεί ομαλή κίνηση.
- Ροπές στρέψης.
- Το βάρος είναι δύναμη.
- Κέντρο βάρους.

Η διαδικασία σχεδιασμού της Εφαρμοσμένης Μηχανικής που αναπτύσσεται σε αυτήν την ενότητα παρέχει στους μαθητές την ευκαιρία να φανταστούν δημιουργικές λύσεις για την επίλυση της πρόκλησης εφαρμοσμένης μηχανικής. Ενθαρρύνονται να παρουσιάσουν και να συζητήσουν την προσέγγισή τους και να αξιολογήσουν κριτικά, με θετικούς τρόπους, κάνοντας προτάσεις για βελτίωση, τις δημιουργίες των άλλων μαθητών.

### Ισορροπία δυνάμεων

Μία κεντρική ιδέα στο Μάθημα 2 είναι αυτή των δυνάμεων σε ισορροπία. Οι δυνάμεις σε ισορροπία μπορούν να ασκούνται και σε στάσιμα και σε κινούμενα αντικείμενα και σε κάθε περίπτωση, αυτή η ιδέα μπορεί να παρουσιάσει ιδιαίτερες δυσκολίες στην κατανόησή της από τους μαθητές.

Συχνά οι μαθητές βρίσκουν δύσκολο το να εξηγήσουν τι είναι οι δυνάμεις, αλλά μπορούν πιο εύκολα να αναγνωρίσουν ποια είναι τα αποτελέσματα της εφαρμογής μιας δύναμης σε ένα σώμα. Γνωρίζουν από την εμπειρία τους ότι οι δυνάμεις μπορούν να μεταβάλλουν την ταχύτητα ενός σώματος (αλλαγή μέτρου, διεύθυνσης ή και των δύο) ή να παραμορφώσουν ένα σώμα. Φτιάχνοντας μόμπιλε οι μαθητές πρέπει να εφαρμόσουν την κατανόησή τους για το σημείο εφαρμογής των δυνάμεων στην κινούμενη δομή. Το να ισορροπήσετε ένα υποδεκάμετρο στο δάχτυλό σας παρέχει κάποια γνώση σχετικά με αυτό. Το βάρος του υποδεκάμετρου κατανέμεται ομοιόμορφα κατά το μήκος του. Παρόλο που η έλξη της βαρύτητας ασκείται σε ολόκληρο το μήκος του, όταν ισορροπεί στο δάχτυλό σας, το αισθάνεστε σαν να ασκείται όλο το βάρος του σε αυτό το συγκεκριμένο σημείο στο δάχτυλό σας. Αυτό δίνει τη δυνατότητα στην κατακόρυφη δύναμη του βάρους που ασκείται στο υποδεκάμετρο να ισορροπήσει με την αντίθετη δύναμη που ασκείται από το δάχτυλο σας, σε αυτό το συγκεκριμένο σημείο. Το συγκεκριμένο σημείο στο οποίο φαίνεται ότι ασκείται το βάρος είναι γνωστό ως **κέντρο βάρους**. Βρίσκεται σε διαφορετικά μέρη σε διαφορετικά αντικείμενα και παρουσιάζεται εκτενέστερα στο πείραμα με τη σκούπα στο Μάθημα 2.

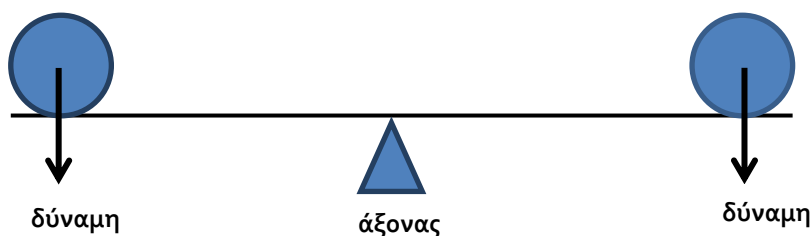
Για να είναι σταθερό το μόμπιλε, η συνισταμένη των ροπών των δυνάμεων που δρουν στο σώμα ως προς οποιοδήποτε σημείο πρέπει να είναι μηδέν.

