

ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΑΕΡΟΔΙΑΔΡΟΜΟΥ

1 . Εισαγωγή

Το Air Track είναι μια πειραματική συσκευή σχεδιασμένη με βάση τις αρχές του Στρώματος Αέρα. Όταν το Air Track είναι συνδεδεμένο με την παροχή αέρα, αυτό μπορεί να ψεκάσει τον πεπιεσμένο αέρα από τις οπές στην επιφάνειά του και να σχηματίσει ένα λεπτό στρώμα αέρα. Αυτό το στρώμα αέρα θα γεμίσει το διάστημα μεταξύ του Air Track και την εσωτερική επιφάνεια του ιππέα. Με τη βοήθεια αυτού του λεπτού στρώματος αέρα, η κίνηση του ιππέα μπορεί να θεωρηθεί ως κίνηση χωρίς αντίσταση/τριβές. Λόγω αυτού του γεγονότος, τα όποια λάθη του πειράματος που μπορεί να προκαλούνται από τη δύναμη τριβής μπορεί να μειωθούν κατά πολύ και το αποτέλεσμα του πειράματος είναι πολύ πιο κοντά στη θεωρία. Αυτό βοηθάει στην καλύτερη κατανόηση από τους μαθητές.

Αν χρησιμοποιηθεί μαζί με το [Κομπρεσέρ Αεροδιαδρόμου](#) (κωδικός 620119) και το [Ηλεκτρονικό Χρονόμετρο Εργαστηρίου με Φωτοπύλες](#) (Digital Timer με 4 ψηφία), (με κωδικό 630940) το Air Track μπορεί πραγματοποιήσει έναν μεγάλο αριθμό πειραμάτων μελέτης της ταχύτητας, της επιτάχυνσης, της ορμής, των συγκρούσεων και της κινηματικής γενικότερα. Είναι το ιδανικό πειραματικό όργανο για τις ανάγκες του σχολείου.

2 . Τεχνικές Προδιαγραφές

2.1 Επιφάνεια εργασίας της Air Track:

Το μήκος του αεροδιαδρόμου του μοντέλου 620117 είναι 1500mm

Το μήκος του αεροδιαδρόμου του μοντέλου 620118 είναι 2000mm

2.2 Ευθυγράμμιση του αεροδιαδρόμου:

Για ολόκληρο το μήκος του αεροδιαδρόμου, η απόκλιση ευθυγράμμισης είναι λιγότερη από 0.10mm

Για κάθε 400mm μήκους του αεροδιαδρόμου, η απόκλιση ευθυγράμμισης είναι λιγότερη από $\pm 0.05\text{mm}$

2.3 Γωνία των επιφανειών/επιπέδων του αεροδιαδρόμου: $90^{\circ} \pm 0.1$

2.4 Επιφανειακή τραχύτητα των επιπέδων του αεροδιαδρόμου: Ra3.2

2.5 Απόσταση μεταξύ των ποδιών υποστήριξης της Air Track:

Για το μοντέλο 620117, η απόσταση είναι 800mm

Για το μοντέλο 620118, η απόσταση είναι 1100mm

ΔΙΕΡΕΥΝΗΤΙΚΗ ΜΑΘΗΣΗ Α.Ε.

Λ. ΜΕΣΟΓΕΙΩΝ 446, 15342 ΑΓ. ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ ΤΗΛ 210 6779 800 ΦΑΞ 210 6779 803

WWW.WHY.GR

EMAIL: WHY@WHY.GR

2.6 Διάμετρος των οπών που ψεκάζουν τον αέρα: 0.8mm

2.7 Εξωτερική διάμετρος των οπών απ' όπου εισέρχεται ο αέρας: φ 30mm

2.8 Διαστάσεις του ιππέα:

Για το μοντέλο 620117, το μήκος του ιππέα είναι 155mm
η μάζα του είναι περίπου 200gr

Για το μοντέλο 620118, το μήκος του ιππέα είναι 240mm
η μάζα του είναι περίπου 310gr

