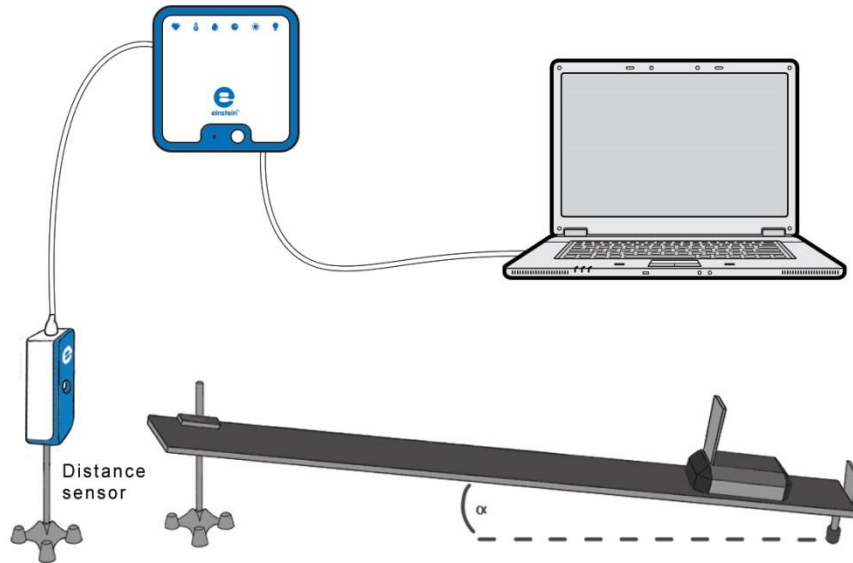


Κίνηση σε κεκλιμένο επίπεδο



Εικόνα 1



Εισαγωγή

Όταν ένα σώμα τοποθετείται σε κεκλιμένο επίπεδο θα κινείται προς τα κάτω στην κλίση με σταθερή επιτάχυνση. Εάν το σώμα γυρίσει προς τα πάνω στο επίπεδο όταν φτάσει στη βάση και το επίπεδο είναι απαλλαγμένο από τριβές, η επιτάχυνση του σώματος προς τα πάνω στο επίπεδο θα είναι ίση με την επιτάχυνση προς τα κάτω.

Σε αυτό το πείραμα τοποθετούμε ένα καρότσι σε ένα κεκλιμένο επίπεδο και εξερευνούμε τις ιδιότητες της κίνησης.




Εξοπλισμός

- einstein™ LabMate και έναν υπολογιστή με MiLAB Desktop
- Αισθητήρας απόστασης
- Προσαρμογέας απόστασης
- Αμαξίδιο
- Τετράγωνο κομμάτι χαρτόνι 10 x 10 cm (σημαία)
- Κεκλιμένο επίπεδο (όσο το δυνατόν χωρίς τριβές)
- Εργαστηριακή βάση με σφιγκτήρα ή βιβλία για διαφορετικό ύψος κεκλιμένου επιπέδου



123 Διαδικασία εγκατάστασης εξοπλισμού

1. Εκκινήστε το MiLAB Desktop ().
2. Συνδέστε τον αισθητήρα απόστασης με τον προσαρμογέα απόστασης σε μία από τις θύρες του einstein™ LabMate.
3. Συναρμολογήστε τον εξοπλισμό όπως φαίνεται στην Εικόνα 1.
4. Τοποθετήστε τον αισθητήρα απόστασης στο πάνω άκρο του κεκλιμένου επιπέδου.
5. Τοποθετήστε ένα στοπ στο κάτω μέρος του επιπέδου.
6. Η απόσταση εκκίνησης μεταξύ του αμαξιδίου και του αισθητήρα απόστασης πρέπει να είναι τουλάχιστον 50 cm.
7. Στο **Έλεγχος/Αλλαγή παραμέτρων** επιλέξτε το παράθυρο **Πλήρης εγκατάσταση** και χρησιμοποιήστε τον παρακάτω πίνακα για να ρυθμίσετε το πείραμα. Βεβαιωθείτε ότι είναι επιλεγμένο μόνο ο αισθητήρας απόστασης στις **Μετρήσεις**.

Γράφημα θέσης σε σχέση με το χρόνο:






Έλεγχος/Αλλαγή Παραμέτρων

Προγραμματίστε τον αισθητήρα να καταγράφει δεδομένα σύμφωνα με την ακόλουθη ρύθμιση:

Αισθητήρας:	Απόσταση
Μετρήσεις:	Απόσταση (m)
Τμή:	10 δείγματα ανά δευτερόλεπτο
Δείγματα:	100
Διάρκεια:	10 δευτερόλεπτα

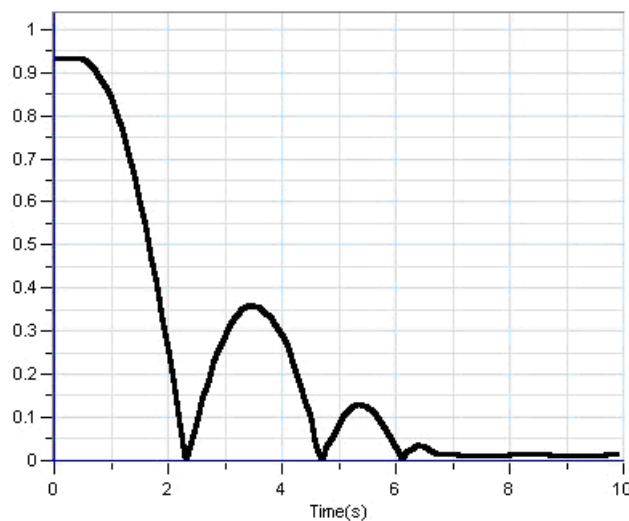


Διαδικασία

1. Ρυθμίστε το ύψος του κεκλιμένου επιπέδου στα ~5 cm. Καταγράψτε το ύψος στον πίνακα δεδομένων σας.
2. Κρατήστε το αμαξίδιο στην κορυφή του κεκλιμένου επιπέδου.
3. Επιλέξτε **Run** () για να ξεκινήσει η εγγραφή δεδομένων.
4. Αφήστε το αμαξίδιο όταν ακούσετε το κλικ του αισθητήρα.
5. Όταν το αμαξίδιο φτάσει στο κάτω μέρος του κεκλιμένου επιπέδου, επιλέξτε **Stop** (). Το αμαξίδιο μπορεί να αναπηδήσει αρκετές φορές πριν από το τέλος της μέτρησης καθώς χτυπά στο στοπ της βάσης του κεκλιμένου.
6. Επαναλάβετε τα βήματα 3 έως 5 άλλες δύο φορές. Καταγράψτε όλα τα δεδομένα στον πίνακα δεδομένων.
7. Αλλάξτε το ύψος της κλίσης στα 15 cm και επαναλάβετε τα βήματα 3 έως 5. Καταγράψτε όλα τα δεδομένα στον πίνακα δεδομένων.
8. Αλλάξτε το ύψος της κλίσης στα 20 εκατοστά και επαναλάβετε τα βήματα 3 έως 5. Καταγράψτε όλα τα δεδομένα στον πίνακα δεδομένων.
9. Αποθηκεύστε τα δεδομένα σας επιλέγοντας **Save** () από το παράθυρο **Βασικά Εργαλεία** στην επάνω γραμμή μενού.

Πίνακας δεδομένων

Ύψος κεκλιμένου επιπέδου (cm)	Επιτάχυνση (m/s ²)			Μέση επιτάχυνση (m/s ²)
	Δοκιμή 1	Δοκιμή 2	Δοκιμή 3	





Εικόνα 2



Ανάλυση δεδομένων



Για περισσότερες πληροφορίες σχετικά με την εργασία με γραφήματα, δείτε: **Εργασία με γραφήματα στο MiLAB Desktop.**

1. Χρησιμοποιήστε δύο δρομείς ($\hat{\psi}$) για να επισημάνετε την καθοδική κλίση του γραφήματος. Εάν το αμαξίδιο αναπηδήσει μία ή περισσότερες φορές, επιλέξτε την πρώτη (και μεγαλύτερη) κλίση προς τα κάτω στο γράφημα.
2. Επιλέγω **Μαθηματικές συναρτήσεις** (f_{∞}) από το παράθυρο **Ανάλυση** στην επάνω γραμμή μενού.
3. Στο παράθυρο **Μαθηματική συνάρτηση** που ανοίγει, επιλέξτε **Παράγωγο** από το πτυσσόμενο μενού **Λειτουργία**.
4. Στο **G1** αναπτυσσόμενο μενού επιλέξτε τα δεδομένα απόστασης.
5. Η γραμμή που σχεδιάζεται στο γράφημα αντιπροσωπεύει την ταχύτητα του αμαξιδίου.

6. Χρησιμοποιήστε δύο δρομείς () για να επιλέξετε δύο καλά διαχωρισμένα σημεία στην γραμμή της ταχύτητας.
 7. Επιλέγω **Εφαρμογή καμπύλης** () από το παράθυρο **Ανάλυση** στην επάνω γραμμή μενού.
 8. Στο παράθυρο **Εφαρμογή καμπύλης** που ανοίγει, επιλέξτε **Γραμμικός** από το πτυσσόμενο μενού **Εφαρμογή καμπύλης**.
 9. Το γράφημα της γραμμικής προσαρμογής θα εμφανιστεί στο γράφημα ταχύτητας και η εξίσωση προσαρμογής θα εμφανιστεί κάτω από τον άξονα x. Η τιμή της κλίσης αυτού του γραφήματος είναι η επιτάχυνση. Καταγράψτε την επιτάχυνση στον πίνακα δεδομένων.
 10. Επαναλάβετε αυτή την ανάλυση για κάθε ύψος του κεκλιμένου επιπέδου.
- Ποια είναι η σχέση μεταξύ του ύψους της κλίσης και της επιτάχυνσης;

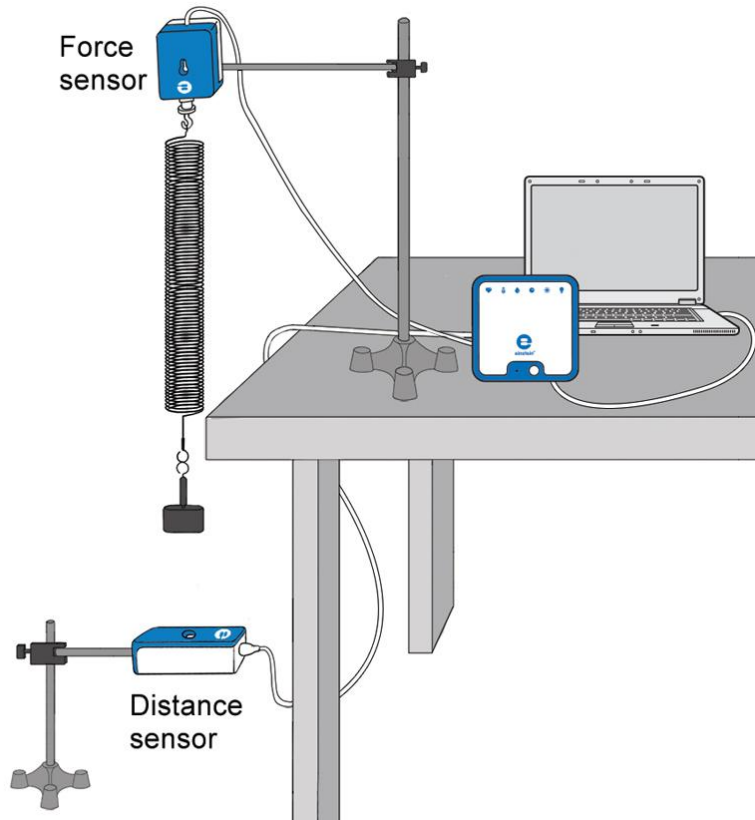


Προτάσεις

1. Μπορεί αν θέλετε να ελέγξετε ότι η γραφική παράσταση της απόστασης είναι παραβολική:
 - a. Χρησιμοποιήστε δύο δρομείς () για να επιλέξετε μόνο ένα 'άλμα'.
 - b. Επιλέγω **Εφαρμογή καμπύλης** () από το παράθυρο **Ανάλυση** στην επάνω γραμμή μενού.
 - c. Στο παράθυρο **Εφαρμογή καμπύλης** που ανοίγει, επιλέξτε **Πολυώνυμο** από το πτυσσόμενο μενού **Εφαρμογή καμπύλης** και **2** από το πτυσσόμενο μενού **Σειρά**. Η εξίσωση προσαρμογής θα εμφανιστεί στη γραμμή πληροφοριών στο κάτω μέρος του παραθύρου του γραφήματος.
 - d. Εάν υπάρχει σημαντική τριβή μεταξύ του καροτσιού και του επιπέδου, το αμαξίδιο θα κινείται πάνω και κάτω στο κεκλιμένο επίπεδο με διαφορετικές επιταχύνσεις. Μετρήστε την γωνία κλίσης του επιπέδου α (βλ. Εικόνα 1) και την επιτάχυνση όταν το καρότσι κινείται προς τα κάτω για να υπολογίσετε τον συντελεστή τριβής μεταξύ του αμαξιδίου και του επιπέδου.

Κεφάλαιο 2

Νόμος του Χουκ: Εύρεση της σταθεράς του ελατηρίου



Εικόνα 1



Εισαγωγή

Όταν ασκούμε δύναμη σε ένα ελατήριο, αυτό επιμηκώνεται ή συμπιέζεται. Η επιμήκυνση ή η συμπίεση του ελατηρίου είναι ανάλογη της ασκούμενης δύναμης:

$$F = kx \quad (1)$$

Οπου:

F = Η εφαρμοζόμενη δύναμη

k = Η σταθερά του ελατηρίου

x = Επιμήκυνση ελατηρίου

Αυτός ο νόμος είναι γνωστός ως νόμος του Χουκ. Μας δίνει τη δυνατότητα να χρησιμοποιήσουμε την επιμήκυνση ή τη συμπίεση του ελατηρίου για να μετρήσουμε τη δύναμη.

Σε αυτό το πείραμα θα χρησιμοποιήσουμε τον αισθητήρα δύναμης και τον αισθητήρα απόστασης για να βαθμονομήσουμε ένα ελατήριο για χρήση ως δυναμόμετρο (μετρητής δύναμης).




Εξοπλισμός

- einstein™LabMate και έναν υπολογιστή με MiLAB Desktop
- Αισθητήρας δύναμης
- Αισθητήρας απόστασης
- Προσαρμογέας απόστασης
- Σετ μάζας με σχισμές
- Γάντζος για τις μάζες
- Βάση στήριξης και ράβδος στήριξης
- Σφιγκτήρας με γάντζο για να κρεμάτε το ελατήριο



Διαδικασία εγκατάστασης εξοπλισμού

1. Εκκινήστε το MiLAB Desktop ().
2. Συνδέστε τον αισθητήρα απόστασης με τον προσαρμογέα απόστασης σε μία από τις θύρες του einstein™LabMate.
3. Συνδέστε τον αισθητήρα δύναμης σε μία από τις θύρες του einstein™LabMate.
4. Η απόσταση μεταξύ των δύο αισθητήρων πρέπει να είναι περίπου 70 cm.
5. Βεβαιωθείτε ότι δεν υπάρχουν φυσικά εμπόδια μεταξύ της μάζας που κρέμεται και του αισθητήρα απόστασης.
6. Χρησιμοποιήστε μάζα 100 g.
7. Στο **Έλεγχος/Αλλαγή παραμέτρων** επιλέξτε το παράθυρο **Πλήρης εγκατάσταση** και χρησιμοποιήστε τον παρακάτω πίνακα για να ρυθμίσετε το πείραμα. Βεβαιωθείτε ότι έχουν επιλεγεί μόνο οι αισθητήρες απόστασης και δύναμης στις **Μετρήσεις**.




Έλεγχος/Αλλαγή Παραμέτρων



Προγραμματίστε τον αισθητήρα να καταγράφει δεδομένα σύμφωνα με την ακόλουθη ρύθμιση:

Αισθητήρας:	Απόσταση
Μετρήσεις:	Απόσταση (m)
Αισθητήρας (Εύρος):	Δύναμη(±10 N)
Μετρήσεις:	Δύναμη, έλξη – θετικό (N)
Τιμή:	10 δείγματα ανά δευτερόλεπτο
Δείγματα:	1000
Διάρκεια:	1 λεπτό 40 δευτερόλεπτα



Διαδικασία

1. Βεβαιωθείτε ότι η αναρτημένη μάζα είναι σε ηρεμία.
2. Επιλέγω **Run** () για να ξεκινήσει η εγγραφή δεδομένων.

3. Περιμένετε 20 δευτερόλεπτα και στη συνέχεια προσθέστε ένα βάρος 50 g στη μάζα που κρέμεται έτσι ώστε η συνολική μάζα να είναι τώρα 150g. Φέρτε τη μάζα σε ηρεμία.
4. Περιμένετε άλλα 20 δευτερόλεπτα και, στη συνέχεια, προσθέστε άλλη μάζα 50 g και αφήστε τη μάζα να ηρεμήσει.
5. Επαναλάβετε το βήμα 4 και αυξήστε τη μάζα που κρέμεται κατά 50 g μέχρι να φτάσετε στα 500 g
6. Όταν προσθέσετε 500 g στο ελατήριο, επιλέξτε **Stop** ().
7. Αποθηκεύστε τα δεδομένα σας επιλέγοντας **Save** () από το παράθυρο **Βασικά Εργαλεία** στην επάνω γραμμή μενού.

Πίνακας δεδομένων

Μάζα (g)	Εφαρμοσμένη δύναμη (N)	Επιμήκυνση (m)



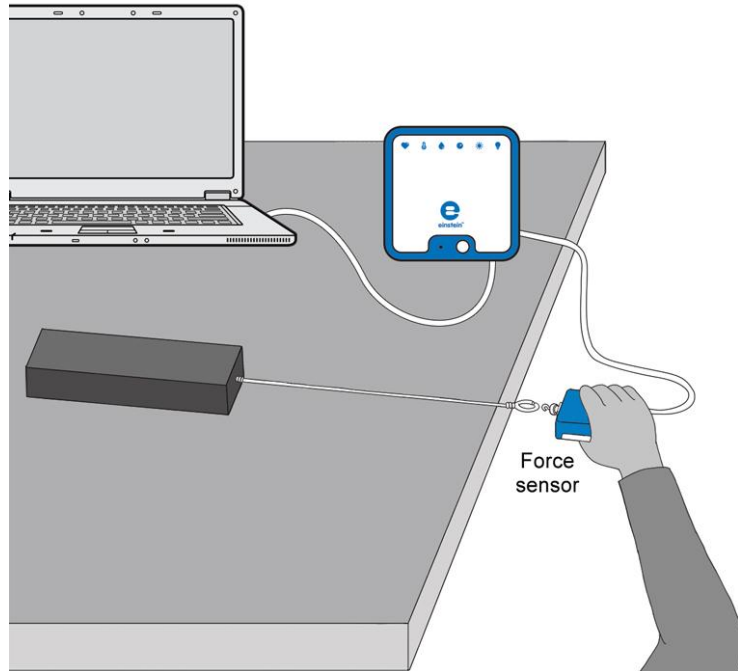
Ανάλυση δεδομένων

Για περισσότερες πληροφορίες σχετικά με την εργασία με γραφήματα, δείτε: **Εργασία με γραφήματα στο MiLAB Desktop.**

1. Ποια ήταν η δύναμη που ασκήθηκε στο ελατήριο όταν η κρεμαστή μάζα ήταν 100 g;
2. Χρησιμοποιήστε δεδομένα από τον αισθητήρα δύναμης για να συμπληρώσετε τη στήλη 'Εφαρμοσμένη δύναμη' στον πίνακα δεδομένων, καταγράφοντας τη δύναμη σε μονάδες Newton.
3. Χρησιμοποιήστε δεδομένα από τον αισθητήρα απόστασης για να συμπληρώσετε τη στήλη 'Επιμήκυνση' στον πίνακα δεδομένων, καταγράφοντας την σε μονάδες μέτρων.
4. Σχεδιάστε ένα γράφημα της ασκούμενης δύναμης σε σχέση με την επιμήκυνση του ελατηρίου.
5. Προσαρμόστε μια ευθεία γραμμή στα σημεία δεδομένων σας που διέρχεται από την αρχή.
6. Ποιες είναι οι μονάδες της κλίσης;
7. Χρησιμοποιήστε το γράφημα για να υπολογίσετε τη σταθερά του ελατηρίου, k .

κεφάλαιο 3

Συντελεστής τριβής



Εικόνα 1



Εισαγωγή

Η τριβή είναι η δύναμη που δρα μεταξύ δύο επιφανειών που ολισθαίνουν ή προσπαθούν να γλιστρήσουν η μία πάνω στην άλλη. Για ξηρές επιφάνειες η τριβή εξαρτάται από τους τύπους των επιφανειών και από την κανονική δύναμη (κάθετη αντίδραση) που ασκείται μεταξύ τους. Όταν οι επιφάνειες είναι σε ηρεμία μεταξύ τους, η τριβή είναι στατική τριβή και το μέγεθός της μπορεί να κυμαίνεται από μηδέν έως μια μέγιστη τιμή:

$$f_{\sigma\tau} \leq \mu_{\sigma\tau} N \quad (1)$$

Οπου:

$f_{\sigma\tau}$ = Η στατική τριβή

$\mu_{\sigma\tau}$ = Ο συντελεστής στατικής τριβής

N = Η κανονική δύναμη (κάθετη αντίδραση)

Η στατική τριβή είναι αυτή που εμποδίζει ένα αντικείμενο σε κεκλιμένο επίπεδο να γλιστρήσει προς τα κάτω.

Όταν υπάρχει σχετική κίνηση μεταξύ των δύο επιφανειών, η στατική τριβή πρέπει να ξεπεραστεί με κινητική τριβή (τριβή ολίσθησης). Η κινητική τριβή δίνεται από:

$$f_{\kappa} = \mu_{\kappa} N \quad (2)$$

Οπου:

f_{κ} = Η κινητική τριβή

$\mu_k = 0$ συντελεστής κινητικής τριβής

Σε αυτό το πείραμα αυτές οι σχέσεις μελετώνται για μια ποικιλία επιφανειών.




Εξοπλισμός

- einstein™LabMate και έναν υπολογιστή με MiLAB Desktop
- Αισθητήρας δύναμης
- Αντικείμενο από διάφορα υλικά (π.χ. ξύλινο μπλοκ και ένα τούβλο)
- Σχοινί
- Ζυγαριά για τη μέτρηση της μάζας των μπλοκ



Διαδικασία εγκατάστασης εξοπλισμού

1. Εκκινήστε το MiLAB Desktop ().
2. Συνδέστε τον αισθητήρα δύναμης σε μία από τις θύρες του einstein™LabMate.
3. Συναρμολογήστε τον εξοπλισμό όπως φαίνεται στην Εικόνα 1.
4. Συνδέστε το ένα άκρο του σχοινού στο αντικείμενο.
5. Συνδέστε το άλλο άκρο του σχοινού στον αισθητήρα δύναμης, έτσι ώστε αν τραβήξετε τον αισθητήρα να σύρετε το αντικείμενο κατά μήκος του τραπέζιού ή άλλης επιφάνειας. Ο αισθητήρας δύναμης θα μετρήσει τη δύναμη που ασκείται στο μπλοκ.
6. Στο **Έλεγχος/Αλλαγή παραμέτρων** επιλέξτε το παράθυρο **Πλήρης εγκατάσταση** και χρησιμοποιήστε τον παρακάτω πίνακα για να ρυθμίσετε το πείραμα. Βεβαιωθείτε ότι είναι επιλεγμένος μόνο ο αισθητήρας δύναμης στις **Μετρήσεις**.




Έλεγχος/Αλλαγή Παραμέτρων

Προγραμματίστε τον αισθητήρα να καταγράφει δεδομένα σύμφωνα με την ακόλουθη ρύθμιση:



Αισθητήρας (Εύρος):	Δύναμη(± 10 N ή ± 50 N)
Μετρήσεις:	Δύναμη, έλξη – θετική (N)
Τιμή:	10 δείγματα ανά δευτερόλεπτο
Δείγματα:	1000
Διάρκεια:	1 λεπτό 40 δευτερόλεπτα

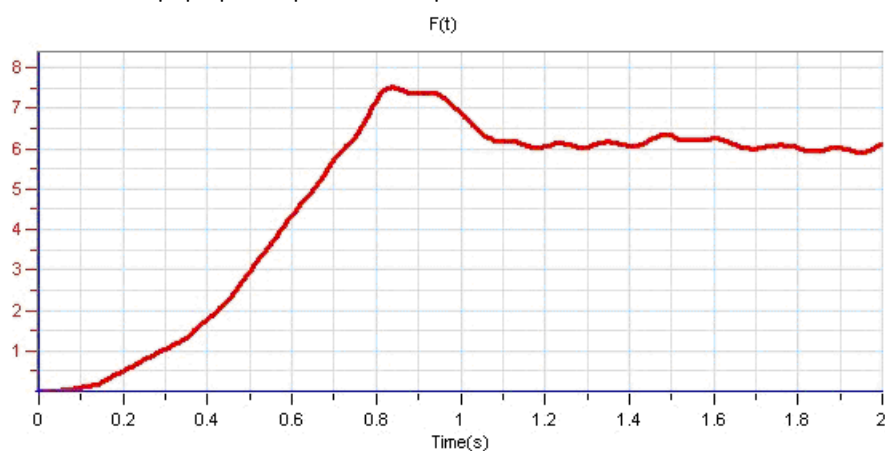


Διαδικασία

1. Μετρήστε τη μάζα κάθε αντικειμένου και καταγράψτε τις μετρήσεις στο σημειωματάριό σας.
2. Επιλέγω **Run** () για να ξεκινήσει η εγγραφή δεδομένων.
3. Τοποθετήστε το αντικείμενο σε τραπέζι ή άλλη επιφάνεια.
4. Κρατήστε τον αισθητήρα δύναμης στο χέρι σας και τραβήξτε τον. Βεβαιωθείτε ότι η χορδή είναι οριζόντια στην επιφάνεια στην οποία στηρίζεται το αντικείμενο και αυξήστε σταδιακά την ασκούμενη δύναμη. Όταν το αντικείμενο αρχίσει να κινείται, διατηρήστε μια σταθερή ταχύτητα.

Μόνο όταν το αντικείμενο κινείται με σταθερή ταχύτητα, η τριβή εξισορροπείται ακριβώς από τη δύναμη που ασκεί το μπλοκ.

- Όταν τραβήξετε το αντικείμενο σε μικρή απόσταση, επιλέξτε **Stop** ().
- Αποθηκεύστε τα δεδομένα σας επιλέγοντας **Save** () από το **Βασικά Εργαλεία** παράθυρο στην επάνω γραμμή μενού.
- Επανάλαβετε το πείραμα με διαφορετικά υλικά. Θυμηθείτε να αποθηκεύσετε τα δεδομένα από κάθε πείραμα με ένα μοναδικό όνομα.






Σχήμα 2



Ανάλυση δεδομένων

Για περισσότερες πληροφορίες σχετικά με την εργασία με γραφήματα, δείτε: **Εργασία με γραφήματα στην επιφάνεια εργασίας MiLAB.**

- Χρησιμοποιήστε έναν κέρσορα () για να μετρήσετε τη μέγιστη τιμή της δύναμης που μετρήθηκε από τον αισθητήρα πριν αρχίσει να κινείται το μπλοκ. Αυτή είναι η μέγιστη τιμή της στατικής τριβής. Χρησιμοποιήστε αυτήν την τιμή για να υπολογιστεί το $\mu_{στ}$ ο συντελεστής στατικής τριβής.
- Βρείτε τη μέση τιμή της δύναμης που απαιτείται για να μετακινήσετε το αντικείμενο:
 - Χρησιμοποιήστε δύο δρομείς () για να επιλέξετε το τμήμα του γραφήματος που αντιστοιχεί στην κίνητη τριβή ή τριβή ολίσθησης.
 - Από το παράθυρο **Ανάλυση** στην επάνω γραμμή μενού, επιλέξτε **Μέση τιμή** ().
 - Βρείτε την υπολογιζόμενη τιμή.
- Χρησιμοποιήστε τη μέση τιμή της δύναμης και της εξίσωσης (2) για να υπολογίσετε τον συντελεστή κίνητης τριβής/τριβής ολίσθησης.
- Επανάλαβετε αυτούς τους υπολογισμούς χρησιμοποιώντας τα δεδομένα από αντικείμενα κατασκευασμένα από διαφορετικά υλικά και συγκρίνετε τους συντελεστές.

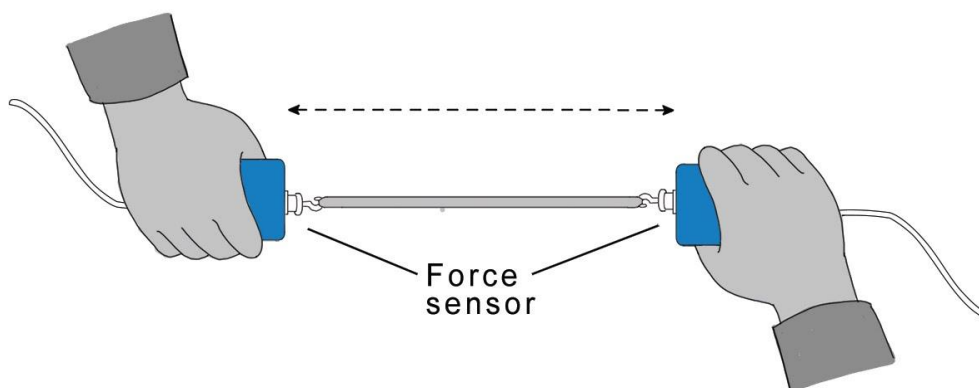


Περαιτέρω Προτάσεις

1. Ένας κινητήρας μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να τραβήξει το σχοινί. Αυτό θα εξασφαλίσει μια πιο σταθερή ταχύτητα.
2. Για να εξερευνήσετε την επίδραση διαφορετικών ταχυτήτων στην τριβή (θεωρητικά δεν υπάρχει) μπορείτε να χρησιμοποιήσετε έναν κινητήρα για να τραβήξετε τη χορδή και να αλλάξετε την ταχύτητα αλλάζοντας τη συχνότητα του ρότορα του κινητήρα.
3. Μπορείτε να εκτελέσετε μια σειρά πειραμάτων για να προσδιορίσετε την επίδραση της κανονικής δύναμης(αντίδρασης του εδάφους) στην τριβή. Αλλάξτε τη μάζα του αντικειμένου (βάζοντας επιπλέον βάρη πάνω του) χωρίς να αλλάξετε την επιφάνεια στην οποία στηρίζεται. Στη συνέχεια, μπορείτε να χρησιμοποιήσετε ένα υπολογιστικό φύλλο για να δημιουργήσετε ένα γράφημα της τριβής συναρτήσει της κανονικής δύναμης(κάθετης αντίδρασης) και να εξαγάγετε τον συντελεστή τριβής από την κλίση αυτού του γραφήματος.

Κεφάλαιο 4

Τρίτος Νόμος Κίνησης του Νεύτωνα



Εικόνα 1



Εισαγωγή

Ο Τρίτος Νόμος Κίνησης του Νεύτωνα αναφέρεται συχνά ως:

Για κάθε δράση, υπάρχει μια ίση και αντίθετη αντίδραση.

Αυτή η δήλωση σημαίνει ότι όταν ένα σώμα ασκεί δύναμη σε ένα δεύτερο σώμα, το δεύτερο σώμα ασκεί επίσης δύναμη στο πρώτο σώμα. Υπάρχει ένα ζεύγος δυνάμεων που δρουν στα δύο αλληλεπιδρώντα αντικείμενα. Το μέγεθος της δύναμης που ασκείται από το πρώτο σώμα είναι ίσο σε μέγεθος με τη δύναμη που ασκεί το δεύτερο σώμα. Η κατεύθυνση της δύναμης που ασκείται από το πρώτο σώμα είναι αντίθετη ως προς τη δύναμη που ασκεί το δεύτερο αντικείμενο. Οι δυνάμεις έρχονται πάντα σε ζεύγη – ίσες και αντίθετες – ζεύγη δυνάμεων δράσης-αντίδρασης.

Σε αυτό το πείραμα θα χρησιμοποιήσετε δύο αισθητήρες δύναμης για να βρείτε τον Τρίτο Νόμο της Κίνησης του Νεύτωνα.




Εξοπλισμός

- einstein™LabMate και έναν υπολογιστή με MiLAB Desktop
- Αισθητήρες δύναμης (2)
- Σχοινί
- Λαστιχάκι



Διαδικασία εγκατάστασης εξοπλισμού

1. Εκκινήστε το MiLAB Desktop ().
2. Συνδέστε τους αισθητήρες Force σε δύο θύρες στο einstein™LabMate.

3. Στο **Έλεγχος/Αλλαγή παραμέτρων** επιλέξτε το παράθυρο **Πλήρης εγκατάσταση** και χρησιμοποιήστε τον παρακάτω πίνακα για να ρυθμίσετε το πείραμα. Βεβαιωθείτε ότι είναι επιλεγμένος μόνο ο αισθητήρας δύναμης στις **Μετρήσεις**.





Έλεγχος/Αλλαγή Παραμέτρων

Προγραμματίστε τον αισθητήρα να καταγράφει δεδομένα σύμφωνα με την ακόλουθη ρύθμιση:



Αισθητήρας (Εύρος):	Δύναμη(±50 N)
Μετρήσεις:	Δύναμη, έλξη (θετικά) (N)
Τιμή:	10 δείγματα ανά δευτερόλεπτο
Δείγματα:	500
Διάρκεια:	50 δευτερόλεπτα



Διαδικασία

1. Δέστε τους δύο αισθητήρες Force μαζί με ένα σχοινί μήκους περίπου 20 cm. Κρατήστε τον έναν αισθητήρα δύναμης στο χέρι σας και βάλτε τον συμμαθητή σας να κρατά τον άλλο αισθητήρα δύναμης, ώστε να μπορείτε να τραβήξετε ο ένας τον άλλον (βλ. Εικόνα 1).
2. Επιλέγω **Run** () για να ξεκινήσει η εγγραφή δεδομένων.
3. Τραβήξτε απαλά τον αισθητήρα δύναμης του συμμαθητή σας με τον δικό σας αισθητήρα δύναμης και βεβαιωθείτε ότι το γράφημα δεν ξεφεύγει από την κλίμακα. Επίσης, βάλτε τον συμμαθητή σας να τραβήξει τον αισθητήρα σας. Θα έχετε 50 δευτερόλεπτα για να δοκιμάσετε διαφορετικές έλξεις.
4. Αποθηκεύστε τα δεδομένα σας επιλέγοντας **Save** () από το παράθυρο **Βασικά Εργαλεία** στην επάνω γραμμή μενού.

Επαναλάβετε το πείραμα με διαφορετικά υλικά. Θυμηθείτε να αποθηκεύσετε τα δεδομένα από κάθε πείραμα με ένα μοναδικό όνομα.

5. Τι θα συνέβαινε αν χρησιμοποιούσαμε το λάστιχο αντί για το σχοινί; Κάντε μια πρόβλεψη χρησιμοποιώντας το εργαλείο **Πρόβλεψη** .
 - a. Ανοίξτε ένα νέο παράθυρο γραφήματος επιλέγοντας **Γραφική παράσταση** () από το παράθυρο **Χώρος εργασίας** στην επάνω γραμμή μενού.
 - b. Επίλεξε το εργαλείο **Πρόβλεψη** () από τη γραμμή εργαλείων γραφήματος. Κάντε κλικ στο γράφημα για να σχεδιάσετε ένα γράφημα πρόβλεψης.
 - c. Επαναλάβετε τα βήματα 2-4 χρησιμοποιώντας το λάστιχο αντί για το σχοινί.



Ανάλυση δεδομένων

Για περισσότερες πληροφορίες σχετικά με την εργασία με γραφήματα, δείτε: **Εργασία με γραφήματα στο MiLAB Desktop**.

1. Εξετάστε τα γραφήματα.

- a. Τι συμπέρασμα μπορείτε να εξαγάγετε για τις δύο δυνάμεις (το τράβηγμα σας στον συμμαθητή σας και το τράβηγμα του συμμαθητή σας σε εσάς);
 - b. Πώς συνδέονται τα μεγέθη των δυνάμεων ;
 - c. Πώς σχετίζονται τα πρόσημα τους;
2. Πώς αλλάζει το λάστιχο τα αποτελέσματα - ή τα αλλάζει καθόλου;
 3. Ενώ εσείς και ο συμμαθητής σας τραβάτε ο ένας τους αισθητήρες δύναμης του άλλου, οι δυνάμεις στους αισθητήρες έχουν την ίδια θετική κατεύθυνση;
 4. Υπάρχει τρόπος να τραβήξετε τον αισθητήρα δύναμης του συμμαθητή σας χωρίς να σας τραβήξει πίσω ο αισθητήρας δύναμης του συμμαθητή σας; Δοκιμάστε το.

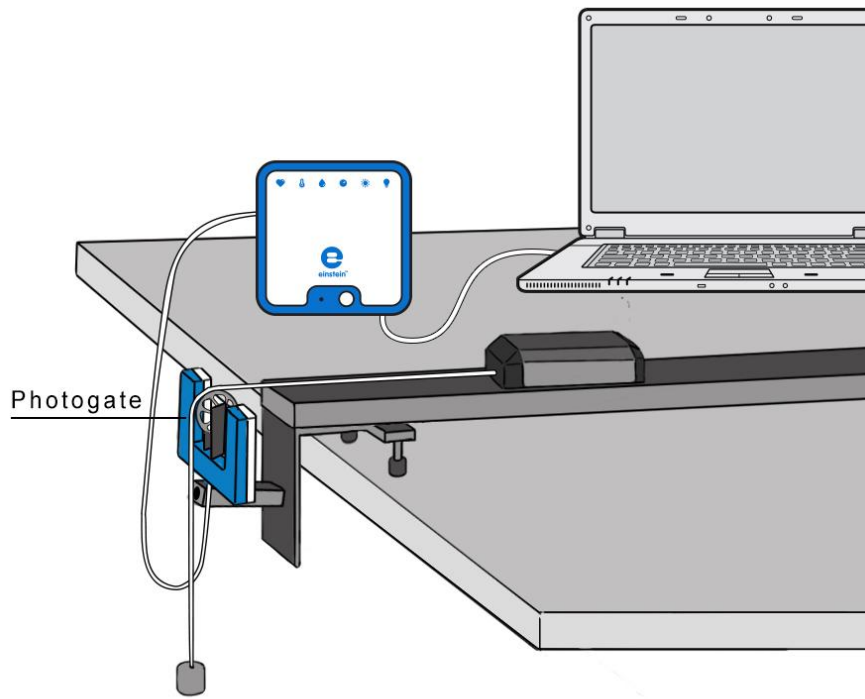


Περαιτέρω Προτάσεις

1. Στερεώστε έναν αισθητήρα Δύναμης στον πάγκο ή το τραπέζι του εργαστηρίου σας και επαναλάβετε το πείραμα τραβώντας τον αισθητήρα που δεν είναι στερεωμένος στον πάγκο. Τραβιέται ο πάγκος όπως τον τραβάτε; Έχει σημασία το ότι ο δεύτερος αισθητήρας δύναμης δεν κρατιέται από άτομο;
2. Χρησιμοποιήστε μια άκαμπτη ράβδο για να συνδέσετε τους αισθητήρες Force αντί για ένα σχοινί και πειραματιστείτε με αμοιβαίες ωθήσεις αντί για έλξεις. Επαναλάβετε το πείραμα. Αλλάζει η ράβδος τον τρόπο που συνδέονται τα ζεύγη δυνάμεων;

Κεφάλαιο 5

Η επίδραση της σταθερής δύναμης σε ένα κινούμενο σώμα



Εικόνα 1



Εισαγωγή

Σε αυτό το πείραμα διερευνούμε την επίδραση της εφαρμογής σταθερής δύναμης σε ένα αμαξίδιο. Η δύναμη της βαρύτητας θα εφαρμοστεί στο αμαξίδιο μέσω ενός σχοινού που αναρτάται πάνω από μια τροχαλία και συνδέεται με ένα κρεμασμένο βάρος (βλ. Εικόνα 1).

Σύμφωνα με τον Δεύτερο Νόμο Κίνησης του Νεύτωνα, η εφαρμογή σταθερής δύναμης σε ένα σώμα οδηγεί σε κίνηση με σταθερή επιτάχυνση.

Η ταχύτητα του καρτσιού καθώς έλκεται από το βάρος θα παρακολουθείται χρησιμοποιώντας τον αισθητήρα Smart Pulley.




Εξοπλισμός

- einstein™ LabMate και έναν υπολογιστή με MiLAB Desktop
- Αισθητήρας Smart pulley
 - Διάδρομος
 - Αμαξίδιο

- Στήριγμα τροχαλίας
- Βάρος (~100 g)
- Σχοινί

123

Διαδικασία εγκατάστασης εξοπλισμού

1. Εκκινήστε το MiLAB Desktop ().
2. Συναρμολογήστε τον αισθητήρα Smart Pulley τοποθετώντας την τροχαλία στον αισθητήρα Photogate με τη ράβδο που παρέχεται.
3. Τοποθετήστε τον αισθητήρα Smart Pulley στο ένα άκρο της τροχαλίας χρησιμοποιώντας το βραχίονα στήριξης της τροχαλίας.
4. Τοποθετήστε το καλάθι στην άλλη άκρη της διαδρομής.
5. Συνδέστε ένα κορδόνι στο καλάθι.
6. Προσαρμόστε ένα βάρος 100 g στο άλλο άκρο του κορδονιού.
7. Περάστε το κορδόνι πάνω από την τροχαλία.
8. Ισοπεδώστε την τροχιά και ρυθμίστε το ύψος της Έξυπνης Τροχαλίας έτσι ώστε η χορδή να είναι παράλληλη με την τροχαλία.
9. Στο **Έλεγχος/Αλλαγή παραμέτρων** επιλέξτε το παράθυρο **Πλήρης εγκατάσταση** και χρησιμοποιήστε τον παρακάτω πίνακα για να ρυθμίσετε το πείραμα. Βεβαιωθείτε ότι είναι επιλεγμένος μόνο ο αισθητήρας Smart Pulley στις **Μετρήσεις**.



Έλεγχος/Αλλαγή Παραμέτρων




Προγραμματίστε τον αισθητήρα να καταγράφει δεδομένα σύμφωνα με την ακόλουθη ρύθμιση:

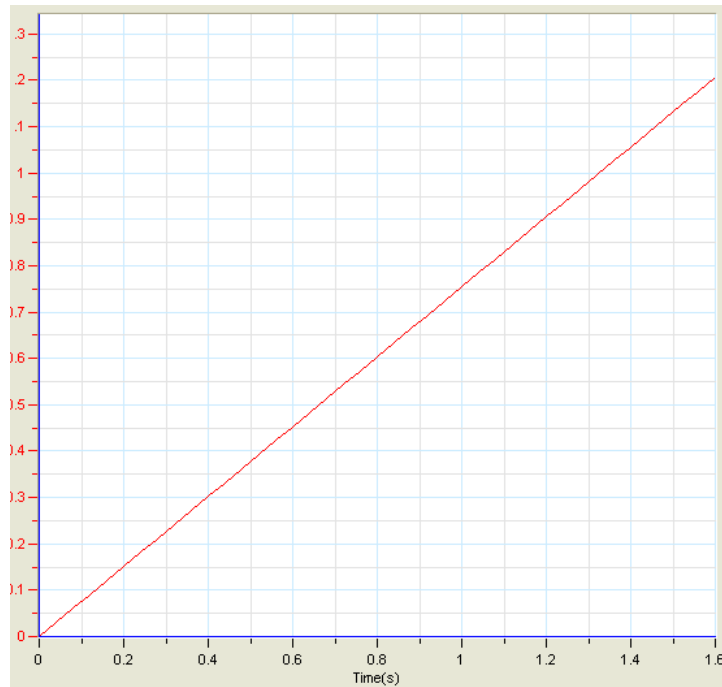
Αισθητήρας (Εύρος):	Έξυπνη τροχαλία/Smart Pulley
Μετρήσεις:	Ταχύτητα (m/s)
Τιμή:	25 δείγματα ανά δευτερόλεπτο
Δείγματα:	100
Διάρκεια:	4 δευτερόλεπτα

Σημείωση: Βεβαιωθείτε ότι είναι επιλεγμένη μόνο η Smart Pulley και όχι η Photogate.



Διαδικασία

1. Κρατήστε το αμαξίδιο στην μία άκρη της διαδρομής.
2. Επιλέξτε **Run** () για να ξεκινήσει η εγγραφή δεδομένων.
3. Αφήστε ελεύθερο το αμαξίδιο να κινηθεί.
4. Επιλέξτε **Stop** () καθώς η μάζα φτάνει στο πάτωμα.
5. Αποθηκεύστε τα δεδομένα σας επιλέγοντας **Save** () από το παράθυρο **Βασικά Εργαλεία** στην επάνω γραμμή μενού.