### Ροπή Δύναμης

Αυτή η πρόκληση Εφαρμοσμένης Μηχανικής απαιτεί να εφαρμόσουν οι μαθητές τις γνώσεις τους σχετικά με τη ροπή δύναμης. Ροπή είναι η αιτία που κάνει τα σώματα να περιστρέφονται. Για να περιστραφεί ένα σώμα παίζουν ρόλο τόσο η δύναμη όσο και η απόσταση εφαρμογής της δύναμης από το σημείο περιστροφής. Οι μαθητές/μαθήτριες γνωρίζουν για παράδειγμα από την εμπειρία τους ότι ένα ελαφρύτερο παιδί μπορεί να ισορροπήσει ένα βαρύτερο σε μία τραμπάλα, εάν το πρώτο παιδί καθίσει πιο μακριά από τον άξονα περιστροφής από ό,τι κάθεται το βαρύτερο παιδί. Το βάρος κάθε ατόμου πάνω στην τραμπάλα ασκεί μία **ροπή** ως προς τον άξονα περιστροφής. Όταν η δύναμη του βάρους κάθε σώματος εκατέρωθεν του άξονα περιστροφής είναι η ίδια, τότε η συνολική ροπή ως προς τον άξονα είναι ίση με μηδέν, εάν τα

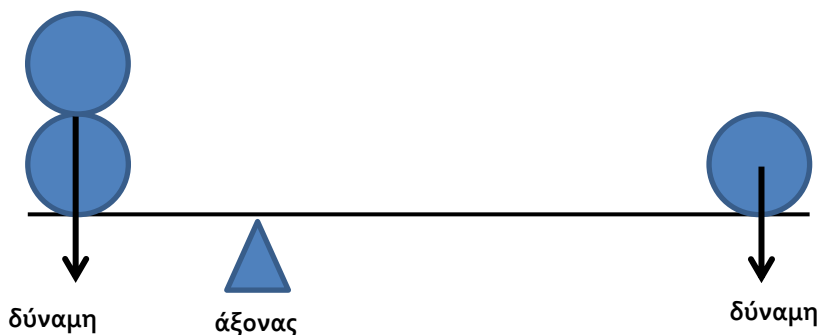
σώματα βρίσκονται στην ίδια απόσταση από τον άξονα περιστροφής κέντρο (Εικόνα 1). Εάν μπορούσαμε να δούμε τις ροπές, τότε θα παρατηρούσαμε ότι αυτές έχουν αντίθετη φορά. Στην αριστερή πλευρά η ροπή έχει φορά αντίθετη από τη φορά των δεικτών του ρολογιού και στη δεξιά πλευρά ίδια με τη φορά των δεικτών του ρολογιού. Για να βρίσκεται το σύστημα σε ισορροπία, αυτές οι δύο ροπές θα πρέπει να είναι ίσες και αντίθετες. Η δύναμη που ασκείται σε κάθε πλευρά δεν είναι απλά συνέπεια του βάρους. Η συνολική ροπή σε κάθε πλευρά είναι προϊόν της δύναμης του βάρους επί της απόστασης από τον άξονα (Εικόνα 2). Μεταβολή στο βάρος ή στην απόσταση σημαίνει μεταβολή της ισορροπίας. **Ροπή δυνάμεως ως προς το σημείο** είναι το διανυσματικό φυσικό μέγεθος που έχει μέτρο ίσο προς το γινόμενο της δύναμης επί την (κάθετη) απόσταση της δύναμης από το σημείο.

**Εικόνα 1.** Ίσες δυνάμεις ασκούνται γύρω από κεντρικό άξονα (το βάρος κάθε αντικειμένου και η απόσταση από το κέντρο είναι ίσα).



**Εικόνα 1.** Ίσες δυνάμεις ασκούνται γύρω από τον άξονα περιστροφής (το βάρος κάθε αντικειμένου και η απόσταση από το σημείο στρέψης είναι ίσα).