2.9 Ύψος αιώρησης του ιππέα:

Το ύψος αιώρησης του ιππέα δεν είναι λιγότερο από 0.10mm, υπό τις παρακάτω συνθήκες:

A. Η πίεση του αέρα που τροφοδοτείται ο αεροδιάδρομος να μην είναι κάτω από 5.8kPa

B. Το μέγιστο φορτίο που κουβαλάει ο ιππέας να μην είναι πάνω από 3 φορές τη μάζα του ίδιου του ιππέα.

2.10 Θερμοκρασία περιβάλλοντος λειτουργίας συσκευής: 0°C ~ 40°C

2.11 Σχετική Υγρασία: Όχι πάνω από 85% (40°C)

2.12 Απαιτούμενη πίεση αέρα στην παροχή: Όχι λιγότερη από 5.8kPa.

3 . Χαρακτηριστικά , Κατασκευή και Περιφερειακά Εξαρτήματα του Air Track

3.1 Ο διάδρομος είναι το βασικό τμήμα του Air Track. Είναι κατασκευασμένος από υψηλής ποιότητας αλουμίνιο, ώστε να είναι ελαφρύς και εύχρηστος. Η μέθοδος ειδικής κατασκευής του επιτρέπει να είναι ανθεκτικός και να έχει πολύ καλή ευθυγράμμιση. Με τον τρόπο αυτό μπορεί να χρησιμοποιηθεί για πολύ καιρό χωρίς να παρουσιάζει παραμορφώσεις.

3.2 Τα δυο άκρα του Air Track μπορούν να βγουν για τον καλύτερο και ευκολότερο καθαρισμό του εσωτερικού του διαδρόμου.

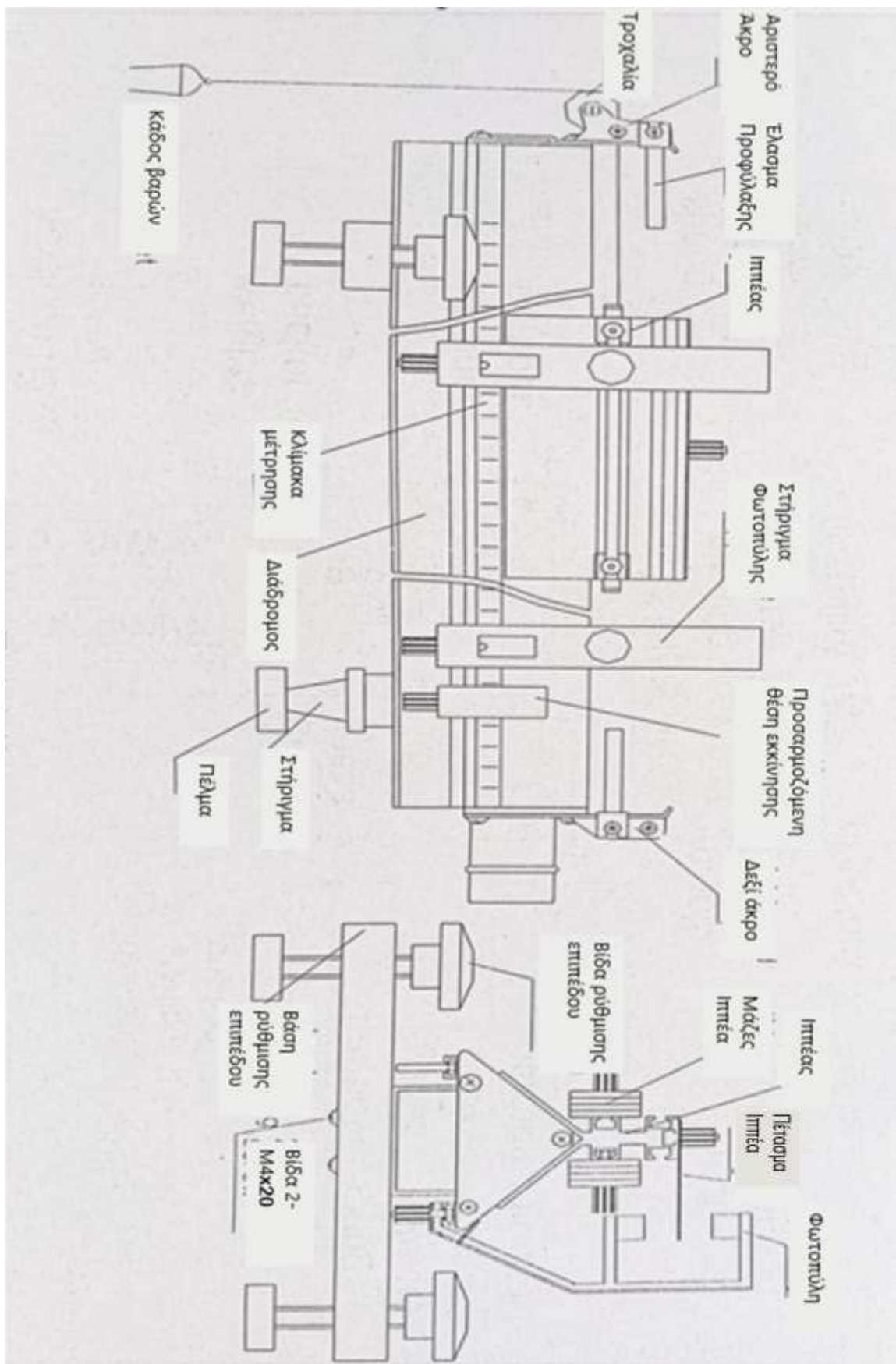
3.3 Οι φωτοπύλες μπορούν να προσαρμοστούν και στις δυο πλευρές του διαδρόμου για την καλύτερη παρατήρηση του πειράματος.

