

# STEM

FOR  
YOUTH

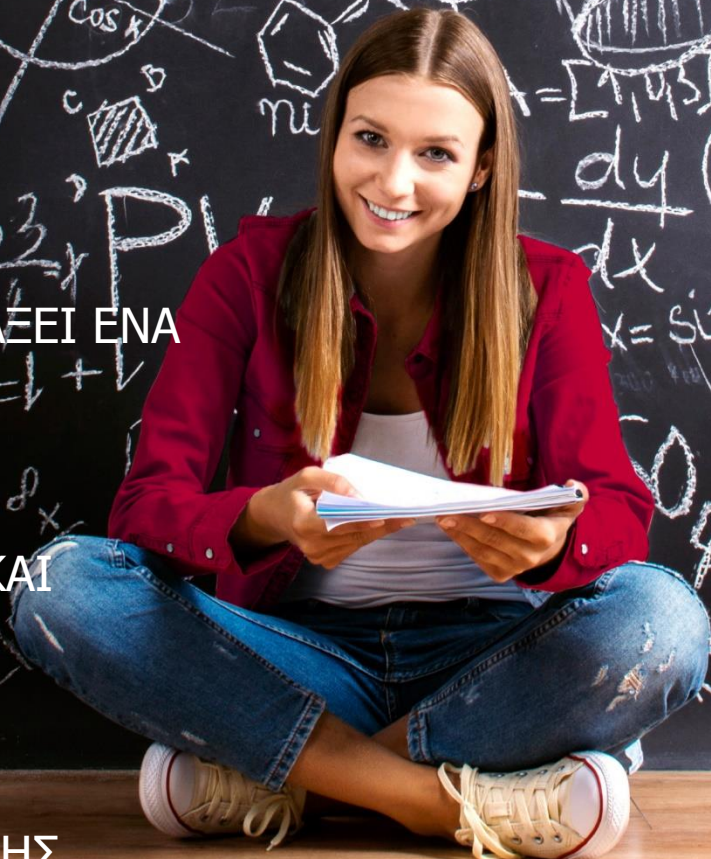
ENJOY. SCIENCE TECHNOLOGY ENGINEERING MATHEMATICS.

## ΥΔΡΟΠΥΡΑΥΛΟΙ

ΠΟΣΟ ΨΗΛΑ ΜΠΟΡΕΙ ΝΑ ΠΕΤΑΞΕΙ ΕΝΑ  
ΜΟΝΤΕΛΟ ΥΔΡΟΠΥΡΑΥΛΟΥ;

ΑΕΡΟΝΑΥΠΗΓΙΚΗ ΜΗΧΑΝΙΚΗ ΚΑΙ  
ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΑ

ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΗ ΜΗΧΑΝΙΚΗ  
ΓΙΑ ΜΑΘΗΤΕΣ/ΤΡΙΕΣ  
ΔΕΥΤΕΡΟΒΑΘΜΙΑΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ



## ΕΡΓΟ

ΑΚΡΩΝΥΜΙΟ ΕΡΓΟΥ	STEM4YOU(th)
ΤΙΤΛΟΣ ΕΡΓΟΥ	Προώθηση της εκπαίδευσης STEM μέσω επιστημονικών προκλήσεων και η επίδραση τους στην καθημερινή ζωή και εργασία
ΣΥΜΦΩΝΙΑ ΕΠΙΧΟΡΗΓΗΣΗΣ	710577
ΕΝΑΡΞΗ	1 Μαΐου 2016
ΛΕΞΟΝΑΣ	ΕΠΙΣΤΗΜΗ ΣΤΗΝ ΚΟΙΝΩΝΑ ΜΑΖΙ ΜΕ ΤΗΝ ΚΟΙΝΩΝΙΑ (SWAFS)

## ΠΑΡΑΔΟΤΕΟ

ΑΡΙΘΜΟΣ ΠΑΚΕΤΟΥ ΕΡΓΑΣΙΑΣ ΚΑΙ ΤΙΤΛΟΣ	WP5 - ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟΥ, ΕΡΓΑΛΕΙΑ ΚΑΙ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑΣ ΜΑΘΗΣΗΣ
ΑΡΙΘΜΟΣ ΠΑΡΑΔΟΤΕΟΥ ΚΑΙ ΤΙΤΛΟΣ	<b>D5.1 ΔΙΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΗ ΣΕΙΡΑ ΜΑΘΗΜΑΤΩΝ ΥΠΟ-ΣΕΙΡΑ ΜΑΘΗΜΑΤΩΝ ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΗΣ ΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΤΕΛΙΚΗ</b>
ΕΚΔΟΣΗ	
ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ	<b>ΙΟΥΛΙΟΣ 2018</b>
ΣΥΓΓΡΑΦΕΙΣ	<b>ΙΔΡΥΜΑ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ</b>



## ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	4
Δραστηριότητα 0-Τι είναι η εφαρμοσμένη μηχανική; .....	5
Δραστηριότητα 1-Προσδιορισμός του προβλήματος (ποιο είναι το πρόβλημα εφαρμοσμένης μηχανικής;) .....	14
Δραστηριότητα 2 – Διαίρεση σε υπο-προβλήματα .....	16
Δραστηριότητα 3- Διερεύνηση της επιστήμης.....	17
Δραστηριότητα 4 – Επίλυση των υπο-προβλημάτων .....	23
Δραστηριότητα 5 – Συνδυασμός υπο-λύσεων, δοκιμή και βελτίωση .....	26
Δραστηριότητα 6 – Παρουσίαση της Τελικής Λύσης.....	27
Κατάλογος Υλικών .....	39
Επιστημονικές πληροφορίες –Γλωσσάρι (για μαθητές) .....	41
Η Επιστημονική Σταδιοδρομία και το Μέλλον Σας .....	51
Για Δράσεις (συμβουλές για την οργάνωση και την υλοποίηση της πρόκλησης σε εξωτερικούς χώρους) .....	52
Βιβλιογραφία.....	54



## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Αυτή η πρόκληση εισάγει τους μαθητές στον τομέα της αεροναυπηγικής μηχανικής και της μηχανολογίας μέσω δραστηριοτήτων που βασίζονται στους νόμους κίνησης του Νεύτωνα. Καθώς οι μαθητές εφαρμόζουν τη Διαδικασία σχεδιασμού της Εφαρμοσμένης Μηχανικής για τον σχεδιασμό ενός υδροπυραύλου, θα προσδιορίσουν το πρόβλημα, θα προτείνουν ιδέες, θα σχεδιάσουν, θα συνδυάσουν λύσεις, θα δοκιμάσουν και θα βελτιώσουν τους δικούς τους υδροπυραύλους.

Η κατασκευή υδροπυραύλων είναι μία δραστηριότητα με ευρύ φάσμα εφαρμογών. Η πρόκληση αυτή μπορεί υλοποιηθεί σε σχολεία, μουσεία επιστημών και σε εργαστήρια στο πλαίσιο φεστιβάλ επιστημών. Ο πρωταρχικός στόχος αυτής της δραστηριότητας είναι να προσελκύσει το ενδιαφέρον των μαθητών για την επιστήμη και την εφαρμοσμένη μηχανική.

Γενικά, οι υδροπύραυλοι μπορούν να κεντρίσουν την περιέργεια των ανθρώπων κάνοντας πιο ελκυστική τη διαδικασία για τις φυσικές επιστήμες.

### Επισκόπηση της πρόκλησης:

<u>Ηλικία συμμετεχόντων:</u> 13-18	<u>Αριθμός συμμετεχόντων:</u> Ομάδες (3-4 μαθητές)	<u>Διάρκεια ενότητας:</u> Κατά προσ. 1,5 ώρα έως 4 ώρες
<u>Επίπεδο γνώσεων:</u> μέσο, ανώτερο	<u>Αριθ. και ειδικότητα προσωπικού:</u> εκπαιδευτικός / εξωτερικός επιστημονικός εμπειρογνώμονας/προσωπικό μουσείου/κέντρου επιστημών/μαθητές	<u>Χώρος διεξαγωγής:</u> Σχολική τάξη/ εξωτερικοί χώροι/ κέντρο/μουσείο /κέντρο επιστημών
<u>Τεχνολογικές ανάγκες:</u> ίντερνετ / υπολογιστής / τάμπλετ /	<u>Επιστημονικές αρχές/έννοιες που θα εξεταστούν (σύμφωνα με τα επίσημα ευρωπαϊκά προγράμματα σπουδών):</u> Πρώτος Νόμος του Νεύτωνα, Αδράνεια, Δεύτερος Νόμος του Νεύτωνα: $F=m \cdot a$ , Επιτάχυνση, Τρίτος Νόμος του Νεύτωνα: Δράση-Αντίδραση, Βαρύτητα, Αεροδυναμική, Σταθερότητα Κέντρο μάζας, Κέντρο πίεσης, Τριβή-Οπισθέλκουσα, Πίεση: Το νερό είναι ιδιαίτερα ασυμπίεστο, πρόωση Πυραύλου, Αντίσταση, Ελεύθερη Πτώση, Τελική Ταχύτητα, Επιτάχυνση της Βαρύτητας,	<u>Εκτιμώμενο κόστος:</u> Χαμηλό (200 € ανά 5 ομάδες) Όλα τα υλικά είναι επαναχρησιμοποιήσιμα.
<u>Μεθοδολογική προσέγγιση:</u> Διαδικασία Σχεδιασμού της Εφαρμοσμένης Μηχανικής (EDP) Διερευνητική Μάθηση (IBSE)	<u>Τομέας</u> <u>Μηχανικής:</u> αεροναυπηγική μηχανική και μηχανολογία	<u>Τύπος δραστηριότητας:</u> Βιωματική δραστηριότητα

### Γενικοί Στόχοι: Σε αυτήν την πρόκληση οι μαθητές θα

- κατανοήσουν τον βασικό ρόλο των υλικών και των ιδιοτήτων τους στην επίλυση ενός προβλήματος εφαρμοσμένης μηχανικής.
- ενδιαφερθούν για φαινόμενα της καθημερινή ζωής.
- αναπτύξουν την ικανότητα πρόβλεψης και επαλήθευσης αποτελεσμάτων.
- διερευνήσουν τις λειτουργίες του νερού και του αέρα στην πρόωση του υδροπυραύλου προς τον ουρανό.
- αντιληφθούν την εφαρμογή των νόμων της κίνησης του Νεύτωνα στην Πυραυλική Επιστήμη.
- κατανοήσουν την εφαρμογή των νόμων της κίνησης του Νεύτωνα σε προβλήματα της πραγματικής ζωή.
- καταλάβουν τη διαφορά μεταξύ φυσικών και τεχνητών αντικειμένων.
- αντιληφθούν ότι οι στόχοι επιτυγχάνονται με συνεργασία μεταξύ επιστημόνων και μηχανικών .
- βιώσουν τη σημασία της ομαδικής εργασίας καθώς επίσης και της ατομικής ευθύνης ως μέλη της ομάδας.
- βιώσουν την ικανοποίηση της επιτυχίας.
- ανακαλύψουν και θα βιώσουν τη σχέση μεταξύ θεωρίας και πράξης.
- αναπτύξουν ερευνητικό πνεύμα.
- αναπτύξουν την ικανότητα επιτέλεσης έργου από την αρχή έως το τέλος.
- αναπτύξουν ικανότητες σχεδίασης.
- αναπτύξουν την ικανότητα υλοποίησης των σχεδίων.
- αποκτήσουν τεχνικές δεξιότητες επί της ορθής και ασφαλούς χρήσης εργαλείων.
- εξοικειωθούν με τη διαδικασία της εύρεσης των μέσων για την αντιμετώπιση δυσκολιών και προβλημάτων.
- αναπτύξουν την ικανότητα διεξαγωγής πειραμάτων και ερμηνείας αποτελεσμάτων.

### **Δραστηριότητα 0-Τι είναι η εφαρμοσμένη μηχανική;**

Διάρκεια: 40 λεπτά (μέγιστη)

Στόχοι: Σε αυτήν τη δραστηριότητα οι μαθητές θα

- ανακαλύψουν τις διαφορές μεταξύ της εφαρμοσμένης μηχανικής και της τεχνολογίας.
- συσχετίσουν έννοιες, δραστηριότητες και άλλους όρους με την εφαρμοσμένη μηχανική και την τεχνολογία.
- εξοικειωθούν με διάφορους τομείς της Εφαρμοσμένης Μηχανικής .

- εφαρμόσουν τη Διαδικασία Σχεδιασμού της Εφαρμοσμένης Μηχανικής, ώστε να σχεδιάσουν και να κατασκευάσουν ένα χάρτινο τραπέζι.

### Γενικό Πλαίσιο

Αυτή η πρώτη δραστηριότητα έχει ως στόχο, πρώτον, να ενθαρρύνει τους μαθητές να σκεφτούν σχετικά με το τι είναι η εφαρμοσμένη μηχανική και η τεχνολογία και, δεύτερον, την αμφισβήτηση των εσφαλμένων αντιλήψεων που ίσως έχουν σχετικά με τον τομέα της εφαρμοσμένης μηχανικής ή το έργο ενός μηχανικού. Επίσης, στοχεύει στην αποσαφήνιση των εννοιών της εφαρμοσμένης μηχανικής και της τεχνολογίας. Έτσι, θα καταστεί κατανοητό ότι τα τεχνητά αντικείμενα σχεδιάζονται για έναν σκοπό και ότι η τεχνολογία, υπό ιδιαίτερα ευρεία έννοια, αναφέρεται σε οποιοδήποτε αντικείμενο, σύστημα ή διαδικασία που έχει σχεδιαστεί, κατασκευαστεί, τροποποιηθεί, για να επιλύσει ένα πρόβλημα ή να ικανοποιήσει μία συγκεκριμένη ανάγκη. Τέλος, σε αυτήν την πρώτη δραστηριότητα, οι μαθητές εξοικειώνονται με τη διαδικασία που ακολουθούν οι μηχανικοί, ώστε να βρουν λύσεις στα προβλήματα που αντιμετωπίζουν. Χωρισμένοι σε ομάδες, προσπαθούν επιλύσουν ένα απλό πρόβλημα ακολουθώντας την ίδια διαδικασία που ακολουθούν οι μηχανικοί.

### ❖ **Εργασία σε ομάδες**

Ο εκπαιδευτικός χωρίζει τους μαθητές σε ομάδες 3-4 ατόμων, κατά προτίμηση μικτές ως προς το φύλλο και τις δεξιότητες (οι ομάδες θα πρέπει να παραμείνουν ίδιες καθ' όλη τη διάρκεια της πρόκλησης). Η κάθε ομάδα καλείται να συζητήσει και να ερμηνεύσει τις έννοιες της εφαρμοσμένης μηχανικής και της τεχνολογίας και να προσπαθήσει να συσχετίσει πράγματα, δραστηριότητες και άλλους όρους με αυτές τις έννοιες. Έπειτα, οι μαθητές απαντούν στις ακόλουθες ερωτήσεις και καταγράφουν τις απαντήσεις τους:

- i) Τι είναι η εφαρμοσμένη μηχανική;
- ii) Ποιο είναι το έργο ενός μηχανικού;
- iii) Μπορείτε να δώσετε κάποια καθημερινά παραδείγματα εφαρμοσμένης μηχανικής και τεχνολογίας;
- iv) Ποια είναι η διαφορά μεταξύ εφαρμοσμένης μηχανικής και τεχνολογίας;

Στην συνέχεια, ο εκπαιδευτικός συγκεντρώνει τις απαντήσεις της κάθε ομάδας στον πίνακα και συζητά μαζί τους για την εφαρμοσμένη μηχανική και την τεχνολογία. Παρουσιάζει τα βήματα της Διαδικασίας Σχεδιασμού της Εφαρμοσμένης Μηχανικής (EDP) και ανταλλάσσει απόψεις με τους μαθητές γύρω από τα επιμέρους βήματα. Τέλος, ο εκπαιδευτικός αναθέτει στις ομάδες των μαθητών να κατασκευάσουν ένα τραπέζι φορητού υπολογιστή από χαρτί, εφαρμόζοντας τη Διαδικασία Σχεδιασμού της Εφαρμοσμένης Μηχανικής (EDP).

### Τι είναι η εφαρμοσμένη μηχανική;

Η λέξη εφαρμοσμένη μηχανική (engineering) είναι Λατινικής προέλευσης· προέρχεται από το “ingeniere,” το οποίο σημαίνει «σχεδιάζω ή επινοώ».

Η εφαρμοσμένη μηχανική είναι η εφαρμογή της επιστημονικής γνώσης (φυσικές επιστήμες, μαθηματικά, οικονομικές και κοινωνικές επιστήμες), της πρακτικής γνώσης και των εμπειρικών στοιχείων με σκοπό την επίλυση καθημερινών προβλημάτων. Πιο συγκεκριμένα, ο σκοπός της εφαρμοσμένης μηχανικής είναι η επινόηση, η καινοτομία, ο σχεδιασμός, η κατασκευή, η έρευνα και η βελτίωση δομών, μηχανών, εργαλείων, συστημάτων, εξαρτημάτων, υλικών, διαδικασιών και οργανώσεων υπό ειδικούς περιορισμούς. Ο τομέας της εφαρμοσμένης μηχανικής είναι πολύ ευρύς και περιλαμβάνει ένα μεγάλο φάσμα πιο εξειδικευμένων πεδίων [4], [7] όπως:

- Αεροδιαστημική & Αεροναυτική Μηχανική
- Γεωργική Μηχανική
- Αρχιτεκτονική Μηχανική
- Βιοχημική Μηχανική
- Βιολογική Μηχανική
- Βιοϊατρική Μηχανική
- Χημική Μηχανική
- Επιστήμη Πολιτικού Μηχανικού
- Μηχανική Ηλεκτρονικών Υπολογιστών
- Ηλεκτρολογία
- Μηχανική Περιβάλλοντος
- Μηχανική Γεωεπιστημών
- Βιομηχανική Μηχανική
- Ναυτική Μηχανολογία
- Μηχανική Υλικών
- Μηχανολογία
- Μηχανική Μεταλλουργίας
- Θαλάσσια Μηχανική
- Μηχανική Πετρελαίου

### Ποιο είναι το έργο ενός μηχανικού;

Οι μηχανικοί εντοπίζουν ένα πρόβλημα και βρίσκουν μία λύση – συχνά δημιουργώντας ένα τελείως νέο προϊόν.

*«Οι επιστήμονες ερευνούν αυτό που ήδη υπάρχει· οι μηχανικοί δημιουργούν αυτό που δεν υπήρξε ποτέ» . (Albert Einstein)*

Οι πιο διάσημοι τομείς της εφαρμοσμένης μηχανικής, αναλυτικότερα [4], [7], είναι οι ακόλουθοι:

- **Αεροδιαστημική μηχανική:** ο τομέας της εφαρμοσμένης μηχανικής που ασχολείται με την ανάπτυξη αεροσκαφών και διαστημικών σκαφών. Οι

αεροναυπηγοί σχεδιάζουν, αναπτύσσουν, δοκιμάζουν, και επιβλέπουν την κατασκευή συστημάτων αεροδιαστημικών οχημάτων. Τέτοια συστήματα είναι αεροσκάφη, ελικόπτερα, διαστημικά οχήματα και συστήματα εκτόξευσης.

