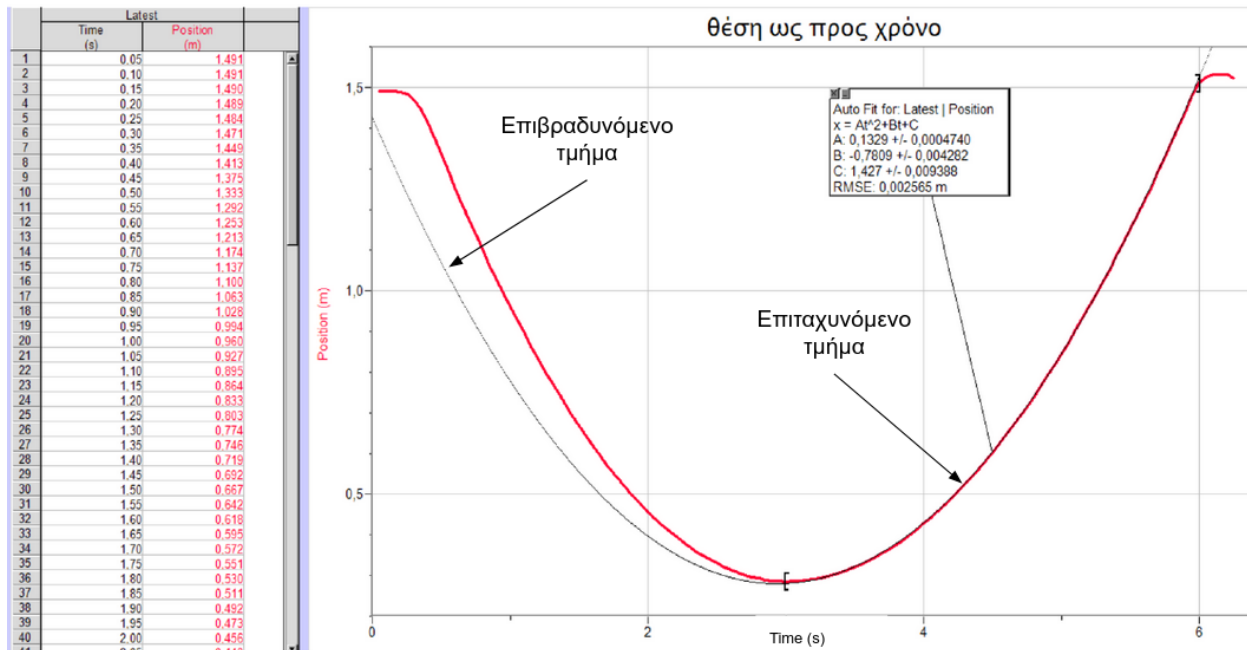


ΟΔΗΓΟΣ ΠΡΑΚΤΙΚΗΣ ΧΡΗΣΗΣ

Logger Pro 3

Λήψη μετρήσεων, γραφήματα και προσαρμογή καμπυλών

Προσαρμοσμένος στην Άσκηση Α3 του Εργαστηρίου Φυσικής Ι · Ακαδημαϊκό έτος 2026–2027



Σκοπός Να μπορείτε να ανοίξετε το σωστό αρχείο, να συλλέξετε αξιόπιστες μετρήσεις, να επιλέξετε τμήμα δεδομένων, να εφαρμόσετε την κατάλληλη προσαρμογή και να παρουσιάσετε ορθά τα αποτελέσματα.