ΔΙΕΡΕΥΝΗΤΙΚΗ ΜΑΘΗΣΗ Α.Ε.

Λ. ΜΕΣΟΓΕΙΩΝ 446, 15342 ΑΓ. ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ ΤΗΛ 210 6779 800 ΦΑΞ 210 6779 803

WWW.WHY.GR

EMAIL: WHY@WHY.GR



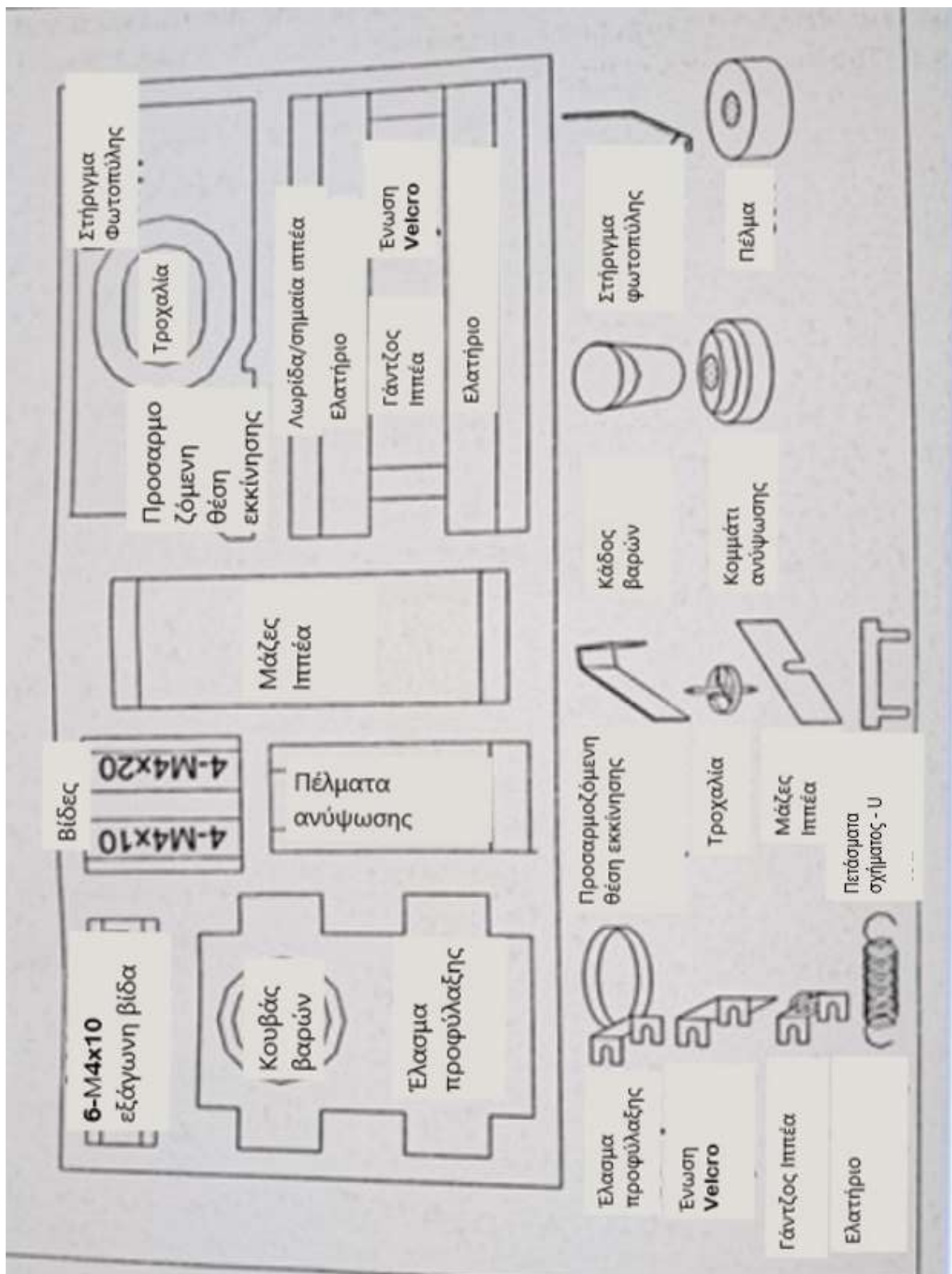
Σχήμα 1 . Μέρη του Air Track

ΔΙΕΡΕΥΝΗΤΙΚΗ ΜΑΘΗΣΗ Α.Ε.

Λ. ΜΕΣΟΓΕΙΩΝ 446, 15342 ΑΓ. ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ ΤΗΛ 210 6779 800 ΦΑΞ 210 6779 803

WWW.WHY.GR

EMAIL: WHY@WHY.GR



Εξαρτήματα που περιλαμβάνονται στο πακέτο της Air Track.

ΔΙΕΡΕΥΝΗΤΙΚΗ ΜΑΘΗΣΗ Α.Ε.

Λ. ΜΕΣΟΓΕΙΩΝ 446, 15342 ΑΓ. ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ ΤΗΛ 210 6779 800 ΦΑΞ 210 6779 803

WWW.WHY.GR

EMAIL: WHY@WHY.GR

Λίστα Εξαρτημάτων του Air Track

No.	Εξάρτημα	Προδιαγραφές	Ποσότητα		