- **Αρχιτεκτονική Μηχανική:** ο τομέας της εφαρμοσμένης μηχανικής που χρησιμοποιεί τις αρχές της εφαρμοσμένης μηχανικής στην κατασκευή, στη μελέτη και στον σχεδιασμό κτιρίων και άλλων δομών. Οι αρχιτέκτονες μηχανικοί εργάζονται σε διάφορους τομείς, όπως η κατασκευαστική αρτιότητα κτιρίων, ο σχεδιασμός και η ανάλυση του φωτισμού, της θέρμανσης και του αερισμού των κτιρίων, θέματα εξοικονόμησης ενέργειας κτλ.
- **Βιολογική μηχανική (βιο-μηχανική):** ο τομέας που εφαρμόζει έννοιες και μεθόδους της βιολογίας, της φυσικής, της χημείας, των μαθηματικών και της πληροφορικής για την επίλυση προβλημάτων που σχετίζονται με τις βιοεπιστήμες. Οι βιοτεχνολόγοι επιλύουν προβλήματα στη βιολογία και στην ιατρική, εφαρμόζοντας τις αρχές των φυσικών επιστημών και της εφαρμοσμένης μηχανικής, ενώ εφαρμόζουν αρχές της βιολογίας για τη δημιουργία συσκευών, όπως διαγνωστικός εξοπλισμός, βιοσυμβατά υλικά, ιατρικές συσκευές κτλ. Γενικά, οι βιοτεχνολόγοι προσπαθούν να αντιγράψουν τα βιολογικά συστήματα, για να δημιουργήσουν προϊόντα ή να τροποποιήσουν και να ελέγξουν τα βιολογικά συστήματα.
- **Χημική μηχανική:** ο τομέας της εφαρμοσμένης μηχανικής που εφαρμόζει φυσική, χημεία, μικροβιολογία και βιοχημεία μαζί με εφαρμοσμένα μαθηματικά και οικονομία, ώστε να μεταμορφώσει, να μεταφέρει και να χρησιμοποιήσει χημικά, υλικά και ενέργεια. Παραδοσιακά, η χημική μηχανική συνδέθηκε με την καύση καυσίμου και τα ενεργειακά συστήματα, αλλά σήμερα οι χημικοί μηχανικοί εργάζονται στην ιατρική, στη βιοτεχνολογία, στη μικροηλεκτρονική, στα υλικά προηγμένης τεχνολογίας, στην ενέργεια και στη ναυτοτεχνολογία.
- **Επιστήμη πολιτικού μηχανικού:** ο τομέας της εφαρμοσμένης μηχανικής που ασχολείται με τον σχεδιασμό, την κατασκευή και τη συντήρηση κατασκευών, όπως δρόμοι, γέφυρες, φράγματα, κτίρια και σήραγγες. Η επιστήμη του πολιτικού μηχανικού είναι πιθανότατα η παλαιότερη επιστήμη εφαρμοσμένης μηχανικής που ασχολείται με το δομημένο περιβάλλον. Οι πολιτικοί μηχανικοί χρησιμοποιούν τις γνώσεις τους στη φυσική και τα μαθηματικά για την επίλυση προβλημάτων της κοινωνίας.
- **Μηχανική ηλεκτρονικών υπολογιστών:** η επιστήμη που ενσωματώνει ηλεκτρολογία, ηλεκτρονική μηχανική και πληροφορική. Αναπτύσσει συστήματα υλισμικού (hardware), λογισμικού (software), συστήματα ηλεκτρονικών υπολογιστών και άλλες τεχνολογικές συσκευές. Οι μηχανικοί ηλεκτρονικών υπολογιστών ενσωματώνουν υπολογιστές σε άλλα μηχανήματα και συστήματα, δημιουργούν δίκτυα για μεταφορά δεδομένων και αναπτύσσουν τρόπους για να κάνουν τους υπολογιστές πιο γρήγορους και μικρότερους σε μέγεθος. Επιπλέον, οι μηχανικοί ηλεκτρονικών υπολογιστών εξειδικεύονται σε διάφορους τομείς, όπως ο σχεδιασμός λογισμικού και ο προγραμματισμός, και εκπαιδεύονται στον



σχεδιασμό λογισμικού και στην εκτέλεση και ενσωμάτωση του λογισμικού αυτού με δομικά στοιχεία υλισμικού.

- **Ηλεκτρολογία:** ο τομέας της εφαρμοσμένης μηχανικής που ασχολείται με την μελέτη και την εφαρμογή του ηλεκτρισμού, της ηλεκτρονικής και του ηλεκτρομαγνητισμού. Οι ηλεκτρολόγοι μηχανικοί επινοούν, σχεδιάζουν και αναπτύσσουν κυκλώματα, συσκευές, αλγορίθμους, συστήματα και εξαρτήματα που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την ανίχνευση, την ανάλυση και την επικοινωνία δεδομένων. Οι ηλεκτρολόγοι μηχανικοί εργάζονται σε διάφορα έργα, όπως οι υπολογιστές, τα ρομπότ, τα κινητά τηλέφωνα, τα ραντάρ, τα συστήματα πλοήγησης και όλα τα άλλα είδη ηλεκτρικών συστημάτων.
- **Μηχανική υλικών:** ο τομέας που περιλαμβάνει την ανακάλυψη και τον σχεδιασμό νέων υλικών. Η μηχανική υλικών ενσωματώνει φυσική, χημεία, μαθηματικά και εφαρμοσμένη μηχανική. Οι μηχανικοί υλικών αναπτύσσουν, επεξεργάζονται και ελέγχουν υλικά για να δημιουργήσουν ένα ευρύ φάσμα προϊόντων, όπως ολοκληρωμένα κυκλώματα (chip) ηλεκτρονικών υπολογιστών, ιατρικές συσκευές, εξαρτήματα αεροσκαφών κτλ. Οι μηχανικοί υλικών ασχολούνται με τη δομή και τις ιδιότητες υλικών που χρησιμοποιούνται στη σύγχρονη τεχνολογία. Έτσι, μελετούν τις ιδιότητες και τις δομές μετάλλων, κεραμικών, πλαστικών, νανοϋλικών και άλλων υλικών, για να δημιουργήσουν νέα που πληρούν συγκεκριμένες μηχανικές, ηλεκτρικές ή χημικές ανάγκες.
- **Μηχανολογία:** η επιστήμη της εφαρμοσμένης μηχανικής η οποία χρησιμοποιεί τις αρχές της εφαρμοσμένης μηχανικής, της φυσικής και των μαθηματικών για τον σχεδιασμό, την ανάλυση, την κατασκευή και τη συντήρηση μηχανικών συστημάτων. Οι μηχανολόγοι μηχανικοί δημιουργούν μηχανές που χρησιμοποιούνται στην κατασκευή μηχανικών εξαρτημάτων ηλεκτρονικών διατάξεων, μηχανές και εξοπλισμό παραγωγής ενέργειας, οχήματα και τα εξαρτήματά τους, τεχνητά μέρη για το ανθρώπινο σώμα, και πολλά άλλα προϊόντα.
- **Θαλάσσια (Ναυτική) μηχανική:** ο κλάδος της εφαρμοσμένης μηχανικής που ασχολείται με τον σχεδιασμό και τις λειτουργίες τεχνητών συστημάτων στον ωκεανό και άλλα θαλάσσια περιβάλλοντα. Η θαλάσσια μηχανική περιλαμβάνει τη μηχανική σκαφών, πλοίων, εξεδρών άντλησης πετρελαίου κ.α.. Οι εν λόγω μηχανικοί εφαρμόζουν τη μηχανική (μηχανολογία, ηλεκτρολογία, ηλεκτρονική μηχανική) και επιστημονική τους γνώση, ώστε να σχεδιάσουν και να αναπτύξουν συστήματα και κατασκευές σε θαλάσσια περιβάλλοντα. Ένας ιδανικός θαλάσσιος μηχανικός πρέπει να επιτύχει έναν κατάλληλο συνδυασμό μεταξύ του θαλάσσιου οικοσυστήματος και των τεχνικών έργων.
- **Ρομποτική:** ο διεπιστημονικός κλάδος της εφαρμοσμένης μηχανικής και της επιστήμης που ασχολείται με τον σχεδιασμό, την κατασκευή, τον προγραμματισμό, τον έλεγχο, τη λειτουργία και τη χρήση ρομπότ. Τα ρομπότ χρησιμοποιούνται σε ένα ευρύ φάσμα εφαρμογών οι οποίες συμπεριλαμβάνουν βιομηχανικά, στρατιωτικά, αγροτικά, ιατρικά ρομπότ κτλ.

- Βιομηχανικά ρομπότ – αναλαμβάνουν εργασία που είναι δύσκολη και επικίνδυνη για τον άνθρωπο (π.χ. συγκολλήσεις, τρόχισμα, αμμοβολή, στίλβωση και λείανση, παλετοποίηση κτλ). Συνήθως, τα ρομπότ αυτά είναι αρθρωτοί βραχίονες, ειδικά φτιαγμένοι για εφαρμογές όπως ο χειρισμός υλικών, η βαφή, η συγκόλληση κ.α.
- Ιατρικά ρομπότ – ρομπότ που χρησιμοποιούνται σε ιατρικά και φαρμακευτικά ιδρύματα, όπως χειρουργικά ρομπότ, ρομπότ αποκατάστασης και βιορομπότ.
- Οικιακά ρομπότ ή ρομπότ οικιακής χρήσης – Αυτοί οι τύποι ρομπότ χρησιμοποιούνται στο σπίτι και αποτελούνται από ρομποτικές συσκευές καθαρισμού πισίνας ή ρομποτικές ηλεκτρικές σκούπες.
- Στρατιωτικά ρομπότ– Αυτοί οι τύποι ρομπότ χρησιμοποιούνται για επιθετικούς ή αμυντικούς σκοπούς και περιλαμβάνουν ρομπότ ανίχνευσης εκρηκτικών μηχανισμών, αντιπυραυλικές ομπρέλες, κατασκοπευτικά ρομπότ, μη επανδρωμένα αεροσκάφη βομβιστικών επιθέσεων κτλ.
- Διαστημικά ρομπότ – Ρομποτικές συσκευές που χρησιμοποιούνται για να βοηθήσουν, να ενισχύσουν ή να αντικαταστήσουν αστροναύτες που κάνουν δύσκολες ή μηχανικές εργασίες, όπως εξερεύνηση ή επισκευές σε επικίνδυνα περιβάλλοντα (π.χ. ρομποτικούς βραχίονες διαστημικού σταθμού, διαστημικά ρόβερ πλανήτη Άρη Spirit και Opportunity).
- Ρομπότ βαθιάς θάλασσας – Τα ρομπότ που έχουν μακροχρόνια παρουσία στην βαθιά θάλασσα και μεταφέρουν εξοπλισμό για τη μέτρηση διαφόρων παραμέτρων που ενδιαφέρουν τους επιστήμονες (π.χ. Βενθικά Ρόβερ).

#### ➤ Εσφαλμένες Αντιλήψεις Εφαρμοσμένης Μηχανικής

- Υδραυλικός
- Ηλεκτρολόγος
- Ξυλουργός
- Μηχανικός Αυτοκινήτων
- Τεχνικός ΗΥ (Ηλεκτρονικών Υπολογιστών)
- Συγκολλητής
- Μηχανουργός

#### Τι είναι η τεχνολογία:

Η εφαρμοσμένη μηχανική και η τεχνολογία είναι όροι συνυφασμένοι στην κοινωνία. Για τον διαχωρισμό των δύο όρων, πρέπει κάποιος να καταλάβει ποια είναι η σημασία τους. Η εφαρμοσμένη μηχανική είναι τομέας σπουδών και εφαρμογής της επιστημονικής γνώσης για να δημιουργηθεί ή να παραχθεί κάτι. Από την άλλη πλευρά, η τεχνολογία είναι η συλλογή τεχνικών, δεξιοτήτων, μεθόδων και διαδικασιών που χρησιμοποιούνται στην παραγωγή προϊόντων, υπηρεσιών ή στην επίτευξη στόχων, όπως η επιστημονική έρευνα. Η τεχνολογία

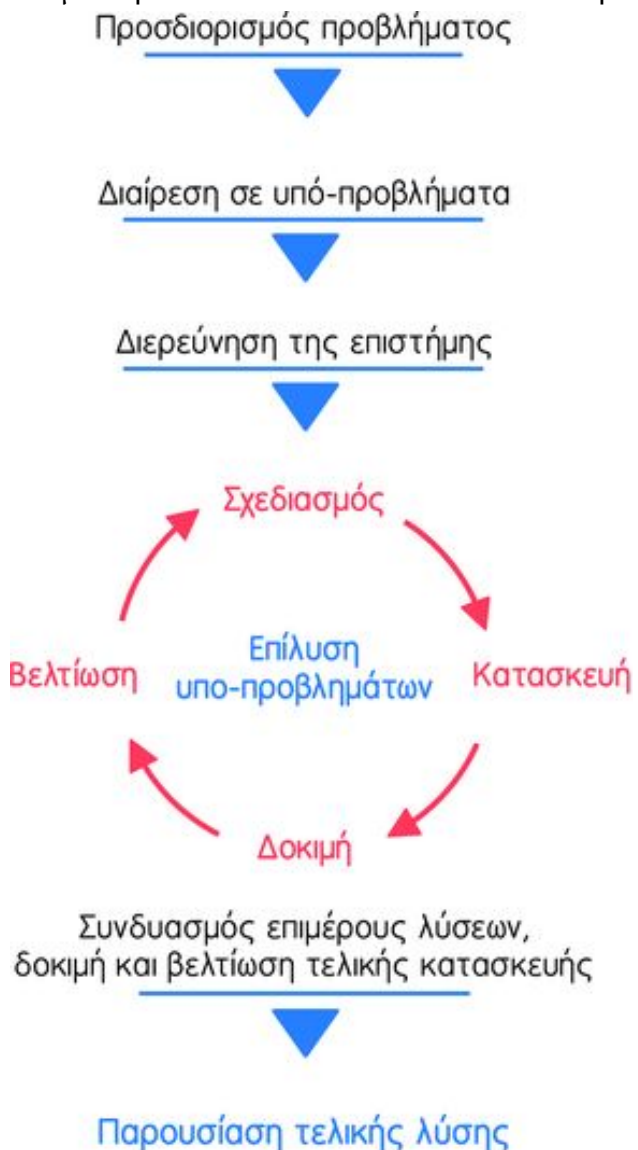
μπορεί να είναι η γνώση των τεχνικών και των διαδικασιών ή μπορεί να ενσωματωθεί σε μηχανήματα, υπολογιστές, συσκευές και εργοστάσια, τα οποία μπορούν να χειριστούν άτομα χωρίς ιδιαίτερη γνώση του τρόπου λειτουργίας τέτοιων πραγμάτων.

## Διαδικασία Σχεδιασμού της Εφαρμοσμένης Μηχανικής

Ο εκπαιδευτικός παρουσιάζει τα βήματα της Διαδικασίας Σχεδιασμού της Εφαρμοσμένης Μηχανικής (EDP) στους μαθητές. Ακολουθεί μία σύντομη περιγραφή της Διαδικασίας Σχεδιασμού της Εφαρμοσμένης Μηχανικής.

Η Διαδικασία Σχεδιασμού της Εφαρμοσμένης Μηχανικής (EDP) είναι μία σειρά από βήματα που ακολουθούν οι μηχανικοί, όταν προσπαθούν να επιλύσουν ένα πρόβλημα και αποτελεί μία μεθοδολογική προσέγγιση. Ωστόσο, δεν υπάρχει καμία διαδικασία σχεδιασμού η οποία είναι καθολικά αποδεκτή.

Γενικά, κάθε επιμέρους διαδικασία σχεδιασμού αρχίζει με τον προσδιορισμό του προβλήματος και των αναγκών του και καταλήγει σε μία προτεινόμενη λύση. Τα ενδιάμεσα βήματα, όμως, μπορεί να ποικίλλουν. Είναι πολύ σημαντικό να επισημανθεί ότι η Διαδικασία Σχεδιασμού της Εφαρμοσμένης Μηχανικής (EDP) δεν είναι μία γραμμική διαδικασία. Δεδομένου ότι τα προβλήματα εφαρμοσμένης μηχανικής μπορούν να έχουν πολυάριθμες σωστές απαντήσεις, η διαδικασία ίσως να απαιτεί μετάβαση σε προηγούμενο βήμα και επανάληψη. Η λύση σε ένα πρόβλημα εφαρμοσμένης μηχανικής υπόκειται συνήθως σε απρόβλεπτες επιπλοκές και αλλαγές καθώς εξελίσσεται. Σε αυτήν την πρόκληση προτείνουμε μία σειρά από βήματα, τα οποία περιγράφονται παρακάτω.



Εικόνα 1: Βήματα EDP

## **1. Προσδιορισμός του προβλήματος**

Οι μηχανικοί θέτουν κρίσιμα ερωτήματα σχετικά με το πρόβλημα και με το τι θέλουν να δημιουργήσουν, είτε αυτό είναι ένας διαστημικός σταθμός, είτε ένας ουρανοξύστης, είτε ένα αυτοκίνητο, είτε ένας υπολογιστής. Αυτά τα ερωτήματα συμπεριλαμβάνουν:

- *Ποιο είναι το πρόβλημα;*
- *Ορίστε το πρόβλημα με συγκεκριμένους όρους. Να είστε όσο πιο ακριβείς μπορείτε.*
- *Ποια είναι τα διαθέσιμα υλικά;*
- *Τι πρέπει να γνωρίζουμε όσον αφορά τις επιστημονικές αρχές που διέπουν το πρόβλημα;*
- *Ποιοι είναι οι περιορισμοί του προβλήματος; (προϋπολογισμός, χρόνος κ.α.)*
- *Ποια είναι τα κριτήρια που πρέπει να πληρούνται για να είναι η λύση αποδεκτή;*

## **2. Διαίρεση του προβλήματος σε υπο-προβλήματα**

Συνήθως τα μεγάλα προβλήματα αποτελούνται από μία σειρά υπο-προβλημάτων Έτσι, οι μηχανικοί αναλύουν το πρόβλημα, ώστε να σχεδιάσουν το έργο τους.

- *Είναι απλή η λύση του κύριου προβλήματος;*
- *Αποτελείται το κύριο πρόβλημα από μικρότερα και απλούστερα προβλήματα;*
- *Οι μηχανικοί δεν επιχειρούν να προγραμματίσουν εξ ολοκλήρου την επίλυση όλου του προβλήματος. Τα μεγάλα έργα έχουν πολλές άγνωστες μεταβλητές που μπορεί να επηρεάσουν ολόκληρο τον προγραμματισμό.*
- *Οι μηχανικοί θέτουν μικρότερους στόχους. Αντί να προσπαθούν να προγραμματίσουν τα πάντα από την αρχή, κάνουν το πρώτο προφανές βήμα και μετά προχωρούν στο επόμενο.*

## **3. Διερεύνηση της επιστήμης**

Μετά τη διαίρεση του κύριου προβλήματος στα υπο-προβλήματα που το συνθέτουν, οι μηχανικοί διερευνούν τις επιστημονικές αρχές που διέπουν κάθε υπο-πρόβλημα. Το θεμελιώδες επιστημονικό πλαίσιο είναι απαραίτητο για την επίλυση των επιμέρους υπο-προβλημάτων και το σχεδιασμό της βέλτιστης λύσης.

- *Ποιες περιοχές της επιστήμης καλύπτουν το σχέδιό μου;*
- *Ποιες είναι οι επιστημονικές αρχές που διέπουν κάθε επιμέρους υπο-πρόβλημα;*
- *Ερευνήστε το θεωρητικό πλαίσιο*
- *Εκτελέστε πειράματα-δοκιμές για να κατανοήσετε τις εφαρμογές της θεωρίας.*

#### **4. Επίλυση των υπο-προβλημάτων**

Φανταστείτε και προτείνετε ιδέες, εξετάστε τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα κάθε πιθανής λύσης. Αξιολογήστε όλες τις λύσεις, για να εντοπίσετε τη βέλτιστη.

- *Σχεδιάστε: Σχεδιάστε προσεκτικά και με όσο το δυνατόν περισσότερη λεπτομέρεια την εφαρμογή της λύσης που επιλέχθηκε. Σχεδιάστε ένα διάγραμμα της λύσης και φτιάξτε έναν κατάλογο των υλικών που χρειάζεστε.*
- *Κατασκευάστε: Ακολουθήστε το σχέδιό σας και αναπτύξτε τη λύση σας για το κάθε ένα από τα υπο-προβλήματα.*
- *Δοκιμάστε: Δοκιμάστε εάν οι λύσεις των υπο-προβλημάτων είναι λειτουργικές και συμβατές μεταξύ τους.*
- *Βελτιώστε: Κάντε τις απαραίτητες διορθώσεις και βελτιώσεις.*

#### **5. Συνδυασμός των υπο-λύσεων, δοκιμή και βελτίωση**

Συνδυάστε τα διαφορετικά εξαρτήματα που θα σας παρέχουν την τελική, ολοκληρωμένη λύση στο κύριο πρόβλημα.

Δοκιμάστε και, εάν χρειαστεί, βελτιώστε το τελικό σας σχέδιο.

- *Λειτουργεί;*
- *Επιλύει την ανάγκη;*
- *Το τελικό σχέδιο πληροί τα κριτήρια που τέθηκαν;*
- *Αναλύστε και συζητήστε σχετικά με το τι λειτουργεί, τι δε λειτουργεί και τι θα μπορούσε να βελτιωθεί.*
- *Συζητήστε πώς μπορείτε να βελτιώσετε την λύση σας.*

#### **6. Παρουσίαση της τελικής λύσης**

Επανεξετάστε, αξιολογήστε το έργο σας και παρουσιάστε την τελική σας λύση μπροστά σε κοινό.

### **Προπαρασκευαστική Δραστηριότητα – Ανθεκτικό Τραπέζι από Χαρτί**

Αυτή η δραστηριότητα έχει σχεδιαστεί, πρώτον, ως ένας τρόπος για την εισαγωγή των μαθητών στην Διαδικασία Σχεδιασμού της Εφαρμοσμένης Μηχανικής (EDP), που θα αποτελέσει τη βάση για το πώς αυτή λειτουργεί και, δεύτερον, για να βοηθήσει τους εκπαιδευτικούς που δεν είναι εξοικειωμένοι με την εφαρμοσμένη μηχανική και την τεχνολογία.

