

ΖΥΓΟΣ ΑΔΡΑΝΕΙΑΣ (INERTIAL BALANCE)

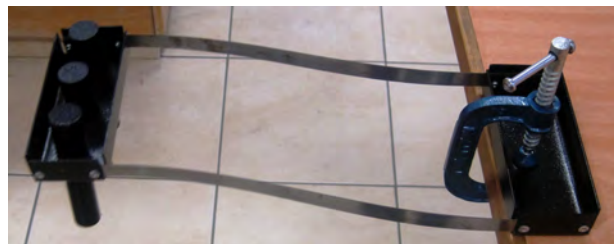
Κωδικός είδους: M-120

1. Σκοπός χρήσης

Ο ζυγός αδράνειας χρησιμοποιείται για την επίδειξη της δυνατότητας προσδιορισμού της μάζας σώματος με τη βοήθεια των ταλαντώσεων. Χρησιμοποιείται, επίσης, για τη διάκριση των εννοιών της μάζας και του βάρους ενός σώματος.

2. Περιγραφή

Ο ζυγός αδράνειας αποτελείται από δύο ορθογώνιους μεταλλικούς δίσκους διαστάσεων $12\text{ cm} \times 6\text{ cm}$, περίπου. Οι δίσκοι είναι συνδεδεμένοι μεταξύ τους με δύο λεπτά μεταλλικά ελάσματα. Στη βάση του ενός δίσκου υπάρχουν τρεις τρύπες για τοποθέτηση των τριών κυλινδρικών σωμάτων που υπάρχουν στο σετ. Η μια βάση των κυλινδρικών σωμάτων έχει διάμετρο λίγο μικρότερη από τη διάμετρο των τρυπών που υπάρχουν στο δίσκο. Η διάμετρος της άλλης βάσης είναι κάπως μεγαλύτερη από τη διάμετρο των τρυπών. Κοντά στη μεγαλύτερη βάση των κυλινδρικών σωμάτων υπάρχει μια διαμπερής τρύπα που χρησιμοποιείται για ανάρτηση του σώματος από ορθοστάτη με τη βοήθεια νήματος. Στο σετ περιλαμβάνεται και ένα μικρό καρούλι με νήμα. Τέλος, στο σετ περιλαμβάνεται και ένας σφιγκτήρας τύπου G, ο οποίος χρησιμοποιείται για την σταθερή προσαρμογή του δίσκου χωρίς τις τρύπες στο άκρο του πάγκου εργασίας.



3. Λειτουργία

Για να χρησιμοποιήσουμε το ζυγό αδράνειας προσαρμόζουμε το δίσκο χωρίς τρύπες στο άκρο ενός σταθερού πάγκου με τη βοήθεια του σφιγκτήρα. Απομακρύνουμε τον άλλο δίσκο οριζόντια από τη θέση ισορροπίας του και τον αφήνουμε ελεύθερο. Παρατηρούμε ότι ο δίσκος εκτελεί ταλάντωση. Τοποθετώντας διαδοχικά ένα, δύο και τρία κυλινδρικά σώματα στις τρύπες του δίσκου παρατηρούμε ότι κάθε φορά ο δίσκος εκτελεί ταλάντωση με διαφορετική περίοδο.

4. Πειράματα

Πείραμα 1: Βαθμονόμηση ζυγού αδράνειας

Για τη βαθμονόμηση του ζυγού οι μαθητές κατασκευάζουν τη γραφική παράσταση της περιόδου ταλάντωσης του ζυγού σε συνάρτηση με τη μάζα του φορτίου στο δίσκο. Χρησιμοποιούν τους κυλινδρικούς δίσκους σαν φορτίο γνωστής μάζας. Ο κάθε κύλινδρος έχει μάζα (στο συγκεκριμένο σετ) 250 g. Μετρώντας το χρόνο 20 ταλαντώσεων του ζυγού χωρίς φορτίο υπολογίζουμε την περίοδο ταλάντωσης του. Επαναλαμβάνουμε τη διαδικασία με φορτίο διαδοχικά ένα, δύο και τρεις κυλίνδρους και συμπληρώνουμε τον πιο κάτω πίνακα:

Μάζα φορτίου m (kg)	Χρόνος 20 ταλαντώσεων ¹ <i>t (s)</i>	Περίοδος <i>T (s)</i>	Τετράγωνο περιόδου <i>T² (s²)</i>
0			
0,250			
0,500			
0,750			