			1.0/1.2m	1.5m	2.0m
1	Κίτ Εξαρτημάτων		1	1	1
2	Κάδος βαρών	5g	1	1	1
3	Έλασμα Προφύλαξης	φ 40mm	6	4	6
4	Έλασμα Προφύλαξης	φ 50mm	-	2	4
5	Ένωση Velcro		1	1	1
6	Γάντζος ιππέα		2	2	2
7	Στήριγμα Φωτοπύλης		2	2	2
8	Προσαρμοζόμενη θέση εκκίνησης		1	1	1
9	Τροχαλία		2	2	2
10	Μάζες ιππέα	50g	8/12	12	12
11	Ελατήριο	φ 0.4mm n=195circl	-	-	2
12	Ελατήριο	φ 0.5mm n=195circl	2	2	2
13	Ελατήριο	φ 0.6mm n=195circl	-	-	2
14	Πέτασμα ιππέα σχήματος-U	10mm	2	2	2
15	Πέτασμα ιππέα σχήματος-U	30mm	2	2	2
16	Πέτασμα ιππέα σχήματος-U	50mm	2	2	2
17	Πέτασμα ιππέα σχήματος-U	100mm	2	2	2
18	Πέλμα		3	3	3
19	Κομμάτι ανύψωσης	H=5mm	1	1	1
20	Κομμάτι ανύψωσης	H=10mm	2	2	2
21	Πέτασμα ιππέα	5mm	2	2	2
22	Εξάγωνη βίδα	M4x20	4	4	4
23					