*Μπορείτε να κατασκευάσετε ένα τραπέζι από εφημερίδα που δε θα καταρρεύσει από το βάρος ενός φορητού υπολογιστή;*

Οι ομάδες των μαθητών καλούνται να ακολουθήσουν τη διαδικασία σχεδιασμού για να κατασκευάσουν ένα στέρεο και σταθερό τραπέζι φορητού υπολογιστή από χαρτί. *Βρείτε έναν τρόπο για να κάνετε το χαρτί να αντέξει το βάρος, χωρίς να λυγίσουν τα πόδια του τραπεζιού (βλέπε Εικ. 2 για πιθανές λύσεις).*

## Κριτήρια

- Το τραπέζι πρέπει να αντέχει βάρος 2-3 kg.
- Το τραπέζι πρέπει να είναι στέρεο και σταθερό.
- Η επιφάνεια του τραπεζιού πρέπει να είναι κεκλιμένη, για να κάνει πιο εύκολη τη χρήση του πληκτρολογίου.
- Η επιφάνεια του τραπεζιού πρέπει να αερίζεται, για να αποφευχθεί η υπερθέρμανση του φορητού υπολογιστή.

## Περιορισμοί

- Τα διαθέσιμα υλικά είναι 5 εφημερίδες και 50 φύλλα χαρτιού A4.
- Τα διαθέσιμα εργαλεία είναι μονωτική ταινία και ένα ψαλίδι.
- Ο διαθέσιμος χρόνος είναι 30 λεπτά.

*-Συμβουλή: Με οδηγό τα κριτήρια, το κύριο πρόβλημα μπορεί να διαιρεθεί σε υπο-προβλήματα*

- *Σταθερότητα και ανθεκτικότητα του τραπεζιού*
- *Κλίση*
- *Εξαερισμός*



Εικόνα 2: Πιθανές Λύσεις

## **Δραστηριότητα 1-Προσδιορισμός του προβλήματος (ποιο είναι το πρόβλημα εφαρμοσμένης μηχανικής;)**

**Διάρκεια: 20 λεπτά**

## Στόχοι: Σε αυτήν τη δραστηριότητα οι μαθητές θα

- εξοικειωθούν με τα υλικά και με εργαλεία όπως η πένσα, τα κατσαβίδια, οι βίδες κτλ.
- προβληματιστούν σχετικά με τον ρόλο των υλικών στο πλαίσιο σχεδιασμού μίας λύσης στο πρόβλημά τους

## Γενικό Πλαίσιο

Σε αυτήν τη δραστηριότητα ο εκπαιδευτικός θέτει το πρόβλημα εφαρμοσμένης μηχανικής που πρέπει να αντιμετωπίσουν οι μαθητές. Η κάθε ομάδα θέτει ερωτήσεις για το πρόβλημα και συζητά με τον εκπαιδευτικό, αφενός για τα κριτήρια που πρέπει να πληροί η λύση τους και για τους περιορισμούς που έχουν, αφετέρου για τα υλικά που θεωρούν κατάλληλα για τη συγκεκριμένη πρόκληση. Στη συνέχεια, κάθε ομάδα προετοιμάζει μια τεχνική έκθεση του προβλήματος, δηλ. μια σύντομη περιγραφή των ζητημάτων που πρέπει να αντιμετωπιστούν από μια ομάδα επίλυσης προβλημάτων τα οποία θα πρέπει να παρουσιαστούν στην ομάδα (ή να δημιουργηθούν από αυτή) πριν προσπαθήσουν να λύσουν ένα πρόβλημα. Τέλος, παρέχονται στις ομάδες διαφορετικά είδη υλικών και εργαλείων, τα οποία περιεργάζονται, για να εξοικειωθούν καλύτερα με αυτά.

### ❖ **Εργασία σε ομάδες**

Ο εκπαιδευτικός παρουσιάζει σύντομα την Πρόκληση Εφαρμοσμένης Μηχανικής: «Κάθε ομάδα πρέπει να σχεδιάσει και να κατασκευάσει έναν πύραυλο που να μπορεί να φτάνει σε ύψος 10m ή και υψηλότερα».

Ο εκπαιδευτικός αναφέρει ότι οι μηχανικοί οι οποίοι διαχειρίζονται προβλήματα όπως το συγκεκριμένο, ονομάζονται *Αεροδιαστημικοί & Αεροναυτικοί Μηχανικοί*. (Περιγραφή αυτού του τομέα παρέχεται στην Δραστηριότητα 0).

Οι ομάδες παρακινούνται να θέσουν ερωτήσεις που αφορούν το πρόβλημα:

- Ποιο είναι το πρόβλημα ή η ανάγκη;
- Ποια είναι τα κριτήρια που πρέπει να πληροί η λύση τους;
- Ποιοι είναι οι περιορισμοί του προβλήματος;
- Ποια είναι τα διαθέσιμα υλικά, εργαλεία, πόροι και τεχνολογίες;
- Ποιες είναι οι επιστημονικές αρχές που διέπουν το πρόβλημα;
- Ποια καθημερινά υλικά, που υπάρχουν στο σπίτι ή σε τοπικό κατάστημα με είδη γενικού εξοπλισμού κατασκευών, είναι ίσως χρήσιμα για την επίλυση του προβλήματος;

Κάθε ομάδα καλείται να προετοιμάσει μια τεχνική έκθεση του προβλήματος. Μια καλή τεχνική έκθεση θα πρέπει να απαντά στα ακόλουθα ερωτήματα:

1. Ποιο είναι το πρόβλημα; Θα πρέπει να αιτιολογεί γιατί μια κατάλληλα καταρτισμένη ομάδα είναι απαραίτητη για την επίλυση του προβλήματος.

2. Ποιος έχει το πρόβλημα ή ποιος είναι ο πελάτης; Θα πρέπει να αναφέρει ποιος χρειάζεται τη λύση και ποιος θα αποφασίσει ότι το πρόβλημα έχει λυθεί.
3. Ποια είναι η μορφή της ανάλυσης; Ποιο είναι το πεδίο εφαρμογής και οι περιορισμοί (χρόνος, χρήματα, πόροι, τεχνολογίες) που υπάρχουν για την επίλυση του προβλήματος;
- Το πρόβλημα πρέπει να είναι αρκετά συγκεκριμένο ώστε να επιτρέπει σε κάθε ομάδα να σχεδιάσει μια λύση.*

Στην συνέχεια, ο εκπαιδευτικός μοιράζει στις ομάδες των μαθητών διαφορετικά υλικά (μπορεί να δώσει και επιπλέον υλικά που είναι ακατάλληλα ή δεν χρειάζονται για το τελικό σχέδιο) και εργαλεία. Δίνεται λίγος χρόνος στις ομάδες των μαθητών για να εξοικειωθούν με αυτά και μετά συζητούν με τον εκπαιδευτικό τις πιθανές χρήσεις τους. Ο εκπαιδευτικός θα πρέπει να ενθαρρύνει τις ομάδες των μαθητών να θέσουν ερωτήσεις που αφορούν τα κριτήρια που πρέπει να πληροί η λύση τους αλλά και τους περιορισμούς του προβλήματος.

### Περιορισμοί

- Διαθέσιμα υλικά και εργαλεία
- Διαθέσιμος χρόνος
- Το μέγεθος του Πυραύλου
- Κόστος
- Θέματα Ασφαλείας

### Κριτήρια

- Ο πύραυλος πρέπει να πετάει
- Ο πύραυλος πρέπει να φτάνει σε ύψος τουλάχιστον σε 7-8 μέτρων
- Σταθερότητα κατά την διάρκεια της πτήσης
- Ελαχιστοποίηση των επιπτώσεων της πρόσκρουσης, όταν ο πύραυλος επιστρέφει στο έδαφος

## **Δραστηριότητα 2 – Διαίρεση σε υπο-προβλήματα**

**Διάρκεια: 15 λεπτά**

**Στόχοι: Σε αυτήν τη δραστηριότητα οι μαθητές θα:**

- διαιρέσουν το κύριο πρόβλημα σε απλούστερα προβλήματα
- οργανώσουν τους στόχους τους
- προγραμματίσουν την εργασία τους και θα θέσουν χρονικά όρια
- καταστρώσουν ένα πλάνο εργασίας

### Γενικό Πλαίσιο



Σε αυτήν τη δραστηριότητα, οι ομάδες των μαθητών προχωρούν στο δεύτερο βήμα της Διαδικασίας Σχεδιασμού της Εφαρμοσμένης Μηχανικής, δηλαδή στη διαίρεση του κύριου προβλήματος σε υπο-προβλήματα. Προσπαθούν να αναλύσουν και να διαχωρίσουν το μεγαλύτερο πρόβλημα σε μικρότερα και ευκολότερα, ως προς την διαχείρισή τους, υπο-προβλήματα. Προσπαθούν, επίσης, να αντιστοιχίσουν τα υλικά με κάθε υπο-πρόβλημα. Οι ομάδες των μαθητών καταγράφουν και αιτιολογούν τις σκέψεις τους ενώ ο εκπαιδευτικός υπενθυμίζει τα κριτήρια και τους περιορισμούς που θα πρέπει να πληρούνται.

#### ❖ Εργασία σε ομάδες και συζήτηση με ολόκληρη την τάξη

Ο εκπαιδευτικός αναφέρει ότι ένας εύκολος τρόπος για τη διαχείριση ενός μεγάλου έργου είναι να διαιρεθεί σε μικρότερα, τα οποία είναι πιο εύκολα στη διαχείριση και στην αντιμετώπισή τους. Ωστόσο, θα πρέπει να επισημάνει ότι το έργο της διαίρεσης ενός μεγάλου στόχου σε μικρότερους και πιο επιτεύξιμους μπορεί να είναι πολύ δύσκολο. Ο εκπαιδευτικός μπορεί να προτείνει κάποιες απλές κατευθυντήριες γραμμές που μπορούν να κάνουν πιο εύκολη τη διαδικασία της διαίρεσης του προβλήματος. Μετά από αυτό, οι ομάδες των μαθητών θα πρέπει να παρακινηθούν να εντοπίσουν πιθανά υπο-προβλήματα.

#### Κατευθυντήριες γραμμές

- Μην επιχειρήσετε να σχεδιάσετε ολόκληρο το έργο αμέσως. Τα μεγάλα έργα έχουν πολλές άγνωστες μεταβλητές που μπορεί να επηρεάσουν ολόκληρο το σχεδιασμό.
- Θέστε μικρότερους στόχους. Αντί να προσπαθήσετε να σχεδιάσετε τα πάντα από την αρχή, σκεφτείτε το πρώτο βήμα και μετά προχωρήστε στο επόμενο.
- Μην διστάσετε την εκ νέου διαίρεση του προβλήματος. Εάν χρονοτριβείτε σε οποιοδήποτε από τα επιμέρους προβλήματα, μη διστάσετε να τα αναλύσετε σε μικρότερα.
- Θέστε χρονικά όρια. Συνήθως, όταν οι μηχανικοί αντιμετωπίζουν ένα σύνθετο πρόβλημα, εκτός από το ίδιο το πρόβλημα, πρέπει να αντιμετωπίσουν χρονικούς περιορισμούς. Έτσι, για να είστε αποδοτικοί, διαχειριστείτε τον χρόνο σας όσο το δυνατόν καλύτερα.

Το κύριο πρόβλημα μπορεί να διαιρεθεί σε τρία υπο-προβλήματα:

1. Το σώμα του πυραύλου (δεξαμενή καυσίμου/ων) και η σταθερότητά του κατά της διάρκεια της πτήσης
2. Τον μηχανισμό εκτόξευσης και προώθησης
3. Το καύσιμο που θα τροφοδοτήσει τον πύραυλο.

### **Δραστηριότητα 3- Διερεύνηση της επιστήμης**

**Διάρκεια: 50 λεπτά**



### Στόχοι: Σε αυτήν τη δραστηριότητα οι μαθητές θα:

- Εκτελέσουν πειράματα που αφορούν φυσικές αρχές που διέπουν την λειτουργία των υδροπυραύλων (νόμοι της κίνησης του Νεύτωνα, διατήρηση της ορμής, αεροδυναμική και την συμπίεστικότητα του νερού)
- οργανώσουν και να ταξινομήσουν τις παρατηρήσεις τους
- προβλέψουν και θα επαληθεύσουν αποτελέσματα
- εξοικειωθούν με το τρίτο βήμα της Διαδικασίας Σχεδιασμού της Εφαρμοσμένης Μηχανικής

### Γενικό Πλαίσιο

Ο σκοπός αυτής της δραστηριότητας είναι να έρθουν οι μαθητές σε επαφή με την διαδικασία της διερεύνησης των επιστημονικών αρχών που διέπουν το πρόβλημα και/ή τα υπο-προβλήματα. Οι ομάδες προσπαθούν να ανακαλέσουν τις απαραίτητες γνώσεις, για να επιλύσουν το πρόβλημα εφαρμοσμένης μηχανικής. Ενθαρρύνονται να θέσουν διερευνητικές ερωτήσεις, οι οποίες, εάν απαντηθούν, θα τους βοηθήσουν στην αντιμετώπιση του προβλήματος. Εκτελούν συγκεκριμένα πειράματα που θα τους καθοδηγήσουν στην απάντηση των ερωτήσεών τους σχετικά με τις επιστημονικές αρχές που διέπουν το πρόβλημα. Μέσω αυτής της διαδικασίας, οι ομάδες των μαθητών καθοδηγούνται στην κατάκτηση των απαραίτητων επιστημονικών και τεχνικών γνώσεων για την επίλυση του προβλήματος. Κατά τη διάρκεια αυτής της δραστηριότητας οι μαθητές συζητούν με τον εκπαιδευτικό για τις επιστημονικές αρχές που σχετίζονται με το πρόβλημα. Τέλος, οργανώνουν τις παρατηρήσεις/απαντήσεις τους.

#### ❖ **Εργασία σε ομάδες**

Ο στόχος του εκπαιδευτικού είναι να εισάγει τους μαθητές στο τρίτο βήμα (Διερεύνηση της επιστήμης) της Διαδικασίας Σχεδιασμού της Εφαρμοσμένης Μηχανικής (EDP) και να τους παρακινήσει, αφενός να σκεφτούν τις επιστημονικές γνώσεις που συνδέονται με αυτό το πρόβλημα, αφετέρου να προτείνουν ιδέες αξιοποίησης της θεωρητικής γνώσης για την εξεύρεση πιθανών λύσεων. Ο εκπαιδευτικός θα πρέπει να εστιάσει στις επιστημονικές αρχές που διέπουν αυτήν την πρόκληση, να παρακινήσει τους μαθητές να προτείνουν ιδέες και να θέσουν ερωτήματα που συνδέονται με τις επιστημονικές αρχές που διέπουν τη λειτουργία των πυραύλων.

Τα ερωτήματα που αποτελούν το επίκεντρο αυτής της δραστηριότητας είναι:

- Τι κάνει ένα σώμα να κινείται;
- Τι κάνει ένα σώμα να επιταχύνεται;
- Τι κάνει τον πύραυλο να πετάει; Ποιες δυνάμεις ασκούνται στον πύραυλο;
- Ποιο καύσιμο θα τροφοδοτήσει τον υδροπύραυλο;
- Ποιες αρχές της φυσικής διέπουν την πτήση των πυραύλων;

- Πώς μπορεί να διατηρεί την ευστάθεια του ο πύραυλος κατά τη διάρκεια της πτήσης;

### ➤ Οι επιστημονικές αρχές που διέπουν τη λειτουργία των πυραύλων (Πειράματα)

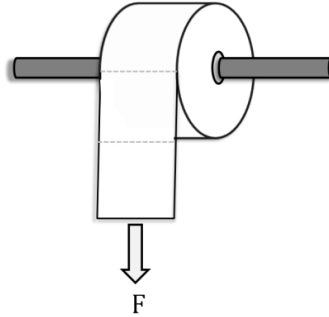
Οι ομάδες των μαθητών καλούνται να εκτελέσουν (ή να συζητήσουν) τα ακόλουθα πειράματα, τα οποία θα τους βοηθήσουν να ανακαλύψουν τις αρχές και τους βασικούς νόμους της Φυσικής που πρέπει να γνωρίζουν για να λύσουν το πρόβλημα. ***Σημείωση:** Τα ακόλουθα πειράματα είναι προτεινόμενα ή προαιρετικά. Ο εκπαιδευτικός μπορεί να παραλείψει κάποια από αυτά ή να εκτελέσει άλλα δικής του επιλογής. Η πρόκληση λαμβάνει υπ' όψιν τις πραγματικές συνθήκες της εργασίας ενός εκπαιδευτικού, όπως τους περιορισμούς χρόνου, τους περιορισμούς εξοπλισμού/υλικών, το επίπεδο ευελιξίας του στο πλαίσιο των προγραμμάτων σπουδών και άλλους ιδιαίτερους περιορισμούς που επιβάλλονται από τα τελευταία.*

1. Ο εκπαιδευτικός κυλάει μία μπάλα και ρωτάει τους μαθητές ποιες δυνάμεις ασκούνται στην μπάλα, κατά μήκος του άξονα  $x$  από τη στιγμή που η μπάλα φεύγει από το χέρι του/της (εφόσον η τριβή αγνοείται). Γιατί κινείται η μπάλα; Είναι δυνατόν να κινείται ένα σώμα χωρίς να ασκείται πάνω του καμία δύναμη;
2. Ο εκπαιδευτικός ζητάει από τους μαθητές να εξηγήσουν γιατί, όταν ένας οδηγός λεωφορείου φρενάρει απότομα, οι επιβάτες πέφτουν προς τα εμπρός και γιατί πρέπει να κρατιούνται γερά, όταν ένα λεωφορείο ξεκινήσει απότομα.
3. Ο εκπαιδευτικός ζητάει από τους μαθητές να βρουν έναν τρόπο να κόψουν λίγο χαρτί υγείας χρησιμοποιώντας μόνο το ένα χέρι. Περάστε ένα ολόκληρο ρολό χαρτιού υγείας από μία ράβδο, ώστε να παραμείνει σταθερό. Ζητήστε από έναν μαθητή να προσπαθήσει να κόψει ένα κομμάτι χαρτί με το ένα χέρι (βλ. Εικ. 3).

*-Ο σκοπός αυτών των δραστηριοτήτων είναι να εισάγουν τους μαθητές στην έννοια της αδράνειας και στον Πρώτο Νόμο Κίνησης του Νεύτωνα.*

4. Ο εκπαιδευτικός ζητάει από τις ομάδες των μαθητών να εξηγήσουν το ακόλουθο πείραμα: Υποθέστε ότι έχετε δύο ίδια αεροβόλα πιστόλια μεγάλης ισχύος που τα γεμίζετε με δύο μπάλες διαφορετικών μαζών. Αυτά τα πιστόλια ασκούν στην μάζα κάθε μπάλας την ίδια δύναμη. Ποια μπάλα πιστεύετε ότι θα κινηθεί πιο γρήγορα και θα φθάσει πιο μακριά; Η μπάλα με την μικρότερη ή την μεγαλύτερη μάζα; (Δείτε το ακόλουθο βίντεο από το Διαστημικό Κέντρο H. R. Mac Millan Space Centre που γίνεται επίδειξη του πειράματος).

(<https://www.youtube.com/watch?v=iwP4heWDhvw>).

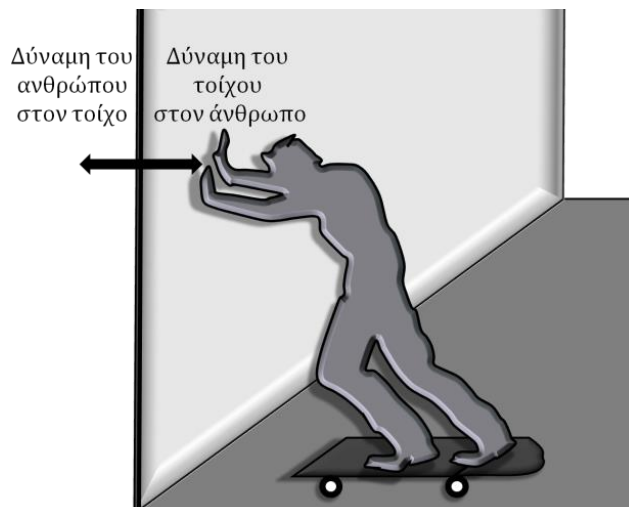


Εικόνα 3: Ολόκληρο χαρτί υγιείας σε μία ράβδο

5. Ο εκπαιδευτικός ζητάει από τις ομάδες των μαθητών να εξηγήσουν το ακόλουθο πείραμα: Υποθέστε ότι βρίσκεστε σε έναν διαστημικό σταθμό, όπου δεν μπορείτε να αισθανθείτε τη δύναμη της βαρύτητας, και μπροστά στο πρόσωπό σας έχετε τρεις αιωρούμενες μπάλες ίδιου μεγέθους αλλά διαφορετικών μαζών (ένα μπαλάκι πινγκ πονγκ, μία ξύλινη μπάλα και μία ατσάλινη μπάλα). Ξαφνικά φυσάτε προς τις τρεις μπάλες. Προσπαθήστε να ταξινομήσετε τις μπάλες ανάλογα με το ποια κινείται πιο γρήγορα και φθάνει πιο μακριά. (Δείτε το ακόλουθο βίντεο από το κανάλι ESA /ESO/HUBBLEcastYouTubechannel που γίνεται επίδειξη του πειράματος). (<https://www.youtube.com/watch?v=WzvhuQ5RWJE>).

