

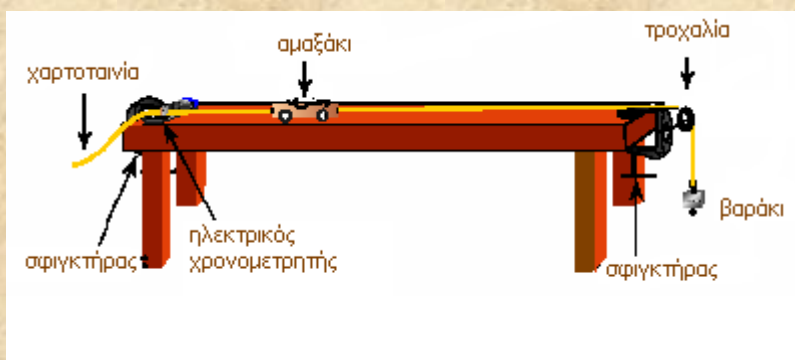
## Μελέτη της ευθύγραμμης ομαλά επιταχυνόμενης κίνησης

### ΟΡΓΑΝΑ, ΣΥΣΚΕΥΕΣ ΚΑΙ ΥΛΙΚΑ

- Ηλεκτρικός χρονομετρητής περιόδου 0,1 s
- Δίσκος καρμπόν (διαμέτρου 5cm.)
- Μία μπαταρία των 1,5V. ή τροφοδοτικό DC.
- Χαρτοταινία
- Εργαστηριακό αμαξάκι
- Τροχαλία σε πλαίσιο
- Δύο σφιγκτήρες (τύπου G)
- Σώμα με μάζα 50g
- Νήμα (μήκους 1m. έως 1,2m.)
- Κολλητική ταινία (σελοτέηπ)
- Βαθμολογημένος κανόνας (χάρακας)

### ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ

1. Πραγματοποιήστε την πειραματική διάταξη του παραπάνω σχήματος. Δηλαδή, στερεώστε στη μία άκρη του τραπεζιού πειραμάτων, με τη βοήθεια σφιγκτήρα, τον ηλεκτρικό χρονομετρητή. Στην άλλη άκρη του τραπεζιού, στερεώστε με το δεύτερο σφιγκτήρα την τροχαλία με το πλαίσιο.
2. Δέστε τη μία άκρη του νήματος στο αμαξάκι. Περάστε το νήμα μέσα από την τροχαλία. Στην άλλη άκρη φτιάχνετε μία θηλιά για να κρεμάσετε το σώμα που θα ασκεί την κινούσα δύναμη.



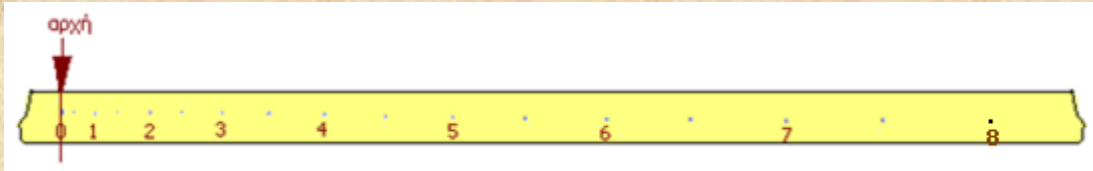
την τροχαλία. Στην άλλη άκρη φτιάχνετε μία θηλιά για να κρεμάσετε το σώμα που θα ασκεί την κινούσα δύναμη.

3. Κόψτε ένα μέτρο περίπου χαρτοταινίας και περάστε την μέσα

από τους δύο οδηγούς κατά μήκος του ελάσματος και κάτω από τη μελανωμένη όψη του δίσκου καρμπόν. Κολλήστε με σελοτέηπ τη μία άκρη της χαρτοταινίας στην κάτω άκρη του μικρού αμαξιού.

4. Κρατώντας το αμαξάκι, κρεμάστε από τη θηλιά, στην άκρη του νήματος, το σώμα μάζας 50g. Στρέψτε τον διακόπτη του χρονομετρητή ώστε να τεθεί σε λειτουργία και ταυτόχρονα αφήστε το αμαξάκι να κινηθεί. Πάνω στην ταινία αποτυπώνεται η κίνηση του αμαξιού.