ΔΙΕΡΕΥΝΗΤΙΚΗ ΜΑΘΗΣΗ Α.Ε.

Λ. ΜΕΣΟΓΕΙΩΝ 446, 15342 ΑΓ. ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ ΤΗΛ 210 6779 800 ΦΑΞ 210 6779 803

WWW.WHY.GR

EMAIL: WHY@WHY.GR

4 . Χρήση και Συντήρηση του Αεροδιαδρόμου

4.1 Λόγω του μεγάλου αριθμού εξαρτημάτων είναι σημαντικό να διαβάσετε προσεκτικά το εγχειρίδιο, ώστε να προσδιορίσετε την χρήση κάθε εξαρτήματος.

4.2 Ο αεροδιάδρομος πρέπει να τοποθετηθεί πάνω σε ένα σταθερό και επίπεδο τραπέζι αφού η ακρίβειά του εξαρτάται από αυτό. Στερεώστε την βάση στήριξης επιπέδου με τις βίδες/μπουλόνια. Τοποθετήστε το τέλος του διαδρόμου (πλευρά που προσαρμόζεται η τροχαλία) με τέτοιο τρόπο ώστε να εξέχει από το τραπέζι για την καλύτερη επίτευξη των πειραμάτων. Συνδέστε την άλλη πλευρά με την παροχή αέρα μέσω του ευκάμπτου σωλήνα. Βάλτε το πέλμα κάτω από το πόδι στήριξης. Βεβαιωθείτε ότι η άκρη του ποδιού εφαρμόζει στην τρύπα του πέλματος.

4.3 Μοντάρετε την τροχαλία στην μπροστινή άκρη του αεροδιαδρόμου, αφού πρώτα ρυθμίσετε τους άξονές της. Για πιο ομαλή και ελεύθερη περιστροφή της τροχαλίας μπορείτε να λαδώσετε λίγο τους άξονές της.

4.4 Ενεργοποιήστε την παροχή αέρα. Αφήστε το αέρα να περάσει μέσα από τον αεροδιάδρομο και να αρχίσει να ψεκάζει μέσα από τις τρύπες. Ελέγξτε κάθε μία τρύπα, αν επιτρέπει στον αέρα να περάσει. Αν κάποια είναι βουλωμένη, ανοίξτε την με μια ατσάλινη καρφίτσα Φ0.5mm. Η παροχή αέρα θα πρέπει να τοποθετείται μακριά από το τραπέζι όπου θα πραγματοποιηθεί το πείραμα για να μην επηρεάζει με τους κραδασμούς της, το ίδιο το πείραμα.

4.5 Σε κάποια από τα πειράματα, ο ιππέας θα χρειάζεται να ξεκινάει από την ίδια θέση ξανά και ξανά. Αυτή η θέση μπορεί να παραμείνει σταθερή αν τοποθετήσουμε εκεί την προσαρμοζόμενη θέση εκκίνησης.

4.6 Στα πειράματα, η ταχύτητα του ιππέα θα πρέπει να είναι περίπου 50cm/s. Προσπαθήστε να μην είναι ούτε πολύ πιο χαμηλή αλλά ούτε και πολύ πιο υψηλή.