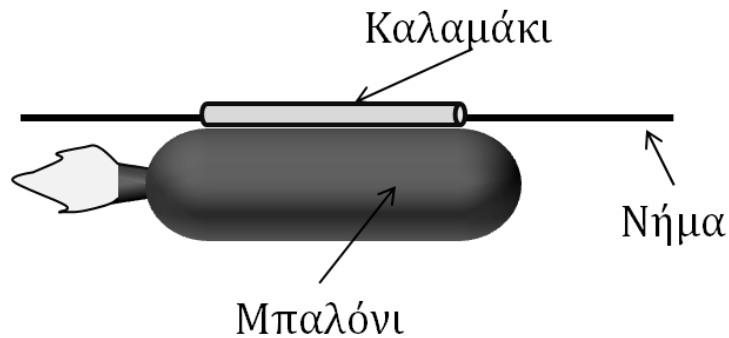
-Ο σκοπός αυτών των δραστηριοτήτων είναι να εισάγουν τους μαθητές στον Δεύτερο Νόμο Κίνησης του Νεύτωνα.

6. Ο εκπαιδευτικός ζητάει από τις ομάδες των μαθητών να εξηγήσουν το ακόλουθο φαινόμενο: Υποθέστε ότι στέκεστε πάνω σε μία σανίδα skateboard κοντά σε έναν τοίχο και ξαφνικά ωθείτε τον τοίχο με τα χέρια σας. Ποια δύναμη είναι μεγαλύτερη, αυτή που ασκείτε στον τοίχο ή αυτή που ασκεί ο τοίχος σε εσάς; (βλ. Εικ. 4).



Εικόνα 4: Άνθρωπος που στέκεται πάνω σε μία σανίδα skateboard σπρώχνοντας τον τοίχο

7. Ο εκπαιδευτικός ζητάει από τις ομάδες των μαθητών να εξηγήσουν τα ακόλουθα φαινόμενα: i) Παίρνετε ένα κουτί για φιλμ (ή σωληνάριο από αναβράζοντα δισκία), βάζετε μέσα λίγο νερό (περίπου 1/3 του κουτιού). Μετά ρίχνετε μέσα ένα αναβράζον δισκίο και βάζετε γρήγορα το καπάκι του δοχείου. Αναποδογυρίζετε το κουτί (με το καπάκι να κοιτάει το τραπέζι) και περιμένετε. Τι παρατηρείτε; Μπορείτε να εξηγήσετε την παρατήρησή σας; Γιατί νομίζετε ότι συμβαίνει αυτό;
8. Οι μαθητές εκτελούν και μετά προσπαθούν να εξηγήσουν το ακόλουθο πείραμα:



Εικόνα 5: Μπαλόνι κολλημένο σε ένα καλαμάκι το οποίο είναι δεμένο πάνω σε έναν σπάγκο

Γιατί το μπαλόνι κινείται προς την άλλη πλευρά του σπάγκου;

9. Μπορείτε να εξηγήσετε πώς κολυμπούν οι κολυμβητές, πώς περπατάμε, πώς δουλεύει ένα τζετ σκι ή πώς δουλεύει ένα jet fly board (αεριοθούμενη ιπτάμενη σανίδα); (βλ. Εικ. 6).





Εικόνα 6: Πάνω: τζετ σκι Κάτω: Jet fly board (αεριοθούμενη ιπτάμενη σανίδα)

*-Ο σκοπός αυτών των δραστηριοτήτων είναι να εισάγουν τους μαθητές στον Τρίτο Νόμο Κίνησης του Νεύτωνα.*

10. Οι μαθητές καλούνται να εκτελέσουν σε дуάδες το παρακάτω πείραμα και μετά να προσπαθήσουν να το εξηγήσουν: Καθένας από τους μαθητές κάθεται σε μία κινούμενη σανίδα με τέτοιο τρόπο ώστε να βλέπει ο ένας τον άλλον. Ο πρώτος κρατάει μία δερμάτινη μπάλα και την πετάει στον δεύτερο μαθητή που, αφού την πιάσει, την πετά ξανά πίσω στον πρώτο. Οι μαθητές επαναλαμβάνουν αυτή τη διαδικασία 5-6 φορές, παρατηρώντας τι συμβαίνει, και προσπαθούν να το εξηγήσουν (βλ. Εικ. 7).



Εικόνα7: Δύο άνθρωποι σε κινούμενες σανίδες πετώντας μία μπάλα ο ένας στον άλλον.

*-Ο σκοπός αυτού του πειράματος είναι να εισάγει τους μαθητές στον Νόμο της Διατήρησης της Ορμής.*

11. Ο εκπαιδευτικός δίνει σε κάθε ομάδα μαθητών δύο σύριγγες. Εκείνοι γεμίζουν την μία με νερό, ενώ η άλλη περιέχει αέρα. Οι μαθητές καλούνται να φράξουν το ακροφύσιο της σύριγγας με το ένα τους χέρι και με το άλλο χέρι να σπρώξουν το έμβολο για να συμπίεσουν το περιεχόμενό της.

*-Ο σκοπός αυτής της δραστηριότητας είναι να καταδείξει το γεγονός ότι το νερό είναι σχεδόν ασυμπίεστο, ενώ ο αέρας μπορεί να συμπιεστεί.*

12. Οι ομάδες των μαθητών καλούνται να απαντήσουν στις ακόλουθες ερωτήσεις: Μπορείτε να εξηγήσετε γιατί οι Ινδιάνοι πολεμιστές χρησιμοποιούσαν φτερά στα βέλη τους; Μπορείτε να εξηγήσετε γιατί οι σφαίρες των όπλων δεν είναι σφαιρικές?

*-Ο σκοπός αυτής της δραστηριότητας είναι να εισάγει τους μαθητές στις έννοιες της ευστάθειας και της αεροδυναμικής.*

#### ➤ Τεχνικά θέματα

Οι μαθητές παρακινούνται να προτείνουν ιδέες (λαμβάνοντας υπ' όψιν τα προηγούμενα πειράματα) και να συζητήσουν με ολόκληρη την τάξη τις ιδέες τους σχετικά με τα υλικά (που μπορούν να βρεθούν στο σπίτι ή σε ένα κατάστημα κατασκευών και εργαλείων), τα οποία θεωρούν κατάλληλα για την κατασκευή ενός πυραύλου που να φτάνει το ύψος 10m ή και ψηλότερα. Ακόμα, ο εκπαιδευτικός μοιράζει στις ομάδες των μαθητών τα εργαλεία που πρόκειται να χρησιμοποιήσουν ενώ επίσης παρέχει οδηγίες χρήσης κάθε εργαλείου.

## **Δραστηριότητα 4 – Επίλυση των υπο-προβλημάτων**

**Διάρκεια: 50 λεπτά**

**Στόχοι: Σε αυτήν τη δραστηριότητα οι μαθητές θα:**

- επιλύσουν κάθε υπο-πρόβλημα βάσει των σχεδίων
- χρησιμοποιήσουν κατάλληλα εργαλεία με ασφάλεια

### **Γενικό Πλαίσιο**

Σε αυτήν τη δραστηριότητα οι μαθητές εξοικειώνονται με τα κυρίως βήματα της Διαδικασίας Σχεδιασμού της Εφαρμοσμένης Μηχανικής και εφαρμόζουν τα αντίστοιχα βήματα της Διαδικασίας Σχεδιασμού της Εφαρμοσμένης Μηχανικής (EDP) για να αντιμετωπίσουν την πρόκληση. Αφού ολοκληρώσουν τις Δραστηριότητες 1, 2 και 3, προχωρούν στην κατασκευή. Για να αντιμετωπίσουν και να επιλύσουν κάθε υπο-πρόβλημα ακολουθούν τον κύκλο: σχεδιάζω-κατασκευάζω-δοκιμάζω-βελτιώνω. Ως μέρος της Διαδικασίας

Σχεδιασμού της Εφαρμοσμένης Μηχανικής(EDP), οι μαθητές πρέπει να ανακαλέσουν τις επιστημονικές γνώσεις που κατέκτησαν στην Δραστηριότητα 3.

#### ❖ Εργασία σε ομάδες

Ο εκπαιδευτικός συνοψίζει όσα έγιναν στις Δραστηριότητες 1, 2 και 3. Καθώς οι ομάδες των μαθητών έχουν ήδη καθορίσει τα υπο-προβλήματα, ο εκπαιδευτικός ενθαρρύνει και καθοδηγεί σταδιακά τις ομάδες στην επίλυση του κάθε υπο-προβλήματος. Ακόμα, οι ομάδες ταξινομούν τα διαθέσιμα υλικά ανάλογα με το υπο-πρόβλημα για το οποίο πιστεύουν ότι είναι κατάλληλα. Ο εκπαιδευτικός ενθαρρύνει τις ομάδες να καταρτίσουν ένα απλό σχέδιο που θα απεικονίζει τα διαφορετικά εξαρτήματα του τελικού σχεδίου, π.χ. το σώμα του πυραύλου, το μηχανισμό εκτόξευσης και προώθησης κτλ. Τέλος, η κάθε ομάδα προχωρά στο κατασκευαστικό μέρος. **Σημείωση:** Αυτή η δραστηριότητα πρέπει να εκτελείται λαμβάνοντας υπ' όψιν τις οδηγίες κατασκευής (βλ. σχετικό μέρος παρακάτω).

#### Ασφάλεια

Οι υδροπύραυλοι μπορούν να γίνουν επικίνδυνοι σε περιπτώσεις λανθασμένου χειρισμού, ελαττωματικής κατασκευής ή αστοχίας υλικού. Για την ασφάλεια των χρηστών, υπάρχουν συγκεκριμένες αρχές ασφαλείας που προτείνουν οι έμπειροι λάτρεις των υδροπυραύλων :

- Ελέγξτε το μπουκάλι για τυχόν ελαττώματα, ώστε να αποφύγετε πιθανά σπασίματα ή εκρήξεις που μπορεί να είναι επικίνδυνα.
- Μην χρησιμοποιείτε μεταλλικά εξαρτήματα στο μπουκάλι, επειδή, εάν το μπουκάλι εκραγεί, αυτά τα εξαρτήματα μπορεί να γίνουν επικίνδυνα.
- Κατά τη διάρκεια της διαδικασίας συμπίεσης και εκτόξευσης του πυραύλου, οι παρευρισκόμενοι θα πρέπει να βρίσκονται σε απόσταση ασφαλείας.
- Οι υδροπύραυλοι θα πρέπει να εκτοξεύονται μόνο σε ανοικτούς χώρους, μακριά από άλλους ανθρώπους ή κατασκευές, για να αποφευχθούν πιθανές ζημιές.
- Μην εκτοξεύετε υδροπυραύλους με κατεύθυνση προς ανθρώπους ή ζώα, επειδή μπορεί να προκαλέσουν κατάγματα.
- Χρησιμοποιήστε προστατευτικά γυαλιά ασφαλείας ή μία προστατευτική μάσκα προσώπου.
- Γενικά, ένα μπουκάλι αναψυκτικού χωρητικότητας δύο λίτρων μπορεί να φτάσει την πίεση των 80 psi (~550 kPa), αλλά πρέπει να λαμβάνονται τα απαραίτητα προληπτικά μέτρα για την ασφάλεια των παρευρισκόμενων. Γενικά, μην υπερβαίνετε τα 5 bar ~ 72.5 psi ~ 500 kPa ~ 5 atm.
- Θα πρέπει να χρησιμοποιούνται μόνο μπουκάλια αναψυκτικών, τα οποία είναι κατασκευασμένα να αντέχουν υψηλότερες πιέσεις από ότι τα κοινά μπουκάλια νερού κ.α. Τα μπουκάλια θα πρέπει να αποσύρονται από την χρήση μετά από 10-15 εκτοξεύσεις.



Ο εκπαιδευτικός θα πρέπει να λάβει υπ' όψιν τα ακόλουθα:

➤ Υπο-πρόβλημα 1: Το σώμα (δεξαμενή καυσίμου) του πυραύλου και η ευστάθεια του κατά τη διάρκεια της πτήσης

Στην πραγματικότητα, το σώμα του πυραύλου είναι απλώς ένα μπουκάλι χωρητικότητας 2 λίτρων. Οι ομάδες θα πρέπει να το εξοπλίσουν με τα απαραίτητα εξαρτήματα που θα παρέχουν στον πύραυλο ευστάθεια (πτερύγια) και θα βελτιώσουν την αεροδυναμική του (κώνος ρύγχους) πυραύλου.

***-Συμβουλή:** Ο εκπαιδευτικός μπορεί να επιλέξει μεταξύ δύο διαφορετικών προσεγγίσεων: i) μπορεί να καθοδηγήσει τις ομάδες των μαθητών να στερεώσουν τα πτερύγια και τον κώνου ρύγχους στον πύραυλο από την αρχή, ii) μπορεί να αφήσει τις ομάδες των μαθητών να χρησιμοποιήσουν τον πύραυλο χωρίς κώνο και πτερύγια. Τότε οι μαθητές θα παρατηρήσουν την κίνηση του πυραύλου και, όταν θα κληθούν να βελτιώσουν το σχέδιό τους, θα στερεώσουν τον κώνο και τα πτερύγια.*

➤ Υπο-πρόβλημα 2: Ο μηχανισμός εκτόξευσης

Η κατασκευή του μηχανισμού εκτόξευσης είναι πολύ απλή. Όμως, για λόγους εξοικονόμησης χρόνου, ο εκπαιδευτικός θα μπορούσε να δώσει στις ομάδες τις οδηγίες που απεικονίζονται στις Εικ. 8-30.

***Συμβουλή:** Επειδή ο μηχανισμός εκτόξευσης αποτελεί μια κατασκευή που οι μαθητές δεν έχουν κάνει ποτέ ξανά, ο εκπαιδευτικός θα μπορούσε να τους δώσει κάποιες απλές οδηγίες, όπως αυτές στις Εικ. 8-30.*

➤ Υπο-πρόβλημα 3: Το καύσιμο του πυραύλου και ο μηχανισμός ώθησης

Ο εκπαιδευτικός υπενθυμίζει στις ομάδες των μαθητών τα συμπεράσματα που έχουν εξαχθεί από τα πειράματα 4-11 (2<sup>ος</sup> και 3<sup>ος</sup> νόμος του Νεύτωνα, διατήρηση της ορμής, το γεγονός ότι το νερό είναι σχετικά ασυμπίεστο). Έχοντας ως βάση αυτές τις πληροφορίες και τα διαθέσιμα υλικά, οι μαθητές καλούνται να βρουν λύση στο πρόβλημα της ενεργειακής τροφοδότησης του πυραύλου.

Ο ρόλος του εκπαιδευτικού είναι να καθοδηγήσει τις ομάδες των μαθητών, ώστε να καταλήξουν σε έναν συνδυασμό νερού και συμπιεσμένου αέρα. Οι ομάδες θα πρέπει να βρουν τον τρόπο να συμπιέσουν τον αέρα μέσα στο μπουκάλι, χωρίς να τον αφήσουν να διαφύγει από αυτό. Επίσης, θα πρέπει να ζητηθεί από αυτές να ερευνήσουν καθημερινές εφαρμογές φουσκωτών αντικειμένων που, ενώ γεμίζουν με αέρα, ο αέρας δε διαφεύγει. Τέλος, οι ομάδες καλούνται να προσδιορίσουν το εξάρτημα που χρησιμοποιείται για να φουσκώσουμε αντικείμενα, χωρίς να επιτρέπουμε στον αέρα να διαφεύγει.

Έως τώρα οι ομάδες των μαθητών έχουν ολοκληρώσει τον μηχανισμό εκτόξευσης και το μόνο εξάρτημα που απομένει να φτιαχτεί είναι ο μηχανισμός ώθησης. Είναι προφανές ότι, καθώς ο αέρας συμπιέζεται μέσα στο μπουκάλι, το

μπουκάλι είναι πιο πιθανό να εκτοξευθεί. Για τον λόγο αυτό θα πρέπει να υπάρχει ένας μηχανισμός που θα αποτρέπει την εκτόξευση του μπουκαλιού μέχρι η πίεση μέσα στο μπουκάλι να φτάσει έως ένα συγκεκριμένο επίπεδο.

Όταν ο πύραυλος εκτοξεύεται από την αντίστοιχη πλατφόρμα, ο αέρας διαφεύγει από το μπουκάλι, δημιουργώντας μία δύναμη δράσης που συνοδεύεται από μία ίση αλλά αντίθετη δύναμη αντίδρασης (Τρίτος Νόμος του Νεύτωνα). Αυξάνοντας την πίεση μέσα στο μπουκάλι, παράγεται μεγαλύτερη ώση. Αυτό συμβαίνει, επειδή μεγαλύτερη ποσότητα αέρα διαφεύγει από το μπουκάλι με μεγαλύτερη επιτάχυνση (Δεύτερος Νόμος του Νεύτωνα). Ως αποτέλεσμα, η προσθήκη μικρής ποσότητας νερού στο μπουκάλι αυξάνει τη δύναμη δράσης.

**-Συμβουλή:** Στην περίπτωση που ο εκπαιδευτικός έχει αρκετό χρόνο μπορεί να παροτρύνει τις ομάδες των μαθητών να πειραματιστούν χρησιμοποιώντας διαφορετικές ποσότητες νερού μέσα στο μπουκάλι καθώς επίσης και διαφορετικές ποσότητες αέρα (χωρίς να υπερβούν τα  $5\text{bar} \sim 72.5\text{ psi} \sim 500\text{kPa} \sim 5\text{ atm}$ ).

Ο εκπαιδευτικός θα πρέπει να αποφασίσει εάν τα μέλη κάθε ομάδας θα έχουν εξατομικευμένες εργασίες (για παράδειγμα η μισή ομάδα θα ασχοληθεί με τον μηχανισμό εκτόξευσης, ενώ η άλλη μισή με το σώμα του πυραύλου) ή εάν ολόκληρη η ομάδα θα ασχοληθεί με κάθε υπο-πρόβλημα.

## Δραστηριότητα 5 – Συνδυασμός υπο-λύσεων, δοκιμή και βελτίωση

**Διάρκεια:** 45 λεπτά

**Στόχοι:** Σε αυτήν τη δραστηριότητα οι μαθητές θα

- συνδυάσουν τις λύσεις των υπο-προβλημάτων, για να καταλήξουν στο τελικό σχέδιο
- ερευνήσουν τις λειτουργίες του νερού και του αέρα στην πρόωση του υδροπυραύλου
- χρησιμοποιήσουν το σχέδιό τους, για να βρουν τη βέλτιστη αναλογία νερού και αέρα που θα δώσει στον πύραυλο το μέγιστο ύψος
- χρησιμοποιήσουν το σχέδιό τους, για να ερευνήσουν εάν πληρούνται ή όχι τα κριτήρια
- κάνουν όλες τις απαραίτητες αλλαγές, για να βελτιώσουν το σχέδιό τους
- διασκεδάσουν με το σχέδιό τους

### Γενικό Πλαίσιο

Μέχρι το τέλος της Δραστηριότητας 4, οι ομάδες των μαθητών θα πρέπει να έχουν βρει μία λύση για την πρόωση του πυραύλου και να έχουν τελειώσει την κατασκευή του σώματος και του μηχανισμού εκτόξευσης. Το επόμενο βήμα είναι ο συνδυασμός των διαφορετικών εξαρτημάτων που θα συνθέσουν την τελική κατασκευή. Αφού την τελειώσουν, τη δοκιμάζουν, για να επιβεβαιώσουν

ότι είναι λειτουργική και ότι πληροί τα κριτήρια που τέθηκαν σε προηγούμενα βήματα. Οι ομάδες των μαθητών πειραματίζονται με διαφορετικές ποσότητες νερού, καταγράφοντας τις προβλέψεις και τις παρατηρήσεις τους. Στην περίπτωση που η τελική κατασκευή έχει οποιοδήποτε πρόβλημα, όπως η ευστάθεια, το ύψος κτλ, οι ομάδες των μαθητών παρακινούνται να τη βελτιώσουν και να τη δοκιμάσουν ξανά.