Σχήμα 2



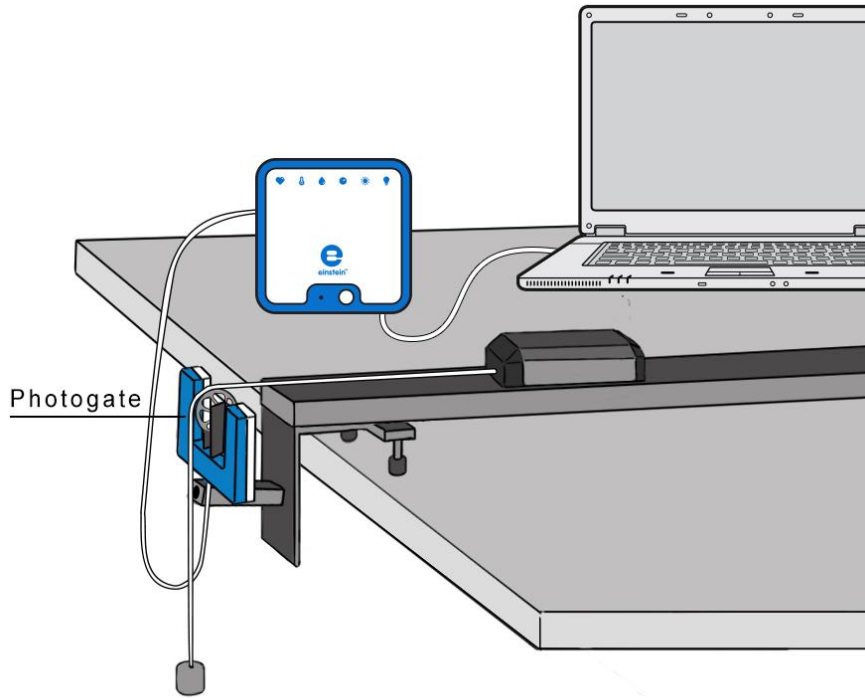
Ανάλυση δεδομένων

Για περισσότερες πληροφορίες σχετικά με την εργασία με γραφήματα, δείτε: **Εργασία με γραφήματα στο MiLAB Desktop.**

1. Συζητήστε το γράφημα που προκύπτει. Συμφωνεί με τον Δεύτερο Νόμο της Κίνησης του Νεύτωνα;
2. Τι μπορείτε να καταλάβετε για τις μεταβολές της ταχύτητας σε ίσα χρονικά διαστήματα;
3. Προσαρμόστε μια ευθεία γραμμή στα δεδομένα σας που διέρχονται από τα σημεία δεδομένων σας:
 - a. Επιλέγω **Εφαρμογή καμπύλης** () από το παράθυρο **Ανάλυση** στην επάνω γραμμή μενού.
 - b. Στο παράθυρο **Εφαρμογή καμπύλης** που ανοίγει, επιλέξτε **Γραμμικό** από το πτυσσόμενο μενού **Εφαρμογή καμπύλης**.
 - c. Η γραμμική προσαρμογή θα εμφανιστεί στο γράφημα.
 - d. Η γραμμική εξίσωση θα εμφανίζεται στις πληροφορίες στο γράφημα όταν σύρετε τον κέρσορα στη γραμμή γραμμικής προσαρμογής.
4. Η κλίση της γραμμής γραμμικής προσαρμογής αντιστοιχεί στην επιτάχυνση του αμαξιδίου.

Κεφάλαιο 6

Δεύτερος Νόμος Κίνησης του Νεύτωνα



Εικόνα 1



Εισαγωγή

Ο Ισαάκ Νεύτων ήταν ο πρώτος που όρισε με ακρίβεια τη σχέση μεταξύ της μάζας ενός σώματος M , τη δύναμη που εφαρμόζεται σε αυτό F και την επιτάχυνση a (ρυθμός μεταβολής της ταχύτητας) που προκαλείται από αυτή τη δύναμη.

Η επιτάχυνση είναι γραμμικά ανάλογη της δύναμης που εφαρμόζεται, δηλαδή το άθροισμα όλων των δυνάμεων στο αντικείμενο. Το αντικείμενο επιταχύνθηκε στην ίδια κατεύθυνση με την κατεύθυνση της δύναμης:

$$F = ma \quad (1)$$

Σε αυτό το πείραμα θα δείτε τη σχέση μεταξύ της δύναμης και της επιτάχυνσης. Θα χρησιμοποιήσετε τη δύναμη της βαρύτητας για να επιταχύνετε ένα αμαξίδιο κατά μήκος μιας διαδρομής. Η επιτάχυνση θα μετρηθεί με τη βοήθεια αισθητήρα Smart Pulley.




Εξοπλισμός

- einstein™ LabMate και έναν υπολογιστή με MiLAB Desktop

- Έξυπνος αισθητήρας τροχαλίας/Smart Pulley
 - Διάδρομος
 - Αμαξίδιο
 - Στήριγμα τροχαλίας
- Βάρη (ένα 10 g και δύο 20 g)
- Σχοινί

123 Διαδικασία εγκατάστασης εξοπλισμού

1. Εκκινήστε το MiLAB Desktop ().
2. Συναρμολογήστε τον αισθητήρα Smart Pulley τοποθετώντας την τροχαλία στην Φωτοπύλη με τη ράβδο που παρέχεται.
3. Τοποθετήστε τον αισθητήρα Smart Pulley στο ένα άκρο της τροχαλίας χρησιμοποιώντας το βραχίονα στήριξης της τροχαλίας.
4. Τοποθετήστε το αμαξίδιο στην άλλη άκρη της διαδρομής.
5. Συνδέστε ένα σχοινί στο αμαξίδιο. Το κορδόνι πρέπει να είναι αρκετά μακρύ, ώστε όταν το αμαξίδιο φτάσει κοντά στον αισθητήρα Smart Pulley, το σχοινί να φτάνει στο πάτωμα.
6. Προσαρμόστε ένα βάρος 10 g στο άλλο άκρο του σχοινοῦ.
7. Περάστε το σχοινί στο αυλάκι της τροχαλίας.
8. Ισιώστε τον διάδρομο και ρυθμίστε το ύψος της Έξυπνης Τροχαλίας έτσι ώστε το σχοινί να είναι παράλληλο με την τροχαλία.
9. Φορτώστε τα υπόλοιπα βάρη στο αμαξίδιο.
10. Στο **Έλεγχος/Αλλαγή παραμέτρων** επιλέξτε το παράθυρο **Πλήρης εγκατάσταση** και χρησιμοποιήστε τον παρακάτω πίνακα για να ρυθμίσετε το πείραμα. Βεβαιωθείτε ότι είναι επιλεγμένος μόνο ο αισθητήρας Smart Pulley στις **Μετρήσεις**.

Έλεγχος/Αλλαγή Παραμέτρων




Προγραμματίστε τον αισθητήρα να καταγράφει δεδομένα σύμφωνα με την ακόλουθη ρύθμιση:

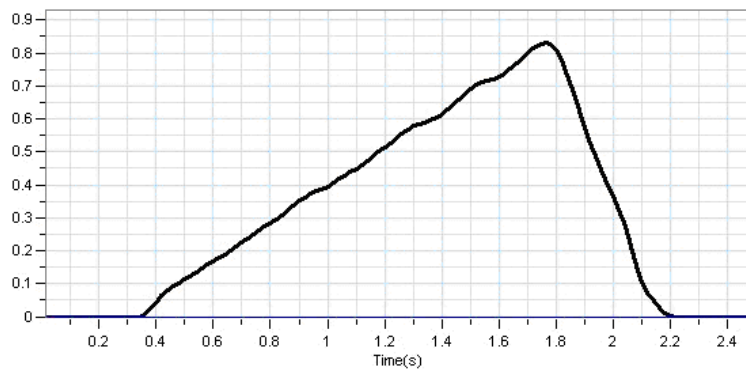
Αισθητήρας:	Έξυπνη τροχαλία/ Smart Pulley
Μετρήσεις:	Ταχύτητα (m/s)
Τιμή:	25 δείγματα ανά δευτερόλεπτο
Δείγματα:	500
Διάρκεια:	20 δευτερόλεπτα

Σημείωση: Βεβαιωθείτε ότι είναι επιλεγμένη μόνο η Smart Pulley και όχι η Photogate.