4.7 Όταν εκτελείται πειράματα ελαστικής κρούσης, θα πρέπει να τοποθετείτε το έλασμα προφύλαξης πάντα. Για πειράματα μη ελαστικής/πλαστικής κρούσης προσαρμόστε τις ενώσεις Velcro στους δυο ιππείς και τοποθετήστε τους αντικριστά. Με αυτό τον τρόπο μετά την κρούση θα κολλήσουν μεταξύ τους και θα κινηθούν σαν συσσωμάτωμα.

4.8 Αφού υπάρχει μεγάλη ακρίβεια στην ευθυγράμμιση των επιπέδων του αεροδιαδρόμου, απαγορεύεται αυστηρά να χτυπάτε ή να πιέζετε τον αεροδιάδρομο. Επίσης απαγορεύεται αυστηρά να σύρετε τον ιππέα πάνω στον αεροδιάδρομο, αν δεν έχει τεθεί σε λειτουργία η παροχή αέρα και δεν έχει περάσει αέρας από τις τρύπες του αεροδιαδρόμου. Αλλιώς η τριβή μπορεί να τον καταστρέψει.

4.9 Μετά από κάθε πείραμα, ο αεροδιάδρομος και οι ιππείς θα πρέπει να καθαρίζονται με ένα απαλό και στεγνό ύφασμα. Θα πρέπει να φυλάσσεται σε κατακόρυφη θέση και σε μη υγρό ή διαβρωτικό περιβάλλον.

5 . Πειράματα

5.1 Το Air Track είναι μια χρήσιμη συσκευή για τη διδασκαλία Φυσικής στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση. Πολλά πειράματα κινηματικής που υπάρχουν στα σχολικά βιβλία και στα αναλυτικά προγράμματα μπορούν να πραγματοποιηθούν με τη χρήση του αεροδιαδρόμου. Μερικά παραδείγματα πειραμάτων που μπορούν να εκτελεστούν είναι:

1. Υπολογισμός της ταχύτητας στην Ευθύγραμμη ομαλή κίνηση, επαλήθευση του 1^{ου} Νόμου του Νεύτωνα
2. Υπολογισμός της μέσης και στιγμιαίας ταχύτητας στην μεταβαλλόμενη ευθύγραμμη κίνηση
3. Υπολογισμός της επιτάχυνσης στην Ευθύγραμμη ομαλά μεταβαλλόμενη κίνηση.
4. Μελέτη της σχέσης ανάμεσα στην απόσταση και στον χρόνο στην ευθύγραμμη ομαλά μεταβαλλόμενη κίνηση.
5. Υπολογισμός της επιτάχυνσης της Βαρύτητας
6. Επαλήθευση του 2^{ου} Νόμου του Νεύτωνα
7. Επαλήθευση του 3^{ου} Νόμου του Νεύτωνα
8. Επαλήθευσή του θεωρήματος της Κινητικής ενέργειας
9. Επαλήθευση του θεωρήματος της ορμής
10. Επαλήθευση της Αρχής Διατήρησης της Ορμής
11. Επαλήθευση της Αρχής Διατήρησης της Μηχανικής Ενέργειας
12. Μελέτη της Απλής Αρμονικής Ταλάντωσης
13. Έλεγχος της σταθεράς του ελατηρίου «Κ» ενός ταλαντωτή
14. Έλεγχος της περιόδου ενός απλού αρμονικού ταλαντωτή μέσω της σχέσης
$$T=2\pi\sqrt{\frac{M}{K}}$$
15. Επαλήθευση του γεγονότος ότι το πλάτος της απλής αρμονικής ταλάντωσης είναι ανεξάρτητο από τη περίοδο.

5.2 Ρύθμιση του αεροδιαδρόμου

Η ρύθμιση του αεροδιαδρόμου είναι μια σημαντική δουλειά που πρέπει να γίνει πριν το πείραμα. Ο αεροδιάδρομος πρέπει να ρυθμίζεται προσεκτικά και επανειλημμένα ώστε να βρίσκεται σε οριζόντια θέση. Υπάρχουν δύο μέθοδοι ρύθμισης του αεροδιαδρόμου:

5.2.1 Στατική μέθοδος : Συνδέστε τον αεροδιάδρομο με την παροχή αέρα. Τοποθετήστε τον ιππέα σε τυχαία θέση πάνω στον αεροδιάδρομο και αφήστε τον ελεύθερο. Επαναλάβετε την διαδικασία αρκετές φορές. Αν ο ιππέας δεν κινείται ή αν κινείται ελάχιστα πάνω στον αεροδιάδρομο, αυτό μας δείχνει ότι ο διάδρομος βρίσκεται σε οριζόντια θέση. Αν κάθε φορά που τοποθετούμε τον ιππέα αυτός κινείται προς μια κατεύθυνση, τότε αυτό μας δείχνει ότι υπάρχει κάποια κλίση και θα πρέπει να τον ρυθμίσουμε κατάλληλα.

5.2.2 Δυναμική μέθοδος: Η μέθοδος αυτή απαιτεί την χρήση του ψηφιακού χρονόμετρο. Συνδέστε το χρονόμετρο με τον αεροδιάδρομο και επιλέξτε την λειτουργία "Interval Timing/Μέτρηση μεσοδιαστήματος" (φωτεινή ένδειξη S2). Τοποθετήστε δυο

φωτοπύλες πάνω στον αεροδιάδρομο, σε απόσταση μεγαλύτερη από 30cm. Εφαρμόστε τα ελάσματα προφύλαξης σε κάθε άκρο του διαδρόμου και εγκαταστήστε το πέτασμα σχήματος-U πάνω στον ιππέα. Συνδέστε την παροχή αέρα και ωθήστε ελαφρά τον ιππέα ώστε να κινηθεί από το αριστερό άκρο, προς το δεξί. Το χρονόμετρο θα καταγράψει το χρονικό διάστημα Δt_1 και Δt_2 που χρειάζονται οι δυο λωρίδες της σημαίας για να περάσουν από κάθε φωτοπύλη. Αν ισχύει $\Delta t_1 > \Delta t_2$, η ταχύτητα κίνησης του ιππέα στην δεξιά πλευρά είναι μεγαλύτερη από αυτή στην αριστερή. Αυτό φανερώνει μια επιταχυνόμενη κίνηση και άρα η αριστερή πλευρά θα πρέπει να βρίσκεται σε μεγαλύτερο ύψος από την δεξιά. Αν ισχύει $\Delta t_1 < \Delta t_2$, η αριστερή πλευρά του αεροδιαδρόμου θα πρέπει, αυτή τη φορά, να είναι πιο χαμηλά από την δεξιά. Προσεκτικά ρυθμίζουμε το επίπεδο του αεροδιαδρόμου από τις βίδες, ώστε να μειώσουμε την διαφορά ανάμεσα στα Δt_1 και Δt_2 . Όταν ισχύσει $\Delta t_1 = \Delta t_2$, τότε ο αεροδιάδρομος είναι ευθυγραμμισμένος. Στην πραγματικότητα, επειδή υπάρχει-έστω και μικρή- αντίσταση του αέρα, πάντα θα ισχύει $\Delta t_1 \neq \Delta t_2$. Όταν λοιπόν παρατηρήσουμε μια πολύ μικρή διαφορά ανάμεσα στις τιμές – δηλαδή Δt_1 ελάχιστα μεγαλύτερο από το Δt_2 – τότε μπορούμε να θεωρήσουμε ότι ο αεροδιάδρομος είναι ευθυγραμμισμένος.

ΔΙΕΡΕΥΝΗΤΙΚΗ ΜΑΘΗΣΗ Α.Ε.

Λ. ΜΕΣΟΓΕΙΩΝ 446, 15342 ΑΓ. ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ ΤΗΛ 210 6779 800 ΦΑΞ 210 6779 803

WWW.WHY.GR

EMAIL: WHY@WHY.GR