#### ❖ **Εργασία σε ομάδες**

Ο εκπαιδευτικός αρχίζει μία συζήτηση σχετικά με τη συμβατότητα των διαφορετικών εξαρτημάτων του τελικού σχεδίου. Οι ομάδες των μαθητών παρακινούνται να ενώσουν τα κομμάτια, για να κατασκευάσουν το τελικό αντικείμενο. Τέλος, ο εκπαιδευτικός υπενθυμίζει τα θέματα ασφαλείας. Επισημαίνει ότι υπάρχει μεγάλη πιθανότητα, αφού ο πύραυλος εκτοξευθεί, να μην πετάξει εντελώς κάθετα προς στο έδαφος, αλλά να ακολουθήσει παραβολική τροχιά. Έτσι, προς αποφυγή τυχόν τραυματισμού, οι μαθητές θα πρέπει να χρησιμοποιήσουν τις 4 διάτρητες γωνίες Dexion (βλ. Πίνακα 1) για να κατασκευάσουν έναν πύργο γύρω από τον πύραυλο, ο οποίος θα αποτρέπει την κίνηση σε οποιαδήποτε άλλη διεύθυνση εκτός από την κάθετη προς το έδαφος.

Όταν οι μαθητές ολοκληρώσουν τον πύραυλο, μεταβαίνουν σε εξωτερικό χώρο, για να δοκιμάσουν την κατασκευή τους. Κάθε ομάδα εκτελεί αρκετές δοκιμές (κάθε μέλος της ομάδας θα πρέπει να δοκιμάσει τον πύραυλο τουλάχιστον μία φορά). Ο εκπαιδευτικός ενθαρρύνει τις ομάδες των μαθητών να παρατηρήσουν προσεκτικά την κίνηση του πυραύλου και να προσπαθήσουν να βρουν τυχόν ελαττώματα ή λάθη στο σχέδιό τους που, αν διορθωθούν, ο πύραυλος θα βελτιωθεί σημαντικά. Τέλος, οι ομάδες των μαθητών παρακινούνται να βρουν την κατάλληλη αναλογία νερού και αέρα που θα δώσει στον πύραυλο το μέγιστο ύψος.

*-Συμβουλή: Από εκπαιδευτική σκοπιά, είναι σημαντικό να ζητήσετε στα παιδιά να συμμετάσχουν στην τακτοποίηση/καθαρισμό του δωματίου.*

## **Δραστηριότητα 6 – Παρουσίαση της Τελικής Λύσης**

**Διάρκεια: 20 λεπτά**

**Στόχοι: Σε αυτήν τη δραστηριότητα οι μαθητές θα**

- οργανώσουν την παρουσίασή τους ως ομάδα
- παρουσιάσουν την ομαδική τους εργασία μπροστά σε ένα κοινό

### **Γενικό Πλαίσιο**

Ο σκοπός αυτής της δραστηριότητας είναι να βοηθήσει τους μαθητές να συνειδητοποιήσουν ότι χρησιμοποίησαν την ίδια διαδικασία με τους μηχανικούς κατά τη διάρκεια της επίλυσης του προβλήματος, δηλαδή ότι έθεσαν

ερωτήματα, διερεύνησαν τις επιστημονικές αρχές που διέπουν το πρόβλημα, χρησιμοποίησαν την υφιστάμενη τεχνολογία (εργαλεία και υλικά), ώστε να φανταστούν, να σχεδιάσουν και να επιλύσουν το πρόβλημα τους. Τέλος, οι ομάδες των μαθητών δημιουργούν μία παρουσίαση σε PowerPoint για να συνοψίσουν τη διαδικασία που ακολούθησαν μέχρι να κατασκευάσουν το τελικό τους σχέδιο και την παρουσιάζουν μπροστά σε κοινό.

### ❖ Ολομέλεια

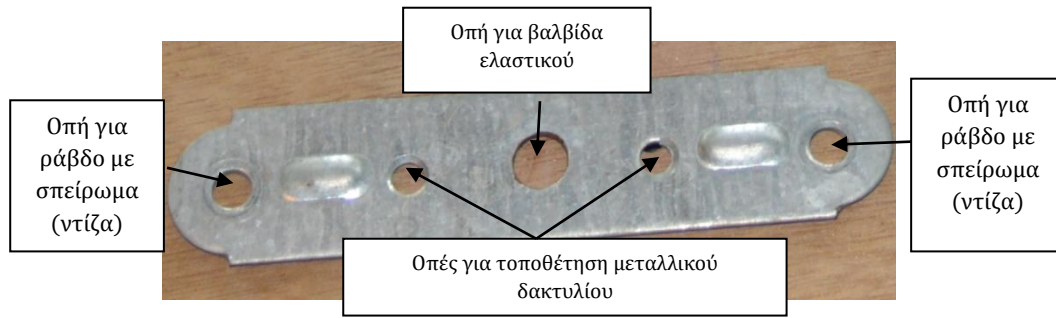
Ο εκπαιδευτικός αρχίζει μία συζήτηση σχετικά με το πόσο σημαντικό είναι να παρουσιάζεις τη δουλειά σου μπροστά σε κοινό. Έχει πολύ μεγάλη σημασία για έναν/μία μηχανικό να κάνει μία ξεκάθαρη και κατανοητή παρουσίαση σε ένα κοινό που ίσως γίνει ο εργοδότης του/της. Ο εκπαιδευτικός θα πρέπει να επισημάνει ότι, για να εξηγήσει κάποιος κάτι σε άλλους, πρέπει πρώτα να το έχει κατανοήσει καλά ο ίδιος. Ζητήστε από τις ομάδες των μαθητών να προετοιμάσουν την παρουσίασή τους, στην οποία θα εξηγούν τι έκαναν, πώς το έκαναν και ποιο ήταν το τελικό αποτέλεσμα. Κατά τη διάρκεια της παρουσίασης, ο εκπαιδευτικός προτρέπει το κοινό να κάνει ερωτήσεις:

- Συναντήσατε κάποιες δυσκολίες στην εφαρμογή της Διαδικασίας Σχεδιασμού της Εφαρμοσμένης Μηχανικής; Τι δυσκολίες αντιμετωπίσατε;
- Βοήθησε το επιστημονικό υπόβαθρο να καταλάβετε πώς λειτουργούν οι πύραυλοι;
- Αλλάξατε το αρχικό σας σχέδιο; Τι επίδραση είχαν αυτές οι αλλαγές/αυτή η αλλαγή στο τελικό σας σχέδιο;
- Τα προτεινόμενα υλικά λειτούργησαν κατάλληλα και με ασφάλεια; Με ποια υλικά θα μπορούσατε να τα αντικαταστήσετε;
- Ποιες αλλαγές κάνατε στο σχέδιό σας, ώστε να βελτιώσετε την απόδοσή του;
- Αν είχατε περισσότερο χρόνο, τι θα προσθέτατε, τι θα αλλάζατε, ή τι θα κάνατε διαφορετικά;

*Εάν δεν μπορείς να εξηγήσεις κάτι με απλά λόγια, τότε ούτε εσύ ο ίδιος το έχεις καταλάβει πολύ καλά (Albert Einstein).*

### Οδηγίες Κατασκευής

1. Ανοίξτε μία οπή στο κέντρο της μεταλλικής λάμας σύνδεσης του ελάσματος επιδιόρθωσης. Το μέγεθος της οπής πρέπει να είναι το ίδιο με το μέγεθος μιας βαλβίδας ελαστικού αυτοκινήτου. Στη συνέχεια, ανοίξτε δύο οπές στα δυο άκρα της λάμας που να είναι αρκετά μεγάλες σε μέγεθος για να περάσουν από μέσα τους οι ράβδοι με σπείρωμα/ντίζες (Βλ. Εικ. 8, 14). Τέλος, ανοίξτε δύο τελευταίες οπές, μικρότερες από τις προηγούμενες δύο, όπως φαίνεται στην Εικ. 8, που θα χρησιμοποιηθούν για την τοποθέτηση του μεταλλικού δακτυλίου.



Εικόνα 8: Έλασμα επιδιόρθωσης

2. Τοποθετήστε τη μεταλλική λάμα στο κέντρο της ξύλινης βάσης και με ένα μολύβι σημαδέψτε πάνω στο ξύλο τη θέση των εξωτερικών οπών της λάμας. Ανοίξτε οπές στα σημεία της ξύλινης βάσης που σημαδέψατε με μολύβι προηγουμένως. Βεβαιωθείτε ότι έχουν αρκετά μεγάλο μέγεθος, ώστε να χωράνε οι σπειροειδείς ράβδοι (βλ. Εικ. 9, 14).



Εικόνα 9: Μεταλλική λάμα πάνω σε ξύλινη βάση. Σημαδεύουμε (ή μαρκάρουμε) τα σημεία των οπών με μολύβι.

3. Ανοίξτε μία αρκετά μεγάλη οπή στο κέντρο του ελαστικού πώματος (βλ. Εικ. 10). Πιέστε την βαλβίδα ελαστικού αυτοκινήτου μέσα στην οπή του ελαστικού πώματος (βλ. Εικ. 16). Στην συνέχεια, περάστε τη βαλβίδα του ελαστικού αυτοκινήτου με το ελαστικό πώμα μέσα στην οπή που ανοίξατε στο κέντρο του ελάσματος επιδιόρθωσης (βλ. Εικ.15).



Εικόνα 10: Ελαστικό πώμα και βαλβίδα ελαστικού αυτοκινήτου

4. Περάστε τις ντίζες στην ξύλινη βάση. Χρησιμοποιήστε παξιμάδια και ροδέλες, για να στερεώσετε τις ντίζες πάνω στην ξύλινη βάση (βλ. Εικ. 11, 12, 13).



Εικόνα 11: Δύο Σπειροειδείς ράβδοι (ντίζες), 8 παξιμάδια και 4 ροδέλες για την στερέωση των ράβδων πάνω στην ξύλινη βάση



Εικόνα 12: Στερεώστε τις σπειροειδείς ράβδους χρησιμοποιώντας παξιμάδια και ροδέλες



Εικόνα 13: Γυρίστε την ξύλινη βάση ανάποδα και στερεώστε τις ντίζες χρησιμοποιώντας παξιμάδια και ροδέλες

5. Τοποθετήστε ένα παξιμάδι σε κάθε ντίζα, όπως φαίνεται στην Εικ. 14 και μετά στερεώστε τη μεταλλική λάμα στις ντίζες (βλ. Εικ. 14). Τα παξιμάδια που τοποθετήσατε θα συγκρατήσουν τη λάμα στο επιθυμητό ύψος.



Εικόνα 14: Παξιμάδια και μεταλλική λάμα στερεωμένα στις σπειροειδείς ράβδους.



Εικόνα 15: Μεταλλική λάμα και ελαστικό πώμα με βαλβίδα στερεωμένο στις ντίζες

6. Ανοίξτε δύο οπές στον μεταλλικό δακτύλιο, όπως φαίνεται στην Εικ. 16. Αυτές οι οπές θα χρησιμοποιηθούν για την τοποθέτηση του δακτυλίου στη μεταλλική λάμα χρησιμοποιώντας δεματικά καλωδίων.



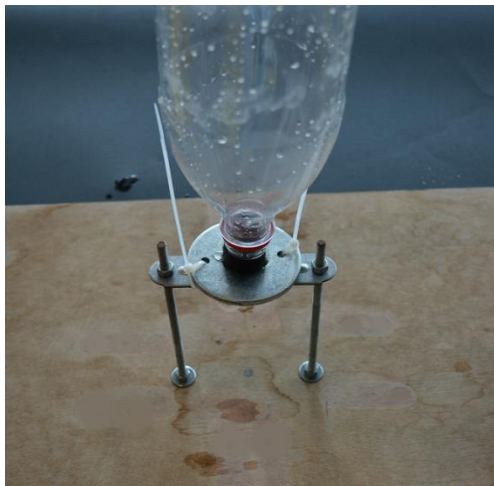
Εικόνα16

7. Τοποθετήστε τον μεταλλικό δακτύλιο, όπως φαίνεται στην Εικ. 17. Χρησιμοποιήστε δεματικά καλωδίων, για να στερεώσετε με ασφάλεια τον μεταλλικό δακτύλιο μεταλλική λάμα.



Εικόνα 17

8. Μόλις τοποθετηθεί η μεταλλική λάμα στην ξύλινη βάση, πάρτε ένα πλαστικό μπουκάλι χωρητικότητας 2 λίτρων και πιέστε το λαιμό του πάνω στο πώμα που φέρει την βαλβίδα (βλ. Εικόνα 18). Ο λαιμός του μπουκαλιού θα είναι ο οδηγός για να κατασκευάσουμε σωστά τον υπόλοιπο μηχανισμό εκτόξευσης.



Εικόνα 18: Μπουκάλι τοποθετημένο πάνω στο ελαστικό πώμα

9. Πάρτε δύο μεταλλικές γωνίες σύνδεσης και τοποθετήστε έναντι της μεταλλικής λάμας (βλ. Εικόνα 19).



Εικόνα 19: Μεταλλικές γωνίες τοποθετημένες στην ξύλινη βάση

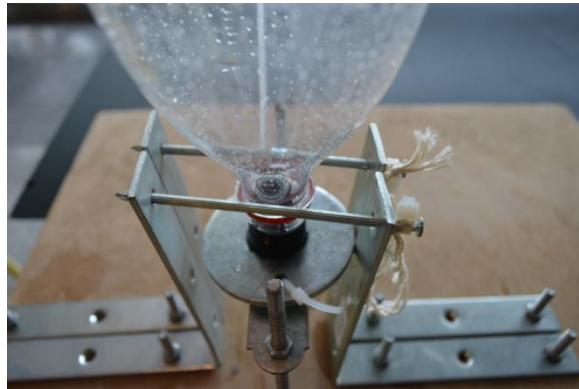
10. Πάρτε δύο ακόμη γωνίες και τοποθετήστε αυτές όπως προηγουμένως αλλά στην αντίθετη πλευρά του μπουκαλιού (βλ. Εικόνα 20).





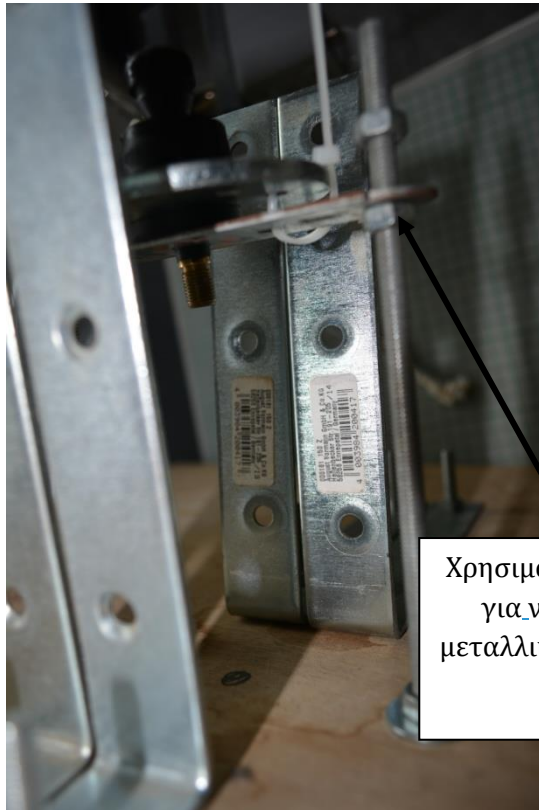
Εικόνα20: Όλες οι γωνίες τοποθετημένες πάνω στην βάση

11. Περάστε τα καρφιά μέσα από τις πάνω οπές των κάθετων τμημάτων των γωνιών. Προσαρμόστε τα καρφιά αργά και σταθερά πάνω στο πλατύ χείλος του λαιμού (Βλ. Εικ. 21). Ο ρόλος των καρφιών είναι να κρατήσουν σταθερό το μπουκάλι ενώ εισάγετε αέρα στον πύραυλο. Μπορείτε να χρησιμοποιήσετε τα παξιμάδια κάτω από τη μεταλλική λάμα, για να την προσαρμόσετε στο σωστό ύψος. Εάν ο λαιμός του μπουκαλιού είναι κάτω ή πάνω από τα καρφιά ή αν τα καρφιά δεν περνούν σταθερά από τον λαιμό, τότε χρησιμοποιήστε τα παξιμάδια κάτω από τη μεταλλική λάμα, για να ανυψώσετε το έλασμα στο επιθυμητό ύψος (Βλ. Εικ. 22).



Εικόνα21: Ατσάλινα καρφιά περνούν σφιχτά και σταθερά πάνω από το πλατύ χείλος του λαιμού

12. Όταν όλα βρίσκονται στη θέση τους, σημαδέψτε πάνω στην ξύλινη βάση τις οπές των οριζόντιων τμημάτων των γωνιών. Τρυπήστε τις οπές και μετά βιδώστε σφιχτά τις γωνίες στην βάση. Ο εκτοξευτήρας είναι τώρα έτοιμος (βλ. Εικ. 22).



Χρησιμοποιήστε τα παξιμάδια για να προσαρμόσετε τη μεταλλική λάμα στο επιθυμητό ύψος.

Εικόνα 22: Πώς μπορούν να χρησιμοποιηθούν τα παξιμάδια κάτω από μεταλλική λάμα για να τη στερεώσουν στο επιθυμητό ύψος, ώστε να περάσουν τα καρφιά σφιχτά και σταθερά πάνω από το πλατύ χείλος του μπουκαλιού.

13. Για λόγους ασφαλείας πρέπει να κατασκευάσετε ένα προστατευτικό «τείχος» γύρω από τον εκτοξευτήρα χρησιμοποιώντας τις 4 διάτρητες γωνίες Dexion. Στερεώστε σε κάθε γωνία Dexion δύο μικρές ατσάλινες γωνίες, όπως φαίνεται στην Εικ. 23, χρησιμοποιώντας βίδες, παξιμάδια και ροδέλες. Μετά τοποθετήστε και τις τέσσερις γωνίες Dexion γύρω από τον μηχανισμό εκτόξευσης, όπως φαίνεται στην Εικ. 24.

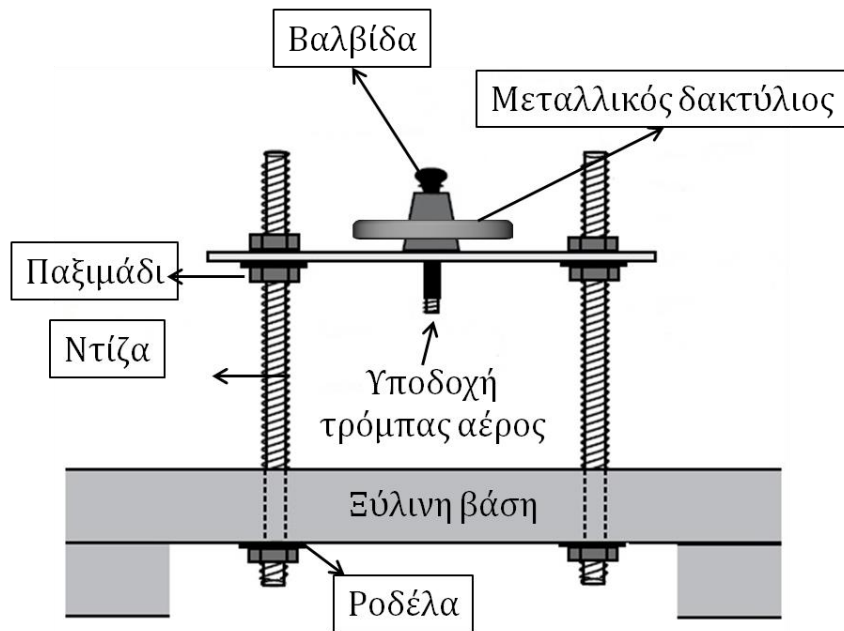


Εικόνα 23: Μικρές ατσάλινες γωνίες στερεωμένες σε μία γωνία Dexion

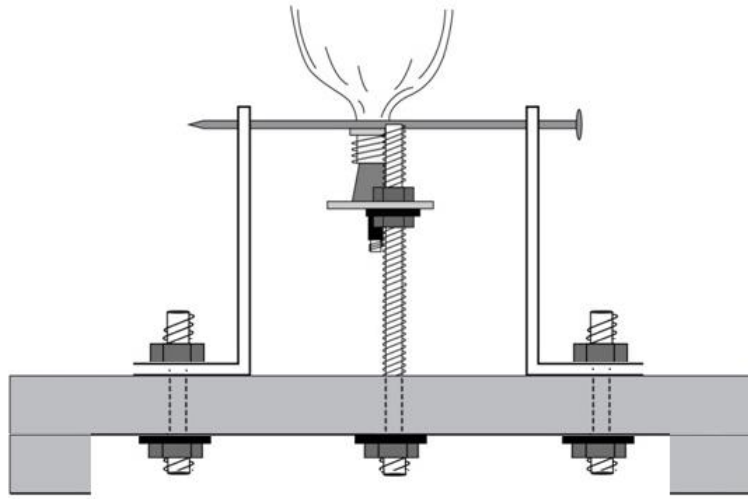


Εικόνα 24: Δύο από τις τέσσερις γωνίες Dexion στερεωμένες στην ξύλινη βάση.

Στις Εικ. 25 και 26 μπορείτε να δείτε λεπτομερείς απεικονίσεις του μηχανισμού εκτόξευσης και των κύριων εξαρτημάτων του. Στην Εικ. 30 παρουσιάζουμε την κατασκευή του μηχανισμού εκτόξευσης σε τέσσερα απλά βήματα.

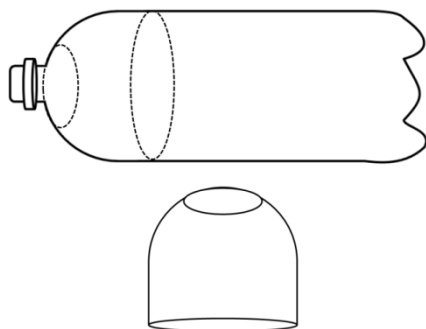


Εικόνα25

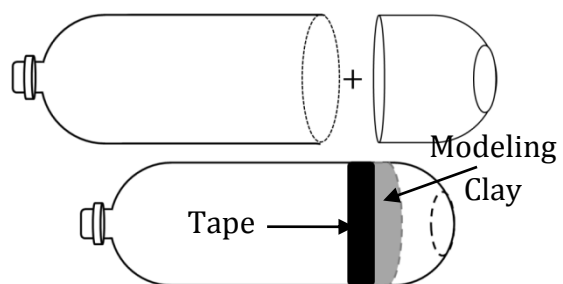


Εικόνα 26

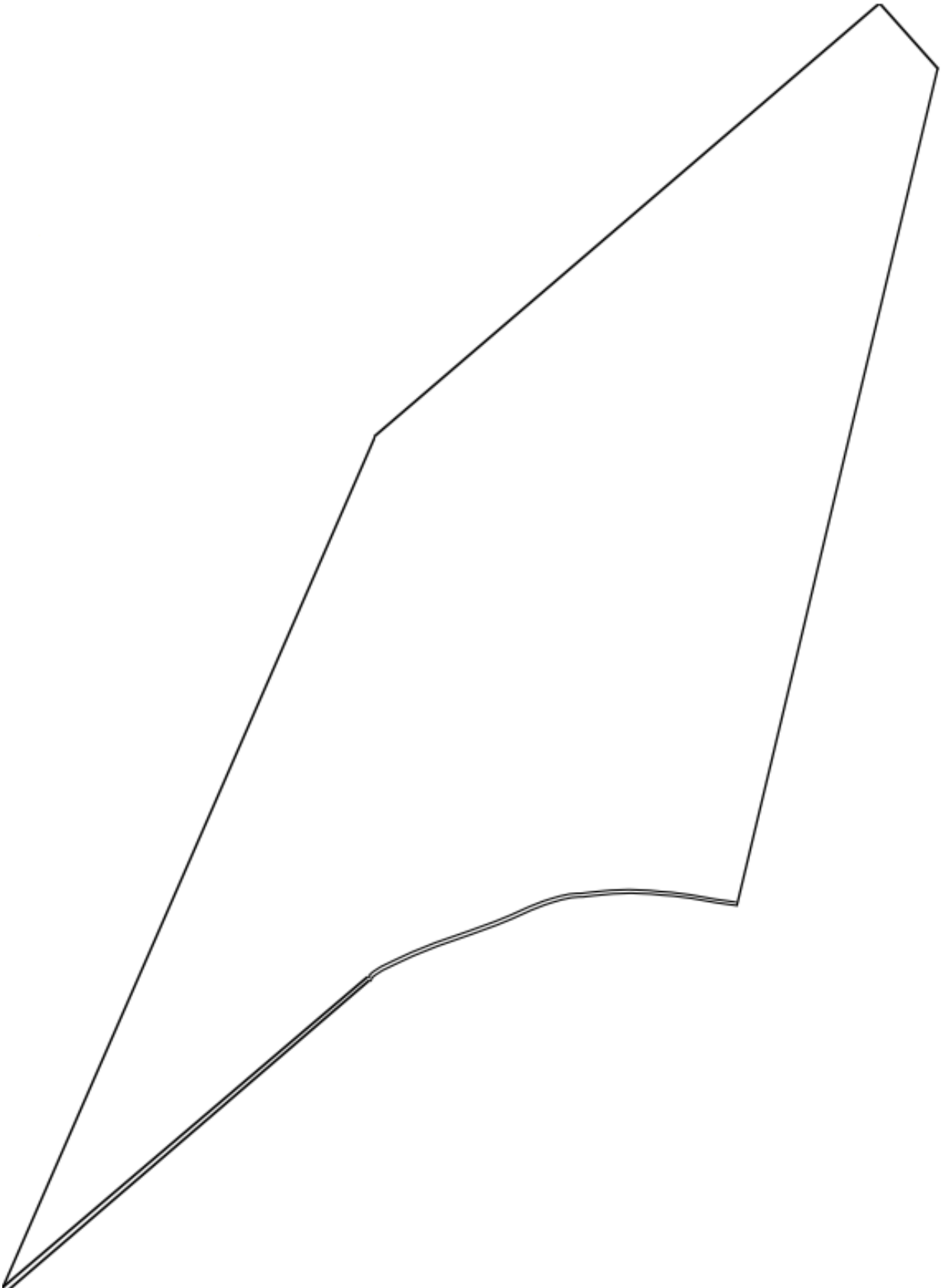
14. Για τον κώνο του ρύγχους, πάρτε το δεύτερο μπουκάλι και κόψτε το πάνω μέρος σύμφωνα με την οδηγία που δίνεται στην Εικ. 27. Μπορείτε να βελτιώσετε τον κώνο και κατά συνέπεια να βελτιώσετε την ευστάθεια του πυραύλου κατά την διάρκεια της πτήσης τοποθετώντας 50 gr πηλού/πλαστελίνης στον πάτο του μπουκαλιού (Βλ. Εικ. 28), ο οποίος δρα ως έρμα. Μόλις τοποθετήσετε τον κώνο πάνω στο σώμα του πυραύλου και το κολλήσετε με ασφάλεια, μπορείτε να βάλετε πλαστική σακούλα μέσα στον κώνο. Αυτή δρα ως μαξιλαράκι και προστατεύει τον κώνο από την φθορά, όταν ο πύραυλος επιστρέφει στο έδαφος. Τέλος, σφραγίστε το άνοιγμα του κώνου με τη χρήση μονωτικής ταινίας.
15. Χρησιμοποιήστε το σχέδιο της Εικ. 29 για τα πτερύγια. Μπορείτε να αντιγράψετε το σχέδιο για τα πτερύγια σε χαρτόνι μακέτας ή χαρτόνι και να το κόψετε με ένα κοπίδι, για να είναι τα πτερύγια πιο ανθεκτικά.

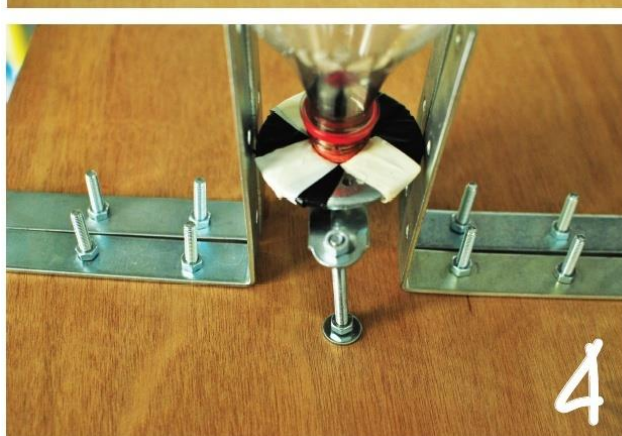
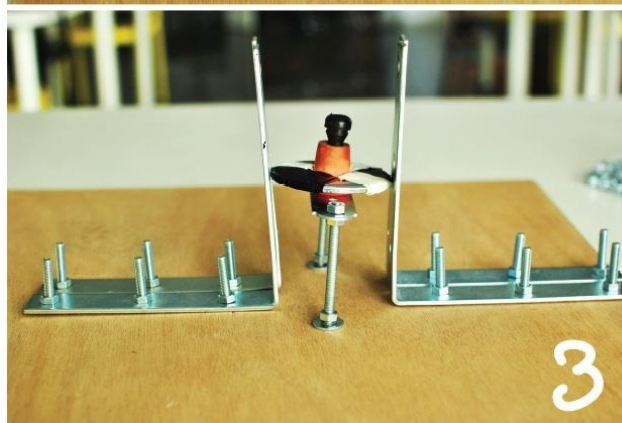


Εικόνα 27: Κόψτε το πάνω μέρος του δεύτερου μπουκαλιού και αφαιρέστε το στόμιο, όπως φαίνεται στην εικόνα.



Εικόνα 28: Κώνος στερεωμένος στο σώμα του πυραύλου. Τοποθετείται πλαστελίνης πριν τη στερέωση του κώνου. Τέλος, ο κώνος στερεώνεται σταθερά με τη χρήση μονωτικής ταινίας.















Εικόνα 30: Ο μηχανισμός εκτόξευσης σε τέσσερα απλά βήματα

## Κατάλογος Υλικών

Πίνακας 1	
2 Σπειροειδείς ράβδοι/ντίζες (μήκος: 20 cm η κάθε μία και πλάτος 5-6 mm) + 8 παξιμάδια και 8 ροδέλες που ταιριάζουν στις ράβδους.	
4 Ατσάλινες γωνίες (15 cm x 15 cm x 2,5 cm) + 8 βίδες, 8 παξιμάδια και 8 ροδέλες που ταιριάζουν στις βίδες	
8 Ατσάλινες γωνίες (5 cm x 5 cm x 2,5 cm) + 32 βίδες, 32 παξιμάδια και 32 ροδέλες	
Μεταλλική λάμα με οπές 15 cm x 2,5 cm	
Επίπεδη ατσάλινη ροδέλα (εσωτερική διάμετρος 2,5 cm, εξωτερική διάμετρος 5 έως 7 cm, πάχος ~0,5 cm)	
Βαλβίδα ελαστικού αυτοκινήτου	
Ελαστικό πώμα με μία οπή (η οπή θα πρέπει να είναι πλατιά για να χωράει η βαλβίδα ελαστικού αυτοκινήτου). Το μέγεθος του ελαστικού πώματος πρέπει να είναι κατάλληλο για να χωράει στο στόμιο του μπουκαλιού.	
2 ατσάλινα καρφιά μήκους 15 cm	
Ποδοκίνητη αντλία αέρος	
4 διάτρητες γωνίες Dexion μήκους 60 cm η καθεμιά	
Φύλλο κόντρα πλακέ θαλάσσης (50 cm x 50cm x 1 cm )	
4-5 μέτρα ανθεκτικός σπάγκος	

Ηλεκτρικό τρυπάνι + τρυπάνια για ξύλο και μέταλλο	
Ένα σετ από κλειδιά (γερμανικά κλειδιά)	
Δερματικά καλωδίων	
Χαρτόνι (για τα περύγια και τον κώνο)	
Ψαλίδι	
Μονωτική ταινία	
Μολύβι και χαρτί	
Δύο μπουκάλια αναψυκτικού 2 λίτρων το καθένα ( <b>Σημαντικό:</b> μόνο για χρήση ανθρακούχου αναψυκτικού)	
Κοπίδι	
Χαρτόνι μακέτας (πάχους 3-5 mm)	



### Πρώτος Νόμος Κίνησης του Νεύτωνα

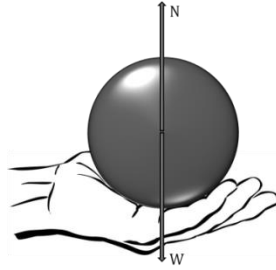
Κάθε σώμα, που βρίσκεται μέσα σε ένα αδρανειακό σύστημα, διατηρεί την κατάσταση ηρεμίας, ή ευθύγραμμης και η ομαλής κίνησής του, εφόσον καμία εξωτερική δύναμη δεν επιδρά για τη μεταβολή της ή η συνισταμένη των δυνάμεων ισούται με μηδέν". Ο νόμος αυτός ονομάζεται και "Νόμος της Αδράνειας".

Ο πρώτος νόμος του Νεύτωνα είναι μία προφανής διαπίστωση. Για να αντιληφθούμε τον νόμο της αδράνειας, είναι απαραίτητο να κατανοήσουμε τους όρους ηρεμία, κίνηση και δύναμη.

Ηρεμία είναι η κατάσταση ενός σώματος, όταν δεν αλλάζει θέση σε σχέση με ένα σύστημα αναφοράς. Αν κάθεστε ακίνητοι σε ένα κάθισμα, αυτό σημαίνει ότι βρίσκεστε σε κατάσταση ηρεμίας. Αυτή η κατάσταση, όμως, είναι σχετική. Το κάθισμα στο οποίο κάθεστε ακίνητοι μπορεί να είναι μία από τις πολλές θέσεις σε ένα λεωφορείο. Ενώ εσείς δεν κινείστε σε σχέση με το περιβάλλον σας (σύστημα αναφοράς λεωφορείου), κινείστε σε σχέση με τη γη. Εάν ορίζαμε την ηρεμία ως μία κατάσταση παντελούς έλλειψης κίνησης, τότε μία τέτοια κατάσταση δεν θα υπήρχε στην πραγματικότητα. Ακόμα και εάν δεν κινούνταν το λεωφορείο, εσείς θα εξακολουθούσατε να κινείστε, εφόσον το κάθισμά σας βρίσκεται σε έναν περιστρεφόμενο πλανήτη σε τροχιά γύρω από τον Ήλιο, ο οποίος με τη σειρά του κινείται μέσω ενός περιστρεφόμενου Γαλαξία που κινείται και ο ίδιος μέσα στο Σύμπαν. Συμπερασματικά, ενώ κάθεστε ακίνητοι στο κάθισμά σας, στην πραγματικότητα κινείστε μέσα στο διάστημα με ταχύτητα εκατοντάδων χιλιομέτρων ανά δευτερόλεπτο[11].

Η κίνηση είναι, επίσης, ένας σχετικός όρος. Σύμφωνα με τον πρώτο νόμο κίνησης του Νεύτωνα σημαίνει αλλαγή θέσης σε σχέση με ένα αδρανειακό σύστημα αναφοράς. Έτσι, μία μπάλα βρίσκεται σε κατάσταση ηρεμίας, εάν βρίσκεται στο έδαφος, ενώ βρίσκεται σε κίνηση, εάν κυλάει σε σχέση με το έδαφος. Στην περίπτωση του κινούμενου λεωφορείου, όταν κάθεστε στο κάθισμά σας, δεν κινείστε σε σχέση με το λεωφορείο, αλλά, αν στέκεστε και περπατάτε στον διάδρομο, θεωρείται ότι βρίσκεστε σε κίνηση. Έτσι, ένας πύραυλος που εκτοξεύεται μεταβάλλει την κατάστασή του από κατάσταση ηρεμίας σε κατάσταση κίνησης [11].

Εάν κρατάτε μία μπάλα με το χέρι σας (βλ. Εικ. 31), τότε η μπάλα θεωρείται ότι βρίσκεται σε κατάσταση ηρεμίας, παρόλο που ασκούνται δυνάμεις πάνω της. Η βαρύτητα έλκει την μπάλα προς τα κάτω ενώ το χέρι σας ωθεί την μπάλα προς τα πάνω. Άρα, οι δυνάμεις που ασκούνται στην μπάλα ισορροπούν. Εάν αφήσετε την μπάλα να πέσει, στην μπάλα ασκείτε μόνο η δύναμη της βαρύτητας και η μπάλα κινείται προς τα κάτω. Το ίδιο ισχύει για έναν πύραυλο τη στιγμή της εκτόξευσης. Καθώς γίνεται η ανάφλεξη, η ώση από καύσιμα υπερνικά τη δύναμη της βαρύτητας με αποτέλεσμα ο πύραυλος να κινείται προς τα πάνω. Στη συνέχεια, ο πύραυλος επιβραδύνεται, σταματά στο ψηλότερο σημείο της πτήσης του και μετά πέφτει πίσω στη Γη [11].



Εικόνα 31: Δυνάμεις που ασκούνται σε μία μπάλα σε κατάσταση ηρεμίας

Για να συνοψίσουμε, εάν ένα σώμα βρίσκεται σε αδράνεια χρειάζεται να ασκηθεί επάνω του μη μηδενική δύναμη για να το κάνει να κινηθεί. Εάν το σώμα κινείται ήδη, χρειάζεται να ασκηθεί επάνω του δύναμη προκειμένου να το σταματήσει ή, να μεταβάλλει την κατεύθυνσή ή να μεταβάλλει την ταχύτητά του.

### Αδράνεια

Αδράνεια είναι η τάση των σωμάτων να διατηρούν την κινητική τους κατάσταση. Αυτό συμπεριλαμβάνει μεταβολές στην ταχύτητά του, την κατεύθυνση ή την κατάσταση ηρεμίας του.

### Μάζα

Η μάζα είναι το μέτρο της αδράνειας της ύλης.

### Δεύτερος Νόμος Κίνησης του Νεύτωνα

Όταν η συνισταμένη των δυνάμεων που ασκούνται σε ένα σώμα είναι διάφορη του μηδενός τότε το σώμα εκτελεί ευθύγραμμη ομαλά μεταβαλλόμενη κίνηση. Η επιτάχυνση που αποκτά ένα σώμα είναι ανάλογη της δύναμης που ασκείται στο σώμα και αντίστροφος ανάλογης της μάζας του σώματος. [1].

$$\vec{F} = m * \vec{a}$$

Για να εξηγήσουμε τον δεύτερο νόμο του Νεύτωνα θα χρησιμοποιήσουμε το παράδειγμα ενός κανονιού. Όταν το κανόνι πυροβολεί, η έκρηξη ωθεί την μπάλα του κανονιού σε μεγάλη απόσταση έξω από την κάννη. Ταυτόχρονα παρατηρούμε ότι το κανόνι ωθείται προς τα πίσω κατά λίγα μέτρα. Αυτός είναι ο τρίτος νόμος του Νεύτωνα στην πράξη, σύμφωνα με τον οποίο η δύναμη που ασκείται στο κανόνι και στη μπάλα είναι η ίδια.

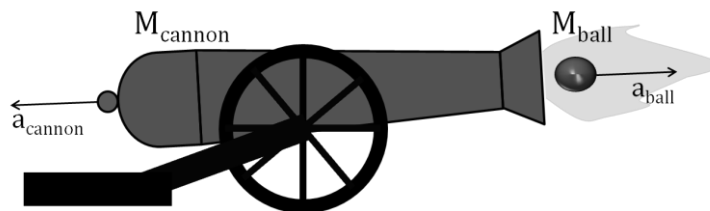
$$F_{cannon} = M_{cannon} * a_{cannon}$$

$$F_{ball} = M_{ball} * a_{ball}$$

$$F_{cannon} = F_{ball}$$

$$M_{cannon} * a_{cannon} = M_{ball} * a_{ball}$$

Αυτή η εξίσωση μας δείχνει ότι το κανόνι, το οποίο έχει μεγάλη μάζα, αποκτά μικρή επιτάχυνση, ενώ η μπάλα η οποία έχει μικρή μάζα αποκτά μεγάλη επιτάχυνση (βλ. Εικ. 32).



Εικόνα 32: Κανόνι που εκτοξεύει μία σιδερένια μπάλα.

Ας εφαρμόσουμε τώρα τον Δεύτερο Νόμο του Νεύτωνα σε πυραύλους (βλ. Εικ. 33). Η μάζα της μπάλας του κανονιού μπορεί να αντικατασταθεί από τη μάζα των αερίων που εκλύονται από τη μηχανή του πυραύλου. Η μάζα του κανονιού μπορεί να αντικατασταθεί από τη μάζα του πυραύλου, η οποία κινείται στην αντίθετη κατεύθυνση ως προς τα αέρια. Υπάρχουν, όμως, κάποιες βασικές διαφορές ανάμεσα στους πυραύλους και στα κανόνια. Στην περίπτωση του κανονιού και της μπάλας του, η ώση είναι στιγμιαία, ενώ στην περίπτωση του πυραύλου η ώση διαρκεί όσο γίνεται η ανάφλεξη. Ένα άλλο ενδιαφέρον χαρακτηριστικό είναι ότι η μάζα του πυραύλου μεταβάλλεται κατά τη διάρκεια της πτήσης. Ένα μεγάλο τμήμα της μάζας του πυραύλου είναι το καύσιμο το οποίο διαρκώς μεταβάλλεται καθώς στις μηχανές πραγματοποιείται ανάφλεξη. Αυτό σημαίνει ότι η μάζα του πυραύλου γίνεται ολοένα και μικρότερη κατά τη διάρκεια της πτήσης. Κατά συνέπεια, η επιτάχυνση του πυραύλου αυξάνεται καθώς η μάζα του μειώνεται με την πάροδο του χρόνου. Αυτό το γεγονός εξηγεί γιατί ένας πύραυλος ξεκινάει κινούμενος αργά και επιταχύνει καθώς κινείται μέσα στο διάστημα.