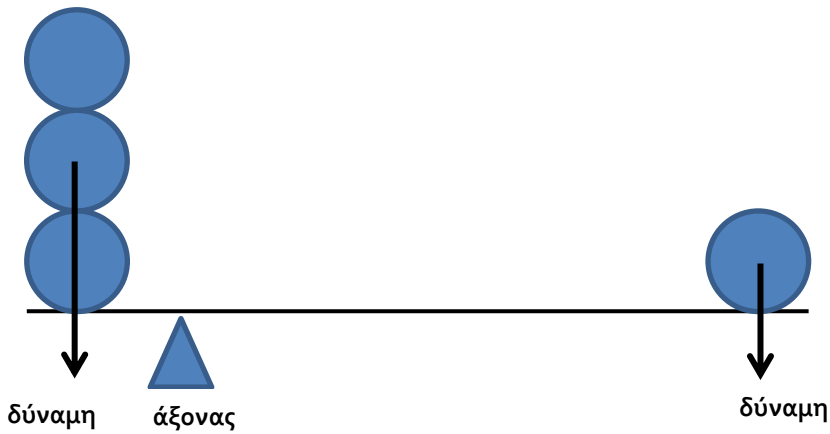
Η έννοια της ισορροπίας είναι δύσκολο να μεταφερθεί μερικές φορές από ένα πλαίσιο σε άλλο. Είναι σημαντικό να θυμόμαστε ότι νέα σημεία ισορροπίας μπορούν να επιτευχθούν, δεδομένου ότι η συνολική ροπή των δυνάμεων ως προς οποιοδήποτε σημείο του σώματος είναι μηδέν.



**Εικόνα 2.** Νέο σημείο ισορροπίας: Αυξάνοντας τη δύναμη του βάρους στην αριστερή πλευρά της τραμπάλας, θα πρέπει η απόσταση εφαρμογής της δύναμης του βάρους, στη δεξιά μεριά της τραμπάλας, από το σημείο στρέψης να αυξηθεί προκειμένου να ισορροπήσει η τραμπάλα.

Η αύξηση της δύναμης στη μία πλευρά της τραμπάλας απαιτεί αύξηση της ροπής στην άλλη πλευρά. Αυτό επιτυγχάνεται με την αύξηση της απόστασης της δύναμης του βάρους από τον άξονα στρέψης. Αυτό παρουσιάζεται στην Εικόνα 3, όπου έχει επιτευχθεί ένα νέο σημείο ισορροπίας. Φτιάχνοντας τα μόμπιλέ τους οι μαθητές μπορούν να εξερευνήσουν τη σχέση μεταξύ της δύναμης και της απόστασης. Ερευνώντας την θα καταλάβουν ποια είναι η επίδραση της ροπής των διαφορετικών δυνάμεων που πρέπει να ισορροπήσουν. Αυτή η ιδέα εκφράζεται με την συνθήκη ισορροπίας, η οποία δηλώνει ότι για κάθε σώμα σε κατάσταση ισορροπίας, η συνισταμένη των ροπών των δυνάμεων που δρουν στο σώμα ως προς οποιοδήποτε σημείο είναι μηδέν (όταν η δύναμη τείνει να περιστρέψει το σώμα προς την κατεύθυνση των δεικτών του ρολογιού, τότε η ροπή είναι θετική – το άθροισμα των ροπών ως προς το σημείο περιστροφής πρέπει να είναι μηδέν για να ισορροπεί η τραμπάλα των Σχ.1,2,3). Εξερευνώντας αυτή τη σχέση οι μαθητές

θα αρχίσουν να την καταλαβαίνουν και να κάνουν κατάλληλες ρυθμίσεις τοποθετώντας διαφορετικά βάρη σε διαφορετικά σημεία.



**Εικόνα 3.** Περαιτέρω αύξηση της δύναμης του βάρους στην αριστερή πλευρά της τραμπάλας απαιτεί αύξηση στην απόσταση εφαρμογής της δύναμης, στο δεξί μέρος της τραμπάλας, από το σημείο περιστροφής.

Για όλες τις κατασκευές στην εφαρμοσμένη μηχανική, είτε είναι μηχανήματα, είτε κτήρια, η συνολική ροπή ως προς οποιοδήποτε σημείο θα πρέπει να είναι μηδέν, προκειμένου η οποιαδήποτε δομή να μην καταρρεύσει. Ο γερανός για παράδειγμα, ανατρέπεται εάν δεν έχει αντίβαρο για να ισορροπήσει το βάρος που σηκώνει.

## Ιδέες μαθητών σχετικά με τις έννοιες της ισορροπίας και της δύναμης

Η σκέψη των παιδιών για τον φυσικό κόσμο προέρχεται από τις καθημερινές τους εμπειρίες. Ίσως να μην αντιπροσωπεύουν τις σύγχρονες επιστημονικές απόψεις, αλλά συνήθως περιέχουν λογική αιτιολόγηση βασισμένη στην παρατήρηση και στη διάδραση. Προσφέροντας στα παιδιά ευκαιρίες να αμφισβητήσουν την σκέψη τους μέσω της δραστηριότητας είναι πιο πιθανό να αλλάξουμε τις αντιλήψεις τους από το να τους αφηγούμαστε γεγονότα. Εντούτοις, αυτό αποτελεί ένα σημαντικό παιδαγωγικό καθήκον. Είναι εξαιρετικά απαιτητικό για τους μαθητές σε όλα τα επίπεδα και ηλικίες να καλλιεργήσουν νέες ιδέες σχετικά με ένα συγκεκριμένο φαινόμενο, ειδικά όταν αυτές έρχονται σε αντίθεση με την αιτιολόγηση κοινής λογικής. Παρόλο που μέσω της έρευνας αποκτούμε βαθιά γνώση επί των ιδεών, που είναι πιθανό οι μαθητές να έχουν επί συγκεκριμένων ιδεολογικών πεδίων της επιστήμης, συχνά οι μαθητές έχουν δυσκολία στην έκφραση της σκέψης τους και έτσι υπάρχει η ανάγκη για την επίδειξη προσοχής στην εξαγωγή συμπερασμάτων επί της αιτιολόγησής τους. Αυτό καταδεικνύει τη σημασία της προσφοράς ευκαιριών στα παιδιά για να συζητήσουν για τις σκέψεις τους.

### Το βάρος είναι δύναμη

Το **βάρος** στην επιστήμη αναφέρεται σε μία δύναμη (τη βαρυτική έλξη μεταξύ ενός αντικειμένου και της γης), η οποία μετρείται σε Νιούτον. Στην συζήτηση όμως, οι άνθρωποι χρησιμοποιώντας τη λέξη βάρος εννοούν στην πραγματικότητα τη μάζα.

Η **μάζα** είναι η μέτρηση του πόσο πολύ ύλη υπάρχει σε ένα αντικείμενο και μετρείται σε χιλιόγραμμα. Όταν οι αστροναύτες πήγαν στη Σελήνη, για παράδειγμα, η μάζα τους παρέμεινε η ίδια, καθώς η ποσότητα της ύλης μέσα τους ήταν η ίδια. Εντούτοις, το βάρος τους μειώθηκε. Αυτό συνέβη επειδή η βαρύτητα είναι ασθενέστερη στη Σελήνη και έτσι οι αστροναύτες θα είχαν νοιώσει μία μικρότερη δύναμη να τους έλκει προς την επιφάνεια της Σελήνης. Ως αποτέλεσμα, ήταν πιο εύκολο γι' αυτούς να περπατούν προς τα πάνω.

Η δυσκολία στην κατανόηση αυτής της έννοιας δεν πρέπει να υποτιμηθεί στην διδασκαλία και ίσως οι μαθητές να μην την κατανοήσουν πλήρως μέχρι πολύ αργότερα στην εκπαίδευσή τους. Ο δάσκαλος θα πρέπει να χρησιμοποιήσει την επαγγελματική του κρίση στο να αποφασίσει για την καταλληλότητα αυτής της διάκρισης για τους μαθητές με τους οποίους εργάζεται. Έχει αποδειχθεί, για παράδειγμα, ότι οι μαθητές αναφέρονται συχνά στη «βαρύτητα» ως τον λόγο για τον οποίο πέφτουν τα αντικείμενα που ταξιδεύουν στον αέρα, αλλά μπορεί να έχουν διαφορετικές ιδέες σχετικά με την ίδια τη βαρύτητα (1). Συχνά θεωρούν τη βαρύτητα ως μία δύναμη που «τραβάει κάτω» ή «έλκυσσα» δύναμη. Άλλοι ίσως νομίζουν ότι η βαρύτητα σπρώχνει τα πράγματα προς τα κάτω. Ίσως συνδέσουν τη βαρύτητα με τον αέρα και ίσως δεν συσχετίσουν τη βαρύτητα με το βάρος (το πόσο βαρύ είναι) ενός αντικειμένου. Ο οδηγός Nuffield Primary Science Teachers' Guide on Forces (1) παρέχει ένα ενδιαφέρον παράδειγμα ιδέας ενός μαθητή σχετικά με τις δυνάμεις που ασκούνται σε ένα ανεμόπτερο, που δείχνει μία εξελιγμένη ιδέα του πώς «Η κατακόρυφη έλξη της βαρύτητας (η οποία το εμποδίζει να ανέβει) αντισταθμίζεται από την ανιούσα ώθηση του αέρα κάτω από τα φτερά (η οποία το εμποδίζει να κατέβει)». Εντούτοις, ο μαθητής αναφέρει επίσης ότι «η ώθηση του φθίνει» δείχνοντας ότι αυτός/αυτή πιστεύει ότι η αρχική δύναμη που άρχισε την κίνηση στον αέρα τελειώνει (δηλ. η δύναμη *εξαντλείται* από την κίνηση του αντικειμένου και *όχι ασκείται* στο αντικείμενο). Αυτή η διαισθητική άποψη δεν είναι επιστημονικά ορθή.