5. Αφαιρέστε την ταινία και απλώστε την πάνω στον εργαστηριακό πάγκο ( η αρχή της αριστερά) και σημειώστε πάνω της την πρώτη κουκίδα που διακρίνετε καθαρά. Αυτή η κουκίδα αποτελεί την αρχή των μετατοπίσεων (θέσεων) και ονομάστε την, κουκίδα μηδέν. Την τρίτη



κατά σειρά κουκίδα, κουκίδα 1. Την πέμπτη σαν κουκίδα 2 κ.ο.κ μέχρι το 7 και συμπληρώστε τη στήλη 1 του ΠΙΝΑΚΑ 1. Με δεδομένο ότι η περίοδος του χρονομετρητή μας είναι 0,1 s, το χρονικό διάστημα ανάμεσα σε δύο διαδοχικές κουκίδες είναι 0,2 s. Αυτό μας βοηθά να συμπληρώσουμε τη στήλη 2 του ΠΙΝΑΚΑ 1.

6. Τοποθετήστε τον βαθμολογημένο κανόνα παράλληλα στην ταινία, ώστε το μηδέν του να συμπίπτει με την κουκίδα μηδέν και προσδιορίστε τη θέση των επόμενων κουκίδων 1 – 7 για να συμπληρώσετε τη στήλη 3 του ΠΙΝΑΚΑ 1.

#### 7. ΠΙΝΑΚΑΣ 1

Κουκί δες (1)	Χρόνος σε ( s ) (2)	Θέση σε ( m ) (3)	Ταχύτητα $v=\Delta x/\Delta t$ σε m/s (4)	Επιτάχυνση $a=\Delta v/\Delta t$ σε m/s <sup>2</sup> (5)
0			-	-
1				-
2				
3				
4				
5				
6				
7				-
8			-	-
μέση τιμή a				

8. Για να συμπληρώσετε τη στήλη (4) του πίνακα 1 θα δουλέψετε ως εξής:

Επειδή γνωρίζετε ότι  $v_{\mu} = \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1}$  μπορείτε προσεγγιστικά να

υπολογίσετε την ταχύτητα στο μέσο  $t_0$  του χρονικού διαστήματος  $t_2 - t_1$ , θεωρώντας την ίση με τη μέση ταχύτητα στο ίδιο χρονικό διάστημα.

Δηλαδή για να υπολογίσετε την ταχύτητα στη θέση  $x_3$  (κουκίδα 3) θα χρησιμοποιήσετε την εξίσωση:

$$v_3 = \frac{x_4 - x_2}{t_4 - t_2}$$

9. Με ανάλογο τρόπο υπολογίζουμε και τις τιμές για την επιτάχυνση  $a$ , ώστε να συμπληρωθεί η στήλη (5) του πίνακα 1.

Έτσι για να υπολογίσετε την επιτάχυνση στη θέση  $x_3$  (κουκίδα 3) θα χρησιμοποιήσετε την εξίσωση:

$$a_3 = \frac{v_4 - v_2}{t_4 - t_2}$$

10. Από τις τιμές της στήλης 5 του πίνακα 1, βρέστε τη μέση τιμή της επιτάχυνσης .
11. Κατασκευάστε τα διαγράμματα θέσης – χρόνου (  $x-t$ ), θέσης – τετράγωνο χρόνου ( $x-t^2$ ). Η μορφή τους επαληθεύει την εξίσωση  $x = \frac{1}{2}at^2$  ;
12. Κατασκευάστε τα διαγράμματα ταχύτητας – χρόνου ( $v-t$ ). Η μορφή του επαληθεύει την εξίσωση  $v=at$  ;
13. Από την κλίση των διαγραμμάτων ( $x-t^2$ ) και ( $v-t$ ), υπολογίστε την επιτάχυνση της κίνησης.
14. Συγκρίνατε τις τιμές της επιτάχυνσης που υπολογίσατε στα βήματα 10 και 13. Διατυπώστε τα συμπεράσματα και τις παρατηρήσεις σας σχετικά με τη διαφορά των τιμών, αν υπάρχει.



## εφαρμογή

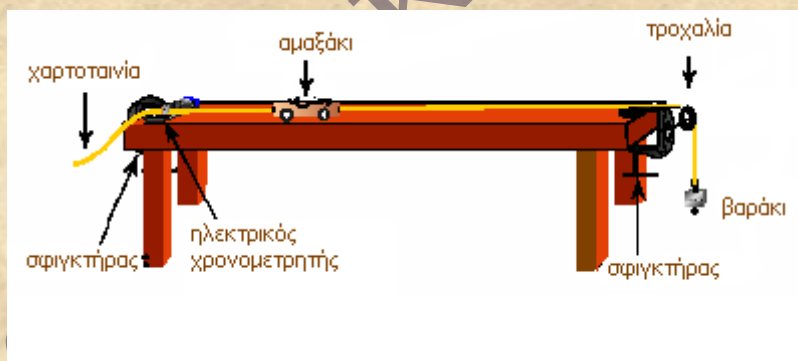
### Μελέτη της ευθύγραμμης ομαλά επιταχυνόμενης κίνησης

#### ΟΡΓΑΝΑ, ΣΥΣΚΕΥΕΣ ΚΑΙ ΥΛΙΚΑ

- Ηλεκτρικός χρονομετρητής περιόδου 0,1 s
- Δίσκος καρμπόν (διαμέτρου 5cm.)
- Μία μπαταρία των 1,5V.
- Χαρτοταινία
- Εργαστηριακό αμαξάκι
- Τροχαλία σε πλαίσιο
- Δύο σφιγκτήρες (τύπου G)
- Σώμα με μάζα 50g
- Νήμα (μήκους 1m. έως 1,2m.)
- Κολλητική ταινία (σελοτέηπ)
- Βαθμολογημένος κανόνας (χάρακας)
- Λογισμικό LoggerProGr.

#### ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ

1. Πραγματοποιήσαμε την πειραματική διάταξη του παραπάνω σχήματος. Δηλαδή, στερεώσαμε στη μία άκρη του τραπεζιού πειραμάτων, με τη βοήθεια σφιγκτήρα, τον ηλεκτρικό χρονομετρητή. Στην άλλη άκρη του τραπεζιού, στερεώσαμε με το δεύτερο σφιγκτήρα την τροχαλία με το πλαίσιο.



2. Δέσαμε τη μία άκρη του νήματος στο αμαξάκι. Πέρασαμε το νήμα μέσα από την τροχαλία. Στην άλλη άκρη κάναμε μία θηλιά για να κρεμάμε το σώμα

που θα ασκεί την κινούσα δύναμη.

3. Κόψαμε ένα μέτρο περίπου χαρτοταινίας και την περάσαμε μέσα από τους δύο οδηγούς κατά μήκος του ελάσματος και κάτω από τη μελανωμένη όψη του δίσκου καρμπόν. Κολλήσαμε με σελοτέηπ τη μία άκρη της χαρτοταινίας στην κάτω άκρη του μικρού αμαξιού.
4. Κρατώντας το αμαξάκι, κρεμάσαμε από τη θηλιά στην άκρη του νήματος το σώμα μάζας 50g. Στρέψαμε τον διακόπτη του χρονομετρητή ώστε να τεθεί σε λειτουργία και ταυτόχρονα αφήσαμε το αμαξάκι να κινηθεί. Πάνω στην ταινία αποτυπώνεται η κίνηση του αμαξιού.

5. Αφού αφαιρέσαμε την ταινία, την απλώσαμε πάνω στον εργαστηριακό πάγκο και σημειώσαμε πάνω της την πρώτη κουκίδα που διακρίνετε καθαρά. Αυτή η κουκίδα αποτελεί την αρχή των μετατοπίσεων (θέσεων) και



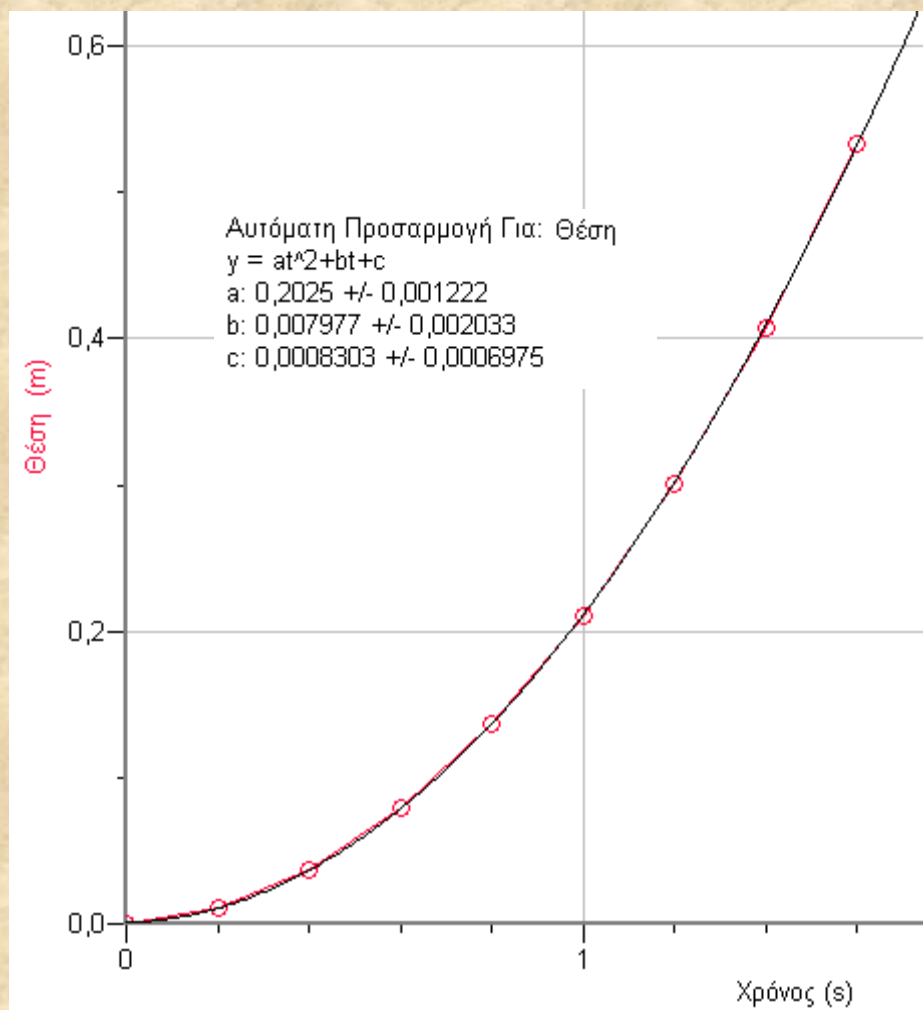
την ονομάσαμε κουκίδα μηδέν. Την τρίτη κατά σειρά κουκίδα, κουκίδα 1. Την πέμπτη σαν κουκίδα 2 κ.ο.κ μέχρι το 7 και συμπληρώσαμε τη στήλη 1 του ΠΙΝΑΚΑ 1. Με δεδομένο ότι η περίοδος του χρονομετρητή μας είναι 0,1 s, το χρονικό διάστημα ανάμεσα σε δύο διαδοχικές κουκίδες είναι 0,2 s. Αυτό μας βοήθησε να συμπληρώσουμε τη στήλη 2 του ΠΙΝΑΚΑ 1.

6. Τοποθετήσαμε τον βαθμολογημένο κανόνα παράλληλα στην ταινία, ώστε το μηδέν του να συμπίπτει με την κουκίδα μηδέν και προσδιορίσαμε τη θέση των επόμενων κουκίδων 1 – 8 και συμπληρώσαμε τη στήλη 3 του ΠΙΝΑΚΑ 1.
- 7.

ΠΙΝΑΚΑΣ 1

κουκί δες	Χρόνος σε ( s )	Θέση σε ( m )	Ταχύτητα $v=\Delta x/\Delta t$ σε m/s	Επιτάχυνση $a=\Delta v/\Delta t$ σε m/s <sup>2</sup>
0	0,0	0,000	-	-
1	0,2	0,011	0,092	-
2	0,4	0,037	0,170	0,395
3	0,6	0,079	0,250	0,400
4	0,8	0,137	0,330	0,400
5	1,0	0,211	0,410	0,407
6	1,2	0,301	0,493	0,425
7	1,4	0,408	0,580	-
8	1,6	0,533	-	-
Μέση τιμή για το $\bar{a}$				0,405

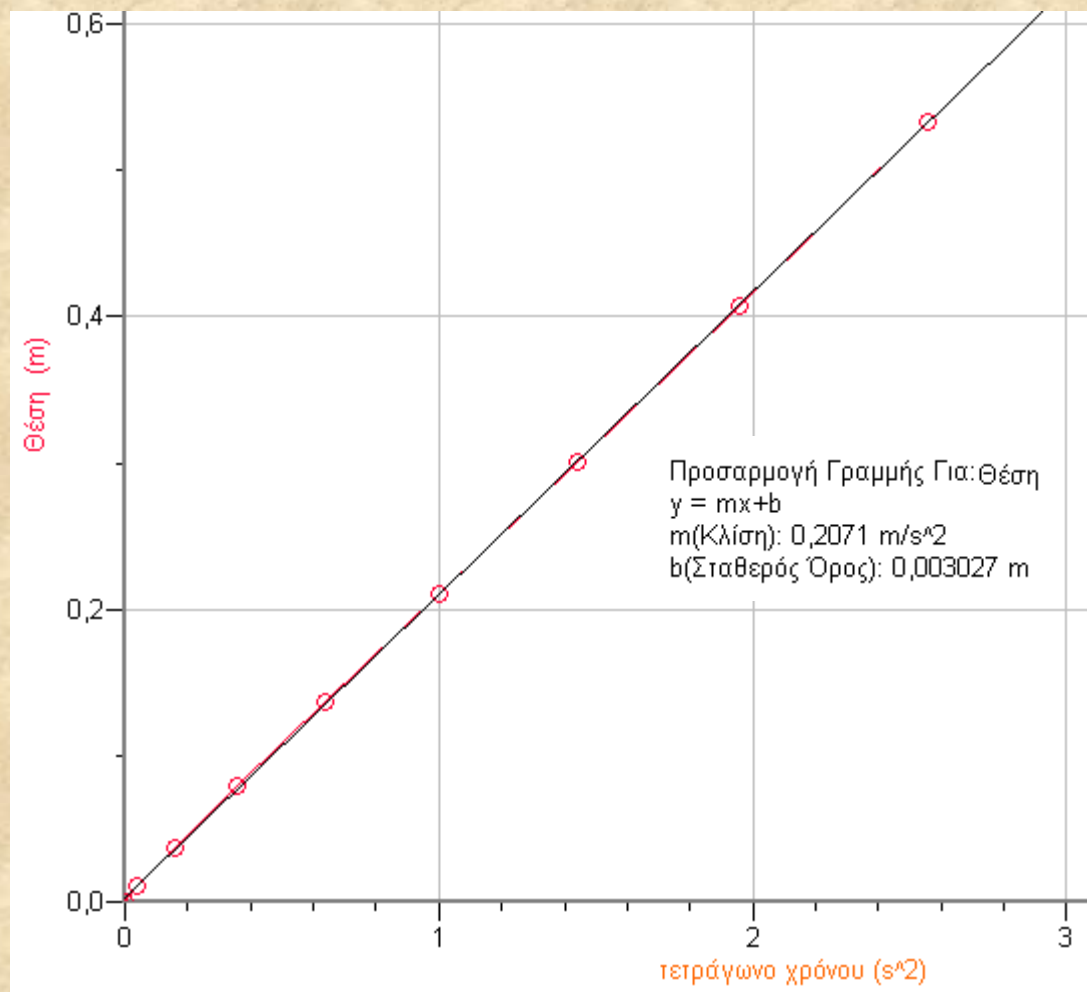
8. Χρησιμοποιήσαμε τη σχέση  $v_{μi} = \frac{x_2 - x_0}{t_2 - t_0}$  και υπολογίσαμε τη στιγμιαία ταχύτητα για τη θέση 1 (κουκίδα 1). Επαναλάβαμε τη διαδικασία και συμπληρώσαμε τη στήλη 4 του πίνακα.
9. Με ανάλογο τρόπο και με τη βοήθεια της σχέσης  $a_{μi} = \frac{v_3 - v_1}{t_3 - t_1}$  για τον υπολογισμό της στιγμιαίας επιτάχυνσης στη θέση 2 (κουκίδα 2) συμπληρώσαμε τη στήλη 5 του πίνακα.
10. Όπως φαίνεται στον ίδιο πίνακα η μέση τιμή της επιτάχυνσης για την κίνηση που πραγματοποιήσαμε είναι  $\bar{a} = 0,405 \text{ m/s}^2$ .
11. Γραφικές παραστάσεις. Για την πραγματοποίηση των γραφικών παραστάσεων χρησιμοποιήσαμε το λογισμικό LoggerProGr της Vernier.



εικόνα 1

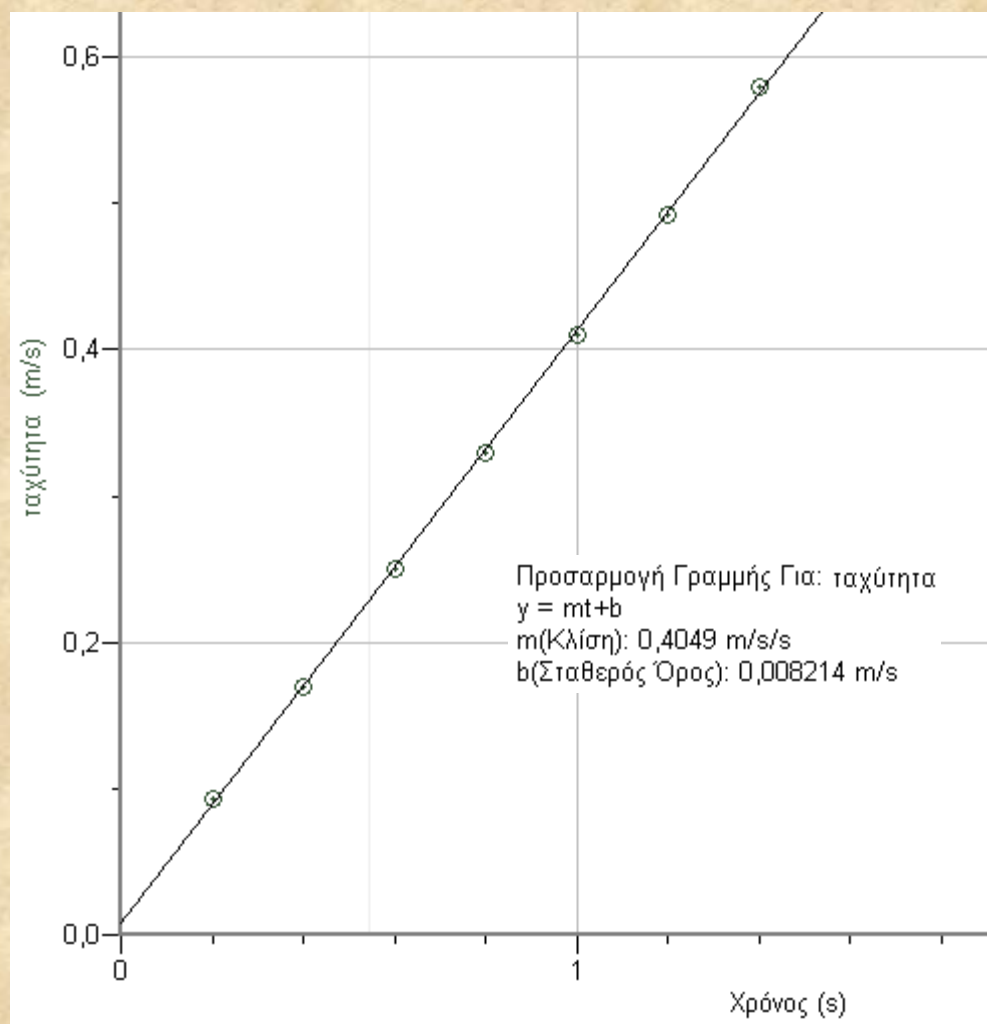
Στην εικόνα 1 φαίνεται το διάγραμμα θέσης – χρόνου που πραγματοποιήσαμε με το LoggerPro και τις τιμές του πίνακα 1. Από την προσαρμογή που κάναμε φαίνεται πως τα πειραματικά μας δεδομένα επαληθεύουν μια εξίσωση της μορφής  $x=x_0+u_0 \cdot t+1/2 a \cdot t^2$  με  $x_0=c=0,0008m$  ή περίπου 1mm, αρχική ταχύτητα  $u_0=b=0,0079$  ή  $u_0=0,008m/s$  και επιτάχυνση  $a=2a=0,405m/s^2$ .





**εικόνα 2**

Στην εικόνα 2 φαίνεται το διάγραμμα θέσης –τετράγωνο χρόνου που πραγματοποιήσαμε με το LoggerPro και τις τιμές του πίνακα 1. Από την προσαρμογή που κάναμε φαίνεται πως τα πειραματικά μας δεδομένα επαληθεύουν μια εξίσωση της μορφής  $y=mx+b$  με  $y=x$  ,  $m=1/2a$ ,  $x= t^2$  και  $b=x_0$  δηλ.  $x=x_0+1/2a t^2$ , με  $x_0=3 \text{ mm}$  και  $a=0,414\text{m/s}^2$ .



εικόνα 3

Στην εικόνα 3 φαίνεται το διάγραμμα ταχύτητας – χρόνου που πραγματοποιήσαμε με το LoggerPro και τις τιμές του πίνακα 1. Από την προσαρμογή που κάναμε φαίνεται πως τα πειραματικά μας δεδομένα επαληθεύουν μια εξίσωση της μορφής  $v = v_0 + at$  με  $v_0 = 0,008 \text{ m/s}$  και επιτάχυνση  $a = 0,405 \text{ m/s}^2$ .

Την εργαστηριακή άσκηση επιμελήθηκε ο υπεύθυνος ε.κ.φ.ε Κουρούκλης Γερ.