### Τρίτος Νόμος Κίνησης του Newton

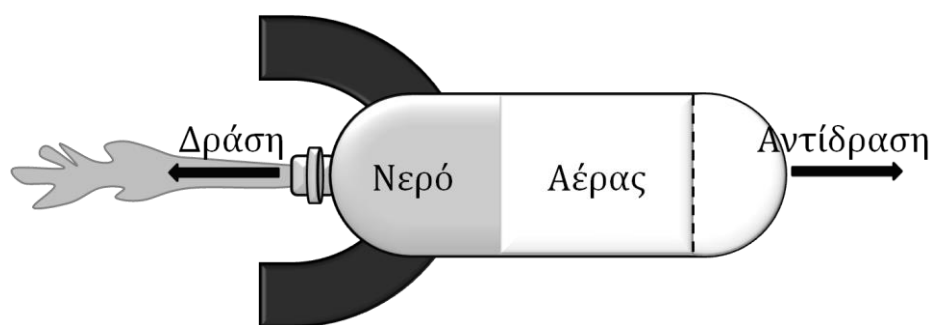
- Όταν ένα σώμα ασκεί μία δύναμη σε ένα δεύτερο σώμα, το δεύτερο σώμα ασκεί μία ίση και αντίθετη δύναμη στο πρώτο (Δράση-Αντίδραση). Δηλαδή, οι δυνάμεις που εξασκούνται από την αλληλεπίδραση δύο σωμάτων (1 και 2) είναι πάντα ίσες κατά το μέτρο και αντίθετες κατά τη φορά. Οι δύο δυνάμεις δράση-αντίδραση ασκούνται πάντοτε σε δύο διαφορετικά σώματα.

Ένας πύραυλος στην απλούστερη μορφή του είναι ένας θάλαμος που περιέχει ένα αέριο υπό πίεση. Ένα μικρό άνοιγμα στο ένα άκρο του θαλάμου επιτρέπει στο αέριο να διαφύγει, και έτσι παρέχει μία ώση που προωθεί τον πύραυλο στην αντίθετη κατεύθυνση. Ένα καλό παράδειγμα αυτού του φαινομένου είναι ένα φουσκωμένο μπαλόνι όπως επίσης και οι υδροπύραυλοι. Στην περίπτωση του μπαλονιού, ο αέρας μέσα στο μπαλόνι συμπιέζεται από τα ελαστικά τοιχώματα. Ο αέρας πιέζει προς τα πίσω έτσι ώστε οι δυνάμεις πίεσης προς τα μέσα και προς τα έξω είναι σε ισορροπία. Όταν το στόμιο ελευθερώνεται, ο αέρας διαφεύγει από μέσα και το μπαλόνι κινείται στην αντίθετη κατεύθυνση[11]. Στην περίπτωση του υδροπυραύλου (βλ. Εικ. 34), το νερό εκτοξεύεται εξαιτίας του συμπιεσμένου αέρα. Καθώς ο συμπιεσμένος αέρας ελευθερώνεται, το νερό εκτοξεύεται από το στόμιο (δράση) και ως αποτέλεσμα ο πύραυλος κινείται στην αντίθετη κατεύθυνση από μία δύναμη αντίδρασης (αντίδραση).



Εικόνα33: Ο τρίτος νόμος του Νεύτωνα στην περίπτωση ενός πυραύλου.

Οι Νόμοι του Νεύτωνα στην Πράξη: για να απογειωθεί ένας πύραυλος ή να μεταβληθεί η κατεύθυνση ενός διαστημικού σκάφους πρέπει να ασκηθεί επάνω του μία δύναμη. Αυτή είναι μία άμεση συνέπεια του Πρώτου Νόμου του Νεύτωνα. Η ποσότητα της ώσης (δύναμης) που παράγεται από τις μηχανές του πυραύλου καθορίζεται από τη μάζα του καυσίμου του πυραύλου και την ταχύτητα με την οποία το αέριο διαφεύγει από τον πύραυλο. Αυτό προκύπτει άμεσα από τον Δεύτερο Νόμο του Νεύτωνα. Τέλος, εξαιτίας του Τρίτου Νόμου του Νεύτωνα, η αντίδραση του πυραύλου είναι ίση αλλά αντίθετης κατεύθυνσης (βλ. Εικ. 33) από τη δράση των αερίων που εκτοξεύονται από τον πύραυλο[11].



Εικόνα 34: Ο τρίτος νόμος του Νεύτωνα στην περίπτωση ενός υδροπυραύλου.

### Ορμή

Το γινόμενο της μάζας επί την της ταχύτητα ενός σώματος (δεδομένου ότι η ταχύτητα είναι πολύ μικρότερη από την ταχύτητα του φωτός). Έχει μέτρο και διεύθυνση και συνεπώς είναι διανυσματικό μέγεθος ( $\vec{p} = m * \vec{u}$ ).

### Αρχή Διατήρησης της Ορμής

Σύμφωνα με την αρχή διατήρησης της ορμής (Α.Δ.Ο.) το διανυσματικό άθροισμα των ορμών ενός συστήματος σωμάτων παραμένει πάντα σταθερό, αν η συνισταμένη των εξωτερικών δυνάμεων είναι μηδέν. ( $m * \vec{u}_{before} = m * \vec{u}_{after}$ ).

Ας σκεφτούμε το κανόνι που εκτυροσκοροτεί στην Εικ. 32. Σύμφωνα με τον Τρίτο Νόμο του Νεύτωνα, η δύναμη στην μπάλα του κανονιού μέσα στην κάννη είναι ίση και αντίθετη προς την δύναμη που προκαλεί την ανάκρουση του κανονιού. Εφόσον οι δυνάμεις δρουν το ίδιο χρονικό διάστημα, οι ωθήσεις είναι

ίσες αλλά αντίθετες. Αυτές οι ωθήσεις είναι εσωτερικές στο σύστημα κανόνι-μπάλα κανονιού. Έτσι δεν μεταβάλλουν την ορμή του συστήματος. Πριν από την εκτόξευση, το σύστημα βρίσκεται σε ηρεμία, οπότε η ορμή του είναι μηδενική. Μετά την εκτόξευση, η συνολική ορμή του συστήματος παραμένει μηδενική. Δεν κερδίζεται ούτε χάνεται καθόλου ορμή.

Πριν από την εκτόξευση:

$$p_{before} = (M_{cannon} + M_{ball}) * V_{before}, \quad (V_{before} = 0, \text{ σύστημα σε ηρεμία}) \\ \Rightarrow p_{before} = 0$$

Μετά την εκτόξευση:

$$p_{after} = M_{ball} * V_{ball} - M_{cannon} * V_{cannon}$$

Σύμφωνα με τον νόμο της διατήρησης της γραμμικής ορμής:

$$p_{before} = p_{after}$$

$$0 = M_{ball} * V_{ball} - M_{cannon} * V_{cannon}$$

$$V_{cannon} = \frac{M_{ball} * V_{ball}}{M_{cannon}}$$

Το ίδιο μπορεί να εφαρμοστεί στην περίπτωση του πυραύλου, καθώς εκείνος κινείται προς τα εμπρός, προκειμένου να διατηρηθεί η ορμή του συστήματος. Όμως, στην περίπτωση των πυραύλων το καύσιμο καίγεται σε ένα καθορισμένο χρονικό διάστημα και όχι σε μία στιγμή.

### Συμπιεστότητα

Στη θερμοδυναμική και στη μηχανική των ρευστών, η συμπιεστότητα είναι ένα μέγεθος που εκφράζει το πόσο εύκολα συμπιέζεται ένα σώμα όταν αυξάνεται η πίεση που το ασκείται. Πιο συγκεκριμένα, συμπιεστότητα ενός ρευστού ορίζεται ως η σχετική μεταβολή του όγκου προς τη μεταβολή της πίεσης υπό σταθερή θερμοκρασία.

### Συμπιεστότητα του Νερού

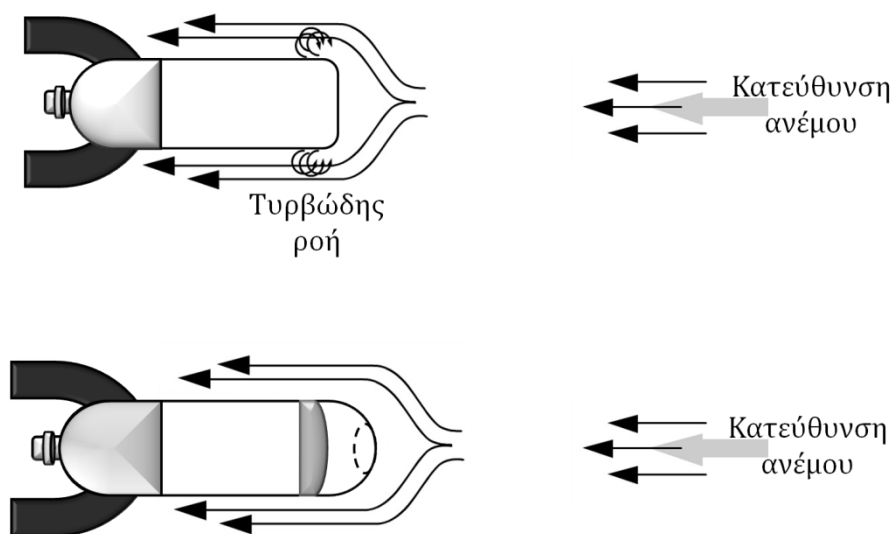
Το νερό είναι ιδιαίτερα ασυμπίεστο αλλά αυτό ισχύει υπό συγκεκριμένες συνθήκες. Εάν το νερό ή γενικά τα υγρά ήταν ασυμπίεστα, τότε τα ηχητικά και κρουστικά κύματα δεν θα περνούσαν μέσα από αυτά. Τα μόρια ενός υγρού βρίσκονται πολύ κοντά το ένα στο άλλο και αντιστέκονται σε μεγάλο βαθμό στις δυνάμεις που δέχονται. Τα υγρά και τα στερεά είναι δύσκολο να συμπιεστούν. Το γεγονός ότι τα υγρά είναι ιδιαίτερα ασυμπίεστα σημαίνει ότι ο όγκος τους μπορεί δύσκολα να μεταβληθεί υπό πίεση. Για παράδειγμα, ο όγκος του νερού μειώνεται μόνο κατά 50 εκατομμυριοστά του αρχικού του όγκου για κάθε αύξηση της πίεσης κατά μία ατμόσφαιρα.

### Αεροδυναμική

Η αεροδυναμική περιλαμβάνει τη μελέτη των νόμων που διέπουν τη ροή του αέρα (ή άλλων αερίων) γύρω από διάφορα σώματα που έχουν ειδική μορφή. Για παράδειγμα, σώματα τα οποία έχουν περιορισμένη τη μία από τις

τρεις διαστάσεις τους κατά την κατεύθυνση της κίνησης. Σκοπός της μελέτης είναι η διερεύνηση των δυνάμεων που ασκούνται στο σώμα ώστε να προβλεφθεί η κίνησή του. Απώτερος στόχος αυτής της μελέτης είναι η μείωση της αντίστασης στην κίνηση του σώματος εντός του ρευστού. Το ρύγχος και τα πτερύγια του πυραύλου είναι σχεδιασμένα για να ελαχιστοποιούν την οπισθέλκουσα<sup>1</sup> (αντίσταση του αέρα, βλ. Εικ. 35) και να παρέχουν ευστάθεια στον πύραυλο κατά την κίνησή του.

Το μέτρο της αντίστασης του αέρα που ασκείται σε έναν πύραυλο εξαρτάται από το σχήμα και το μέγεθος του πυραύλου (σχήμα του ρύγχους, διάμετρος του πυραύλου), την ταχύτητα του πυραύλου και την κλίση του πυραύλου κατά τη διάρκεια της πτήσης. Εάν η ταχύτητα του πυραύλου είναι μικρότερη από την ταχύτητα του ήχου, (1200 km/s στο επίπεδο της θάλασσας) το καλύτερο σχήμα για το ρύγχος είναι μία στρογγυλεμένη καμπύλη[6]. Σε υπερηχητικές ταχύτητες (μεγαλύτερες από την ταχύτητα του ήχου), το καλύτερο σχήμα είναι μία πιο στενή και πιο αιχμηρή μύτη. Οι πύραυλοι με ένα σώμα μεγάλης διαμέτρου δέχονται μεγαλύτερη αντίσταση. Στην πραγματικότητα, η οπισθέλκουσα εξαρτάται από το εμβαδό διατομής του σώματος που κινείται μέσα στον αέρα. Έτσι, η κατασκευή ενός πυραύλου, όσο το δυνατόν πιο στενού, είναι ο καλύτερος τρόπος να ελαχιστοποιήσουμε την οπισθέλκουσα. Επίσης, η ταχύτητα του πυραύλου αυξάνει την οπισθέλκουσα. Δηλαδή, καθώς η ταχύτητα του πυραύλου διπλασιάζεται, η οπισθέλκουσα τετραπλασιάζεται[6].



Εικόνα 35: Η συμπεριφορά του ανέμου που ρέει γύρω από ένα μπουκάλι με και χωρίς κώνο ρύγχους. Παρατηρείστε την τυρβώδη ροή που δημιουργείται στην περίπτωση του μπουκαλιού το οποίο δεν φέρει κώνο κώνο. Η τυρβώδης ροή επηρεάζει την αεροδυναμική συμπεριφορά του πυραύλου.

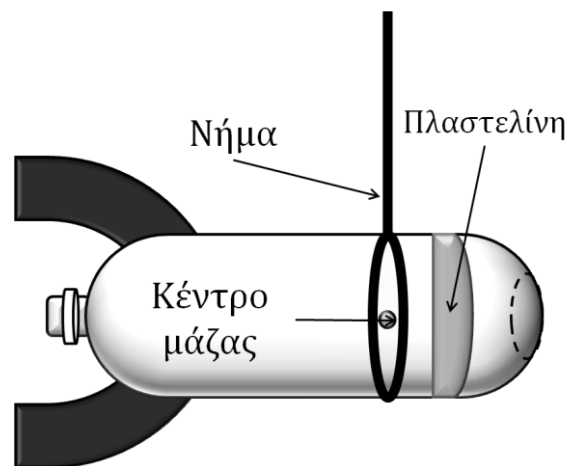
<sup>1</sup> Οπισθέλκουσα (Drag) ονομάζεται η δύναμη η οποία έχει τον ίδιο φορέα με αυτόν της ταχύτητας, αλλά αντίθετη φορά, και εμφανίζεται κατά την κίνηση αντικειμένων εντός ρευστού. Η παρουσία της δύναμης οφείλεται στη διαφορετική πίεση η οποία επικρατεί στις δύο πλευρές ενός σώματος.

## Ευστάθεια

Η ευστάθεια του πυραύλου, παρέχεται από τα πτερύγια. Ευστάθεια είναι η τάση του αεροσκάφους να επιστρέφει στην κατάσταση ισορροπίας του μετά από μια διαταραχή. Τα πτερύγια λειτουργούν με τον ίδιο τρόπο όπως τα φτερά και οι ουρές στα βέλη. Για να καταλάβει κάποιος τον ρόλο των πτερυγίων και τον τρόπο χρήσης, θα πρέπει να κατανοήσει τις έννοιες του κέντρου μάζας (ή κέντρου βάρους) και του κέντρου πίεσης.

## Κέντρο Βάρους

Γενικά θεωρείται ότι η Βαρύτητα εφαρμόζεται σε κάθε σημείο ενός σώματος έλκοντας αυτό προς το κέντρο της Γης. Έτσι όλες οι δυνάμεις που ασκούνται σε ένα σώμα λόγω του μικρού μεγέθους αυτού σε σχέση με την ακτίνα της Γης θεωρούνται παράλληλες. Η συνισταμένη όλων αυτών ονομάζεται βάρος του σώματος. Το σημείο εφαρμογής αυτής της συνισταμένης πάνω στο σώμα ονομάζεται κέντρο βάρους του σώματος. Σε περίπτωση που το πεδίο βαρύτητας είναι ομοιογενές σε όλο τον χώρο που καταλαμβάνει το σώμα και η πυκνότητα του σώματος έχει ομοιόμορφη κατανομή, το κέντρο βάρους είναι το ίδιο σημείο με το κέντρο μάζας του σώματος. Για να βρείτε το κέντρο βάρους του υδροπυραύλου, δέστε έναν σπάγκο γύρω από το σώμα του πυραύλου και μετακινήστε το σημείο ανάρτησης κατά μήκος του πυραύλου μέχρι να βρείτε το σημείο ισορροπίας (βλ. Εικ. 36). Όσο πιο μπροστά (προς το ρύγχος) βρίσκεται το σημείο ισορροπίας τόσο πιο σταθερός θα είναι ο πύραυλος. Γενικά, το κέντρο βάρους είναι το σημείο όπου ο πύραυλος ισορροπεί και το σημείο στο οποίο περιστρέφεται κατά τη διάρκεια της πτήσης.



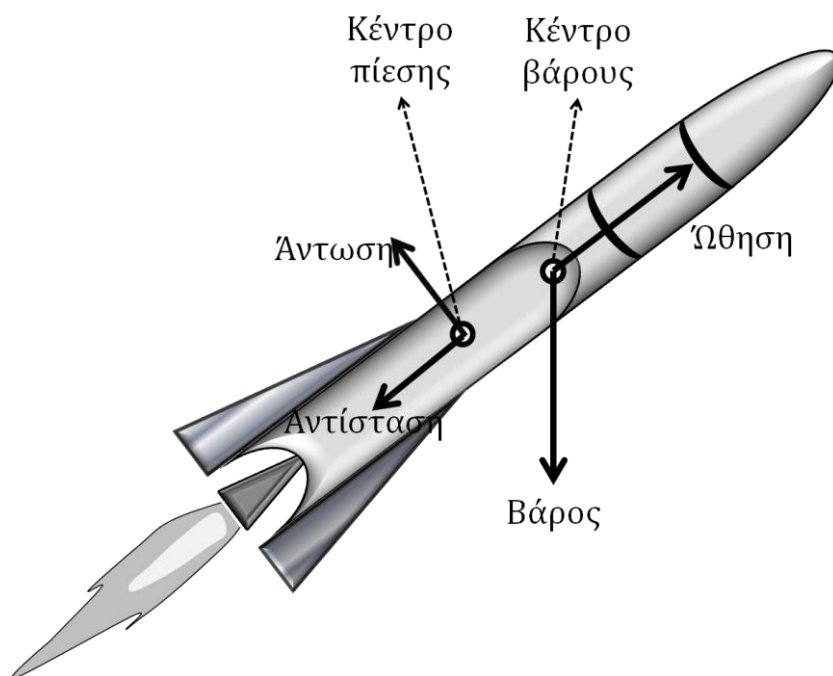
Εικόνα36: Πώς να βρείτε το κέντρο βάρους ενός υδροπυραύλου

## Κέντρο Πίεσης

Το κέντρο πίεσης είναι το σημείο στο οποίο συγκεντρώνονται όλες οι αεροδυναμικές δυνάμεις[4] (βλ. Εικ. 37). Αφού, το κέντρο βάρους είναι το σημείο στο οποίο ισορροπούν οι βαρυτικές δυνάμεις του πυραύλου, υπάρχει ένα ακόμα σημείο στο οποίο ισορροπούν οι αεροδυναμικές δυνάμεις[5]. Αυτό το σημείο είναι το κέντρο πίεσης.

Οι αεροδυναμικές δυνάμεις που ασκούνται σε έναν πύραυλο είναι η άντωση και η οπισθέλκουσα. Άντωση ή Δυναμική άνωση (lift) ενός σώματος που

κινείται μέσα σε ένα ρευστό, είναι η συνιστώσα της δύναμης που ασκείται στο σώμα από το ρευστό, σε διεύθυνση κάθετη στην κίνηση του σώματος. Αντίσταση ή οπισθέλκουσα (Drag) ονομάζεται η δύναμη η οποία έχει την ίδια διεύθυνση με αυτή της ταχύτητας, αλλά αντίθετη φορά, και εμφανίζεται κατά την κίνηση αντικειμένων εντός ρευστού. Η παρουσία της δύναμης οφείλεται στη διαφορετική πίεση η οποία επικρατεί στις δύο πλευρές ενός σώματος. Οι αεροδυναμικές δυνάμεις είναι μηχανικές δυνάμεις και προκαλούνται από την αλληλεπίδραση και την επαφή του πυραύλου με τον αέρα.



Εικόνα 37: Δυνάμεις που ασκούνται σε έναν πύραυλο κατά τη διάρκεια της πτήσης.