Διαδικασία

1. Εάν οι μάζες δεν είναι ήδη γνωστές, μετρήστε τις μάζες των δύο αντικειμένων που συνδέονται σε κάθε άκρο της τροχαλίας πριν ξεκινήσετε το πείραμα:
 - a. Μετρήστε τη μάζα του αμαξιδίου συμπεριλαμβανομένων των βαρών που έχετε βάλει πάνω. Καταγράψτε αυτό ως $M_{\text{αμαξιδίου}}$ στο τετράδιο σας.
 - b. Μετρήστε το βάρος στο άλλο άκρο της τροχαλίας. Καταγράψτε αυτό ως $M_{\text{βάρους}}$ στο τετράδιο

- σας.
1. Ίσως χρειαστεί να το κάνετε αυτό πριν ρυθμίσετε τη διάταξη τροχιάς και τροχαλίας.
 2. Κρατήστε το αμαξίδιο στο τέλος της διαδρομής.
 3. Επιλέγω **Run** () για να ξεκινήσει η εγγραφή δεδομένων.
 4. Αφήστε το αμαξίδιο ελεύθερο να κινηθεί.
 5. Επιλέγω **Stop** () καθώς η μάζα φτάνει στο πάτωμα.
 6. Αποθηκεύστε τα δεδομένα σας επιλέγοντας **Save** () από το παράθυρο **Βασικά Εργαλεία** στην επάνω γραμμή μενού.
 7. Αντικαταστήστε την αρχική μάζα με μια 20 g , από το αμαξίδιο. Βεβαιωθείτε ότι όλα τα άλλα βάρη βρίσκονται πάνω στο αμαξίδιο και επαναλάβετε τα βήματα 1 έως 6.
 8. Επαναλάβετε τα βήματα 1 έως 6 με μάζες 30 g, 40 g και 50 g.



Εικόνα 3



Ανάλυση δεδομένων

Για να κατανοήσετε πώς εφαρμόζεται ο δεύτερος νόμος κίνησης του Νεύτωνα στο σύστημα του αμαξιδίου που είναι συνδεδεμένο με μια μάζα, εξετάστε το καθένα από τα δύο αντικείμενα στα δύο άκρα της χορδής ξεχωριστά. Χρησιμοποιώντας τον δεύτερο νόμο της κίνησης του Νεύτωνα (εξίσωση (1)), μπορείτε να γράψετε μια εξίσωση για κάθε αντικείμενο που να συσχετίζει τη δύναμη με την επιτάχυνση. Δεδομένου ότι τα δύο αντικείμενα συνδέονται με ένα σχοινί, κινούνται μαζί και έτσι έχουν την ίδια επιτάχυνση α .

$$F_{\text{αμαξίδιο}} = M_{\text{αμαξίδιο}} \alpha \quad (2)$$

$$F_{\text{βάρος}} = M_{\text{βάρος}} \alpha \quad (3)$$

Τώρα, πρέπει να εξετάσετε όλες τις δυνάμεις που ασκούνται σε κάθε αντικείμενο για να προσδιορίσετε την δύναμη σε κάθε αντικείμενο.

1. Το αμαξίδιο

Το αμαξίδιο τραβιέται κατά μήκος της διαδρομής από την τάση στο κορδόνι, T . Το αμαξίδιο μπορεί να επιβραδυνθεί λόγω τριβής, f , καθώς τραβιέται κατά μήκος της διαδρομής. Μπορούμε να συνοψίσουμε αυτές τις δυνάμεις χρησιμοποιώντας μια εξίσωση:

$$F_{\text{αμαξιδίου}} = T - f \quad (4)$$

Αν αγνοήσουμε την τριβή (ορισμένα σύγχρονα συστήματα έχουν αξιοσημείωτα χαμηλό συντελεστή τριβής), αυτή η εξίσωση μπορεί να απλοποιηθεί:

$$F_{\text{αμαξιδίου}} = T \quad (5)$$

2. Το βαρίδιο

Το βαρίδιο στο άκρο του σχοινού ασκεί τη δύναμη της βαρύτητας που το τραβά προς το πάτωμα και την τάση του σχοινού, T , που είναι προσαρτημένο στο αμαξίδιο. Μπορούμε να συνοψίσουμε αυτές τις δυνάμεις χρησιμοποιώντας μια εξίσωση:

$$F_{\text{βαριδίου}} = M_{\text{βαριδίου}}g - T \quad (6)$$

Οπου:

g = η επιτάχυνση λόγω βαρύτητας

Αντικαθιστώντας αυτήν την εξίσωση στη σχέση που έχει ήδη βρεθεί για την τάση στο σχοινί (εξίσωση 5):

$$F_{\text{βαριδίου}} = M_{\text{βαριδίου}}g - F_{\text{αμαξιδίου}} \quad (7)$$

Τώρα αντικαθιστώντας στον αρχικό δεύτερο νόμο κίνησης του Νεύτωνα τις εξισώσεις (εξισώσεις 2 και 3):

$$M_{\text{βαριδίου}}\alpha = M_{\text{βαριδίου}}g - M_{\text{αμαξιδίου}}\alpha \quad (8)$$


Λύνοντας την εξίσωση, μπορείτε να βρείτε μια σχέση μεταξύ της επιτάχυνσης των αντικειμένων και της μάζας τους:

$$\alpha = \frac{1}{M_{\text{αμαξιδίου}} + M_{\text{βαριδίου}}} \cdot M_{\text{βαριδίου}}g \quad (9)$$

Επειδή η συνολική μάζα, $M_{\text{αμαξιδίου}} + M_{\text{βαριδίου}}$ παραμένει σταθερό, το γράφημα της επιτάχυνσης συναρτήσει της ασκούμενης δύναμης, $M_{\text{βαριδίου}}g$ είναι μια ευθεία γραμμή με κλίση:

$$\text{κλίση} = \frac{1}{M_{\text{αμαξιδίου}} + M_{\text{βαριδίου}}} \quad (10)$$

Για περισσότερες πληροφορίες σχετικά με την εργασία με γραφήματα, δείτε: **Εργασία με γραφήματα στο MiLAB Desktop**.

1. Από το γράφημα μπορείτε να δείτε ότι η ταχύτητα αυξάνεται γραμμικά με την πάροδο του χρόνου. Αυτό σημαίνει ότι η επιτάχυνση είναι σταθερή, καθώς η επιτάχυνση είναι ο ρυθμός μεταβολής της ταχύτητας.
 - a. Χρησιμοποιήστε τους δρομείς για να επιλέξετε το γραμμικό εύρος του γραφήματος.
 - b. Επιλέγω **Καμπύλη** () από το παράθυρο **Ανάλυση** στην επάνω γραμμή μενού.
 - c. Στο παράθυρο **Καμπύλη** που ανοίγει, επιλέξτε **Γραμμική** από το πτυσσόμενο μενού.
 - d. Η γραμμική προσαρμογή θα εμφανιστεί στο γράφημα.
 - e. Η γραμμική εξίσωση θα εμφανιστεί στις πληροφορίες στο γράφημα όταν σύρετε τον κέρσορα στη γραμμή προσαρμογής.

2. Η κλίση της γραφικής παράστασης αντιπροσωπεύει την επιτάχυνση του καρτσιού.
3. Ετοιμάστε έναν πίνακα δεδομένων:

Πίνακας δεδομένων

$m_{\text{βαριδίου}} \text{ (g)}$	$a \text{ (m/s}^2\text{)}$	$F = m_{\text{βαριδίου}} g \text{ (N)}$

4. Επαναλάβετε τους υπολογισμούς για καθένα από τα αποθηκευμένα αρχεία δεδομένων σας και συμπληρώστε τον πίνακα δεδομένων.
5. Σχεδιάστε τη γραφική παράσταση της επιτάχυνσης σε σχέση με την εφαρμοζόμενη δύναμη, $M_{\text{βαριδίου}} g$, και βρείτε την κλίση της γραμμής που προκύπτει.
6. Συγκρίνετε την κλίση του γραφήματος με τη θεωρητική (βλ. εξίσωση 10).
7. Υπολογίστε το σχετικό σφάλμα:

$$\text{Σχετικό λάθος(\%)} = \left| \frac{\text{Θεωρητικό} - \text{Πειραματικό}}{\text{Θεωρητικό}} \right| \times 100\%$$



Περαιτέρω Προτάσεις

Εάν υπάρχει σημαντική τριβή στο σύστημά σας, βρείτε τον συντελεστή τριβής από το γράφημα.