

**«Καταγραφή και Μέτρηση της Ώθησης και της Μεταβολής της Ορμής»  
(με την Χρήση ΣΣΛΑ-MultiLog)**

*Χαλκιόπουλος Γιώργος - Βιολόγος-MSc Υπεύθυνος ΕΚΦΕ Νέας Ιωνίας  
Μπουρίτσας Παναγιώτης - Φυσικός*

## Θεωρητική Προσέγγιση

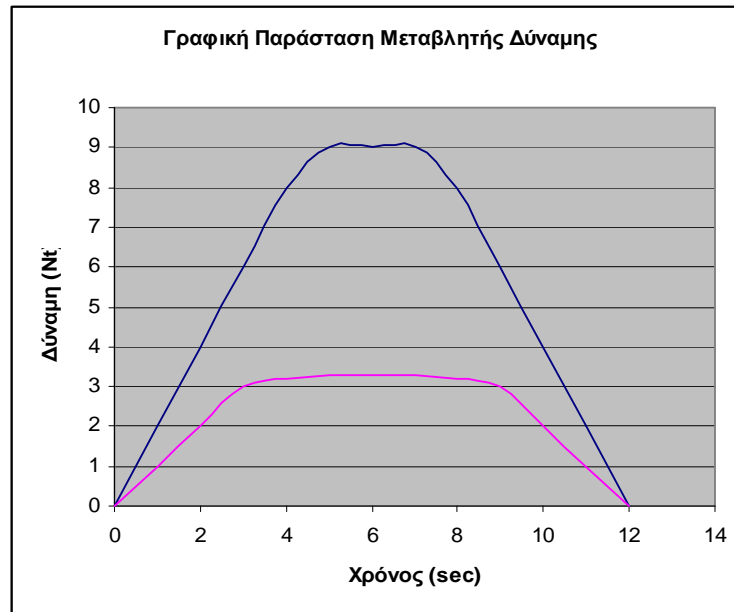
- Στο πείραμα που παρουσιάζεται πιο κάτω, μετράμε την ώθηση της δύναμης που ασκείται κατά την κρούση ενός αμαξιδίου με τον αισθητήρα δύναμης του «συστήματος συγχρονικής λήψης και απεικόνισης»-Multilog
- Το λογισμικό του συστήματος καταγράφει την μεταβλητή δύναμη που αναπτύσσεται κατά την διάρκεια της κρούσης του αμαξιδίου με τον αισθητήρα .
- Χρησιμοποιώντας την μαθηματική συνάρτηση του Ολοκληρώματος που είναι διαθέσιμη από το λογισμικό του συστήματος, μπορούμε να υπολογίσουμε την ώθηση της δύναμης  $\Omega = \int F \cdot \Delta t$

## Θεωρητική Προσέγγιση

- Το γινόμενο  $F \cdot \Delta t$  (η ώθηση) μας δίνει την μεταβολή της ορμής του συστήματος

$$\Delta P = m \cdot v_{\text{τελικό}} - m \cdot v_{\text{αρχικό}}$$

- Επειδή η δύναμη είναι μεταβλητή, για να υπολογίσουμε την ώθηση και αντίστοιχα την μεταβολή της ορμής, πρέπει να υπολογίσουμε το ολοκλήρωμα του γινομένου  $F \cdot \Delta t$ .

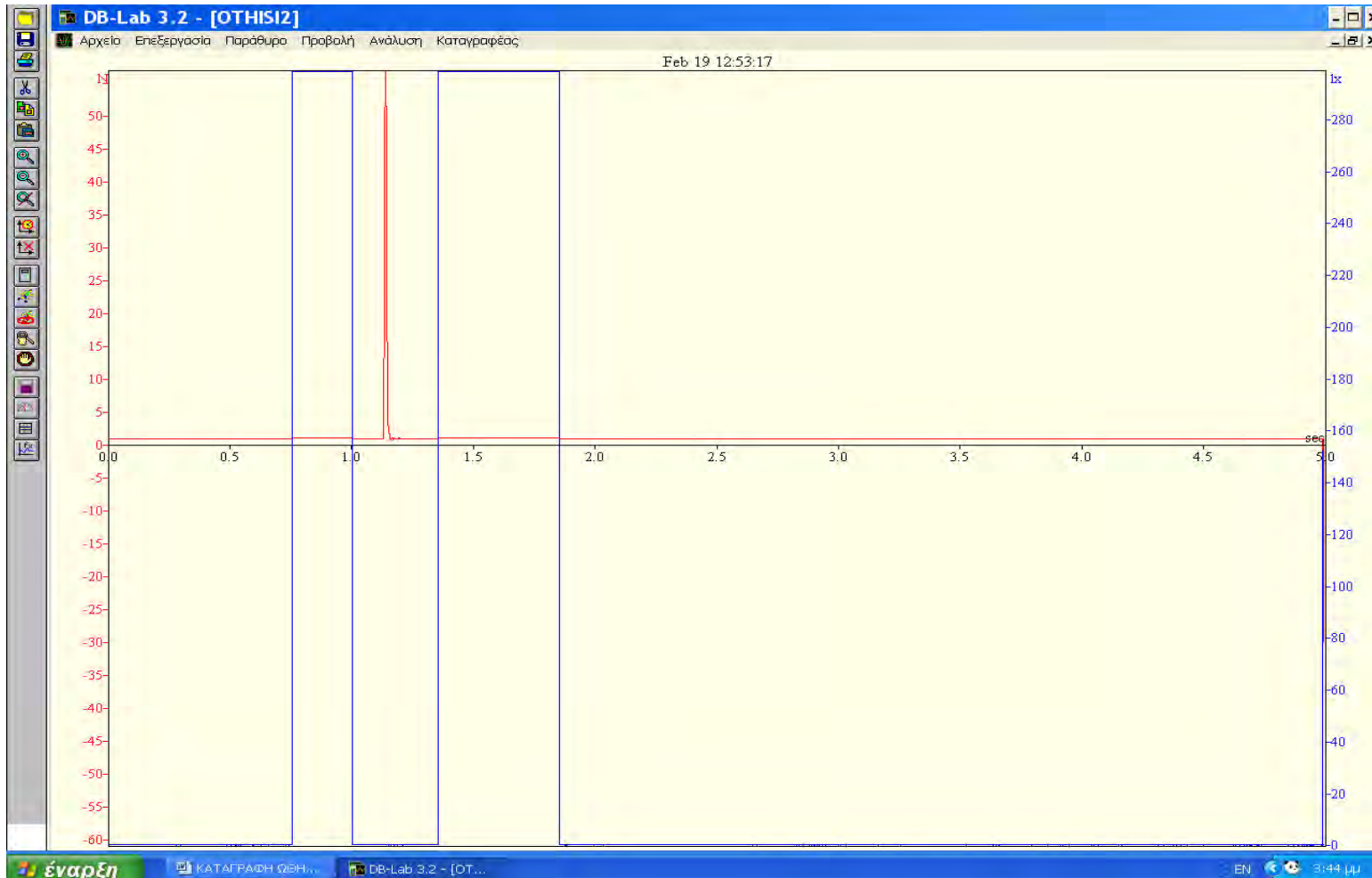


## Θεωρητική Προσέγγιση

- Κατά την διάρκεια της κίνησης του αμαξιδίου μια φωτοπύλη καταγράφει το χρόνο σκίασης της, όταν διέρχεται από μπροστά της το αμαξίδιο. Καταγράφονται 2 χρόνοι σκίασης. Ο 1ος χρόνος σκίασης της φωτοπύλης είναι πριν την κρούση, όταν το αμαξίδιο κατευθύνεται προς τον αισθητήρα της δύναμης. Ο 2ος χρόνος σκίασης είναι μετά την κρούση, όταν το αμαξίδιο επιστρέφει.
- Από τους χρόνους σκίασης και από το μήκος της επιφάνειας που προκάλεσε την σκίαση, υπολογίζουμε την ταχύτητα πριν την κρούση  $V_{αρχική} = \Delta X / \Delta t_1$  και την ταχύτητα μετά την κρούση  $V_{τελική} = \Delta X / \Delta t_2$ .
- Μετρώντας την μάζα  $m$  του αμαξιδίου με ζυγό, μπορούμε να υπολογίσουμε την μεταβολή της ορμής
$$\Delta P = m \cdot v_{τελικό} - m \cdot v_{αρχικό}$$
- Η μεταβολή της ορμής μας δίνει και την ώθηση
- Συγκρίνουμε τις τιμές της ώθησης που προέκυψαν από το ολοκλήρωμα της δύναμης και τις τιμές της ώθησης που προέκυψαν από την μέτρηση της μεταβολής της ορμής.

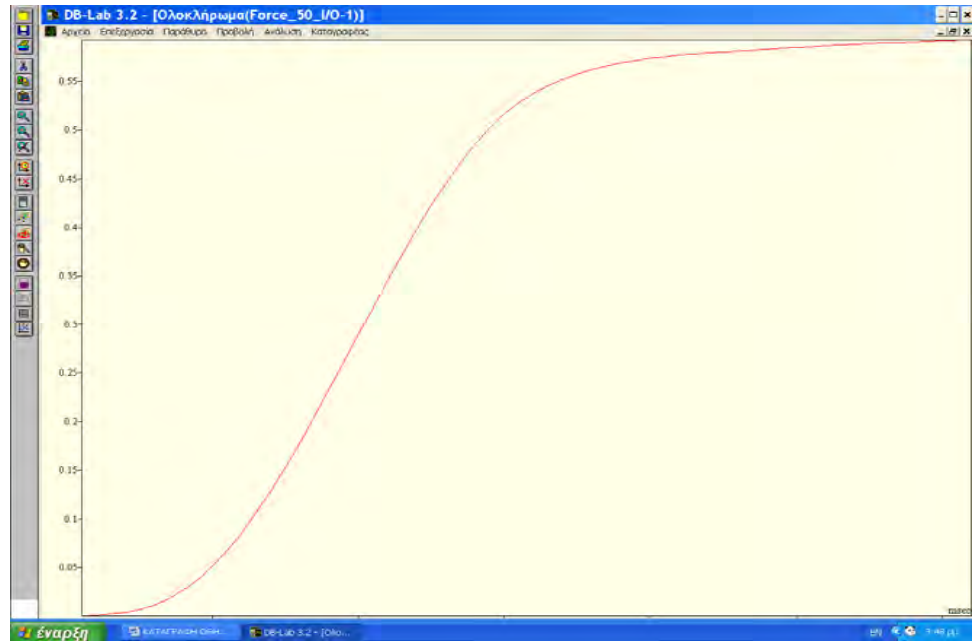
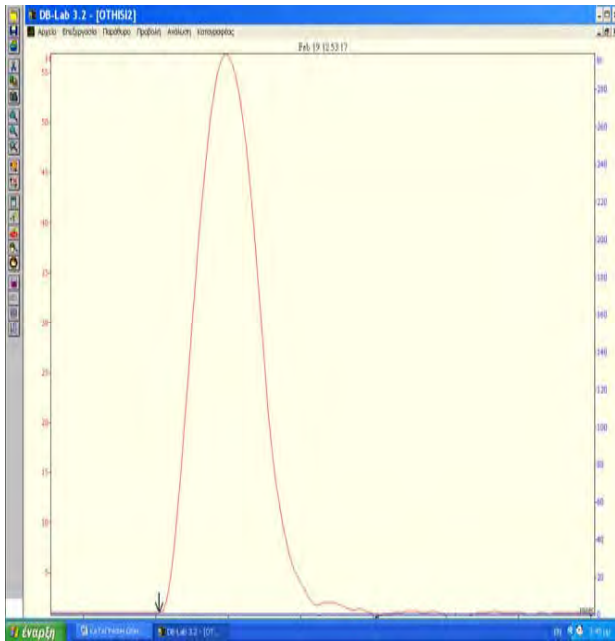
# Γραφικές Παραστάσεις

Η γραφική παράσταση της δύναμης και η σκίαση της φωτοπύλης παρουσιάζεται στην παρακάτω εικόνα :



# Γραφικές Παραστάσεις

- Γραφική παράσταση μεταβλητής δύναμης και του ολοκληρώματος  $\Omega = \int F \cdot \Delta t$



## Πειραματική Διάταξη

- Η Πειραματική διάταξη που χρησιμοποιήθηκε είναι η απεικονιζόμενη παρακάτω :



## Πίνακας Μετρήσεων

- Υπολογισμός της ώθησης με το ολοκλήρωμα της δύναμης :

<i>a/a</i>	Μέγιστη τιμή δύναμης (Nt)	Χρονικό Διάστημα Σύγκρουσης (msec)	Ώθηση (Nt.sec)
1	42,459	22	0,4023
2	58,3	24	0,5775
3	58,18	23,5	0,6197
4	58,18	25	0,6074
5	58,3	23	0,5689
6	31,859	26	0,3086
7	46,152	30	0,4488



## Πίνακας Μετρήσεων

- Υπολογισμός της ώθησης από την μεταβολή της ορμής :

α/α	1ος Χρόνος Σκίασης Δt1	2ος Χρόνος Σκίασης Δt2	Πλάτος Σκίασης (cm)	Ταχύτητα πριν την Κρούση	Ταχύτητα μετά την Κρούση	Μάζα αμαξιδίου	Ορμή πριν τη Κρούση	Ορμή Μετά την Κρούση	Μεταβολή της ορμής Ωθηση
1	0,036	0,0575	0,01	0,2778	-0,1739	0,905	0,251	-0,157	-0,409
2	0,025	0,039		0,4000	-0,2564		0,362	-0,232	-0,594
3	0,021	0,0325		0,4762	-0,3077		0,431	-0,278	-0,709
4	0,0215	0,0335		0,4651	-0,2985		0,421	-0,270	-0,691
5	0,026	0,0385		0,3846	-0,2597		0,348	-0,235	-0,583
6	0,049	0,076		0,2041	-0,1316		0,185	-0,119	-0,304
7	0,033	0,0515		0,3030	-0,1942		0,274	-0,176	-0,450

## Συμπεράσματα-παραδοχές-Πλεονεκτήματα

- Οι τιμές της ώθησης που υπολογίστηκαν από το ολοκλήρωμα της μεταβλητής δύναμης, προσεγγίζουν τις τιμές της ώθησης που υπολογίστηκαν από την μεταβολή της ορμής.
- Στην συγκεκριμένη πειραματική διάταξη , έχουμε σφάλματα λόγω των παρακάτω :
  - 1) Οι ταχύτητες που υπολογίστηκαν δεν είναι ακριβώς οι ταχύτητες πριν και μετά την κρούση,επειδή η φωτοπύλη απέχει μια απόσταση από το σημείο της κρούσης.
  - 2) Η δύναμης τριβής που αναπτύσσεται κατά την κύλιση του αμαξιδίου το επιβραδύνει μετά την κρούση,επομένως η ταχύτητα που μετράμε μετά την κρούση,δεν είναι ακριβώς η ταχύτητα μετά την κρούση.
  - 3) Η κρούση δεν είναι ακριβώς κεντρική, γιατί το αμαξίδιο παρεκκλίνει από την ευθεία τροχιά.
  - 4) Λόγω της σχετικά μεγάλης μάζας του αμαξιδίου, ο αισθητήρας της δύναμης παρουσιάζει μικρή οπισθοδρόμηση κατά την κρούση (παρά την σταθερή στερέωση του), επομένως παρουσιάζεται μικρό σφάλμα στην μέτρηση της δύναμης.
  - 5) Η επιφάνεια κρούσης είναι σχεδόν ανελαστική.
    - Πλεονεκτήματα από την χρήση του Multilog.
      - 1) Γρήγορος υπολογισμός της ώθησης και της μεταβολής της ορμής.
      - 2) Άμεση απεικόνιση των γραφικών παραστάσεων μεταβλητής δύναμης και του αντίστοιχου ολοκληρώματος.
      - 3) Άμεσος υπολογισμός της μεταβλητής δύναμης και της μέγιστης δύναμης που αναπτύσσεται στην διάρκεια της κρούσης.
      - 4) Με την συγκεκριμένη πειραματική διάταξη, επαληθεύεται πειραματικά ότι η μεταβολή της ορμής είναι ίση με την ώθηση ,δηλαδή με την δύναμη επί το χρονικό διάστημα που έδρασε η δύναμη.