Τα στάσιμα αντικείμενα και τα κινούμενα αντικείμενα παρουσιάζουν τις δικές τους δυσκολίες στην κατανόηση των δυνάμεων.

### Ισορροπία δυνάμεων: Στατικές δομές

Οι μαθητές συχνά πιστεύουν ότι δεν υπάρχουν δυνάμεις που να ασκούνται σε αντικείμενα που είναι σταθερά και δεν αναγνωρίζουν ότι οι δυνάμεις είναι απαραίτητες για τη διατήρηση του αντικειμένου σε σταθερή θέση. Η παροχή απτών εμπειριών των δυνάμεων που ασκούνται σε αντικείμενα που δεν κινούνται, βοηθά στο να προκαλέσει τη σκέψη τους. Η διερεύνηση της ισορροπίας σε ένα φάσμα

αντικειμένων και η μετατόπιση της δικής τους ισορροπίας για να νοιώσουν τις δυνάμεις βοηθάει από αυτή την άποψη, όπως η αίσθηση της δύναμης της άνωσης όταν πιέζουμε προς τα κάτω ένα μπαλόνι που επιπλέει σε μία δεξαμενή νερού. Η κεντρική ιδέα εδώ είναι ότι για να είναι σταθερό ένα αντικείμενο, δεν σημαίνει ότι δεν ασκείται καμία δύναμη πάνω του, αντίθετα, σημαίνει ότι οι δυνάμεις που ασκούνται σε αυτό βρίσκονται σε ισορροπία. Συνεπώς, οι δυνάμεις που ασκούνται σε ένα στάσιμο επί πλέον αντικείμενο είναι το βάρος του που το πιέζει προς τα κάτω στο νερό και η ώθηση προς τα πάνω που ασκείται από την δύναμη άνωσης. Αυτές είναι ίσες και σε ισορροπία. Αυτό μπορούμε να το δούμε άμεσα σε ένα παιχνίδι διελκυστίνδας, όπου παρότι κάθε πλευρά ασκεί μία δύναμη και έλκει, δεν υπάρχει κίνηση σε καμία κατεύθυνση, εάν οι δυνάμεις είναι ίσες και σε ισορροπία. Είναι επίσης δύσκολο να αναγνωρίσουν ότι οι δυνάμεις σε στατικές δομές μπορούν να μεταδοθούν μέσα στην ίδια τη δομή. Η αιτία γι' αυτό είναι ότι τη μετάδοση είναι δύσκολο να τη φανταστούμε σε κάτι που είναι στατικό. Και πάλι κατά περίπτωση, είναι σημαντικό να αφήσουμε τους μαθητές να αισθανθούν ή να δουν τις δυνάμεις να ασκούνται σε στατικές δομές. Η εξερεύνηση των δημιουργικών τρόπων για την στήριξη βαρών σε μοντέλα δομών (συμπεριλαμβανομένων ενδεικτικά των γεφυρών) είναι ένας χρήσιμος τρόπος για να το κάνουμε αυτό.

### **Ισορροπία δυνάμεων: κινούμενα αντικείμενα**

Η άσκηση μίας δύναμης για τη μετακίνηση σε ένα σταθερό αντικείμενο μπορεί να οδηγήσει τους μαθητές να σκεφτούν ότι αν ασκήσουν δύναμη σε ένα αντικείμενο για να το θέσουν σε κίνηση, αυτό θα συνεχίσει να κινείται μέχρι να εξασθενήσει η δύναμη που του ασκείται. Αν για παράδειγμα πετάξουν μία μπάλα στον αέρα, μπορούν να σκεφτούν ότι η δύναμη που έχουν δώσει στη μπάλα μένει μέσα της μέχρι να εξαντληθεί (δηλ. η δύναμη χρησιμοποιείται από την κίνηση του αντικειμένου παρά ασκείται στο αντικείμενο). Αυτό είναι κατεξοχήν λογικό και διαισθητικό, αλλά αντίθετο με την επιστημονική εξήγηση. Οι δυνάμεις δεν ανήκουν στα αντικείμενα· ασκούνται σε αυτά. Οι δυνάμεις που ασκούνται σε ένα αντικείμενο που κινείται σε μία ευθεία γραμμή και ούτε επιταχύνεται ούτε επιβραδύνεται βρίσκονται σε ισορροπία. Αυτό είναι δύσκολο να το κατανοήσουν, επειδή μερικές φορές είναι δύσκολο να αναγνωρίσουν ποιες δυνάμεις ασκούνται κατά την μετακίνηση ενός αντικειμένου και εάν το αντικείμενο ταξιδεύει ή όχι με την ίδια ταχύτητα, επιβραδύνεται ή επιταχύνεται. Όταν οι δυνάμεις που ασκούνται σε ένα κινούμενο αντικείμενο δεν βρίσκονται σε ισορροπία, το αντικείμενο είτε επιταχύνει, είτε επιβραδύνει είτε αλλάζει κατεύθυνση. Είναι βοηθητικό για τους μαθητές αν ο δάσκαλος μπορεί να αντλήσει από την εμπειρία της δικής τους ζωής να αναγνωρίσουν πότε συμβαίνει αυτό. Οι μαθητές γνωρίζουν, για παράδειγμα, ότι κατεβαίνοντας έναν απότομο λόφο με ένα ποδήλατο, πρέπει να χρησιμοποιήσουν τα φρένα τους για να ασκούν διαρκώς δύναμη τριβής και να επιβραδύνουν το ποδήλατο. Αυτή είναι σημαντική ιδέα· ότι για να επιβραδύνουν ένα κινούμενο αντικείμενο, πρέπει διαρκώς να ασκείται μία δύναμη (συνεχώς). Αυτό ισχύει και για ένα αντικείμενο που επιταχύνει· πρέπει διαρκώς να ασκείται μία δύναμη πάνω του. Στην ποδηλασία σε επίπεδη επιφάνεια, για παράδειγμα, πρέπει να ασκούν διαρκώς δύναμη στα πετάλια για να συνεχίζουν να επιταχύνουν. Για ένα αντικείμενο σε ελεύθερη πτώση, η δύναμη της βαρύτητας ασκείται πάνω του διαρκώς για να το επιταχύνει προς τη Γη. Αυτό σημαίνει ότι το αντικείμενο θα πήγαινε όλο και πιο γρήγορα μέχρι να αγγίξει το έδαφος. Αυτό δεν συμβαίνει επειδή μία άλλη δύναμη, η αντίσταση του αέρα, εξισορροπεί την επίδραση της βαρυτικής έλξης. Η έρευνα της διαδρομής ενός αλεξιπτωτιστή ελεύθερης πτώσης το εξηγεί αυτό.

Η ενότητα προσφέρει στους μαθητές ευρύ φάσμα εμπειριών για τη διερεύνηση κάποιων από τις ιδέες τους για τις δυνάμεις σε ένα διαφορετικό πλαίσιο. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως μία ευκαιρία για να επεκτείνουν όσα γνωρίζουν ως προς το πώς οι μηχανικοί χρησιμοποιούν τις γνώσεις τους για τις δυνάμεις στον σχεδιασμό και την κατασκευή απλών μηχανών για την εκτέλεση συγκεκριμένων εργασιών. Αναλαμβάνοντας αυτή την πρόκληση, οι μαθητές μπορούν να επεκτείνουν τη γνώση τους σχετικά με τους διαφορετικούς τρόπους με τους οποίους οι δυνάμεις μπορούν να μεταδοθούν, πώς οι απλές μηχανές μπορούν να μετατρέψουν την κίνηση για συγκεκριμένους σκοπούς και πώς οι μηχανισμοί μπορούν να επιταχύνουν ή να επιβραδύνουν την κίνηση. Στις περισσότερες περιπτώσεις, φτιάχνοντας τα μοντέλα τους, οι μαθητές θα έχουν απτές και οπτικές εμπειρίες για το πού ασκούνται οι δυνάμεις.

## References

(1) Nuffield Primary Science Teachers' Guide: Forces and Movement. Ages 7-12. (1995) HarperCollins Publishers: London.



## Γλωσσάρι των όρων που χρησιμοποιούνται σε αυτή την ενότητα

**Μηχανική Ισορροπία** – Ένα σύστημα βρίσκεται σε μηχανική ισορροπία όταν το άθροισμα των δυνάμεων και ροπών, σε κάθε σωματίδιο που αποτελεί το σύστημα, είναι μηδέν.

**Κέντρο βάρους** – Είναι το σημείο ενός σώματος στο οποίο θεωρείται ότι ασκείται η δύναμη του βάρους.

**Μηχανικός** – Ένα άτομο που χρησιμοποιεί τη δημιουργικότητά του/της και τις γνώσεις των υλικών, των εργαλείων, των μαθηματικών και των φυσικών επιστημών για τον σχεδιασμό αντικειμένων που μπορούν να επιλύσουν προβλήματα ή να διευκολύνουν τη ζωή.

**Διαδικασία Σχεδιασμού της Εφαρμοσμένης Μηχανικής** – Ο κύκλος σχεδιασμού αποτελείται από πέντε στάδια που χρησιμοποιούνται από τους μηχανικούς για την επίλυση ενός προβλήματος: «Ρώτηση», «Φαντάσου», «Σχεδίασε», «Δημιούργησε» και «Βελτίωσε».

**Μηχανικός σχεδιασμός** – Η επιστήμη της Εφαρμοσμένης Μηχανικής που ασχολείται με τον σχεδιασμό και τη δημιουργία μηχανών.

**Ευστάθεια** – Η ικανότητα μίας δομής ή ενός συστήματος να διατηρήσει την κατάστασή του, όταν ασκούνται δυνάμεις πάνω του, ή να επιστρέψει σε αυτή την κατάσταση χωρίς να υποστεί μεγάλες ταλαντώσεις.

## Συνεργάτες

Bloomfield Science Museum Jerusalem  
 National Museum of Science and Technology "Leonardo da Vinci"  
 Science Centre NEMO  
 Teknikens hus  
 Techmania Science Center  
 Experimentarium  
 The Eugenides Foundation  
 Condervatoire National des Arts et Métiers- musée des arts et métier  
 Science Oxford  
 Deutsches Museum Bonn  
 Boston's Museum of Science

Netiv Zvulun – School  
 Istituto Comprensivo Copernico  
 Daltonschool Neptunus  
 Gränsskolan School  
 The 21st Elementary School  
 Maglegårdsskolen  
 The Moraitis school  
 EE. PU. CHAPTAL  
 Pegasus Primary School  
 KGS Donatusschule

ECSITE – European Network of Science Centres and Museums  
 ICASE – International Council of Associations for Science Education  
 ARTTIC  
 Manchester Metropolitan University  
 University of the West of England

Υπάρχουν 10 ενότητες διαθέσιμες σε αυτές τις γλώσσες:



Αυτές οι ενότητες είναι διαθέσιμες στο [www.engineer-project.eu](http://www.engineer-project.eu) έως το 2015 και στο [www.scientix.eu](http://www.scientix.eu)



MUSEO NAZIONALE DELLA SCIENZA E DELLA TECNOLOGIA LEONARDO DA VINCI



Teknikens Hus



Experimentarium®  
 Centre for Science and Technology Communication



NETIV ZVULUN



Daltonschool NEPTUNUS



MAGLEGÅRDSSKOLEN  
 Genfofte Kommunes skolevesen

musée des arts et métiers  
 le cnam

ΣΧΟΛΗ ΜΩΡΑΪΤΗ



Deutsches Museum  
 BONN



Museum of Science.



ecsite  
 EUROPEAN NETWORK  
 SCIENCE CENTRES & MUSEUMS

ICASE

ARTTIC



Manchester Metropolitan University



University of the West of England



UWE BRISTOL