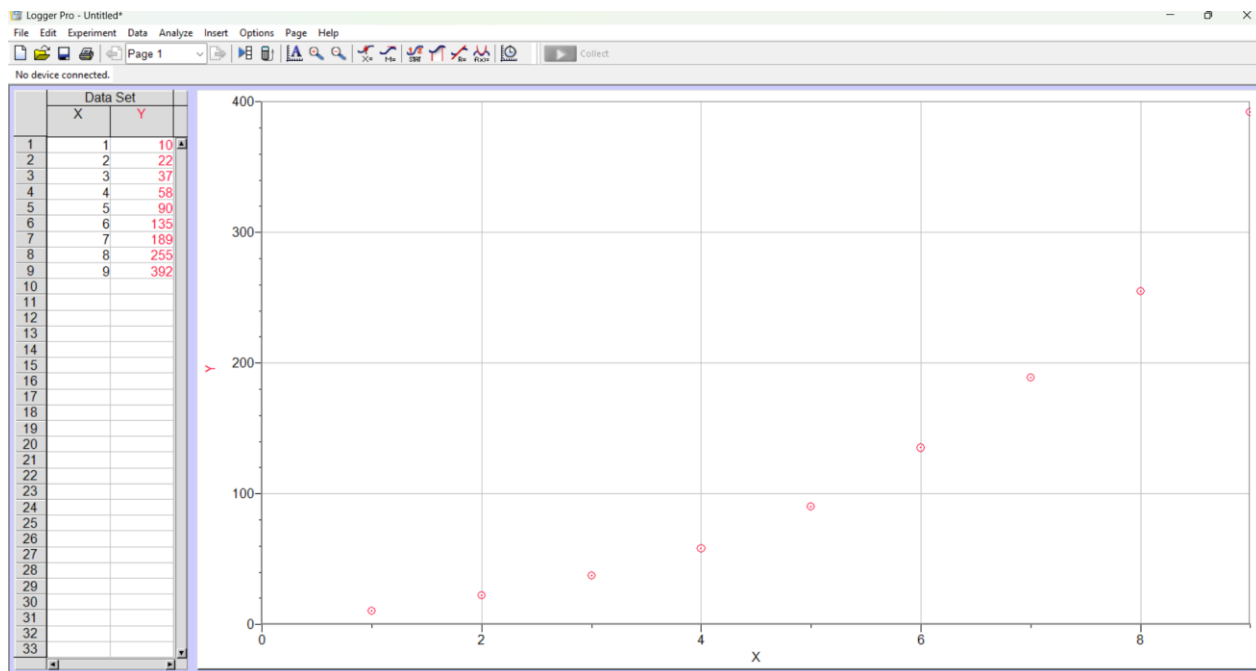
Ποια λειτουργία χρειάζομαι;

Εργασία	Εργαλείο / εντολή
Άνοιγμα έτοιμης διάταξης	File → Open · αρχείο .cmbl
Έλεγχος ρυθμού/διάρκειας	Experiment → Data Collection
Έναρξη μέτρησης	Collect
Επιλογή δεδομένων	Click & drag επάνω στο γράφημα
Προσαρμογή παραβολής	Analyze → Curve Fit → Quadratic → Try Fit → OK
Εμφάνιση όλης της καμπύλης	Autoscale
Φύλαξη πρωτογενών δεδομένων	File → Save As

Σημείωση: Τα στιγμιότυπα χωρίς αισθητήρα χρησιμοποιούν δοκιμαστικά δεδομένα X–Y. Για την Άσκηση Α3, η καμπύλη πρέπει να προέρχεται από τη μετρούμενη θέση s (m) ως προς τον χρόνο t (s). Ο τρόπος αναιρέσης και διαγραφής γραφήματος παρουσιάζεται στην ενότητα 07.

01 Γνωριμία με την οθόνη

Το Logger Pro εμφανίζει συνήθως τον πίνακα μετρήσεων αριστερά και το γράφημα δεξιά. Στην εργαλειοθήκη βρίσκονται οι συχνότερες εντολές. Οι διάλογοι μπορεί να διαφέρουν ελαφρά ανάλογα με την έκδοση και το αρχείο του εργαστηρίου.



Σχήμα 1. Πραγματικό στιγμιότυπο του Logger Pro 3, με πίνακα και γράφημα δοκιμαστικών δεδομένων X-Y (χωρίς συνδεδεμένο αισθητήρα).

- 1 — Μενού:** File, Experiment, Analyze, Data και Options: άνοιγμα, ρυθμίσεις λήψης και επεξεργασία.
- 2 — Collect:** έναρξη νέας καταγραφής μετά τον έλεγχο της πειραματικής διάταξης.
- 3 — Πίνακας:** οι πρωτογενείς μετρήσεις ανά χρονική στιγμή. Επιβεβαιώνουμε μεγέθη και μονάδες.
- 4 — Γράφημα:** οπτικός έλεγχος, επιλογή κατάλληλου χρονικού τμήματος και προσαρμογή μοντέλου.

Πριν ξεκινήσετε Ελέγξτε σύνδεση αισθητήρα, μονάδες αξόνων και ότι έχει ανοίξει το αρχείο της συγκεκριμένης άσκησης.

02 Πείραμα 1 — Αισθητήρας θέσης

Το αμαξίδιο ωθείται προς τον αισθητήρα, ανεβαίνει στο κεκλιμένο επίπεδο, στιγμιαία ακινητοποιείται και επιστρέφει. Το Logger Pro καταγράφει θέση s συναρτήσει χρόνου t .

Βήμα 1: Ανοίξτε το αρχείο `a4_2_motion_s-t.cmbl` από την επιφάνεια εργασίας (File → Open, όπου απαιτείται).

Βήμα 2: Επιλέξτε Experiment → Data Collection και ελέγξτε τις ρυθμίσεις της εικόνας.

Data Collection

Collection Triggering

Mode: Time Based

Length: 8 seconds 1

Sampling Rate: 20 samples/second 2

Done Cancel

Σχήμα 2. Σχηματική απεικόνιση του παραθύρου Data Collection: Length 8 s και Sampling Rate 20 samples/s, όπως ορίζει ο Οδηγός Α3, σ. 36.

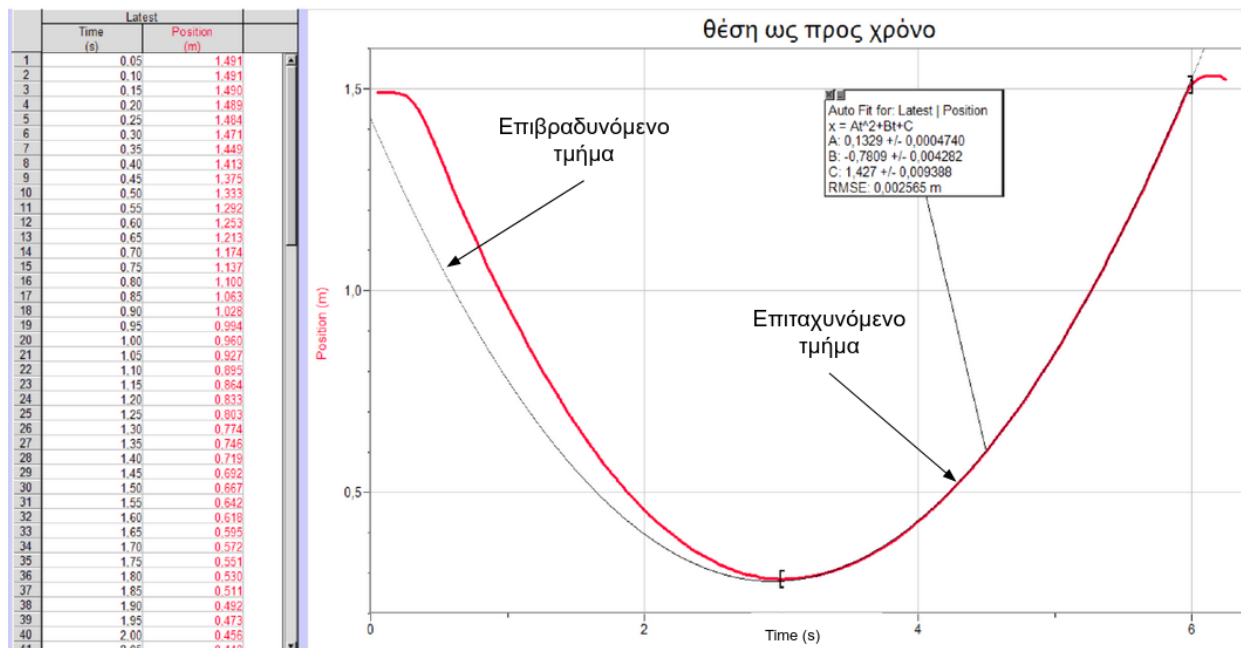
Βήμα 3: Πατήστε Collect και δώστε την κατάλληλη ώθηση στο αμαξίδιο. Η λήψη τελειώνει αυτόματα μετά τα 8 s.

Βήμα 4: Ελέγξτε ότι καταγράφηκαν αρκετά σημεία τόσο στην άνοδο όσο και στην κάθοδο. Αν όχι, επαναλάβετε τη μέτρηση με κατάλληλη αρχική ώθηση.

Προσοχή Η δειγματοληψία 20 Hz σημαίνει χρονική απόσταση 0,05 s μεταξύ διαδοχικών δειγμάτων. Δεν πρέπει να συγχέεται με την ακρίβεια του αισθητήρα θέσης ή του ηλεκτρονικού χρονισμού.

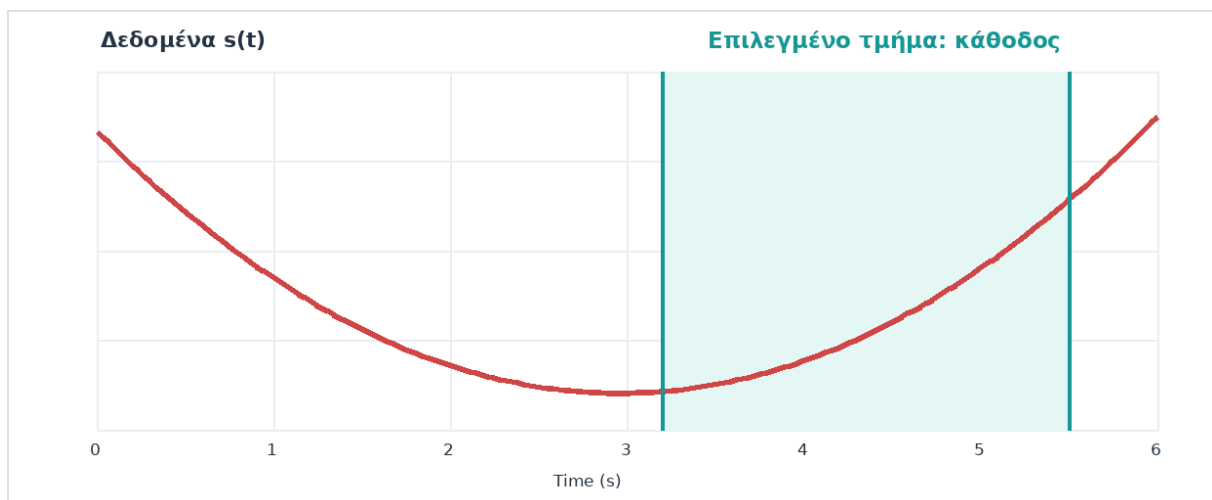
03 Επιλογή του σωστού τμήματος καμπύλης

Πρώτα παρατηρείτε τη συνολική καμπύλη και μετά επιλέγετε ξεχωριστά τα τμήματα της ανόδου και της καθόδου. Αποφεύγετε την αρχική ώθηση, τυχόν συγκρούσεις/κραδασμούς και την κοινή προσαρμογή ολόκληρης της τροχιάς.



Σχήμα 3. Πραγματικό στιγμιότυπο από τον οδηγό A3 (σ. 37): αριστερά ο πίνακας s-t, δεξιά άνοδος (επιβραδυνόμενο) και κάθοδος (επιταχυνόμενο).

Επιλογή: Με πατημένο το αριστερό πλήκτρο σύρετε τον δείκτη πάνω στον οριζόντιο άξονα της περιοχής ενδιαφέροντος στο γράφημα (click & drag).



Σχήμα 4. Σχηματικό παράδειγμα επιλογής μόνο του τμήματος καθόδου. Η σκιασμένη περιοχή περιλαμβάνει τα σημεία που θα προσαρμοστούν.

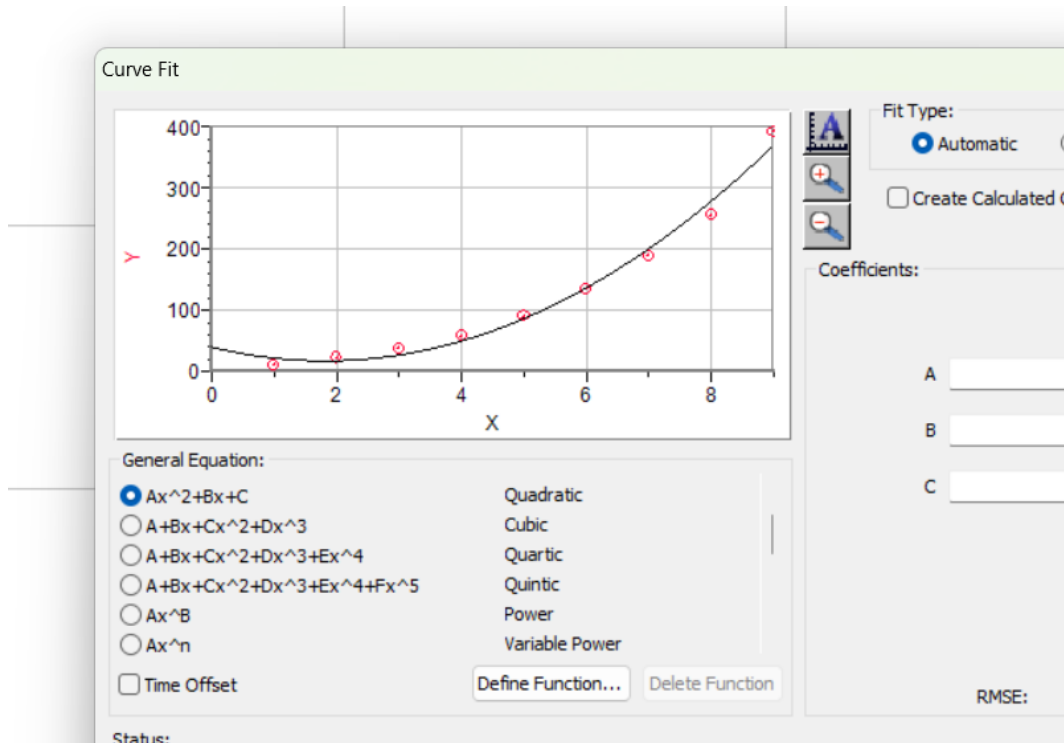
Έλεγχος: Η επιλεγμένη περιοχή πρέπει να περιλαμβάνει αρκετά πειραματικά σημεία και να είναι συνεπής με ομαλά επιταχυνόμενη κίνηση.

04 Quadratic Curve Fit- Προσαρμογή δευτεροβάθμιας καμπύλης

Βήμα 1: Έχοντας επιλέξει το κατάλληλο τμήμα, μεταβείτε Analyze → Curve Fit.

Βήμα 2: Επιλέξτε Quadratic και πατήστε Try Fit. Ελέγξτε αν η καμπύλη περνά ικανοποιητικά κοντά από τα πειραματικά σημεία.

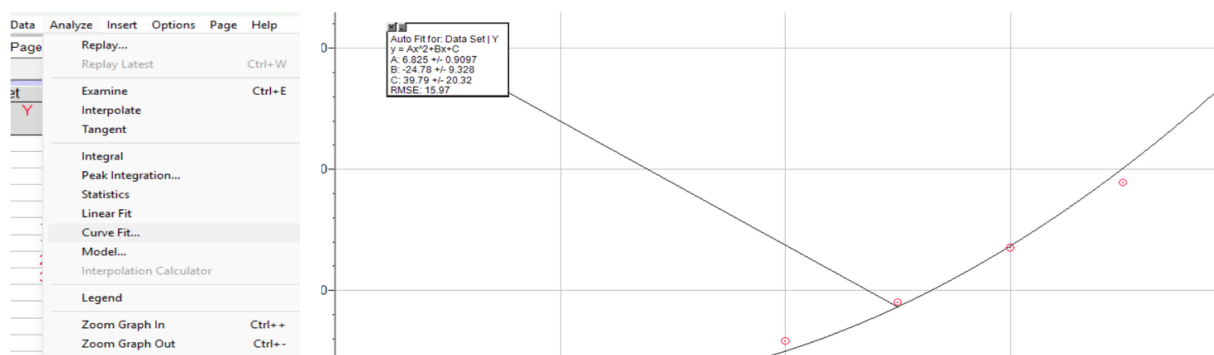
Βήμα 3: Πατήστε OK. Σημειώστε τους συντελεστές της προσαρμογής και, εφόσον εμφανίζονται, τις αβεβαιότητές τους.



Σχήμα 5. Πραγματικό παράθυρο Curve Fit μετά την επιλογή Quadratic και το Try Fit. Οι τιμές προέρχονται από δοκιμαστικά δεδομένα X-Y.

Analyze → Curve Fit

Καμπύλη και συντελεστές ± αβεβαιότητες



Σχήμα 6. Πραγματικά στιγμιότυπα: επιλογή της εντολής Curve Fit και εμφάνιση της καμπύλης με τους συντελεστές και τις αβεβαιότητές τους στο γράφημα.

Ερμηνεία των συντελεστών

Logger Pro	Φυσική σημασία
$s(t) = At^2 + Bt + C$	$s(t) = \frac{1}{2}at^2 + v_0t + s_0$
A	$a/2 \Rightarrow a = 2A$
B	αρχική ταχύτητα v_0 ως προς τον χρόνο αναφοράς
C	αρχική θέση s_0 ως προς τον χρόνο αναφοράς
Αν εμφανίζεται δA	$\delta a = 2\delta A$ (αβεβαιότητα συντελεστή προσαρμογής)

Επαναλάβετε Κάντε νέα επιλογή και νέα τετραγωνική προσαρμογή για το άλλο τμήμα κίνησης. Καταγράψτε αμφότερες τις επιταχύνσεις και τις αβεβαιότητές τους, σύμφωνα με το φυλλάδιο.

05 Αξιόπιστα γραφήματα και διατήρηση δεδομένων

Προσαρμογή εμφάνισης γραφήματος

Αυτόματη κλίμακα: Πατήστε Autoscale για να εμφανιστούν τα διαθέσιμα σημεία χωρίς τεχνητό περιορισμό του εύρους.

Άξονες: Πατήστε στην ετικέτα κάθε άξονα και επιλέξτε τη σωστή στήλη (π.χ. Time / Position). Διατηρήστε τις μονάδες SI.

Εμφάνιση: Με διπλό κλικ στο γράφημα ανοίγουν τα Graph Options (τίτλος, σημεία, γραμμές, κλίμακες κ.ά.).

Ανάλυση: Χρησιμοποιήστε Analyze → Examine για να διαβάσετε τιμές σημείων και Analyze → Statistics για μέση τιμή και τυπική απόκλιση σε επιλεγμένο διάστημα, όπου χρειάζεται.

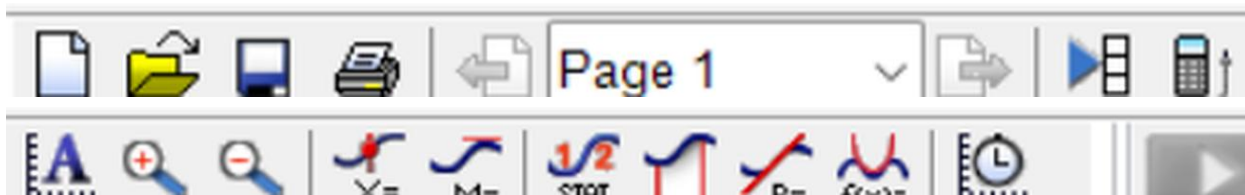
Φύλαξη πρωτογενών μετρήσεων

Αποθήκευση: Επιλέξτε File → Save As και αποθηκεύστε δικό σας αντίγραφο με διαφορετικό όνομα (.cml). Μην αντικαθιστάτε το κοινό αρχείο του εργαστηρίου.

Πολλαπλές δοκιμές: Το Experiment → Store Latest Run κρατά αντίγραφο της τελευταίας λήψης μέσα στη συνεδρία. Δεν αντικαθιστά το Save As στον δίσκο.

06 Τι κάνουν τα εικονίδια της οριζόντιας μπάρας;

Τα παρακάτω εικονίδια προέρχονται από τη δική σας έκδοση του Logger Pro 3. Περνώντας τον δείκτη του ποντικιού επάνω από κάποιο εικονίδιο εμφανίζεται συνήθως η ονομασία του.



Οι δύο λωρίδες είναι διαδοχικά τμήματα της ίδιας εργαλειοθήκης (αριστερά → δεξιά).

	Εργαλείο	Τι κάνει / χρήση στο εργαστήριο
	New	Νέο, κενό αρχείο. Δεν χρειάζεται για να αρχίσετε τη μέτρηση από το έτοιμο αρχείο της A3.
	Open	Άνοιγμα του αρχείου .cmbl της άσκησης.
	Save	Αποθήκευση αλλαγών. Για το κοινό εργαστηριακό αρχείο προτιμήστε File → Save As.
	Print	Εκτύπωση της επιλεγμένης σελίδας / του διαγράμματος.
	Autoscale	Προσαρμόζει τα όρια των αξόνων για να φανούν τα δεδομένα.
	Zoom In	Μεγεθύνει μια επιλεγμένη περιοχή του γραφήματος.
	Zoom Out	Απομακρύνει την προβολή. Δεν αναιρεί την επεξεργασία δεδομένων.
	Examine	Εμφανίζει αριθμητικές συντεταγμένες σημείων με τον δείκτη.
	Tangent	Δείχνει τοπική εφαπτομένη / κλίση, όταν χρειάζεται.
	Statistics	Υπολογίζει στατιστικά (μέση τιμή, τυπική απόκλιση κ.ά.) για επιλεγμένα σημεία.
	Integral	Υπολογίζει το ολοκλήρωμα στην επιλεγμένη περιοχή· δεν ζητείται στην A3.
	Linear Fit	Προσαρμόζει ευθεία $y=mx+b$, όχι το μοντέλο του Πειράματος 1.
	Curve Fit	Επιλογή μαθηματικού μοντέλου. Στην A3: Quadratic → Try Fit → OK.
	Data Collection	Ρυθμίζει τη διάρκεια και τον ρυθμό λήψης: 8 s και 20 samples/s στο Πείραμα 1.
	Collect	Έναρξη συλλογής δεδομένων. Είναι ανενεργό χωρίς συνδεδεμένο αισθητήρα.

Τα γκρι βέλη γύρω από το Page 1 χρησιμοποιούνται για πλοήγηση σε σελίδες, όχι για Undo. Οι υπόλοιπες λειτουργίες είναι προαιρετικές για την A3.