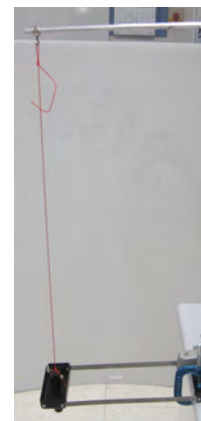
Οι μαθητές μπορούν να κατασκευάσουν τις δύο γραφικές παραστάσεις $T = f_1(m)$ και $T^2 = f_2(m)$ και να αποφασίσουν ποια θα χρησιμοποιήσουν για την εύρεση της μάζας σώματος. Παράλληλα μπορούν να συγκρίνουν τις γραφικές παραστάσεις που σχεδίασαν με τις αντίστοιχες γραφικές παραστάσεις για την ταλάντωση σώματος σε ελατήριο. Όπως φαίνεται και στο συγκεκριμένο παράδειγμα στο Παράρτημα 1 η γραφική παράσταση $T = f_1(m)$ είναι ευθεία γραμμή, ενώ η $T^2 = f_2(m)$ είναι καμπύλη. Είναι πιο βολικό, λοιπόν, να σχεδιαστεί και να χρησιμοποιηθεί από τους μαθητές η γραφική παράσταση $T = f_1(m)$

Πείραμα 2: Εύρεση μάζας σώματος

Αφού γίνει η βαθμονόμηση του ζυγού οι μαθητές μπορούν να προσδιορίσουν τη μάζα σώματος με τη βοήθεια των ταλαντώσεων του στο ζυγό αδράνειας. Τοποθετώντας στο δίσκο του ζυγού το σώμα θέτουν το ζυγό σε ταλάντωση και μετρούν πάλι το χρόνο 20 ταλαντώσεων. Υπολογίζοντας την περίοδο της ταλάντωσης προσδιορίζουν από τη γραφική παράσταση που έχουν σχεδιάσει στο Πείραμα 1 τη μάζα του σώματος.

Πείραμα 3: Αδρανειακή μάζα και βάρος σώματος

Οι μαθητές τοποθετούν ένα από τα κυλινδρικά σώματα στο δίσκο με τις τρύπες και προσδιορίζουν την περίοδο ταλάντωσης του ζυγού. Στη συνέχεια το ίδιο κυλινδρικό σώμα αναρτάται με τη βοήθεια του νήματος από ορθοστάτη και τοποθετείται στην ίδια θέση μέσα στο δίσκο χωρίς να ακουμπά πάνω στο δίσκο. Με αυτό τον τρόπο το σώμα δεν ασκεί δύναμη λόγω του βάρους του πάνω στο δίσκο. Οι μαθητές υπολογίζουν και πάλι την περίοδο ταλάντωσης του δίσκου και την συγκρίνουν με την προηγούμενη περίοδο που υπολόγισαν. Με αυτό τον τρόπο διαπιστώνουν ότι το βάρος του σώματος δεν έχει ρόλο στα χαρακτηριστικά της ταλάντωσης του ζυγού, ενώ η μάζα του σώματος έχει.