Δεν είναι τόσο εύκολο να βρούμε το κέντρο πίεσης όσο το να βρούμε το κέντρο βάρους. Στην πραγματικότητα, ο υπολογισμός του κέντρου πίεσης είναι μία περίπλοκη διαδικασία που απαιτεί τη χρήση μαθηματικού λογισμού που δεν είναι στο πεδίο εφαρμογής αυτής της πρόκλησης. Για λόγους ευκολίας το κέντρο πίεσης μπορεί να καθοριστεί μηχανικά. Κάντε μία δισδιάστατη αντιγραφή του σχήματος του πυραύλου σε ένα κομμάτι χαρτόνι και κόψτε το σχήμα. Κρεμάστε το κομμένο σχήμα από έναν σπάγκο και προσπαθήστε να βρείτε το σημείο ισορροπίας. Το σημείο αυτό αποτελεί το κέντρο πίεσης [9].

Για να είναι σταθερός ένας πύραυλος, το κέντρο πίεσης πρέπει να είναι πιο κοντά στην ουρά από ότι στο κέντρο μάζας. Εάν το κέντρο πίεσης είναι στο ίδιο σημείο με το κέντρο μάζας, τότε ο πύραυλος θα περιδινείται. Η ευστάθεια αυξάνεται όσο αυξάνεται η απόσταση ανάμεσα στο κέντρο μάζας και το κέντρο πίεσης.

### Απαντήσεις στα πειράματα

1. Παρόλο που δεν ασκούνται δυνάμεις στην μπάλα στον άξονα x (αγνοώντας την τριβή) η μπάλα συνεχίζει να κινείται εξαιτίας της αδράνειας. Η αδράνεια είναι η τάση των σωμάτων να διατηρούν την κινητική τους κατάσταση.



2. Αυτό συμβαίνει εξαιτίας της αδράνειας. α) Μέσα στο λεωφορείο το σώμα ενός επιβάτη βρίσκεται σε κίνηση, κινούμενο με την ίδια ταχύτητα με το λεωφορείο. Όταν ο οδηγός πατήσει φρένο, το λεωφορείο σταματάει απότομα, αλλά οι επιβάτες θα κινούνται ακόμα με την ίδια ταχύτητα του λεωφορείου. Έτσι, θα γείρουν προς τα εμπρός μέχρι να τους σταματήσει κάτι (όπως οι ζώνες ασφαλείας). β) Ένας επιβάτης μέσα σε ένα λεωφορείο που βρίσκεται σε κατάσταση ηρεμίας είναι και αυτός στην ίδια κατάσταση. Όταν το λεωφορείο επιταχύνει απότομα, ο επιβάτης μπορεί να νιώσει σαν να κινείται το σώμα του/της προς τα πίσω. Στην πραγματικότητα, η αδράνεια κάνει το σώμα να μένει στη θέση του καθώς το λεωφορείο κινείται προς τα εμπρός.
3. Όταν τραβάτε αργά το χαρτί, το ρολό αρχίζει να ξετυλίγεται. Το ρολό θα συνεχίσει να ξετυλίγεται μέχρι να σταματήσετε να το τραβάτε ομαλά. Αν, όμως, το τραβήξετε γρήγορα, το χαρτί σκίζεται. Εξαιτίας της αδράνειας, τα σώματα έχουν την τάση να διατηρούν την κατάσταση της κίνησής τους. Έτσι, τραβώντας αργά το χαρτί, το ρολό αρχίζει να κινείται και θα συνεχίσει να κινείται εξαιτίας της αδράνειας. Αντίθετα, αν τραβήξετε γρήγορα την άκρη του χαρτιού θα κάνετε το χαρτί να σκιστεί, επειδή το ρολό «θέλει» να διατηρήσει την κατάσταση της κίνησής του, δηλαδή την αρχική του κατάσταση που ήταν η ακινησία.
4. Σύμφωνα με τον Δεύτερο Νόμο του Νεύτωνα, το μέτρο της δύναμης ισούται με το γινόμενο της μάζας επί την επιτάχυνση. Και οι δύο μπάλες ασκείται η ίδια δύναμη. Η ελαφρύτερη μπάλα είναι αυτή που θα αποκτήσει μεγαλύτερη επιτάχυνση και θα φθάσει σε μεγαλύτερη απόσταση.

Έστω ότι η  $F$  είναι η δύναμη που ασκείται και στις δύο μάζες,  $M$  είναι η μάζα της βαρύτερης μπάλας και  $m$  είναι η μάζα της ελαφρύτερης μπάλας. Επίσης, έστω ότι  $a_1$  είναι η επιτάχυνση της βαρύτερης μπάλας, ενώ  $a_2$  είναι η επιτάχυνση της ελαφρύτερης μπάλας, τότε

$$F = M * a_1$$

$$F = m * a_2$$

$$M * a_1 = m * a_2$$

Αλλά  $M > m$ , άρα  $a_1 < a_2$ .

5. Δες προηγούμενη απάντηση.
6. Σύμφωνα με τον Τρίτο Νόμο του Νεύτωνα σε κάθε δράση, υπάρχει μία ίση αλλά αντίθετη αντίδραση. Αυτό σημαίνει ότι σε κάθε αλληλεπίδραση, μεταξύ δύο σωμάτων, υπάρχει ένα ζεύγος δυνάμεων που ασκούνται στα δύο αλληλεπιδρώντα σώματα. Έτσι, η δύναμη που ασκεί ο σκίτερ στον τοίχο είναι ακριβώς ίση σε μέγεθος και αντίθετη σε κατεύθυνση με τη δύναμη που ασκεί ο τοίχος στον σκίτερ. Ο τοίχος δεν θα μετακινηθεί, γιατί είναι στερεωμένος στο έδαφος. Αντίθετα, ο σκίτερ κινείται, επειδή

η δύναμη που ασκείται από τον τοίχο στον σκίτερ είναι μεγαλύτερη από τη δύναμη τριβής ανάμεσα στον σκίτερ και στο έδαφος.

7. Ανατρέξτε στην προηγούμενη εξήγηση. Το μπαλάκι του πινγκ πονγκ θα κινηθεί πιο γρήγορα και πιο μακριά από όλα, η ξύλινη μπάλα θα είναι δεύτερη σε ταχύτητα και απόσταση, ενώ η ατσάλινη μπάλα θα αποκτήσει τη χαμηλότερη ταχύτητα και θα φθάσει σε μικρότερη απόσταση από όλες τις παραπάνω.
8. Όταν προστίθεται νερό, το δισκίο αρχίζει να διαλύεται· μία διαδικασία που παράγει διοξείδιο του άνθρακα. Όταν ελευθερώνεται το διοξείδιο του άνθρακα, δημιουργείται πίεση μέσα στο πλαστικό δοχείο. Όσο περισσότερο αέριο παράγεται τόσο αυξάνεται η πίεση στο εσωτερικό του δοχείου μέχρις ότου να εκτοξευθεί το καπάκι προς τα κάτω και ο πύραυλος προς τα πάνω, σύμφωνα με τον Τρίτο Νόμο του Νεύτωνα.

Τα ελαστικά τοιχώματα του μπαλονιού ωθούν τον αέρα να εξέλθει με πίεση από το ελεύθερο στόμιο του μπαλονιού. Σύμφωνα με τον Τρίτο Νόμο του Νεύτωνα, το μπαλόνι ωθεί τον αέρα προς τα πίσω ξεφουσκώνοντας και ο αέρας ωθεί με την ίδια δύναμη το μπαλόνι προς τα μπρος. Η κίνηση μπορεί να δικαιολογηθεί και ως εφαρμογή της αρχής διατήρησης της ορμής.

9. Σε όλα αυτά τα παραδείγματα μπορείτε να δείτε τον Τρίτο Νόμο Κίνησης του Νεύτωνα στην πράξη.
10. Το πρώτο άτομο πετάει την μπάλα ευθεία προς το δεύτερο άτομο. Αρχικά, το πρώτο άτομο και η μπάλα βρίσκονται σε κατάσταση ηρεμίας. Μόλις ο ένας από τους δύο πετάξει τη μπάλα, η μπάλα αποκτά κάποια ταχύτητα και το άτομο αναπηδά προς τα πίσω με πολύ μικρότερη ταχύτητα (εξαιτίας της μεγάλης μάζας του/της σε σύγκριση με τη μάζα της μπάλας). Αυτό οφείλεται στο ότι η ορμή διατηρείται και το σύστημα πρέπει να έχει συνολική ορμή μηδέν. Το δεύτερο άτομο, το οποίο βρίσκεται αρχικά σε κατάσταση ηρεμίας, πιάνει τη μπάλα και κινείται στην ίδια κατεύθυνση με τη μπάλα. Η ταχύτητα που αποκτά είναι τόσο μεγάλη όση θα έπρεπε για να διατηρήσει το σύστημα την ορμή του. Καθώς συνεχίζεται αυτή η διαδικασία, κάθε άτομο αυξάνει την ορμή του και έτσι απομακρύνονται μεταξύ τους.
11. Οι μαθητές θα παρατηρήσουν ότι είναι πολύ δύσκολο, αν όχι αδύνατο, να συμπίεσουν το νερό. Ακόμα, θα παρατηρήσουν ότι ο αέρας μπορεί να συμπειστεί, παρόλο που αυτό είναι ιδιαίτερα δύσκολο.
12. Τα φτερά παρέχουν αεροδυναμική ευστάθεια στα βέλη και εμποδίζουν τον ελιγμό της ουράς. Την ίδια αεροδυναμική ευστάθεια παρέχει και το σχήμα των σφαιρών. Το κυλινδρικό-κωνικό σχήμα τους τις βοηθά να κινούνται πιο γρήγορα και πιο μακριά με μειωμένη αντίσταση του αέρα.

## Η Επιστημονική Σταδιοδρομία και το Μέλλον Σας

Υπάρχουν πολυάριθμα επιστημονικά, μηχανικά, τεχνολογικά στοιχεία, τα οποία εμπλέκονται στην εξέλιξη των πραγματικών πυραύλων. Κάποια από αυτά είναι τα ακόλουθα:

- **Μηχανική Υλικών:** Οι μηχανικοί υλικών παίζουν έναν πολύ σημαντικό ρόλο στη διαδικασία της κατασκευής πυραύλων,, αφού μελετούν και αναλύουν τις ιδιότητες των υλικών, από τα οποία θα κατασκευαστούν ο σκελετός και το εξωτερικό μέρος του πυραύλου. Ο σκελετός κατασκευάζεται από πολύ ανθεκτικά αλλά ελαφριά υλικά, όπως τιτάνιο ή αλουμίνιο. Το εξωτερικό μέρος του πυραύλου μπορεί να καλύπτεται με ένα σύστημα θερμικής προστασίας που θα κρατά έξω την θερμότητα της τριβής του αέρα κατά τη διάρκεια της πτήσης, ενώ παράλληλα θα συγκρατεί εσωτερικά τις χαμηλές θερμοκρασίες που απαιτούνται για συγκεκριμένα καύσιμα και οξειδωτικά[3, 10].
- **Μηχανική Πρόωσης και Εσωτερικής Καύσης:** Οι μηχανικοί που αναπτύσσουν τη μηχανή η οποία παράγει την ώση και μελετούν τις θεμελιώδεις αρχές της τυρβώδους καύσης και της εφαρμογής της σε συστήματα πρόωσης [3, 8].
- **Αεροδυναμική:** Οι επιστήμονες και οι μηχανικοί μελετούν την αεροδυναμική συμπεριφορά των πυραύλων κατά τη διάρκεια της πτήσης. Αεροδυναμικές δυνάμεις παράγονται και ασκούνται σε έναν πύραυλο, όταν αυτός πετάει στον αέρα. Η κατανόηση της κίνησης του αέρα γύρω από ένα σώμα (συχνά αποκαλείται πεδίο ροής) επιτρέπει τον υπολογισμό των δυνάμεων και ροπών που ασκούνται στο σώμα αυτό.
- **Μηχανική Ελέγχου:** Η μηχανική ελέγχου είναι ο τομέας της εφαρμοσμένης μηχανικής που ασχολείται με την εφαρμογή της θεωρίας ελέγχου, ώστε να σχεδιαστούν συστήματα με επιθυμητές συμπεριφορές. Η θεωρία ελέγχου είναι ένας κλάδος της εφαρμοσμένης μηχανικής και των μαθηματικών που ασχολείται με τη συμπεριφορά των δυναμικών συστημάτων με εισροές και με τους τρόπους τροποποίησης της συμπεριφοράς τους έπειτα από αναθεώρηση.
- **Ανάλυση Πτήσεων:** Οι επιστήμονες και οι μηχανικοί οι οποίοι υπολογίζουν και αναλύουν την επίδοση πτήσης του πυραύλου. Θεωρία και ανάλυση εφαρμόζονται σε αρκετά διαφορετικά καθεστώτα πτήσης: (1) πτήση εντός της ατμόσφαιρας, (2) κοντά σε διαστημικά περιβάλλοντα, (3) σεληνιακές και πλανητικές πτήσεις, (4) διαφυγή από τον ήλιο[2].

## Για Δράσεις (συμβουλές για την οργάνωση και την υλοποίηση της πρόκλησης σε εξωτερικούς χώρους)

Ανάλογα με τον χώρο υλοποίησης αυτής της πρόκλησης μπορούν να γίνουν οι παρακάτω τροποποιήσεις:

### i) Μίνι-Εργαστήριο (90 λεπτά)

Δεδομένου ότι αυτό το εργαστήριο λαμβάνει χώρα σε ένα φεστιβάλ ή σε ένα μουσείο, ο χρόνος είναι σχετικά περιορισμένος.

- Παραλείψτε την Προπαρασκευαστική Δραστηριότητα «Ανθεκτικό Τραπέζι από Χαρτί». Συζητήστε με τους συμμετέχοντες τις έννοιες της εφαρμοσμένης μηχανικής και της τεχνολογίας. Επικεντρωθείτε μόνο στη Διαδικασία Σχεδιασμού της Εφαρμοσμένης Μηχανικής, αφού αποτελεί τον πυρήνα του όλου έργου.
- Από την Δραστηριότητα 1 δηλώστε το πρόβλημα και εστιάστε στους περιορισμούς και στα κριτήρια που πρέπει να πληρούνται. Ζητήστε τους να θέσουν ερωτήματα αναφορικά με το πρόβλημα.
- Προτρέψτε τους συμμετέχοντες να προτείνουν τις φυσικές αρχές που διέπουν το πρόβλημα. Παραλείψτε τα πειράματα που προτείνονται στην Δραστηριότητα 3 και αφορούν τις επιστημονικές αρχές που διέπουν το πρόβλημα εφαρμοσμένης μηχανικής. Συζητήστε τις επιστημονικές αρχές που θα χρησιμοποιηθούν.
- Επανεξετάστε τις άλλες δραστηριότητες, όσον αφορά το περιεχόμενο και τον χρόνο, εστιάζοντας ειδικά στο πώς απαντούν σε ερωτήματα που μπορούν να προκύψουν.
- Για εξοικονόμηση χρόνου, φτιάξτε δείγματα που περιγράφουν την διαδικασία κατασκευής του υδροπυραύλου.
- Δημιουργήστε πολλά αντίγραφα με τις οδηγίες και προετοιμάστε αρκετά υλικά για 4-5 παράλληλες συνεδρίες. Οριοθετήστε μία ζώνη δοκιμής έξω από τους χώρους του κτιρίου για την δοκιμή/ παρουσίαση των τελικών σχεδίων.
- Παραλείψτε την Δραστηριότητα 6 - Παρουσιάστε την Τελική Λύση.

### ii) Δράση Pop-up (30-45 λεπτά)

Τα Pop-up αποσκοπούν στη δημιουργία της κατάλληλης ατμόσφαιρας στην οποία ο καθένας θα ήθελε να πάρει μέρος. Εστιάστε στην μοναδικότητα της εμπειρίας που θα βιώσουν όσοι δηλώσουν συμμετοχή.

- Προβάλλετε ένα βίντεο μίας πτήσης υδροπυραύλου, για να τραβήξετε την προσοχή τους.
- Ρωτήστε τους εάν νομίζουν ότι μπορούν να κατασκευάσουν έναν υδροπύραυλο μόνο σε 30 λεπτά.

- Τοποθετήστε ένα πανό που να εξηγεί με λίγα λόγια τη Διαδικασία Σχεδιασμού της Εφαρμοσμένης Μηχανικής. Εστιάστε στα βήματα της διαδικασίας και παραλείψτε την Προπαρασκευαστική Δραστηριότητα «Ανθεκτικό τραπέζι από χαρτί».
- Θέστε το πρόβλημα και δηλώστε τους περιορισμούς και τα κριτήρια που πρέπει να πληρούνται.
- Έχετε πολλά φωτοαντίγραφα με τις οδηγίες και αρκετά υλικά για 4-5 παράλληλες συνεδρίες. Γενικά, πάρτε επιπλέον υλικά! Είναι καλύτερα να έχετε περισσότερα παρά λιγότερα.
- Έχετε όσο το δυνατόν περισσότερα μπουκάλια. Τα μπουκάλια δεν πρέπει να χρησιμοποιηθούν για περισσότερες από 10-15 φορές, γιατί μπορεί να σπάσουν.
- Οι δραστηριότητες 0-3 μπορούν να εξαιρεθούν. Επανεξετάστε τις άλλες δραστηριότητες, όσον αφορά το περιεχόμενο και τον χρόνο, εστιάζοντας ειδικά στο πώς απαντούν σε ερωτήματα που μπορούν να προκύψουν.
- Οριοθετήστε μία ζώνη δοκιμής με μεγάλα τραπέζια, με πρόσβαση σε ρεύμα και πολλή σκόνη για να καθαρίσουν.
- Αρχικά, εκτιμήστε πόσοι συμμετέχοντες θα βρίσκονται στην εκδήλωσή σας. Μετά, προσθέστε 20%. Αυτός ο αριθμός θα εξυπηρετήσει ένα πλήθος μεγαλύτερο από το αναμενόμενο.
- Παραλείψτε την Δραστηριότητα 6-Παρουσιάστε την Τελική Λύση.

#### Σύνδεσμοι για περισσότερες πληροφορίες

- Air Command Water Rockets (Αεροπορική Διοίκηση Υδροπυραύλων):  
<http://www.aircommandrockets.com/index.htm>
- NASA  
<https://spaceflight systems.grc.nasa.gov/education/rocket/BottleRocket/about.htm>
- USWater Rockets (Υδροπύραυλοι)  
<http://www.uswaterrockets.com/index.htm>
- Water Rocket Achievement World Record Association (Ένωση Επίτευξης Παγκοσμίων Ρεκόρ Υδροπυραύλων)  
<http://www.wra2.org/>
- WaterRocketFun (Διασκέδαση με Υδροπυραύλους)  
<http://www.rocket-fun.com/>

## Βιβλιογραφία

- [1].Hewitt, P. G., (2005). *Conceptual Physics*. United States of America: Addison Wesley Publishing Company.
- [2].Sutton, G. P. & Biblarz, O., (2001). *Rocket propulsion elements*. United States of America: John Wiley & Sons.
- [3].<http://edu.jaxa.jp/materialDB/downloadfile/78640.pdf>
- [4].Henry Samueli School of Engineering and Applied Science, (2017). What engineers do. UCLA engineering. Διαθέσιμο στο: <http://engineering.ucla.edu/descriptions-of-majors-offered/> [Πρόσβαση 17 Ιουνίου 2017].
- [5]. <http://rocket-fun.com/PDF%20Files/BottleRocketHandbook.pdf>
- [6].The University of Waikato (2017). *Rocket aerodynamics*. Science Learning Hub. Διαθέσιμο στο: <https://www.sciencelearn.org.nz/resources/392-rocket-aerodynamics> [Πρόσβαση 17 Ιουνίου 2017].
- [7].College Factual. (2017). *Engineering Overview*. Διαθέσιμο στο: <http://www.collegefactual.com/majors/engineering/> [Πρόσβαση 17 Ιουνίου 2017]. <http://www.umich.edu/~ptclab/>
- [8].National Aeronautics and Space Administration. (2017). *Rocket Center of Pressure*. Διαθέσιμο στο: <https://spaceflight systems.grc.nasa.gov/education/rocket/rktcp.html> [Πρόσβαση 17 Ιουνίου 2017].
- [9].National Aeronautics and Space Administration. (2017). *Rocket Principles*. Διαθέσιμο στο: [https://spaceflight systems.grc.nasa.gov/education/rocket/TRCRocket/rocket\\_principles.html](https://spaceflight systems.grc.nasa.gov/education/rocket/TRCRocket/rocket_principles.html) [Πρόσβαση 19 Ιουνίου 2017].
- [10]. <https://spaceflight systems.grc.nasa.gov/education/rocket/rockpart.html>
- [11]. [https://spaceflight systems.grc.nasa.gov/education/rocket/TRCRocket/rocket\\_principles.html](https://spaceflight systems.grc.nasa.gov/education/rocket/TRCRocket/rocket_principles.html)