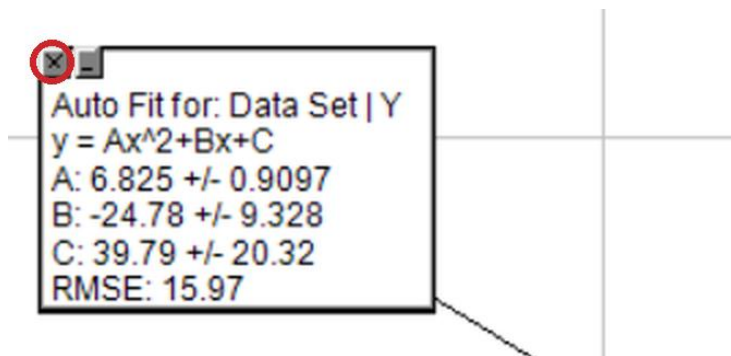
07 Πώς “πηγαίνω πίσω” ή διορθώνω το γράφημα;

«Πηγαίνω πίσω» μπορεί να σημαίνει διαφορετικά πράγματα: να αναιρέσω μια εντολή, να αφαιρέσω μόνο μία προσαρμογή ή να διαγράψω το ίδιο το αντικείμενο γράφημα. Η διάκριση προστατεύει τις αρχικές μετρήσεις.

Τι θέλω να διορθώσω	Τι κάνω
Έκανα λάθος χειρισμό	Edit → Undo ή Ctrl+Z. Αν χρειάζεται, Edit → Redo για επανάληψη της αναιρεθείσας ενέργειας. Ορισμένες ενέργειες ενδέχεται να μην αναιρούνται.
Δοκίμασα λάθος συνάρτηση	Στο Curve Fit, επιλέγω άλλο μοντέλο και ξαναπατώ Try Fit. Με Cancel κλείνω χωρίς να προσθέσω τη δοκιμαστική προσαρμογή.
Έβαλα ήδη λάθος καμπύλη	Κλείνω με το μικρό × το πλαίσιο των αποτελεσμάτων επάνω στο γράφημα. Αφαιρούνται η καμπύλη και το πλαίσιο, όχι ο πίνακας μετρήσεων.
Επέλεξα λάθος τμήμα	Επιλέγω εκ νέου με click & drag το σωστό διάστημα και επαναλαμβάνω το Curve Fit. Αφαιρώ την προηγούμενη προσαρμογή εφόσον χρειάζεται.
Το γράφημα κόπηκε ή μεγεθύνθηκε	Πατώ Autoscale. Για διαφορετικούς άξονες ή εμφάνιση: διπλό κλικ στο γράφημα → Graph Options.
Δεν θέλω το ίδιο το γράφημα	Κλικ στο αντικείμενο ώστε να εμφανιστεί το περίγραμμά του και Delete. Για νέο γράφημα: Insert → Graph. Οι στήλες δεδομένων παραμένουν.
Έχω ένα «κακό» σημείο	Δεν σβήνω πρωτογενή τιμή για να βελτιωθεί η προσαρμογή. Μπορώ να την αποκλείσω προσωρινά με Edit → Strike Through Data Cells και να την επαναφέρω με Edit → Restore Data, με αιτιολόγηση.
Θέλω να κρατήσω παλιά μέτρηση	Πριν από νέο Collect, χρησιμοποιώ Experiment → Store Latest Run ή Save As. Δεν θεωρώ δεδομένο ότι η προηγούμενη καταγραφή θα διατηρηθεί.

Πού βρίσκεται το × της προσαρμογής;

Στο παρακάτω πραγματικό στιγμιότυπο είναι κυκλωμένο το μικρό ×, στην επάνω αριστερή γωνία του πλαισίου «Auto Fit». Το × του εξωτερικού παραθύρου δεν είναι το ίδιο.



Το στιγμιότυπο χρησιμοποιεί δοκιμαστικά δεδομένα X-Y. Στο Πείραμα 1 η τετραγωνική προσαρμογή γίνεται ξεχωριστά στην άνοδο και στην κάθοδο.

Πηγές

- Εργαστηριακός Οδηγός «Εργαστήριο Φυσικής Ι», ΕΚΠΑ, 2026–2027, Άσκηση Α3, σ. 32–41 (ιδίως 35–40).
- Vernier, Logger Pro 3 Quick Reference Manual (σ. 5–14):
<https://www2.vernier.com/manuals/LP3QuickRefManual.pdf>
- Vernier, οδηγίες και ενσωματωμένα Tutorials: <https://www.vernier.com/til/1207>