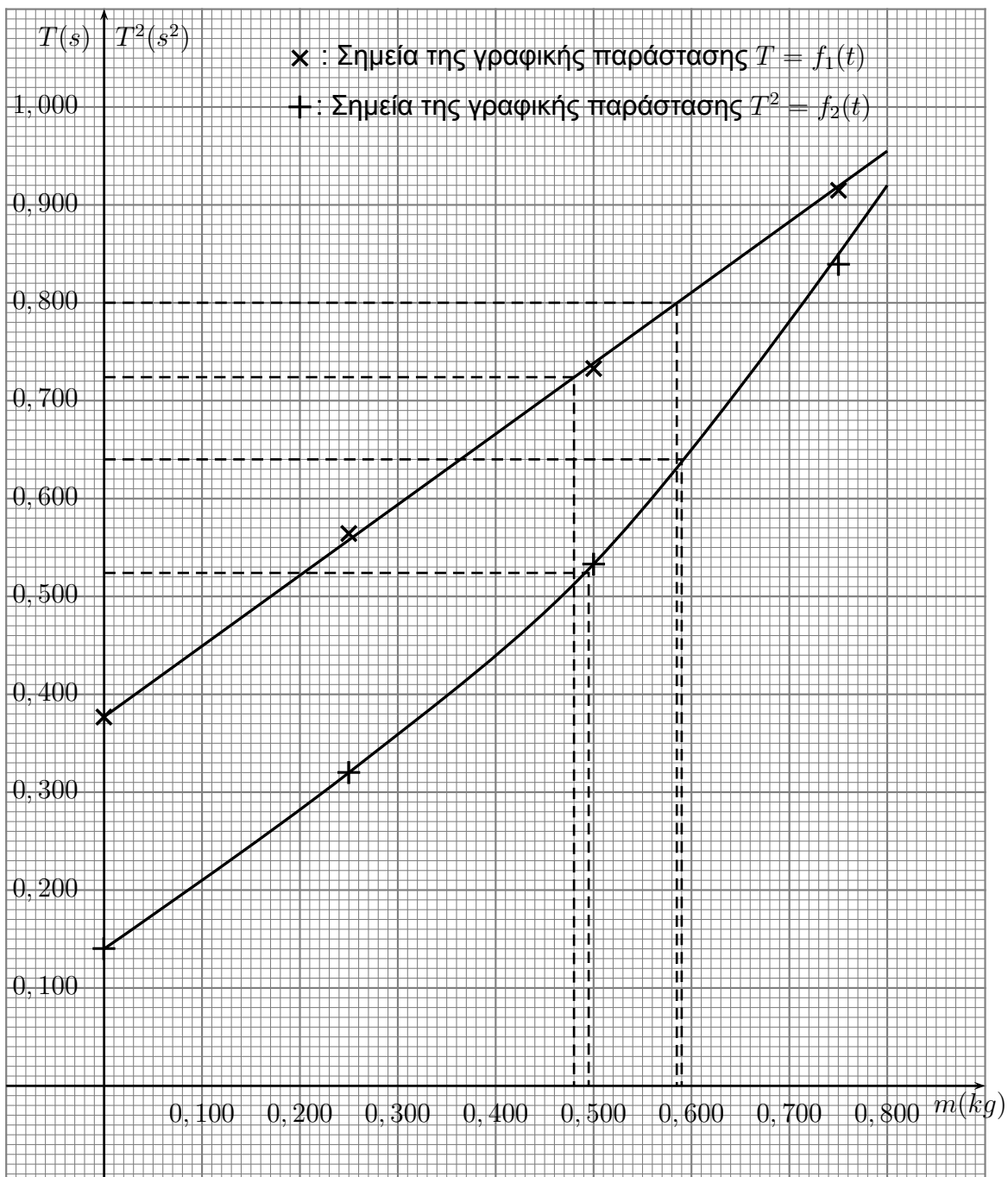
6. Παραρτήματα

Παράρτημα 1: Παράδειγμα μετρήσεων με το ζυγό αδράνειας

Στον πιο κάτω πίνακα φαίνονται οι μετρήσεις που λήφθηκαν για τη βαθμονόμηση του ζυγού αδράνειας.

m (kg)	$20T$ (s)	T (s)	T^2 (s ²)
0	7,47	0,374	0,140
0,250	11,31	0,566	0,320
0,500	14,60	0,730	0,533
0,750	18,31	0,916	0,839
m_1	14,47	0,724	0,524
m_2	16,00	0,800	0,640

Οι γραφικές παραστάσεις των συναρτήσεων $T = f_1(m)$ και $T^2 = f_2(m)$ φαίνονται πιο κάτω:



Για το σώμα με μάζα m_1 προκύπτει από τη γραφική παράσταση $T = f_1(t)$ ότι $m_1 = 0,480 \text{ kg}$ και από τη γραφική παράσταση $T^2 = f_2(t)$ ότι $m_1 = 0,495 \text{ kg}$. Η μάζα του σώματος όπως μετρήθηκε με ηλεκτρονική ζυγαριά ήταν $m_1 = 0,467 \text{ kg}$.

Για το σώμα με μάζα m_2 προκύπτει από τη γραφική παράσταση $T = f_1(t)$ ότι $m_2 = 0,585 \text{ kg}$ και από τη γραφική παράσταση $T^2 = f_2(t)$ ότι $m_2 = 0,590 \text{ kg}$. Η μάζα του σώματος όπως μετρήθηκε με ηλεκτρονική ζυγαριά ήταν $m_2 = 0,580 \text{ kg}$.

Τα αποτελέσματα αυτά δείχνουν ότι ο ζυγός αδράνειας μπορεί να προσδιορίσει τη μάζα σώματος με μικρό σχετικό σφάλμα.

Παράρτημα 2: Κατασκευή ζυγού αδράνειας

Ο ζυγός αδράνειας μπορεί να κατασκευαστεί σε διάφορες μορφές χρησιμοποιώντας απλά υλικά. Δύο παραδείγματα "χειροποίητων" ζυγών αδράνειας φαίνονται στην πιο κάτω φωτογραφία. Τα υλικά που χρησιμοποιήθηκαν για την κατασκευή του ενός από αυτούς φαίνονται επίσης στην πιο κάτω φωτογραφία.

