

Νόμος της Ελεύθερης Πτώσης - Μέτρηση της Επιτάχυνσης της Βαρύτητας g

Εισαγωγή

Η πτώση ενός σώματος στο κενό, με την επίδραση μόνο του βάρους του, λέγεται ΕΛΕΥΘΕΡΗ ΠΤΩΣΗ. Πειραματικά αποδεικνύεται ότι :

1. Στο κενό όλα τα σώματα πέφτουν ταυτόχρονα.
2. Η ελεύθερη πτώση κάθε σώματος είναι ευθύγραμμη ομαλά επιταχυνόμενη κίνηση.

Η επιτάχυνση της βαρύτητας g παραμένει σταθερή κατά τη διάρκεια της πτώσης και είναι ανεξάρτητη από τη μάζα του σώματος που πέφτει.

Στην άσκηση αυτή θα υπολογίσουμε το g .

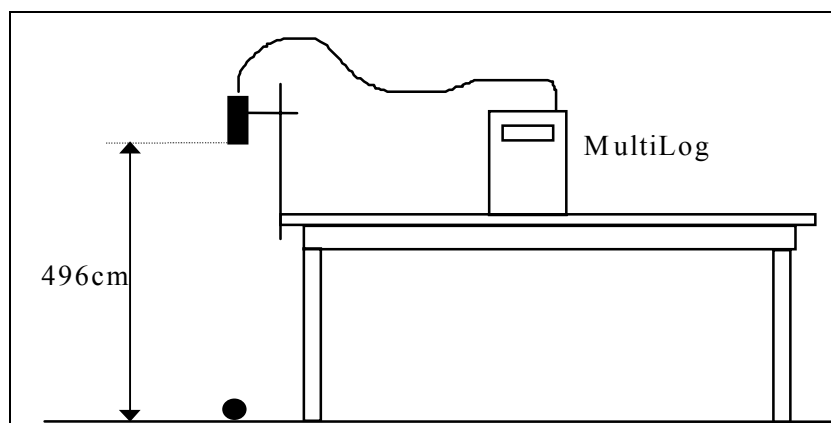
Χρησιμοποιούμε έναν αισθητήρα κίνησης, που προσδιορίζει τη θέση κινούμενου σώματος: Ο αισθητήρας εκπέμπει έναν παλμό υπερήχων, που ανακλάται πάνω στο σώμα. Αυτό που μετριέται είναι ο χρόνος που απαιτείται για να ανακλαστεί ο παλμός πάνω στο σώμα και να επιστρέψει στον αισθητήρα και από το χρόνο αυτό, στη συνέχεια, υπολογίζεται η απόσταση του σώματος από τον αισθητήρα.

Εξοπλισμός

- Μπαλάκι του τένις.
- Αισθητήρας απόστασης.
- Βάση από χυτοσίδηρο με ομφαλό (ΓΕ 010.0).
- Σιδερένια ράβδος $\Phi 10 \times 110\text{mm}$ (ΓΕ 040.0).
- Σύνδεσμος απλός (ΓΕ 030.0).
- Λαβίδα μεταλλική σύνθετη (ΓΕ 050.0).
- MultiLog.

Σύνδεση Εξοπλισμού

1. Συνδέστε το MultiLog στη σειριακή θύρα του υπολογιστή.
2. Συνδέστε το MultiLog μέσω του μετασχηματιστή με το δίκτυο τροφοδοσίας.
3. Ανοίξτε το MultiLog (πιέστε το πλήκτρο **On** στο πληκτρολόγιό του).
4. Συνδέστε τον αισθητήρα της απόστασης στη θύρα I/O1 του MultiLog.
5. Συναρμολογήστε την παρακάτω διάταξη:



Εικόνα 1

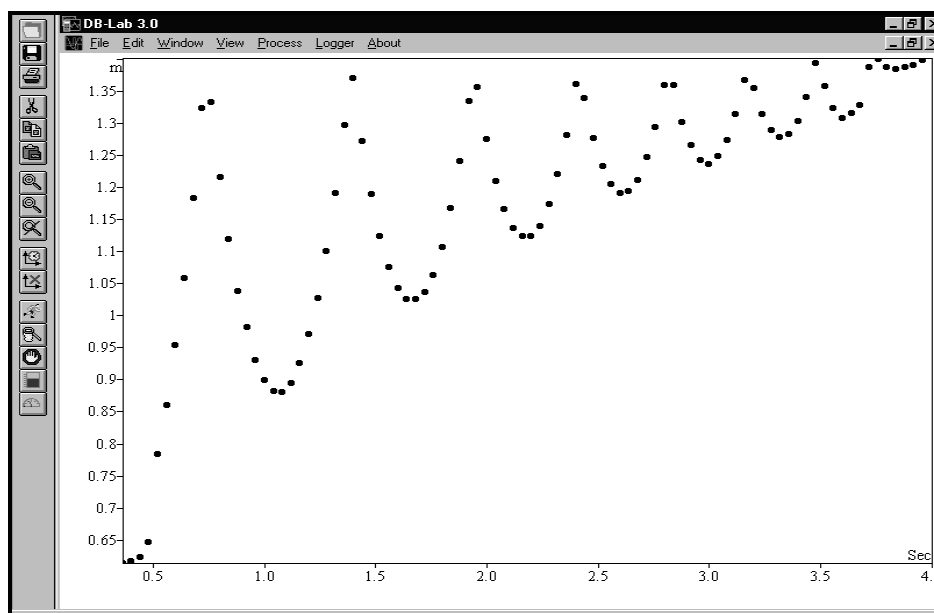
- Τοποθετήστε τον ορθοστάτη στην άκρη του τραπεζιού. Στερεώστε τον αισθητήρα απόστασης, με τη βοήθεια της λαβίδας, σε ύψος 4,96m από το πάτωμα. Ο αισθητήρας "κοιτάει" προς τα κάτω.
6. Μπορείτε να κάνετε τις παρακάτω ρυθμίσεις είτε χρησιμοποιώντας τα πλήκτρα του MultiLog, είτε μέσω του λογισμικού **DB-Lab** επιλέγοντας από το μενού **Καταγραφείας** (Logger) τον **Πίνακα Ελέγχου** (Control Panel).

Ρύθμιση MultiLog

- Είσοδος 1 (Input 1) : Αισθητήρας κίνησης (Distance)
- Σημεία (Samples) : 200
- Ρυθμός (Rate) : 25/sec
- Σκανδαλισμός (Trigger) : Μη ενεργός (Not active)

Εκτέλεση Πειράματος

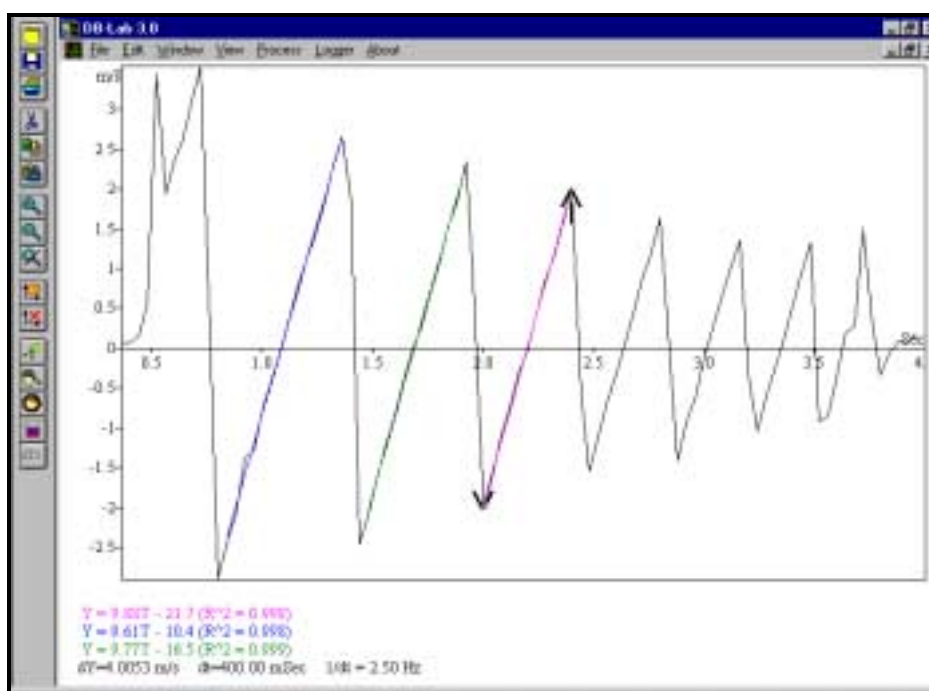
1. Κρατήστε το μπαλάκι του τένις ακριβώς κάτω από τον αισθητήρα απόστασης.
2. Εκκινήστε το MultiLog και αφήστε ελεύθερο το μπαλάκι.
3. Το διάγραμμα των αποτελεσμάτων (εικόνα 2) θα εμφανιστεί αυτόματα (το μπαλάκι θα αναπηδήσει αρκετές φορές μέχρι το τέλος της μέτρησης).



Εικόνα 2

Ανάλυση Δεδομένων

- Από το μενού **Ανάλυση** (Process) επιλέξτε **Παράγωγος** (Derivative). Ένα νέο παράθυρο θα εμφανιστεί, που θα απεικονίζει το διάγραμμα της ταχύτητας της μπάλας σε συνάρτηση με το χρόνο.




Εικόνα 3

- Επιλέξτε αυτό το νέο παράθυρο, κάνοντας κλικ μέσα σ' αυτό με το ποντίκι. Χρησιμοποιείστε τους δείκτες για να επιλέξετε δύο σημεία κατά τη διάρκεια της πρώτης πτώσης της μπάλας και στη συνέχεια επιλέξτε τη συνάρτηση **Γραμμική Παλινδρόμηση** (Linear Regression) από το μενού **Ανάλυση** (Process). Το διάγραμμα και ο μαθηματικός τύπος της γραμμικής

παλινδρόμησης θα εμφανιστούν στο ίδιο παράθυρο με την ταχύτητα και θα αναφέρονται στο τμήμα της γραφικής παράστασης που βρίσκεται μεταξύ των δεικτών. Η τιμή της κλίσης αυτού του διαγράμματος είναι η τιμή της επιτάχυνσης της βαρύτητας g .

- Επαναλάβετε την ίδια διαδικασία για δύο σημεία κατά τη διάρκεια μιας οποιασδήποτε αναπήδησης της μπάλας, για να αποδείξετε ότι η τιμή της επιτάχυνσης παραμένει σταθερή για την κίνηση προς τα πάνω και προς τα κάτω.

Επιπλέον Εισηγήσεις

1. Κάντε κλικ στο παράθυρο της ταχύτητας και από το μενού **Ανάλυση** (Process) επιλέξτε **Παράγωγος** (Derivative). Θα ανοίξει ένα νέο παράθυρο που θα απεικονίζει το διάγραμμα επιτάχυνσης – χρόνου. Μπορείτε να παρατηρήσετε στο διάγραμμα αυτό ότι η τιμή της επιτάχυνσης g κατά την ελεύθερη πτώση είναι σταθερή. (**Προσοχή!** Επειδή αυτό το διάγραμμα προκύπτει από τη δεύτερη παράγωγο των πειραματικών δεδομένων πιθανόν να έχει κάποιες αποκλίσεις από την αναμενόμενη ευθεία).
2. Κάντε κλικ στο διάγραμμα που απεικονίζει τα δεδομένα που μέτρησε ο αισθητήρας. Από το μενού **Ανάλυση** (Process) επιλέξτε το **Προσαρμογή Καμπύλης** (Curve Fitting). Θα εμφανιστούν γραμμές εργαλείων στο κάτω και δεξί μέρος του παραθύρου. Επιλέξτε **Παραβολή**  και στη συνέχεια χρησιμοποιείτε τους κυλιόμενους κανόνες του κάτω άκρου του διαγράμματος, ώστε να γίνει προσαρμογή της μαθηματικής συνάρτησης στα πειραματικά δεδομένα μιας «αναπήδησης». Μπορείτε να αλλάξετε την ακρίβεια των επιλεγόμενων τιμών των παραμέτρων, αλλάζοντας τις τιμές στα άκρα των κανόνων. Το γεγονός ότι είναι εφικτή η προσαρμογή σημαίνει ότι η παραβολή είναι το σωστό σχήμα του διαγράμματος. Οι τιμές των παραμέτρων ισούνται με το μισό της τιμής της επιτάχυνσης, την αρχική ταχύτητα και την αρχική θέση της μπάλας.
3. Μπορείτε να επαναλάβετε το πείραμα ρίχνοντας την μπάλα από διαφορετικό ύψος και να συγκρίνετε την επιτάχυνση και τους χρόνους των πτώσεων (ο χρόνος της πτώσης είναι ανάλογος της τετραγωνικής ρίζας του ύψους).

Πλεονεκτήματα στον υπολογισμό της επιτάχυνσης της βαρύτητας με τη χρήση του MultiLog

1. Μετρήσεις σε πραγματικό χρόνο της ελεύθερης πτώσης ενός σώματος μέσα στην αίθουσα. Πολύ απλή διάταξη και συνδεσμολογία.
2. Επιλογές γρήγορης καταγραφής, που καθιστούν δυνατή τη λήψη διαγράμματος σχεδόν απαλλαγμένου από θόρυβο.
3. Ισχυρό λογισμικό, που μετασχηματίζει τα δεδομένα με ένα κλικ του ποντικιού και παρουσιάζει το φυσικό φαινόμενο με τρόπο περισσότερο «ζωντανό» από ποτέ.

Σημειώσεις: