ΔΙΑΘΕΜΑΤΙΚΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ ΕΝΟΤΗΤΩΝ ΦΥΣΙΚΗΣ ΚΑΙ ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΩΝ

ΣΧΟΛΙΚΗ ΜΟΝΑΔΑ: Πρότυπο Πειραματικό Λύκειο Πανεπιστημίου Πατρών

ΜΕΛΕΤΗ ΚΙΝΗΣΗΣ ΣΩΜΑΤΩΝ ΣΤΗ ΦΥΣΙΚΗ ΚΑΙ ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΗ ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗ ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟΥ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ

Πίνακας Περιεχομένων

Εισαγωγή

Η Άλγεβρα και η Μηχανική αποτελούν μια περιοχή των Μαθηματικών και της Φυσικής αντίστοιχα, οι οποίες παρουσιάζουν ιδιαίτερες δυσκολίες που σχετίζονται με την κατανόηση των εννοιών τους, δυσκολίες που αφορούν τόσο το μαθητή όσο και το διδάσκοντα. Που όμως οφείλονται οι δυσκολίες αυτές; Ποια η φύση τους; Ποια εμπόδια καλείται να ξεπεράσει ο μαθητής και πώς η τεχνολογία μπορεί να υποστηρίξει τη διδασκαλία της;

Έχει θεωρηθεί ότι ένας τρόπος υπέρβασης της δυσκολίας κατανόησης εννοιών είναι η επίλυση λεκτικών προβλημάτων η οποία συνδέει τον αλγεβρικό συμβολισμό με πραγματικές καταστάσεις. Φαίνεται ότι η επίλυση προβλημάτων δεν έχει αποδώσει τα επιδιωκόμενα αποτελέσματα, αφού παρατηρήθηκε το φαινόμενο οι μαθητές να περιορίζονται σε αποστήθιση κανόνων και μεθόδων αντιμετώπισης των προβλημάτων χωρίς να κατανοούν τις έννοιες που χρησιμοποιούν. Από την άλλη η κατανόηση μιας έννοιας είναι ανάλογη προς το πλήθος των συνδέσεων που διαθέτει με άλλες έννοιες στο χώρο των Μαθηματικών, της Φυσικής και άλλων επιστημών. Στο συγκεκριμένο θέμα δύο φαινομενικά ξένες περιοχές των Μαθηματικών και της Φυσικής, η γραμμική-τετραγωνική συνάρτηση και οι ευθύγραμμες ομαλά μεταβαλλόμενες κινήσεις, θα αλληλοεμπλακούν και θα συνδεθούν μέσα από τις δυνατότητες που παρέχει η τεχνολογία.

Το προτεινόμενο θέμα φιλοδοξεί να συμβάλλει στην αλλαγή- βελτίωση της στάσης των μαθητών απέναντι στα Μαθηματικά- Φυσική και στη διαδικασία προσέγγισής τους. Οι μαθητές θα συνδέσουν τη μορφή της γραφικής παράστασης της γραμμικής – τετραγωνικής συνάρτησης με την εξέλιξη ενός φαινομένου κάτι που είναι αδύνατο να υλοποιηθεί σε μια συμβατική τάξη.

Μέσα από τις δυνατότητες του λογισμικού οι μαθητές θα εμπλακούν σε διαδικασίες μοντελοποίησης και στη συνέχεια σε υλοποίηση του μοντέλου. Αυτό θα τους επιτρέψει να πειραματιστούν με παραμέτρους κίνησης, να μελετήσουν την κίνηση και τέλος να βγάλουν συμπεράσματα για το φαινόμενο που μοντελοποίησαν.

Οι πολλαπλές αναπαραστάσεις της συνάρτησης, στο μαθησιακό περιβάλλον που θα υλοποιηθούν οι δραστηριότητες, είναι δυναμικά συνδεδεμένες και η μετάβαση από τη μια στην άλλη γίνεται μέσα από τη δυνατότητα αλληλεπίδρασης των ψηφιακών εργαλείων.

Ενότητα 1.1

Σημασία της εισαγωγής των Τ.Π.Ε. στην Εκπαίδευση

Είναι γνωστό ότι οι Τεχνολογίες Πληροφορίας και Επικοινωνίας (Τ.Π.Ε.) ενσωματώνονται στην εκπαίδευση σε όλα τα σύγχρονα εκπαιδευτικά συστήματα. Οι λόγοι για την επιταχυνόμενη ενσωμάτωση των Τ.Π.Ε. στην εκπαίδευση είναι πολλαπλοί.

- Η «πληροφοριοποίηση» της κοινωνίας δημιουργεί, έμμεσα, στους μαθητές την ανάγκη να αποκτήσουν ένα είδος «πληροφορικής κουλτούρας» που θα τους επιτρέψει να ενσωματωθούν καλύτερα στη σημερινή κοινωνία.
- Η πολυπλοκότητα του εκπαιδευτικού συστήματος (όλα τα σχολεία εμπλέκονται σε ευρωπαϊκά προγράμματα) και η κρίση του εκπαιδευτικού συστήματος καθιστούν αναγκαία την εισαγωγή των Τ.Π.Ε. στην εκπαίδευση, καθώς θεωρείται ότι μπορούν να συμβάλλουν στη βελτίωση διδασκαλίας και εκμάθησης αλλά και να δημιουργήσουν περιβάλλοντα ανάπτυξης ιδιαίτερων δεξιοτήτων και απόκτησης γνώσεων.
- Οι γνώσεις της πληροφορικής μπορούν να είναι χρήσιμες για την αυριανή επαγγελματική εξέλιξη των μαθητών.

Η εισαγωγή των Τ.Π.Ε. στην εκπαίδευση μπορεί να σημαίνει:

- Χρήση των Τ.Π.Ε. στη διοίκηση της εκπαίδευσης
- Τις Τ.Π.Ε. ως αυτόνομο γνωστικό αντικείμενο (διαδασκαλία βασικών δεξιοτήτων χειρισμού Η.Υ., διδασκαλία Πληροφορικής)
- Τις Τ.Π.Ε. ως μέσο διδασκαλίας άλλων αντικειμένων(κυρίως εκπαιδευτικά λογισμικά, εκπαιδευτικά περιβάλλοντα)
- Τις Τ.Π.Ε. ως μέσο επικοινωνίας

Ενότητα 1.2

Μοντέλα εισαγωγής των Τ.Π.Ε. στην Εκπαίδευση

Στο διεθνή χώρο, τρία είναι τα κυρίαρχα μοντέλα της εισαγωγής των Τ.Π.Ε. στην εκπαίδευση:

- Το Τεχνοκρατικό, που δίνει απόλυτη αξία στα χρησιμοποιούμενα συστήματα και στην εκμάθησή τους
- Το Ολιστικό, το οποίο δίνει σημασία στη διαθεματική και ολιστική προσέγγιση της γνώσης και
- Το Πραγματολογικό – που αποτελεί ένα συνδυασμό των δύο άλλων/ Χαρακτηρίζεται από τη συνδυασμένη διδασκαλία «αμιγούς» Πληροφορικής

και την ταυτόχρονη ένταξη των Τ.Π.Ε. ως μέσου στήριξης της μαθησιακής διαδικασίας σε διαφορετικά γνωστικά αντικείμενα.
Η Ελλάδα αρχικά, ακολούθησε το πρώτο μοντέλο αλλά διαδοχικά προσαρμόστηκε στο δεύτερο και τρίτο, κυρίως από τα μέσα της δεκαετίας του 1990.

Η εισαγωγή της πληροφορικής στη διδασκαλία απαιτεί μια συντονισμένη, συστημική σχεδόν αλλαγή στον τρόπο διδασκαλίας, στο ρόλο που καλείται να παίξει ο εκπαιδευτικός σε αυτό το νέο πλαίσιο και στα αναλυτικά προγράμματα που θα πρέπει να είναι προσαρμοσμένα στα νέα δεδομένα.

Ενότητα 1.3

Η σκοπιμότητα της ένταξης εργαλείων της ψηφιακής τεχνολογίας στην εκπαίδευση και ειδικότερα στο χώρο των θετικών επιστημών

Εκατοντάδες χρόνια, η διδασκαλία των Μαθηματικών-Φυσικής στη βασική παιδεία βασίζεται στα γνωστά στατικά μέσα πίνακας/χαρτί, κιμωλία/στυλό και σχολικό εγχειρίδιο. Θεωρούμε ως αφετηρία τη θέση ότι η ένταξη της χρήσης των ψηφιακών εργαλείων στο εκπαιδευτικό μας σύστημα έχει νόημα μόνο όταν στοχεύει σε κάποια πρόσθετη παιδαγωγική αξία.

Οι μαθητές δυσκολεύονται να κατανοήσουν αφηρημένες έννοιες και να διακρίνουν τη χρησιμότητά τους, καθώς συχνά εμφανίζονται από την αποστασιοποιημένες από την καθημερινότητά τους, χωρίς άμεση εφαρμογή στην επίλυση κάποιου προβλήματος. Η επιστημονική γνώση στη διδακτική δίνει έμφαση στον τρόπο με τον οποίο οι μαθητές αναπτύσσουν συνειδητή μαθηματική σκέψη, λειτουργώντας σε ένα κοινωνικό περιβάλλον , δηλ. όταν λειτουργούν σε περιστάσεις επικοινωνίας με τους συμμαθητές τους και τους εκπαιδευτικούς. Είναι επομένως έντονη η ανάγκη δημιουργίας μαθησιακών περιβαλλόντων όπου κυριαρχούν ο διάλογος, το βίωμα, η έκφραση, η αναπαράσταση, ο πειραματισμός και η επιστημονική στάση απέναντι στη γνώση.

Η ψηφιακή τεχνολογία στην περιοχή των θετικών επιστημών έχει αναπτύξει εργαλεία λογισμικού που είναι σχεδιασμένα ώστε οι μαθητές να μπορούν να κατασκευάζουν μοντέλα, να πειραματίζονται με τη συμπεριφορά τους, να τα αλλάζουν συχνά με ευκολία, να χειρίζονται, να αναλύουν και να συσχετίζουν δεδομένα. Τα εργαλεία αυτά υποστηρίζουν τη διασύνδεση μεταξύ διαφορετικών περιοχών που φαίνεται να είναι ασύνδετες στο αναλυτικό πρόγραμμα.

Ενότητα 1.4

Ιστορία Εκπαιδευτικού Λογισμικού

Ο γενικότερος όρος λογισμικό (λογισμικό εφαρμογών) χρησιμοποιείται για τα προγράμματα που εκτελούνται από ένα υπολογιστικό σύστημα. Μια ειδική κατηγορία του είναι το εκπαιδευτικό λογισμικό (educational software).

Ο όρος "εκπαιδευτικό λογισμικό" αφορά σε εφαρμογές ηλεκτρονικού υπολογιστή που χρησιμοποιούνται για την εξυπηρέτηση εκπαιδευτικών αναγκών και την επίτευξη παιδαγωγικών και εκπαιδευτικών στόχων. Μπορούμε να χωρίσουμε την ιστορία του εκπαιδευτικού λογισμικού σε τρεις περιόδους.

Πρώτη Περίοδος(1990-2000)

Σε αυτήν την περίοδο τα πιο πολλά λογισμικά ήταν κλειστά ως προς το περιεχόμενο. Αυτό σημαίνει ότι κάθε τίτλος λογισμικού έφερε συγκεκριμένο περιεχόμενο, όπως ακριβώς ένας τίτλος βιβλίου περιέχει ένα συγκεκριμένο κείμενο. Έτσι, για παράδειγμα, μπορούσε κανείς να βρει σε μορφή CD-ROM κάποιες εγκυκλοπαίδειες ή CD με γρίφους και μαθηματικά παιχνίδια. Ορισμένα παιχνίδια, εξ' άλλου, σχεδιάζονταν έτσι ώστε να έχουν εκπαιδευτική αξία. Οι περισσότεροι από τους τίτλους που μοίρασε το Υπουργείο Παιδείας στα σχολεία της πρωτοβάθμιας και δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης την περασμένη χρονιά ανήκουν σε αυτή την κατηγορία. Συνήθως οι τίτλοι αυτοί παρουσιάζουν κάποιον ήρωα που καθοδηγείται από το παιδί μέσα από κάποιες περιπέτειες - εκπαιδευτικά παιχνίδια. Σε άλλες περιπτώσεις, το λογισμικό περιέχει ταινίες και εποπτικό υλικό ή εγκυκλοπαιδικές πληροφορίες στις οποίες ο μαθητής μπορεί να ανατρέξει, ή μπορούν να προβληθούν και να χρησιμοποιηθούν ομαδικά από όλη την τάξη.

Δεύτερη περίοδος(2000-2007)

Τα μειονεκτήματα των εκπαιδευτικών CD-ROM σε συνδυασμό με την πρόοδο της τεχνολογίας των περιφερειακών και των φορητών συσκευών οδήγησε στη δεύτερη εποχή του εκπαιδευτικού λογισμικού, που χρονικά τοποθετείται από το τέλος της δεκαετίας του '90 έως και σήμερα. Σε αυτή την περίοδο άρχισαν να χρησιμοποιούνται συστηματικά στην εκπαίδευση συσκευές όπως ο ψηφιακός προβολέας ή ο διαδραστικός πίνακας, αντικαθιστώντας τους προβολείς διαφανειών - slides και τους παραδοσιακούς μαυροπίνακες. Αυτό συνέβη πρώτα στις προηγμένες χώρες, και σταδιακά φτάνει και στη χώρα μας.

Οι τίτλοι που εμφανίστηκαν στις αρχές της δεκαετίας του 2000 είναι, συνήθως, ανοιχτοί ως προς το περιεχόμενό τους και χρησιμοποιούνται ευρύτατα ακόμα και σήμερα. Το λογισμικό απεγκλωβίστηκε από τα δεσμά της πεπερασμένης διδακτέας ύλης, και οι νέοι τίτλοι σχεδιάστηκαν έτσι ώστε είτε να αφορούν σε ένα ολόκληρο γνωστικό αντικείμενο, είτε να λειτουργούν ως εργαλεία γενικής εκπαιδευτικής χρήσης. Αντί το λογισμικό να λειτουργεί σαν βιβλίο με ήχο και εικόνα, χρησιμοποιείται πλέον για την κατασκευή εκπαιδευτικού υλικού, είτε για την

διευκόλυνση της χρήσης συγκεκριμένων συσκευών που εντάσσουν οι εκπαιδευτικοί στη δουλειά τους (π.χ. διαδραστικός πίνακας, προβολέας).
Για παράδειγμα, κατασκευάστηκε λογισμικό για τη γεωμετρία (π.χ. το Geometers Sketchpad), το οποίο δεν περιέχει παραδείγματα ή ασκήσεις. Ωστόσο, με αυτό ο εκπαιδευτικός μπορεί να σχεδιάσει παραδείγματα και ασκήσεις ή να ζωντανέψει (animation) στην τάξη κάποιο σχηματισμό ή κατασκευή. Και όχι μόνο αυτό, αλλά μπορεί να εμπλέξει σε αυτή τη δημιουργική εργασία και τους μαθητές του (σε αντίθεση με τον παθητικό ρόλο στον οποίο τους καθήλωναν οι παλαιότεροι τίτλοι).

Κύριο πλεονέκτημα αυτής της περιόδου είναι οι πολύ μεγάλες δυνατότητες που δίνονται στον εκπαιδευτικό. Οι εκπαιδευτικοί τίτλοι της δεκαετίας του '00 μπορούν να γίνουν η βάση για την παραγωγή εκπαιδευτικών θαυμάτων, αρκεί να υπάρχει όρεξη, δημιουργικότητα και φαντασία. Επιπλέον, ο εκπαιδευτικός έχει την ευκαιρία να απελευθερωθεί από την κατάρα της μίας και περιορισμένης ύλης, και να συντονιστεί με τις σύγχρονες παιδαγωγικές αντιλήψεις που θέλουν το μαθητή να ανακαλύπτει και να χτίζει μόνος του τη γνώση. Τέλος, οι νέοι τίτλοι λογισμικού αυξάνουν το βαθμό αλληλεπίδρασης και ενθαρρύνουν τη δημιουργική συμμετοχή των μαθητών, συμβαδίζοντας, έτσι, με τις νεότερες παιδαγωγικές θεωρίες.

Το μεγάλο μειονέκτημα αυτών των τίτλων είναι η δυσκολία εκμάθησης και χρήσης τους. Ο εκπαιδευτικός θα πρέπει να αφιερώσει χρόνο σε κάθε έναν από αυτούς, να εντοπίσει αυτόν που του ταιριάζει, να πειραματιστεί, να δοκιμάσει. Συνήθως είναι αδύνατο να αξιοποιήσει κανείς όλες τις δυνατότητες ενός και μόνου λογισμικού αυτής της κατηγορίας. Οι πιο σώφρονες χρήστες είναι ικανοποιημένοι αν χρησιμοποιούν μόνο τα βασικά χαρακτηριστικά

Τρίτη Περίοδος(2007-σήμερα)

Στην τρίτη περίοδο, που μπορούμε να θεωρήσουμε ότι ξεκίνησε περίπου πριν από πέντε χρόνια, δεν έχουμε μόνο τίτλους λογισμικού, αλλά υπηρεσίες και εφαρμογές. Το λογισμικό είναι κάτι που το τοποθετείς στον υπολογιστή σου και εκτελεί κάποιες λειτουργίες. Με τις διαδικτυακές υπηρεσίες, όμως, οι λειτουργίες αυτές είναι διαθέσιμες απ' ευθείας, μέσω διαδικτύου, χωρίς να χρειαστεί καμία ιδιαίτερη εγκατάσταση σε κάποιον υπολογιστή. Αυτές οι υπηρεσίες είναι διαθέσιμες ταυτόχρονα σε όλους, κοστίζουν πολύ λιγότερο και, αν σχεδιαστούν σωστά, είναι αρκετά εύχρηστες.

Το νέο χαρακτηριστικό αυτών των υπηρεσιών είναι οι δυνατότητες επικοινωνίας. Πρόκειται για εφαρμογές που μπορούν να προσφέρονται κεντρικά, π.χ. από τη διεύθυνση εκπαίδευσης ενός νομού, προς ένα σύνολο απομακρυσμένων χρηστών, π.χ. όλους τους εκπαιδευτικούς ή/και τους μαθητές του νομού. Επιπλέον, οι υπηρεσίες αυτές επιτρέπουν στους συμμετέχοντες να συνεισφέρουν, να συζητήσουν, να εκφράσουν τις απόψεις και τους προβληματισμούς τους και να λάβουν απαντήσεις και βοήθεια.

Το πλεονέκτημα αυτών των τεχνολογιών είναι το πολύ χαμηλό κόστος τους και οι εκπληκτικές επικοινωνιακές τους δυνατότητες. Ακόμα κι αν η χρήση στην εκπαιδευτική διαδικασία αυτή καθεαυτή καθυστερήσει, οι εκπαιδευτικοί μπορούν να χρησιμοποιήσουν αυτές τις υπηρεσίες για δική τους βοήθεια (π.χ. εύρεση υλικού). Επιπλέον, οι τεχνολογίες αυτές χρησιμοποιούνται ήδη με μεγάλη επιτυχία στην εξ' αποστάσεως εκπαίδευση και αυτό-εκπαίδευση.

Κύριο μειονέκτημα των δικτυακών εκπαιδευτικών εφαρμογών είναι η ανωριμότητα τους. Καθώς το μέσο είναι σχετικά πρόσφατο, όσον αφορά τη χρήση του στην Ελλάδα, οι διαθέσιμες εφαρμογές δεν έχουν καταλήξει σε μία ομοιογενή μορφή ούτε έχει ξεχωρίσει κάποια δομή οργάνωσης της πληροφορίας και των υπηρεσιών που να υπερτερεί ξεκάθαρα των άλλων. Επιπλέον, το χαμηλό κόστος επιτρέπει τη δημιουργία μεγάλου πλήθους τέτοιων εφαρμογών, με αποτέλεσμα ο χρήστης να κινδυνεύει να χαθεί σε μία θάλασσα εναλλακτικών επιλογών, οι περισσότερες εκ των οποίων είναι, συνήθως, αρκετά πρόχειρες και φτωχές.

Με λίγα λόγια,
Τα CD-ROM της δεκαετίας του ΄90 χαρακτηρίζουν την πρώτη εποχή του εκπαιδευτικού λογισμικού.
Ακολούθησε η δεύτερη εποχή, με λογισμικό που συνεργάζεται με κατάλληλες συσκευές και είναι ανοιχτό ως προς το περιεχόμενο.
Στην τρίτη εποχή, που ζούμε τώρα, το λογισμικό προσφέρεται περισσότερο στη μορφή της διαδικτυακής υπηρεσίας και έχει περισσότερα επικοινωνιακά χαρακτηριστικά.

Ενότητα 1.4

Κατηγοριοποίηση Εκπαιδευτικού Λογισμικού

Όσον αφορά στην κατηγοριοποίηση του εκπαιδευτικού λογισμικού δεν υφίσταται μια και μόνη αποδεκτή κατηγοριοποίηση, αλλά περισσότερες, οι οποίες σε μεγάλο βαθμό συναρτώνται από τα κριτήρια που θέτει κανείς. Είναι χαρακτηριστικό ότι και ο όρος «εκπαιδευτικό λογισμικό» είναι σήμερα υπό κριτική αναθεώρηση, καθώς

- γίνεται αναφορά σε «εκπαιδευτικά περιβάλλοντα» παρά σε μεμονωμένα λογισμικά,
- υπάρχει συνεχής εξέλιξη και εμφάνιση νέου είδους υπηρεσιών και προϊόντων, τα οποία δύσκολο να ενταχθούν στις υφιστάμενες κατηγορίες,
- ένας μεγάλος όγκος υλικού, λογισμικού και περιβαλλόντων(από τα λογιστικά φύλλα ως τα wikis και από τις web κάμερες ως το skype) τα οποία δεν μπορούν να χαρακτηριστούν εκπαιδευτικά καθόσον δε σχεδιάστηκαν αρχικά για εκπαιδευτική χρήση, αλλά χρησιμοποιούνται για εκπαιδευτικούς-διδακτικούς λόγους.

Το βασικό κριτήριο που χρησιμοποιήθηκε για τη συγκρότηση, θεώρηση και παρουσίαση μιας κατηγορίας, είναι η ύπαρξη ενός αριθμού λογισμικών ή περιβαλλόντων με μια κοινή προβληματική ή ένα κοινό χαρακτηριστικό, το οποίο να είναι σημαντικό από διδακτική/μαθησιακή άποψη. Μερικές από τις πλέον συνήθεις κατηγορίες λογισμικού είναι οι εξής:

- Λογισμικά και περιβάλλοντα που λειτουργούν ως απλές πηγές πληροφόρησης
- Λογισμικά για διδασκαλία (Tutorials)
- Περιβάλλοντα πρακτικής και εκγύμνασης (Drill and practice)
- Περιβάλλοντα διαχείρισης πολυμεσικού υλικού και δημιουργίας απλών εφαρμογών παρουσίασης
- Περιβάλλοντα προσομοίωσης
- Προγράμματα προσωπικής έκφρασης, δημιουργικότητας και φαντασίας
- **Ανοιχτοί μικρόκοσμοι**
- Λογισμικά και εκπαιδευτικά περιβάλλοντα επικοινωνίας
- Περιβάλλοντα ανάπτυξης εφαρμογών- Προγραμματισμός με γλώσσες προγραμματισμού

Από πολλούς ερευνητές, οι ανοιχτοί μικρόκοσμοι θεωρούνται ως τα πλέον σημαντικά εκπαιδευτικά λογισμικά. Στην κατηγορία αυτή εντάσσονται μερικά γνωστά λογισμικά Δυναμικής Γεωμετρίας (Cabri, Geometer΄sketchpad), Άλγεβρας και Αριθμητικής (Function Probe), Φυσικής (**Interactive Physics, Tracker**), μοντελοποίησης (Modellus), όπως και η γλώσσα logo και οι κλάδοι της. Οι μικρόκοσμοι αποτελούν ανοιχτά περιβάλλοντα στα οποία υφίστανται μερικές βασικές οντότητες(όπως η χελώνα της Logo ή το ευκλείδειο επίπεδο της Γεωμετρίας) και ο χρήστης μπορεί να δημιουργήσει εκ του μηδενός ή συνδυαστικά, συνθετικά νέες οντότητες, νέα αντικείμενα, σχέσεις μεταξύ των αντικειμένων και να μελετήσει τις αλληλεπιδράσεις τους.

<u>Τι είναι το Interactive Physics (I.P.) ;</u>

Με το I.P. δημιουργούμε προσομοιώσεις σχεδιάζοντας αντικείμενα στην οθόνη και ζωντανεύοντάς τα με κίνηση. Κάνοντας κλικ στην Εκτέλεση, η προσομοίωση τίθεται σε κίνηση. Η ισχυρή μηχανή προσομοίωσης του I.P. ορίζει πώς θα κινηθούν τα αντικείμενα και παρουσιάζει μια πολύ ρεαλιστική κίνηση. Έτσι, δίνεται η δυνατότητα να μεταβάλλουμε τα φυσικά μεγέθη σε πραγματικό χρόνο, ενώ ταυτόχρονα παρατηρούμε πώς επηρεάζεται το φαινόμενο.

<u>Τι είναι το Tracker;</u>

Το Tracker είναι ένα ελεύθερο λογισμικό/Λογισμικό Ανοικτού Κώδικα στη Φυσική (Open Source Physics (OSP)) στο πλαίσια της Java, με το οποίο γίνεται ανάλυση ενός video και με σκοπό να δημιουργήσει το κατάλληλο διδακτικό υλικό ώστε να υπολογιστούν διάφορα φυσικά μεγέθη όπως επίσης και να σχεδιαστούν οι κατάλληλες γραφικές παραστάσεις.
Με τη βοήθεια του Tracker οι μαθητές εμπλέκονται σε πολλά γνωστικά αντικείμενα της φυσικής, των υπολογισμών και της σχεδίασης υπολογιστικών συστημάτων. Έτσι, επιτυγχάνεται η κατανόηση, περιγραφή, εξήγηση και πρόβλεψη των φυσικών φαινομένων εκ μέρους των μαθητών.

Ενότητα 2

Πειραματικό μέρος- Λογισμικό Function Probe

Στα πλαίσια του αναλυτικού προγράμματος σπουδών της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης, επιχειρούμε να μελετήσουμε την ευθύγραμμη ομαλή κίνηση, την ευθύγραμμη ομαλά μεταβαλλόμενη κίνηση, την κατακόρυφη βολή, πλάγια βολή σώματος και τις συναρτήσεις $y = \alpha x + \beta$, $y = ax^2 + \beta x + \gamma$ με διαδικασία που περιλαμβάνει:

Εκτέλεση προσομοιώσεων των παραπάνω κινήσεων με τη βοήθεια του Interactive-Physics

Λήψη μετρήσεων και μαθηματική επεξεργασία αυτών με τη βοήθεια του Function Probe

Μελέτη και κατανόηση των γραφικών παραστάσεων x-t, v-t, α-t που θα προκύψουν

Γενίκευση της όλης μελέτης και προσέγγιση των συναρτήσεων $y = \alpha x + \beta$, $y = ax^2 + \beta x + \gamma$ εστιάζοντας στη σημασία της κλίσης μιας ευθείας.

Το Function Probe, εκπαιδευτικό λογισμικό για τη σύγχρονη Άλγεβρα, που επιτρέπει τη διερεύνηση των συναρτήσεων και τη μαθηματική μοντελοποίηση. Το Function Probe απευθύνεται σε μαθητές του Γυμνασίου και του Λυκείου για χρήση του στην μελέτη και διερεύνηση συναρτησιακών σχέσεων. Είναι ένα ευέλικτο και δυναμικό εργαλείο σχεδιασμένο ώστε να μαθαίνεται και να χρησιμοποιείται εύκολα ακόμη και από έναν αρχάριο χρήστη υπολογιστή. Βοηθά τους μαθητές στην προσπάθειά τους να λύσουν προβλήματα που εμπεριέχουν συναρτησιακές σχέσεις.

Μερικά από τα χαρακτηριστικά που το κάνουν να διαφοροποιείται από ανάλογα λογισμικά, είναι ότι:

Περιλαμβάνει τρία ξεχωριστά εργαλεία: το «Γράφημα», τον «Πίνακα» και την «Αριθμομηχανή». Κάθε εργαλείο παρουσιάζεται σε ένα παράθυρο με τα δικά του στοιχεία λειτουργίας και επεξεργασίας και μπορεί να θεωρηθεί ως ένα ανεξάρτητο εργαλείο.

Παρέχει τη δυνατότητα κατασκευής πινάκων με τιμές και εξερεύνηση των συσχετίσεων ανάμεσα σε αυτές.

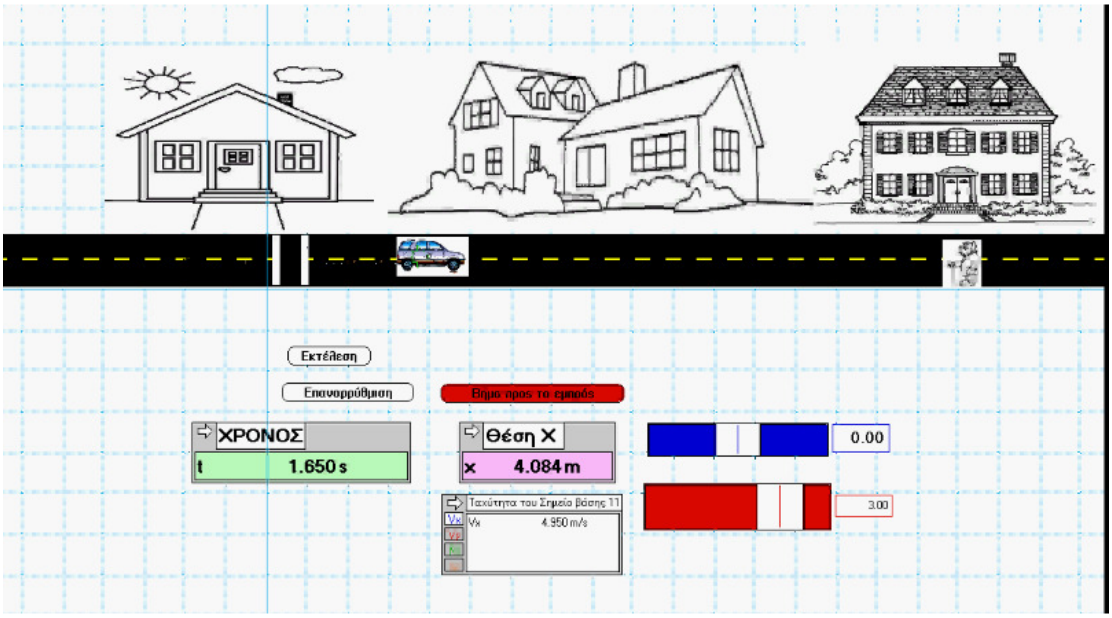
Παρέχει τη δυνατότητα μετασχηματισμού της γραφικής παράστασης μιας συνάρτησης, προσαρμογή της κατάλληλης συνάρτησης σε ένα διάγραμμα διασποράς, ενώ ταυτόχρονα καταγράφονται και οι αλλαγές που επιδέχεται ο τύπος της.

Ο χρήστης, μπορεί να στέλνει σημεία από έναν πίνακα δεδομένων σε ένα παράθυρο γραφήματος και αντιστρόφως.

Ενότητα 2.1

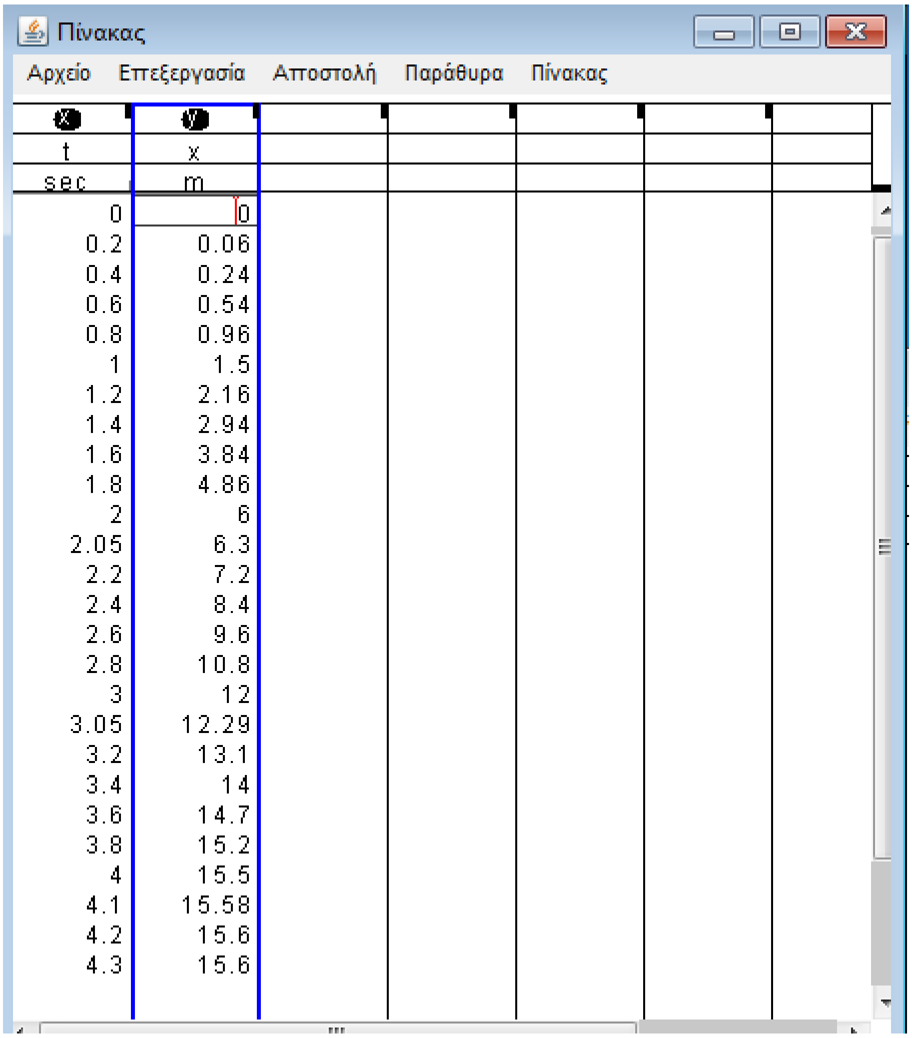
Ευθύγραμμη ομαλή κίνηση-ομαλά μεταβαλλόμενες κινήσεις

Στο σχήμα 1 φαίνεται το περιβάλλον προσομοίωσης που δημιουργήθηκε για τη μελέτη της ευθύγραμμης ομαλής και ομαλά μεταβαλλόμενης κίνησης ενός σώματος



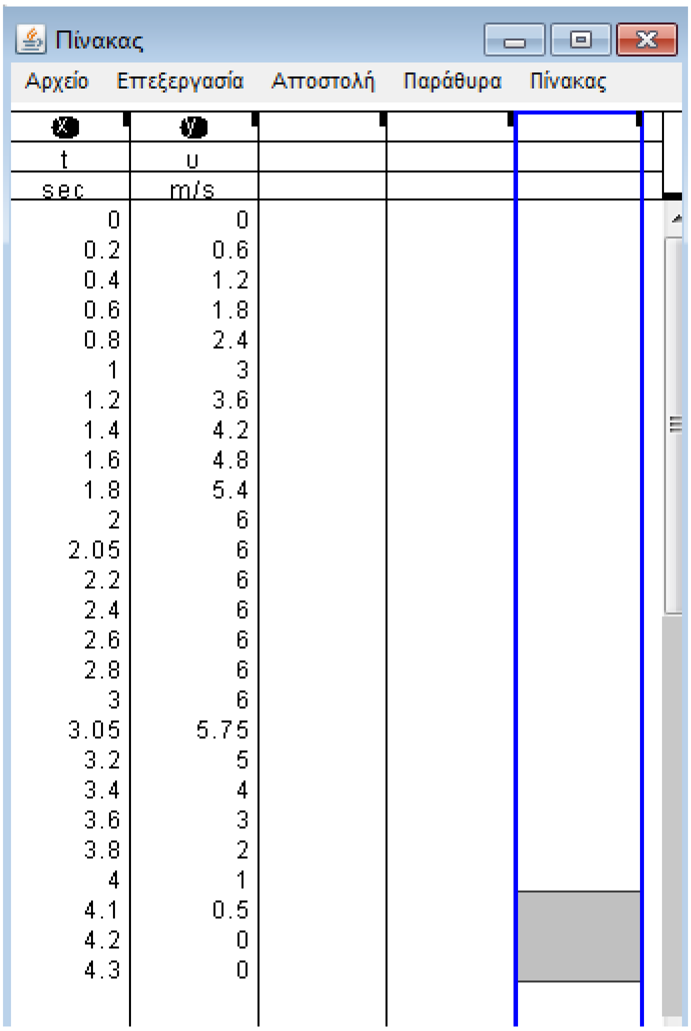
Σχήμα 1

Οι μαθητές πατώντας το κουμπί «Εκτέλεση» θα παρατηρήσουν ότι ένα σώμα κινείται ευθύγραμμα και θα προσπαθήσουν να συμπεράνουν για το είδος της κίνησής του, καθώς και να μελετήσουν τα σταθερά και μεταβλητά στοιχεία του εξελισσόμενου φαινομένου. Επιλέγουν ως ρυθμό λήψης τις 26 μετρήσεις ανά 0.2 δευτερόλεπτα, δημιουργώντας τους δύο πίνακες τιμών μετατόπισης-χρόνου, ταχύτητας-χρόνου, όπως φαίνονται στα σχήματα 2 και 3 αντίστοιχα που ακολουθούν.



X	Y
t	x
sec	m
0	0
0.2	0.06
0.4	0.24
0.6	0.54
0.8	0.96
1	1.5
1.2	2.16
1.4	2.94
1.6	3.84
1.8	4.86
2	6
2.05	6.3
2.2	7.2
2.4	8.4
2.6	9.6
2.8	10.8
3	12
3.05	12.29
3.2	13.1
3.4	14
3.6	14.7
3.8	15.2
4	15.5
4.1	15.58
4.2	15.6
4.3	15.6

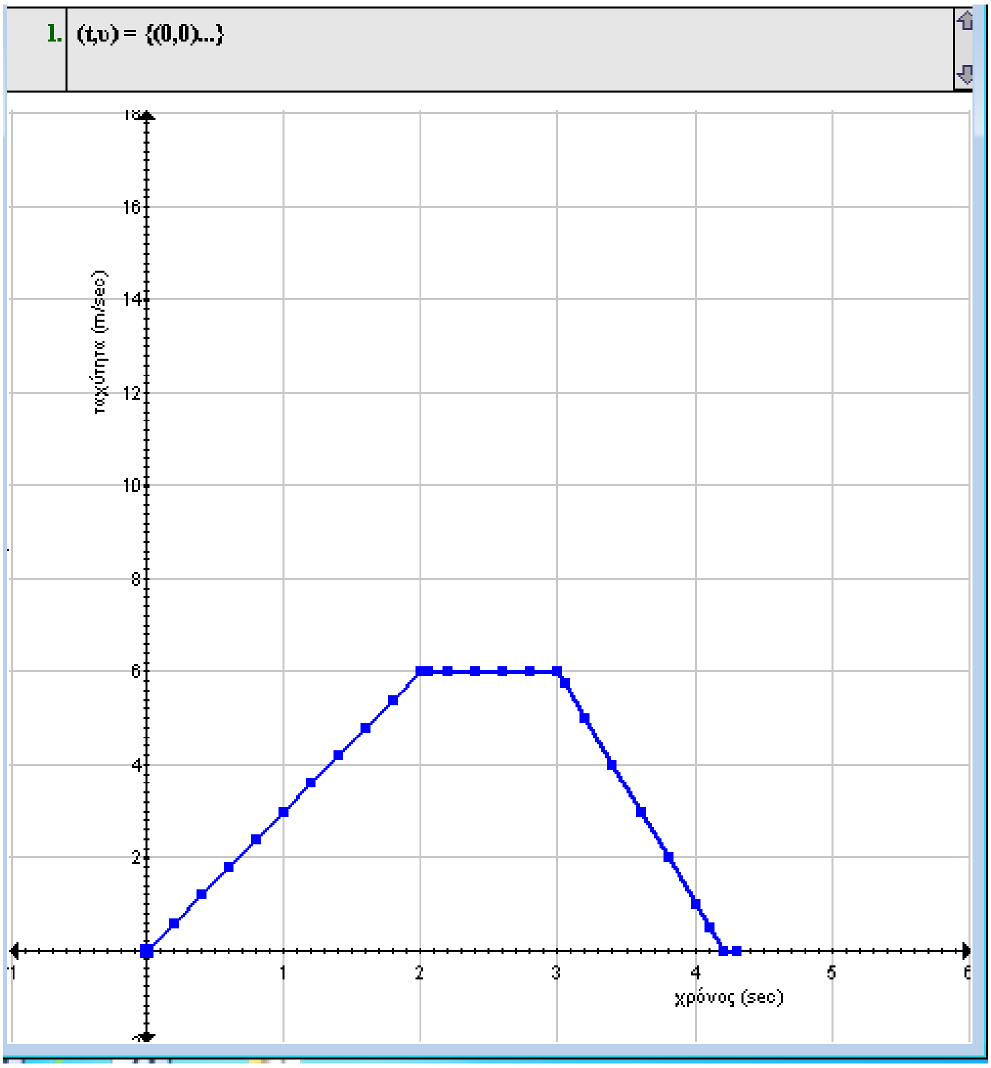
Σχήμα 2



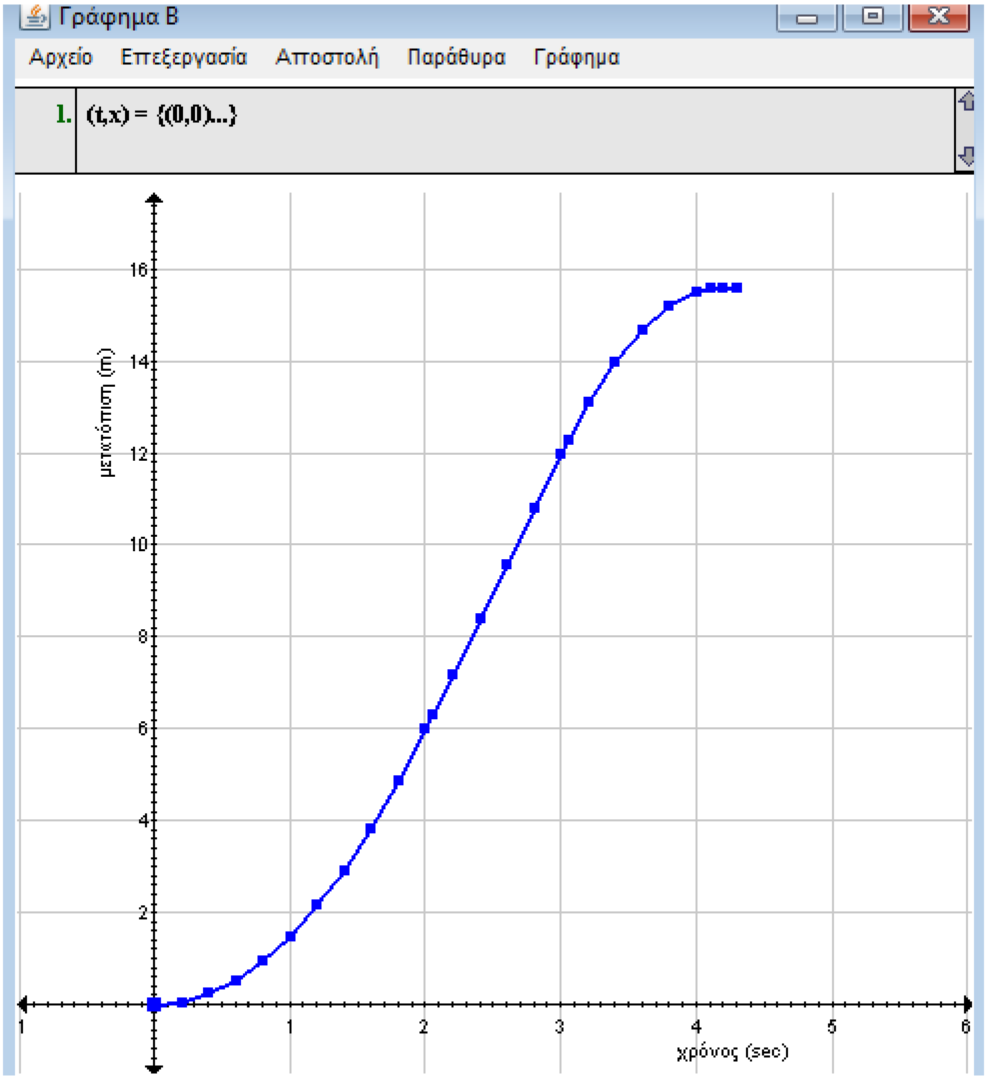
x	y
t	u
sec	m/s
0	0
0.2	0.6
0.4	1.2
0.6	1.8
0.8	2.4
1	3
1.2	3.6
1.4	4.2
1.6	4.8
1.8	5.4
2	6
2.05	6
2.2	6
2.4	6
2.6	6
2.8	6
3	6
3.05	5.75
3.2	5
3.4	4
3.6	3
3.8	2
4	1
4.1	0.5
4.2	0
4.3	0

Σχήμα 3

Στη συνέχεια επιλέγοντας από το μενού «Αποστολή» του παραθύρου «Πίνακας», με την εντολή «Σημεία σε Γράφημα» τα ζεύγη των σημείων (t,υ) του πίνακα σχήματος 3 θα απεικονιστούν ως διακριτά σημεία στο παράθυρο και με την εντολή «Σύνδεση σημείων» από το μενού «Γράφημα» δημιουργείται η γραφική παράσταση του σχήματος 4. Επαναλαμβάνουμε την διαδικασία αυτή και για τα ζεύγη σημείων (t,x) του πίνακα σχήματος 2 οπότε λαμβάνεται η γραφική παράσταση του σχήματος 5.

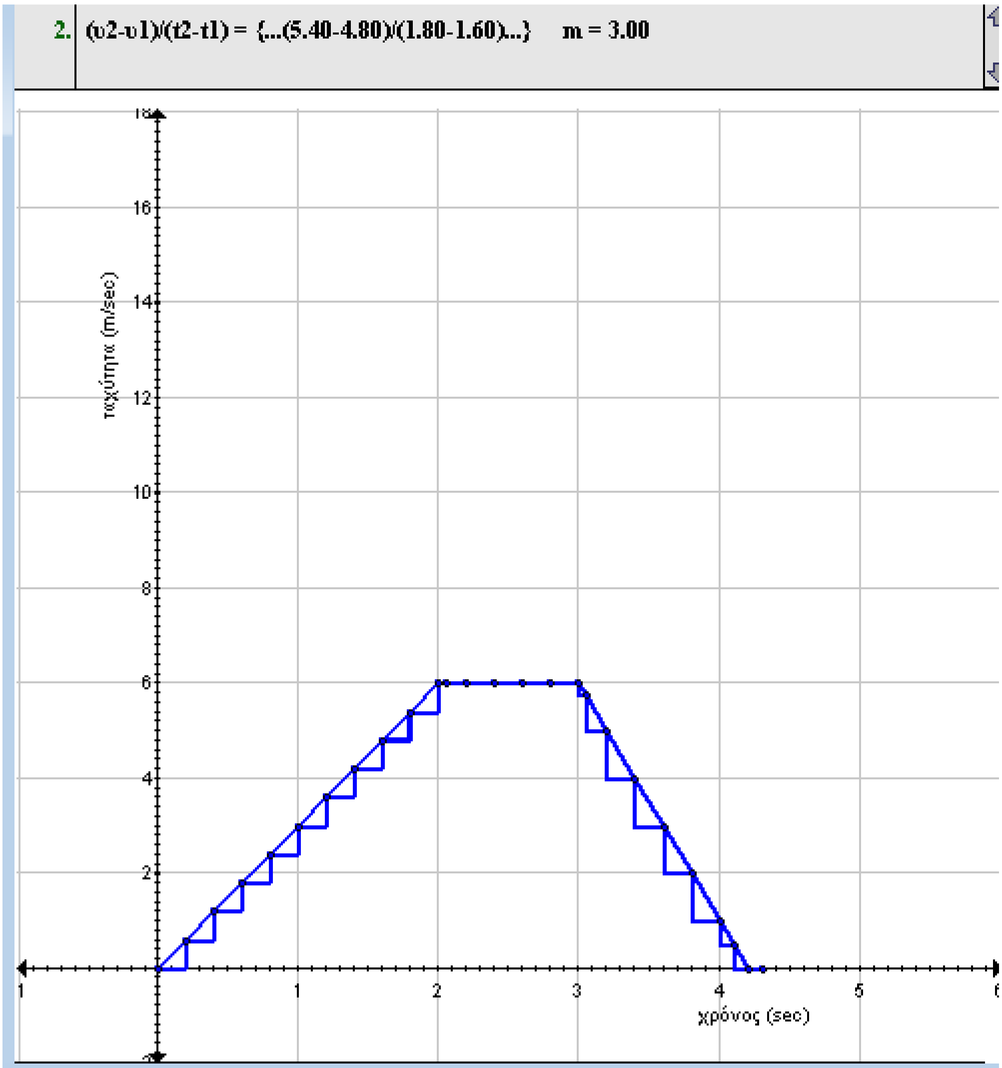


Σχήμα 4



Σχήμα 5

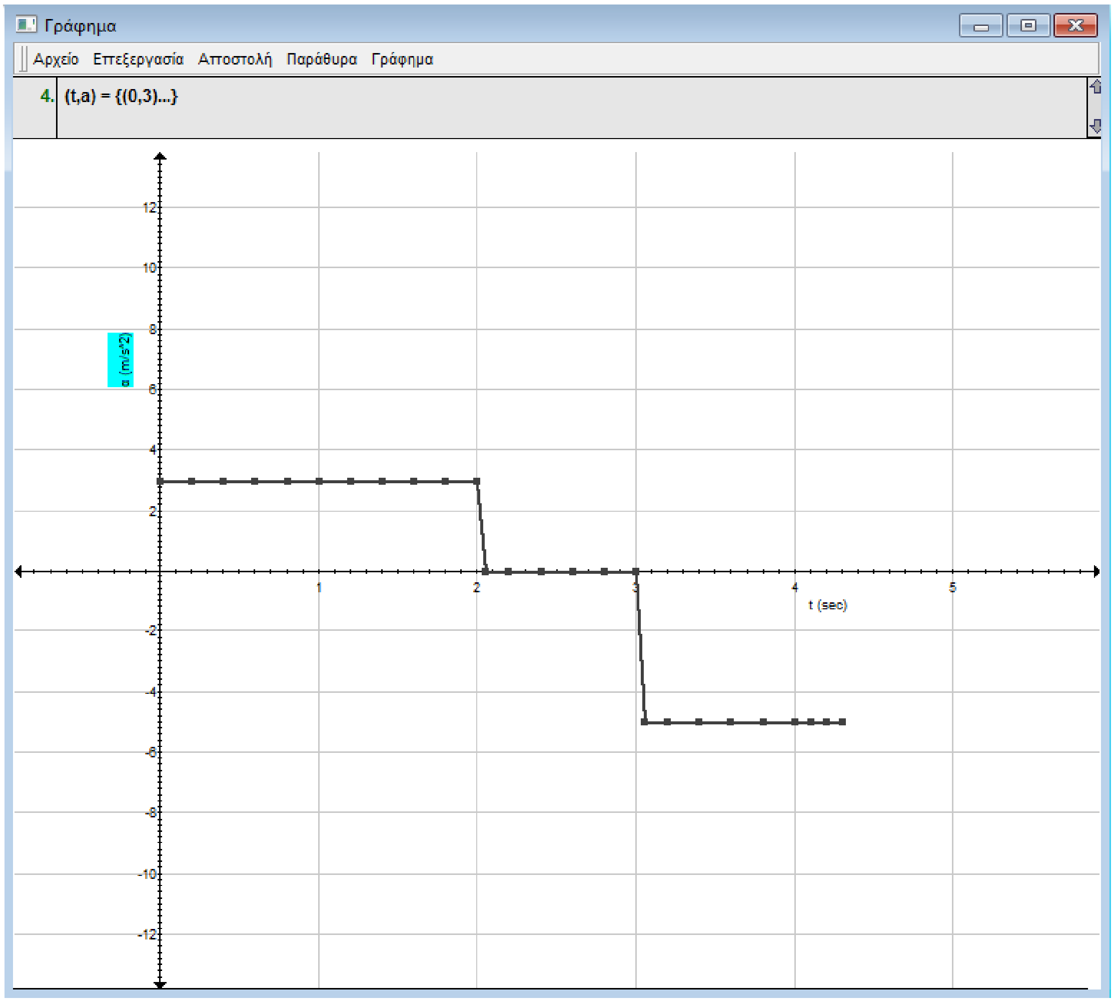
Το Function Probe, μπορεί να υπολογίζει το συντελεστή διεύθυνσης ευθείας. Επιλέγουμε, κάνοντας «κλικ» πάνω στη γραφική παράσταση (t,υ), τη γραμμή του σχή ματος 4 και από το μενού «Γράφημα» επιλέγουμε «Δείγμα από καμπύλη» και στη συνέχεια «Σύνολο ευθειών κλίσης». Ο αριθμός των τμημάτων που θα ορίσουμε, στο παράθυρο «Γεννήτρια ακολουθίας», είναι δική μας επιλογή και δεν επηρεάζει το αποτέλεσμα. Το αποτέλεσμα δίνεται από το λογισμικό και με αλγεβρικό τρόπο. Η τελική εικόνα του παράθυρου «Γράφημα» έχει τη μορφή του σχήματος 6.



Σχήμα 6

Όπως παρατηρούμε η τιμή του λόγου $\frac{\Delta \upsilon}{\Delta t}$ (=ρυθμός μεταβολής ταχύτητας =κλίση ευθείας) στο χρονικό διάστημα [0,2] είναι σταθερή και ίση με m=3, ίση με m=0 στο χρονικό διάστημα [2,3] και ίση με m=-5 στο χρονικό διάστημα [3,4], (σχήμα 6α). Οι μετρήσεις αυτές μας υποδεικνύουν το είδος της κίνησης που εκτέλεσε το σώμα. Συγκεκριμένα στα δύο πρώτα δευτερόλεπτα της κίνησής του εκτέλεσε ευθύγραμμη ομαλά επιταχυνόμενη κίνηση με επιτάχυνση $3\, m/\sec^2$, στο χρονικό διάστημα [2,3] εκτέλεσε ευθύγραμμη ομαλή κίνηση, και στο τελευταίο δευτερόλεπτο της κίνησής του ευθύγραμμη ομαλά επιβραδυνόμενη κίνηση με αρχική ταχύτητα 6 $m/\sec$ και τελική $0\, m/\sec$. Γράφουμε τις εξισώσεις κίνησης που περιγράφουν την παραπάνω κίνηση, έχοντας $\upsilon = 3 \cdot t$ (S.I.), $x = \frac{1}{2} \cdot 3 \cdot t^2$ (S.I.), για το χρονικό διάστημα [0,2],

$\upsilon = 6$ (S.I.), $x = 6 \cdot t$ (S.I.), για το χρονικό διάστημα [2,3] και $\upsilon = 6 - 5 \cdot t$ (S.I.), (S.I.), για το χρονικό διάστημα [3,4].



Σχήμα 6α

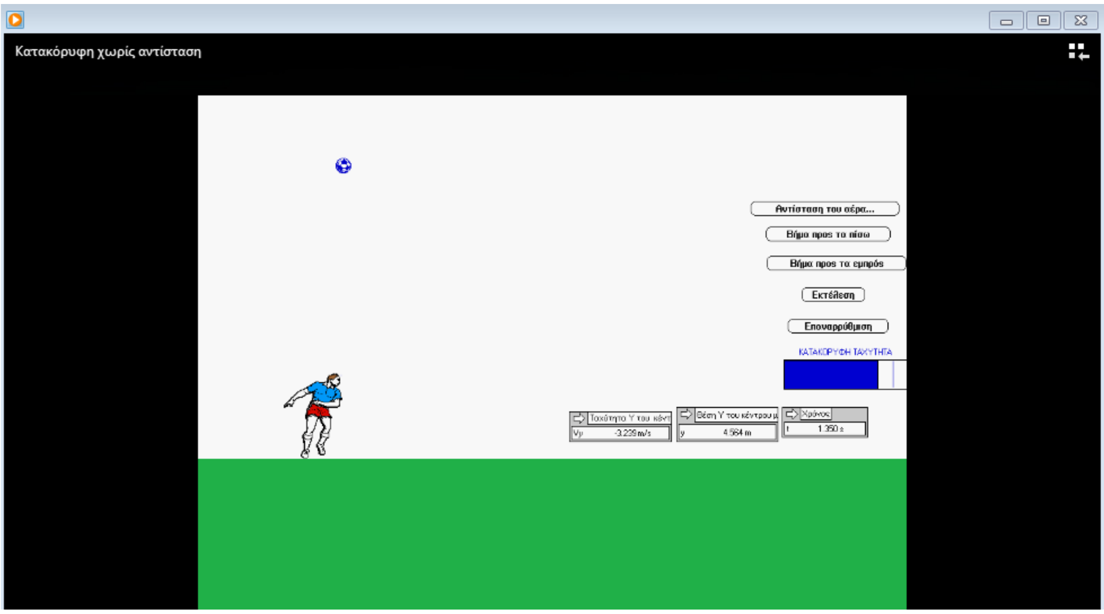
Παρατηρούμε ότι η γραμμική συνάρτηση y=$m \cdot x + \beta$ και η τετραγωνική συνάρτηση $y = a \cdot x^2 + bx^2 + c$ αποτελούν τα μαθηματικά μοντέλα των παραπάνω κινήσεων. Με τη βοήθεια του λογισμικού μεταβάλλοντας τις παραμέτρους του προβλήματος μπορούμε να μελετήσουμε τις ιδιότητες και τη μορφή των γραφικών παραστάσεων της ευθείας και της παραβολής αντίστοιχα. Η γραφική παράστασή τους μετατρέπεται σε αντικείμενο στο οποίο εφαρμόζουμε μετασχηματισμούς οι οποίοι καταγράφονται συγχρόνως από το λογισμικό.

Ενότητα 2.2

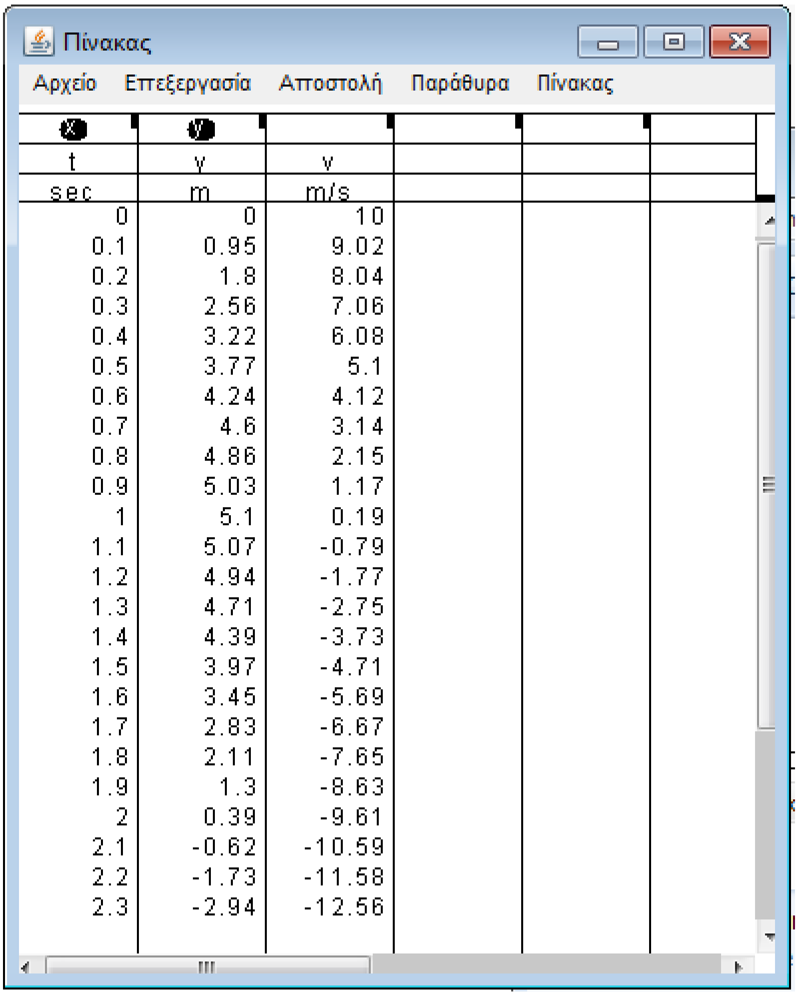
Κατακόρυφη βολή

Στα σχήματα 7 και 11 φαίνονται τα περιβάλλοντα προσομοίωσης μελέτης κατακόρυφης βολής σώματος προς τα πάνω με την ίδια αρχική ταχύτητα. Η διαφορά τους εντοπίζεται στο γεγονός της ύπαρξης ή όχι αντίστασης. Επιλέγουμε ως ρυθμό λήψης τις 24 μετρήσεις ανά 0.1 δευτερόλεπτα, δημιουργώντας τους δύο πίνακες τιμών μετατόπισης-χρόνου, ταχύτητας-χρόνου, όπως φαίνονται στα σχήματα 8 και 18 αντίστοιχα που ακολουθούν.

Με τη βοήθεια του λογισμικού σχεδιάζουμε, σε κάθε περίπτωση, τα διαγράμματα x-t, v-t όπου μπορούμε να παρατηρήσουμε τις διαφορές που σημειώνονται στα ύψη και στις τιμές της ταχύτητας του ίδιου σώματος για τις ίδιες χρονικές στιγμές.

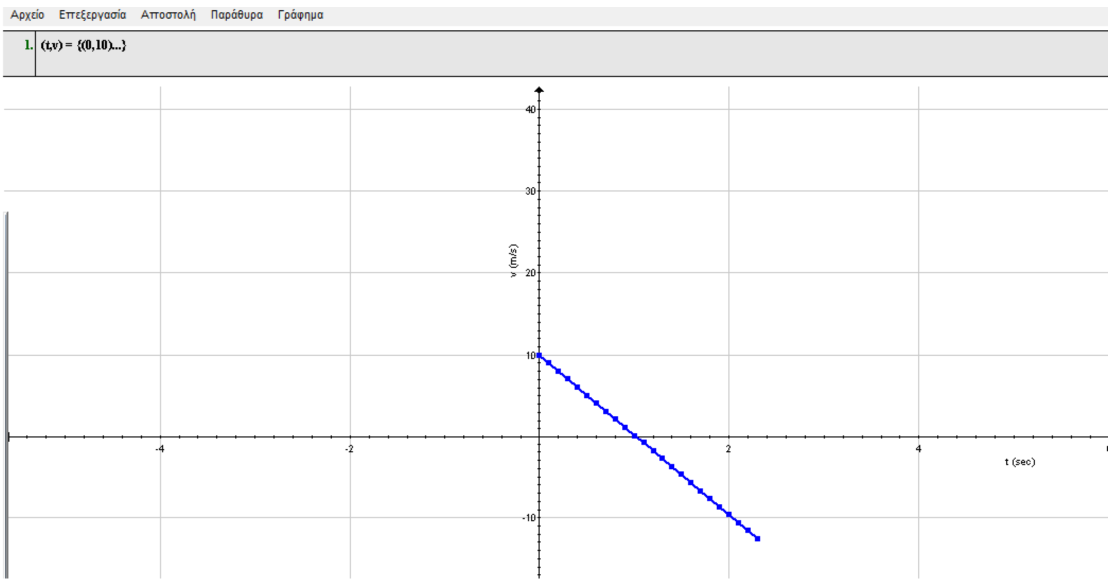


Σχήμα 7

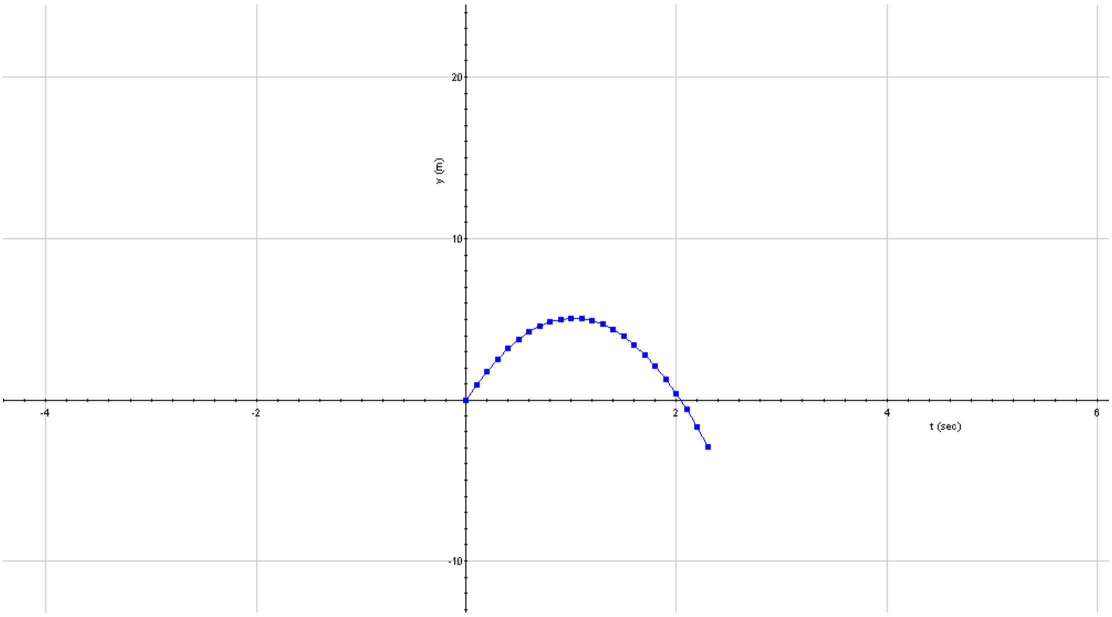


t	y	v
sec	m	m/s
0	0	10
0.1	0.95	9.02
0.2	1.8	8.04
0.3	2.56	7.06
0.4	3.22	6.08
0.5	3.77	5.1
0.6	4.24	4.12
0.7	4.6	3.14
0.8	4.86	2.15
0.9	5.03	1.17
1	5.1	0.19
1.1	5.07	-0.79
1.2	4.94	-1.77
1.3	4.71	-2.75
1.4	4.39	-3.73
1.5	3.97	-4.71
1.6	3.45	-5.69
1.7	2.83	-6.67
1.8	2.11	-7.65
1.9	1.3	-8.63
2	0.39	-9.61
2.1	-0.62	-10.59
2.2	-1.73	-11.58
2.3	-2.94	-12.56

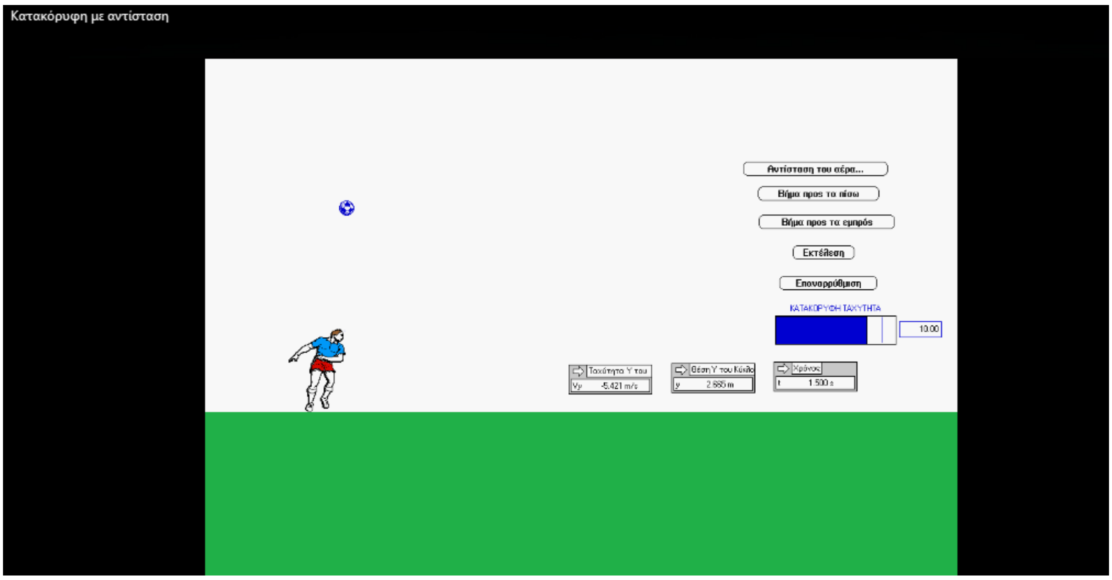
Σχήμα 8



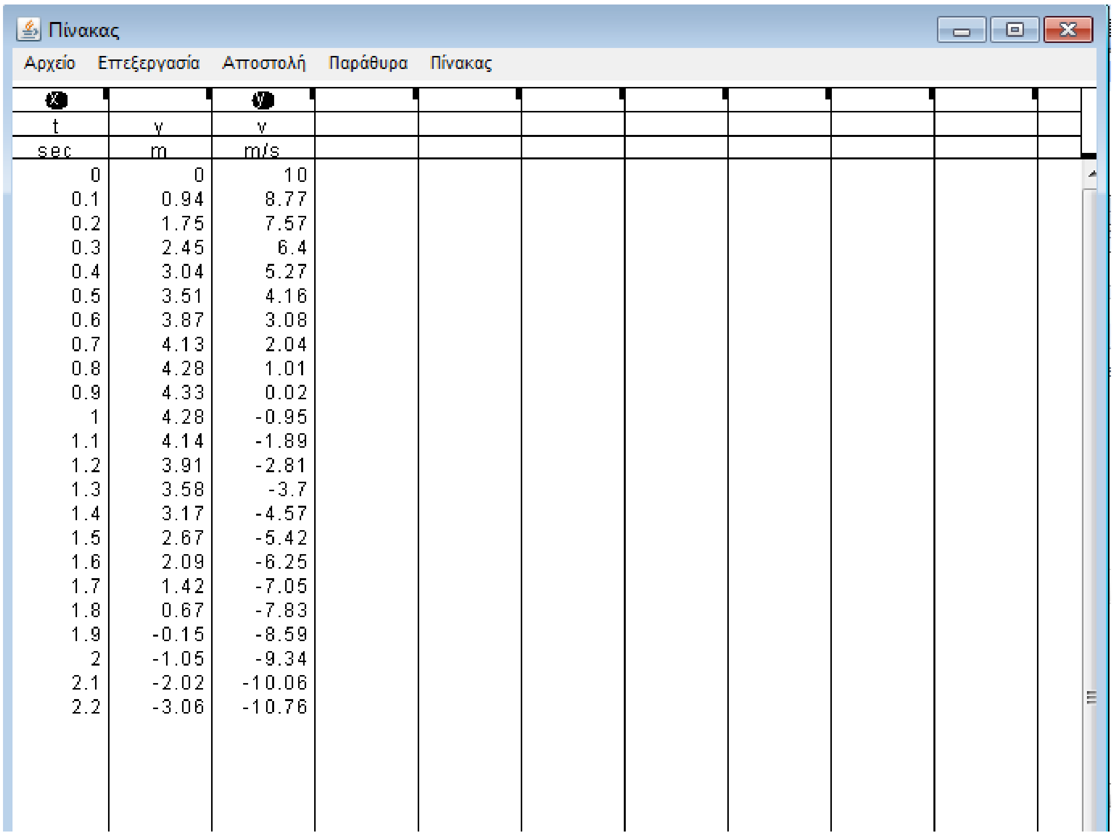
Σχήμα 9



Σχήμα 10



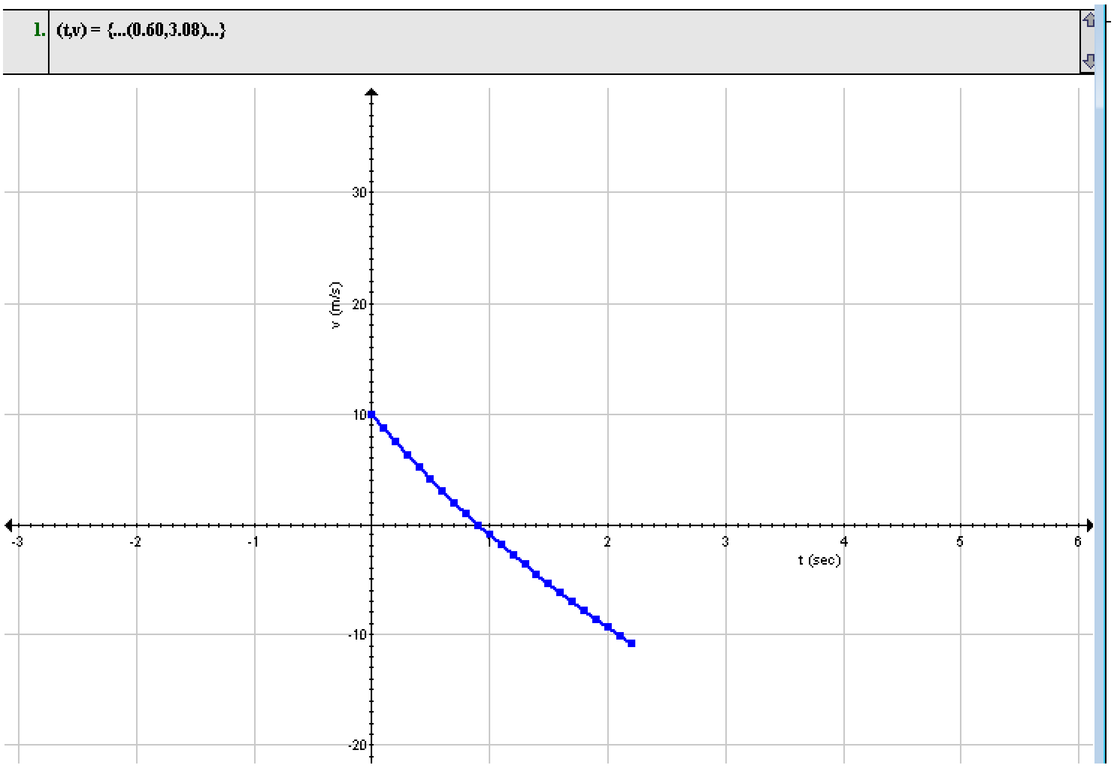
Σχήμα 11



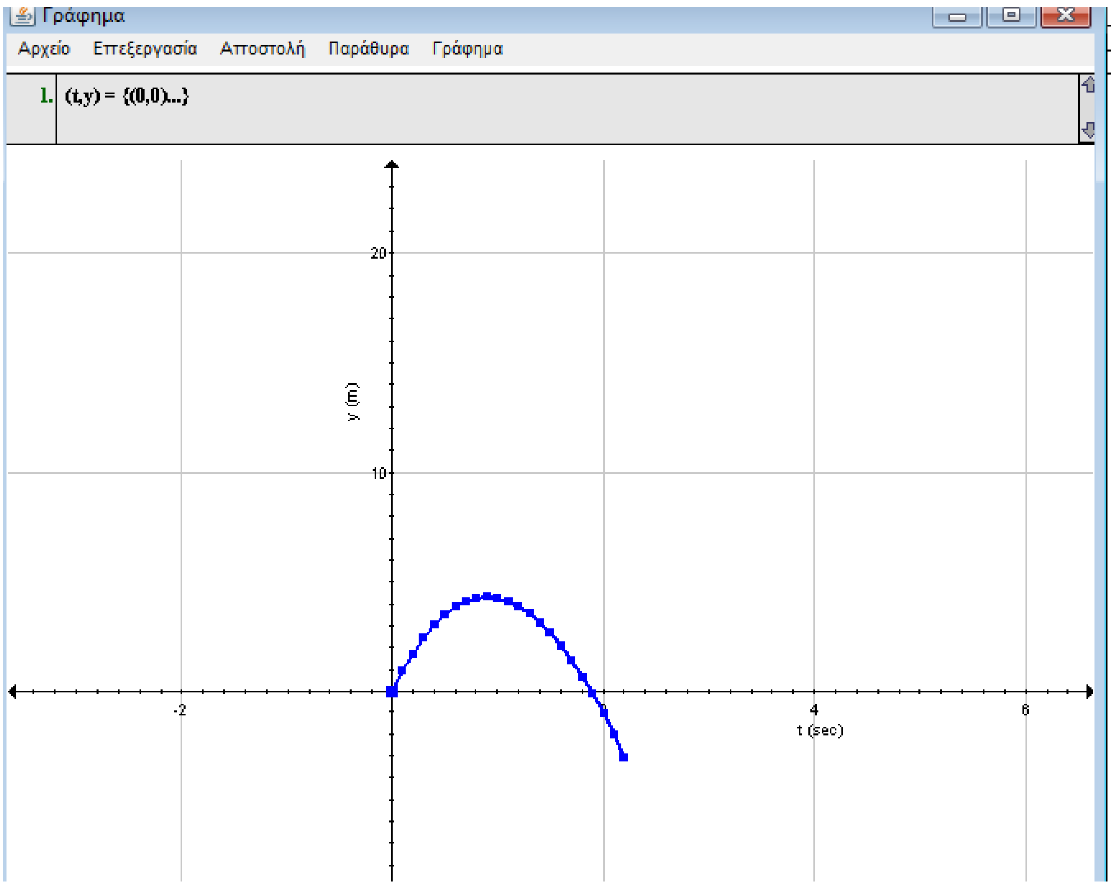
t	y	v
sec	m	m/s
0	0	10
0.1	0.94	8.77
0.2	1.75	7.57
0.3	2.45	6.4
0.4	3.04	5.27
0.5	3.51	4.16
0.6	3.87	3.08
0.7	4.13	2.04
0.8	4.28	1.01
0.9	4.33	0.02
1	4.28	-0.95
1.1	4.14	-1.89
1.2	3.91	-2.81
1.3	3.58	-3.7
1.4	3.17	-4.57
1.5	2.67	-5.42
1.6	2.09	-6.25
1.7	1.42	-7.05
1.8	0.67	-7.83
1.9	-0.15	-8.59
2	-1.05	-9.34
2.1	-2.02	-10.06
2.2	-3.06	-10.76

Σχήμα 12

Είναι σημαντικό να παρατηρήσουμε ότι, στην περίπτωση κατακόρυφης βολής σώματος με αντίσταση, η μορφή της γραφικής παράστασης v-t αποτελεί τμήμα εκθετικής καμπύλης και μάλιστα φθίνουσας.



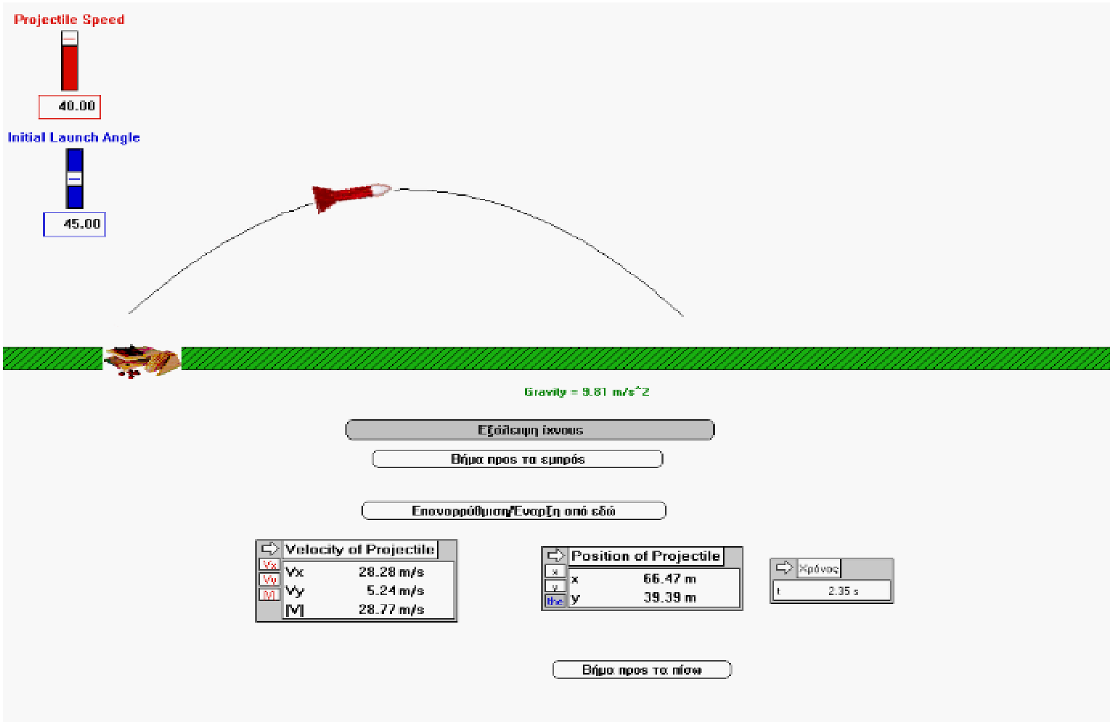
Σχήμα 13



Σχήμα 14

Ενότητα 2.3

Πλάγια βολή



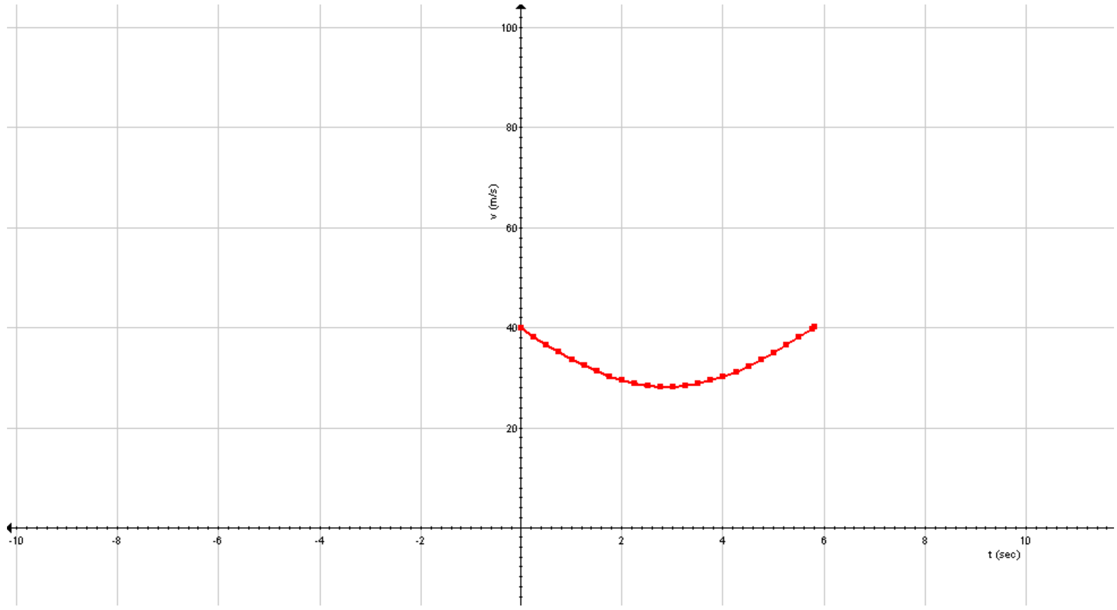
Σχήμα 15

Πίνακας

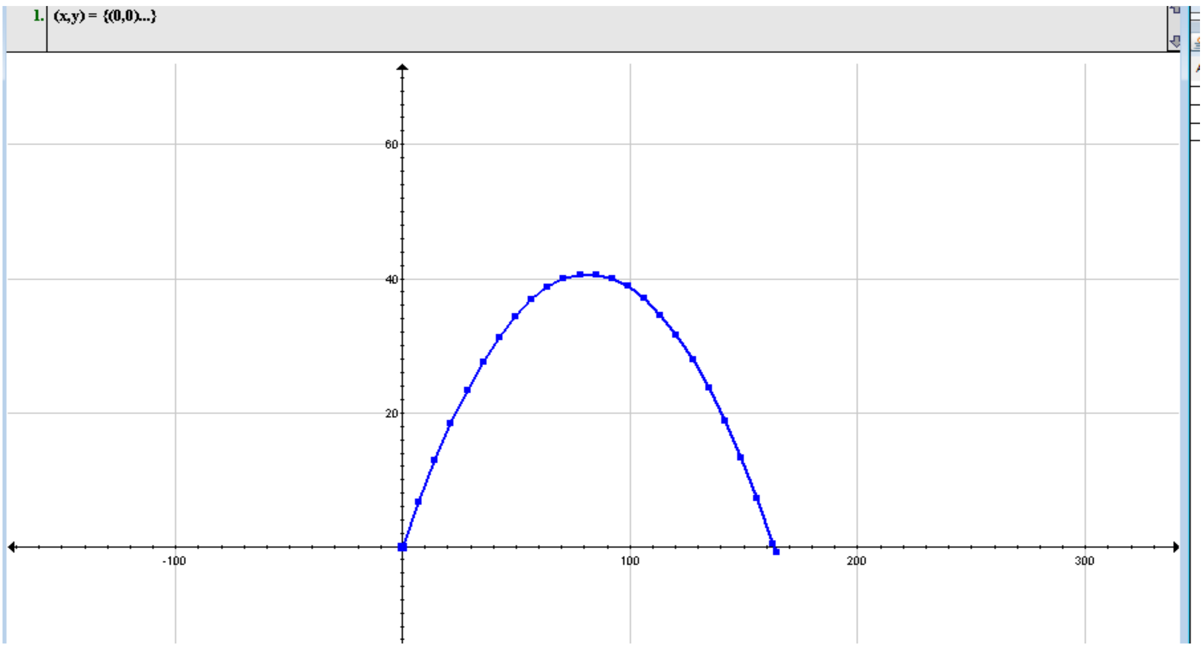
Αρχείο Επεξεργασία Αποστολή Παράθυρα Πίνακας

x	y	t	v
m	m	sec	m/s
0	0	0	40
7.07	6.76	0.25	38.31
14.14	12.92	0.5	36.7
21.21	18.45	0.75	35.19
28.28	23.38	1	33.78
35.36	27.69	1.25	32.51
42.43	31.39	1.5	31.37
49.5	34.48	1.75	30.39
56.57	36.95	2	29.58
63.64	38.82	2.25	28.96
70.71	40.06	2.5	28.53
77.78	40.7	2.75	28.31
84.85	40.72	3	28.31
91.92	40.13	3.25	28.51
99	38.93	3.5	28.92
106.07	37.11	3.75	29.53
113.14	34.68	4	30.33
120.21	31.64	4.25	31.3
127.28	27.99	4.5	32.42
134.35	23.72	4.75	33.69
141.42	18.84	5	35.08
148.49	13.34	5.25	36.58
155.56	7.24	5.5	38.18
162.63	0.52	5.75	39.87
164.05	-0.9	5.8	40.22

Σχήμα 16



Σχήμα 17



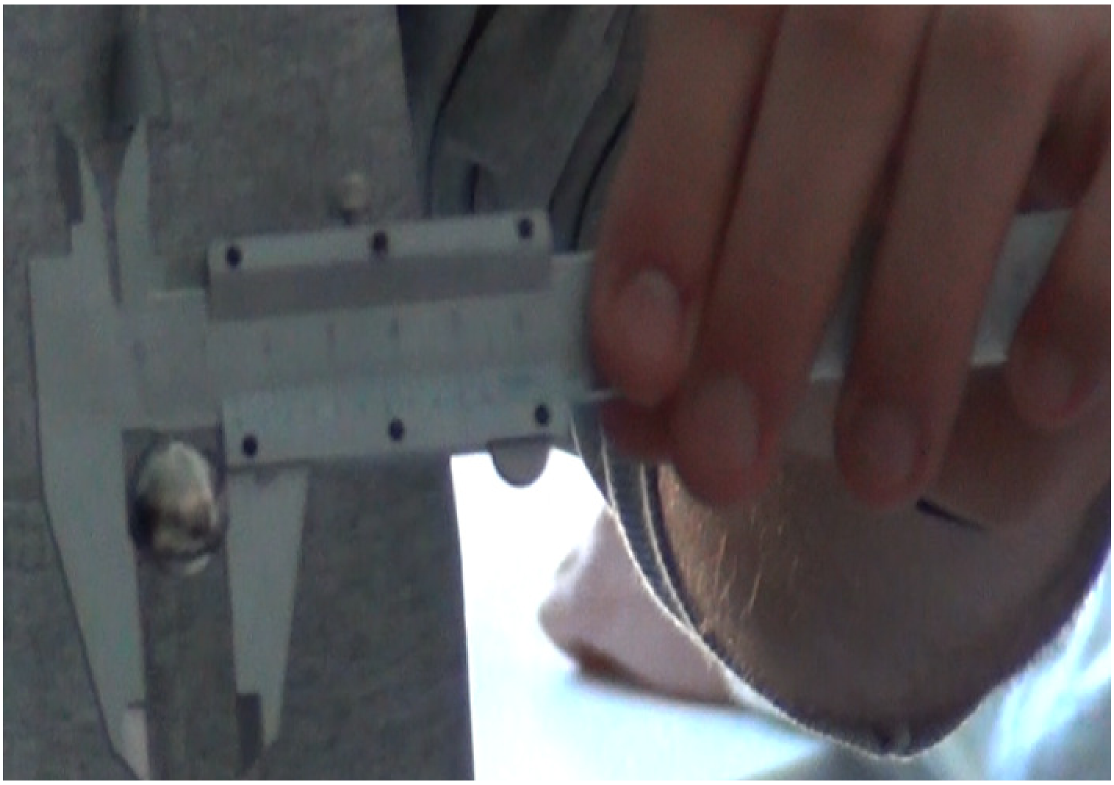
Σχήμα 18

Ενότητα 2.4

Πειραματικός προσδιορισμός της επιτάχυνσης σώματος κατά την κίνησή του σε κεκλιμένο επίπεδο

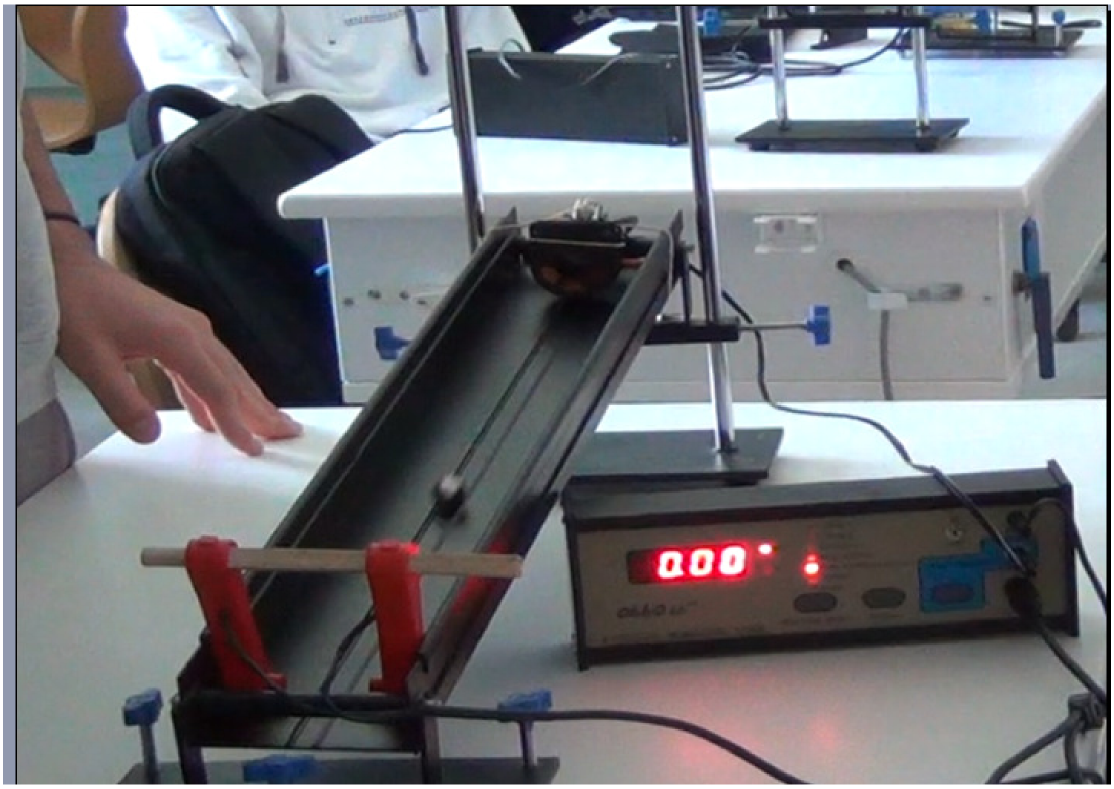
Το πείραμα στο εργαστήριο του σχολείου είναι μια διαδικασία μετασχηματισμού της πραγματικότητας σε ελεγχόμενες συνθήκες χώρου και αναπαραγωγής ενός φαινομένου ρυθμίζοντας τις συνθήκες εξέλιξής του, σύμφωνα με το σκοπό μας. Κατά τη διεξαγωγή του πειράματος ο μαθητής παρακολουθεί με όλες του τις αισθήσεις τα αντικείμενα και τα φαινόμενα σε πραγματικές συνθήκες, κάτι που δεν μπορεί να συμβεί χρησιμοποιώντας αποκλειστικά και μόνο ένα λογισμικό προσομοίωσης καθόσον αυτό προσφέρει μια εικονική πραγματικότητα. Έτσι η υλοποίηση της εργασίας μας θα ολοκληρωθεί με το συνδυασμό α) πειραματικής εκτέλεσης κίνησης σώματος σε κεκλιμένο επίπεδο, πειραματικής εκτέλεσης
πλάγιας βολής σώματος και
β) χρήσης του λογισμικού Tracker και του δυναμικού διερευνητικού λογισμικού Function Probe. Το Tracker, θα το χρησιμοποιήσουμε για τον προσδιορισμό της θέσης (x,y) στις αντίστοιχες χρονικές στιγμές κατά τη διάρκεια της πειραματικής εκτέλεσης της πλάγιας βολής του, ενώ το Function Probe για τη μελέτη και διερεύνηση των μετρήσεων και των γραφικών παραστάσεων που θα προκύψουν από το πείραμα.

Στο εργαστήριο του σχολείου βιντεοσκοπήθηκε η διαδικασία κίνησης σώματος σε κεκλιμένο επίπεδο. Η εικόνα 1 δείχνει τη διαδικασία μέτρησης της διαμέτρου του σφαιριδίου που θα κινηθεί στο κεκλιμένο επίπεδο. Η ένδειξη του οργάνου είναι δ=1.6cm.

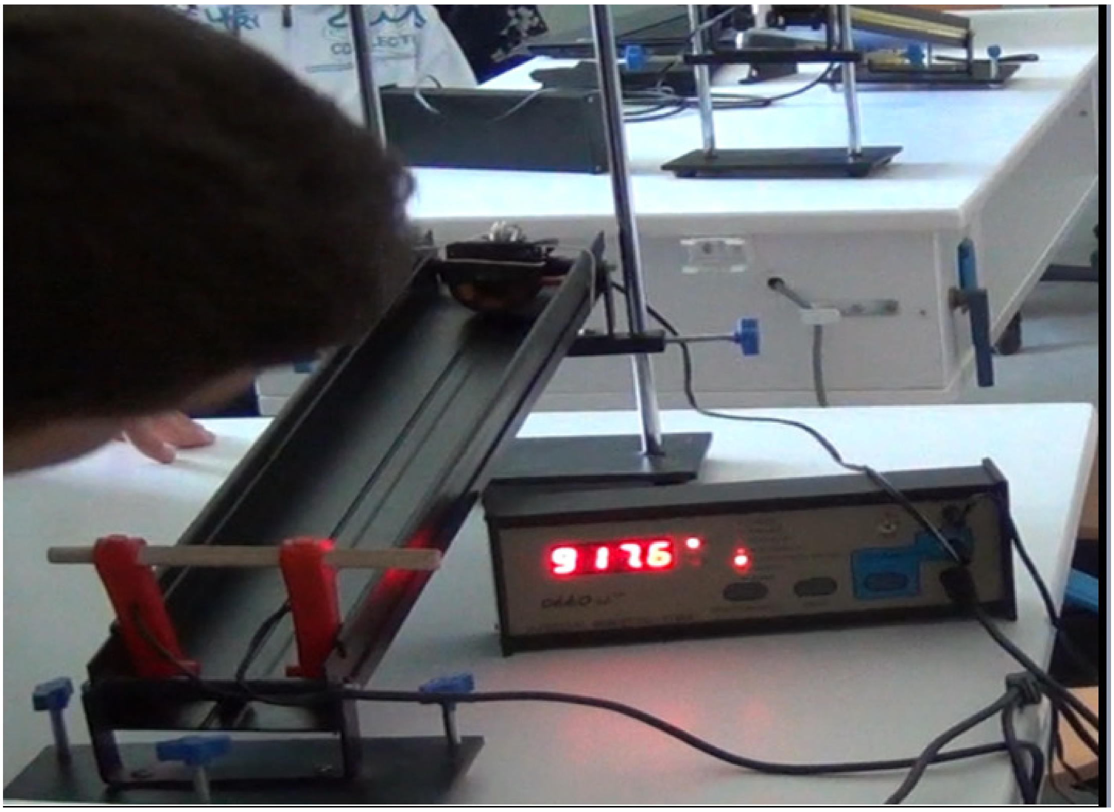


Εικόνα 1

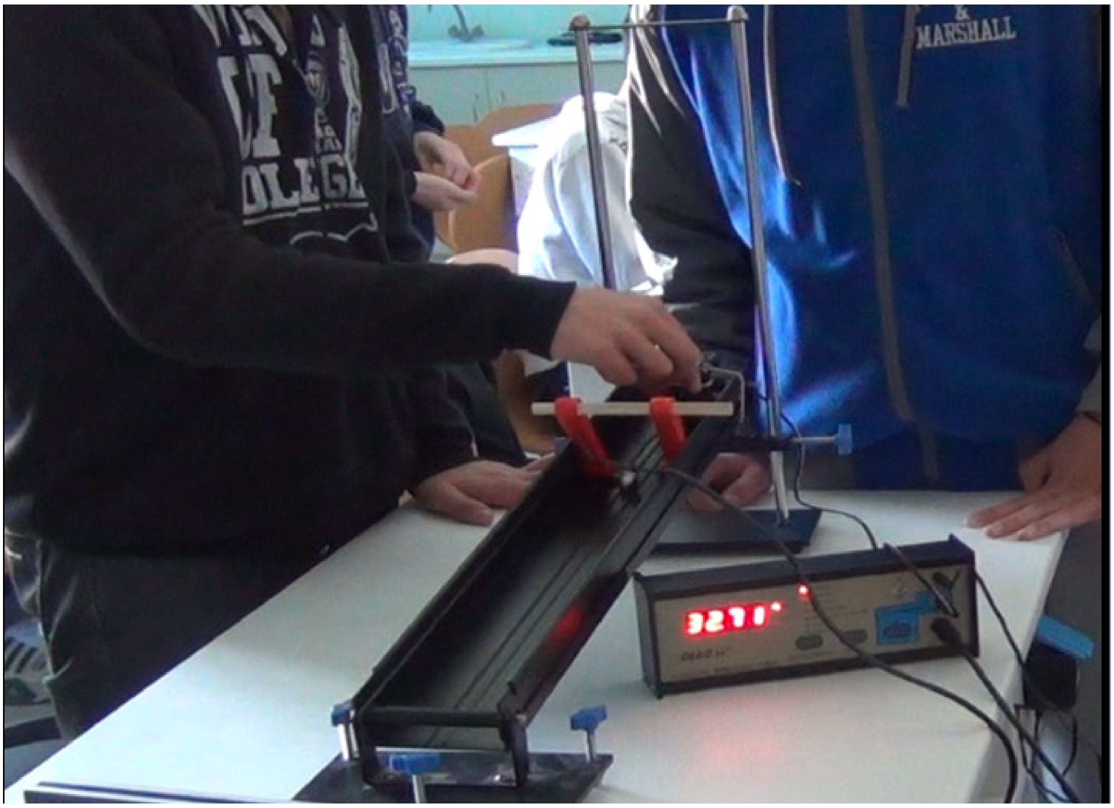
Οι εικόνες 2, 3 και 4 δείχνουν τον τρόπο λήψης 5 μετρήσεων ανά 10cm οπότε προκύπτει ο πίνακας του σχήματος 19. Η συσκευή που είναι συνδεδεμένη με το κεκλιμένο επίπεδο (φωτοπύλη), έχει τη δυνατότητα μέτρησης και του «χρόνου σκίασης» του σώματος δηλ. του χρόνου(ts) που απαιτείται για να διανύσει η σφαίρα απόσταση ίση με τη διάμετρό της. Με χρήση του παραθύρου «Αριθμομηχανή» του Function Probe υπολογίζουμε τους λόγους $\frac{\delta}{ts}$ παίρνοντας τις στιγμιαίες ταχύτητες (v) του σφαιριδίου στις θέσεις που έχουμε επιλέξει.



Εικόνα 2



Εικόνα 3

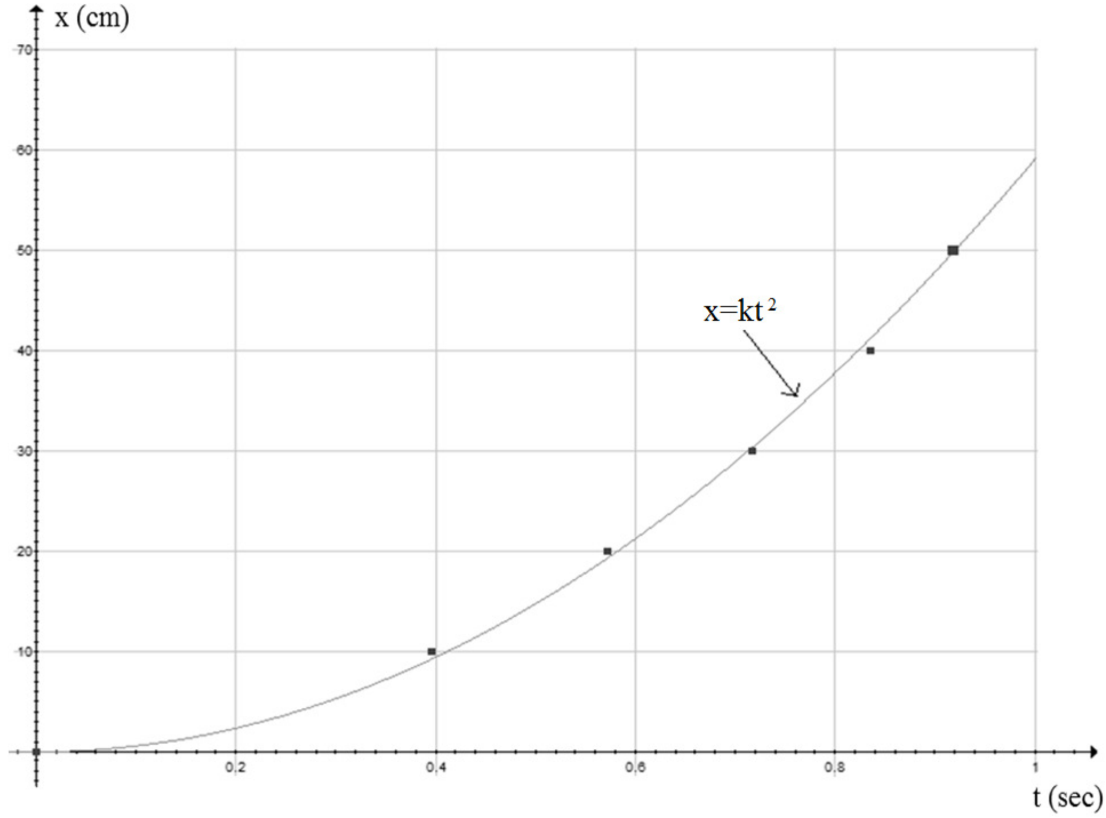


Εικόνα 4

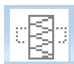
t	x	z	ts	δ	v
sec	cm	$z = t^2/2$	χρόνος σκίασης(ms)	διάμετρος(cm)	v=δ/ts(cm/s)
0	0	0	0		0
0.396	10	0.078	32.71		48.92
0.572	20	0.164	21.41		74.73
0.717	30	0.257	19.13	1.6	83.64
0.835	40	0.349	17.4		91.95
0.918	50	0.421	15.6		102.56

Σχήμα 19

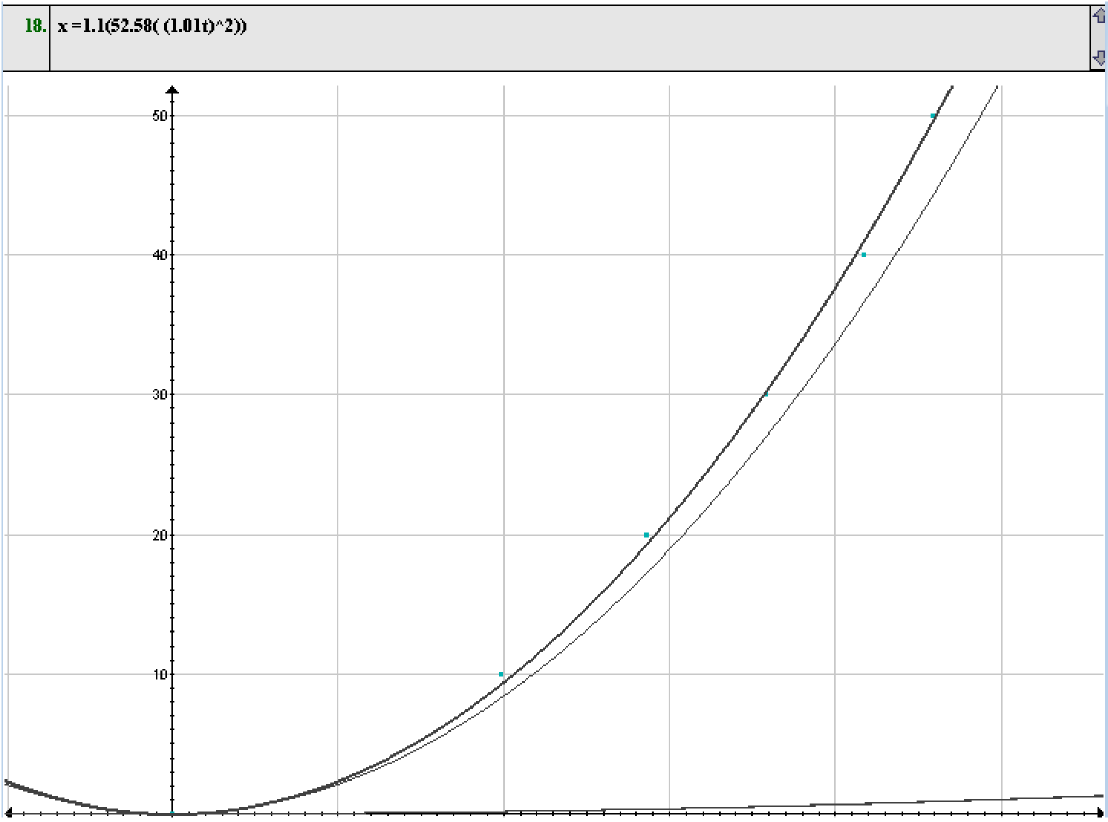
Στη συνέχεια επιλέγοντας από το μενού «Αποστολή» του παραθύρου «Πίνακας», με την εντολή «Σημεία σε Γράφημα» τα ζεύγη των σημείων (t,x) του πίνακα σχήματος 19 θα απεικονιστούν ως διακριτά σημεία στο παράθυρο και με την εντολή «Σύνδεση σημείων» από το μενού «Γράφημα» δημιουργείται η γραφική παράσταση του σχήματος 20. Είναι η γραφική παράσταση παραβολής $x = k \cdot t^2$ με $k > 0$, οπότε πρόκειται για μια ευθύγραμμη ομαλά επιταχυνόμενη κίνηση χωρίς αρχική ταχύτητα. Ο προσδιορισμός του συντελεστή k στην εξίσωση της παραβολής έγινε ως εξής:



Σχήμα 20



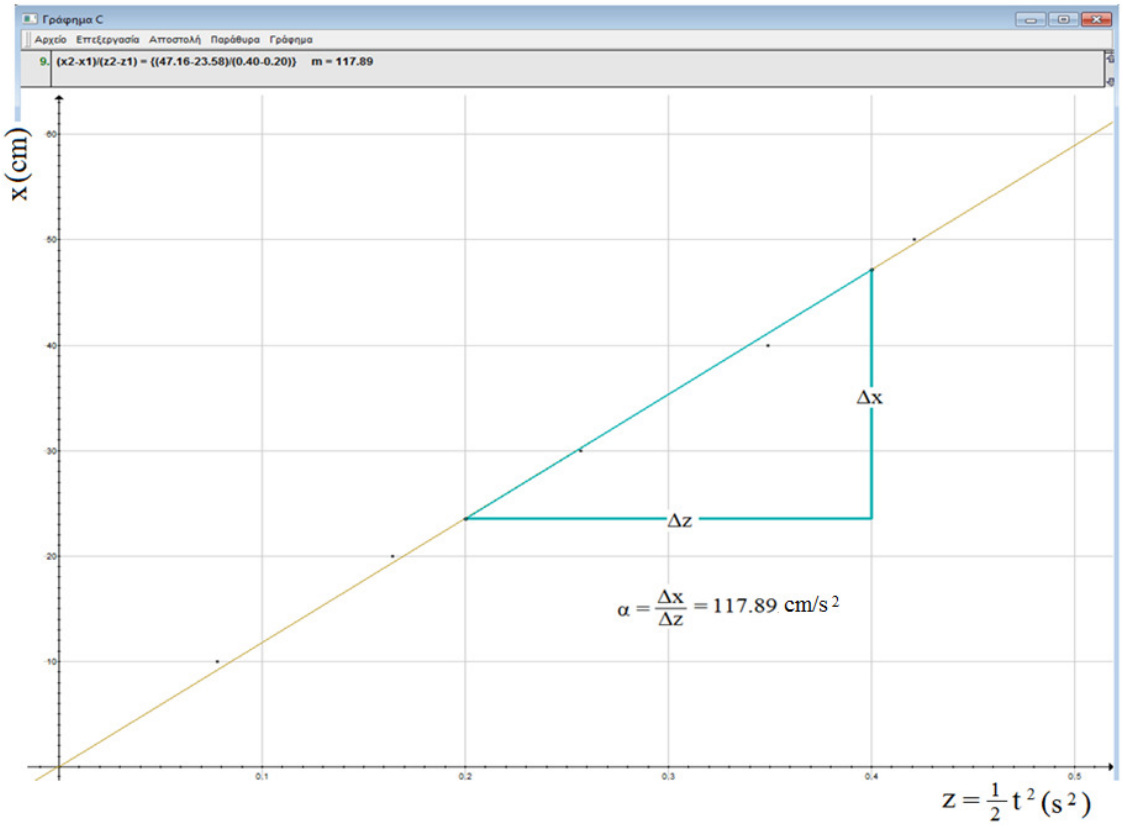
Στο παράθυρο «Γράφημα», που έχει αποσταλεί το σύνολο των σημείων (t,x), με την εντολή «Νέος τύπος» από το μενού «Γράφημα» γράφουμε τον τύπο της συνάρτησης x = t^2 οπότε εμφανίζεται η γραφική παράσταση μιας παραβολής η οποία όμως δε διέρχεται από τα παραπάνω σημεία, επομένως δεν είναι η ζητούμενη. Αφού την επιλέξουμε, κάνοντας «κλικ» πάνω της, και με το εργαλείο της οριζόντιας-κατακόρυφης αυξομείωσης (εικονίδιο δεξιά), τη μετακινούμε ώστε να προσαρμοστεί όσο το δυνατό καλύτερα στο σύνολο των σημείων μας. Συγχρόνως καταγράφεται από το λογισμικό το ιστορικό των μετασχηματισμών καθώς και ο τύπος της συνάρτησης που προκύπτει, όπως φαίνεται στο σχήμα που ακολουθεί.



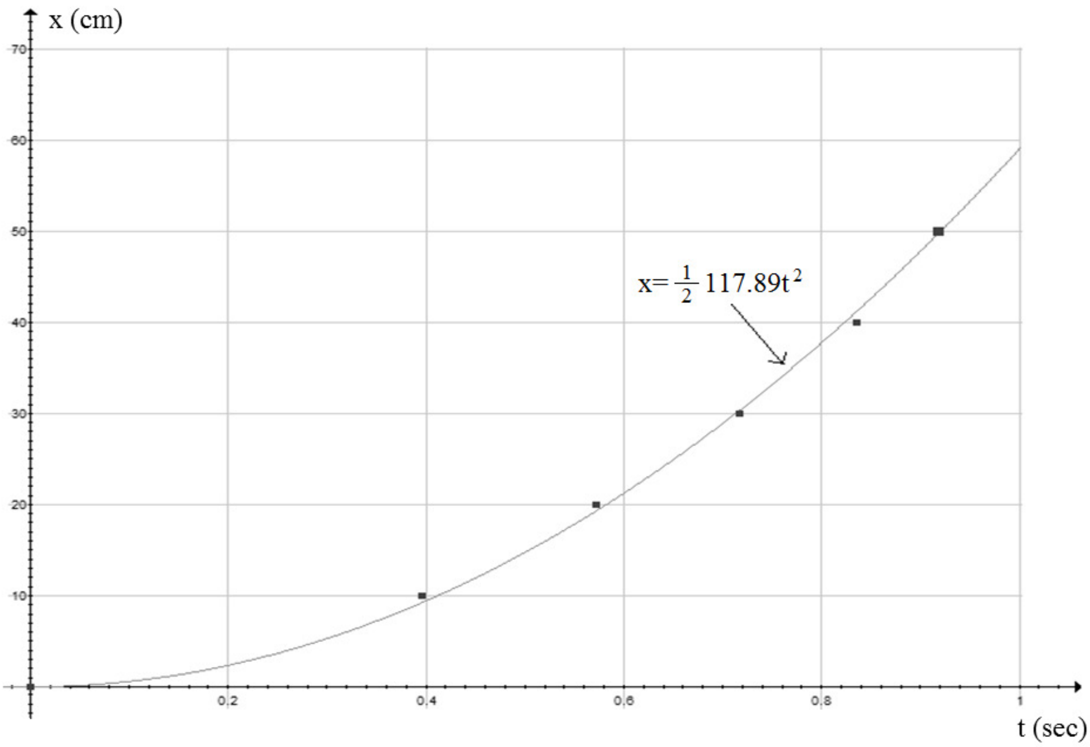
Σχήμα 21

Ο συντελεστής k είναι ίσος με 1.1x52.58x1.01=58.416. Επιπλέον γνωρίζοντας ότι στην ευθύγραμμη ομαλά μεταβαλλόμενη κίνηση ισχύει $x = \frac{1}{2}at^2$ καταλαβαίνουμε ότι α=2k=117 cm/s^2.

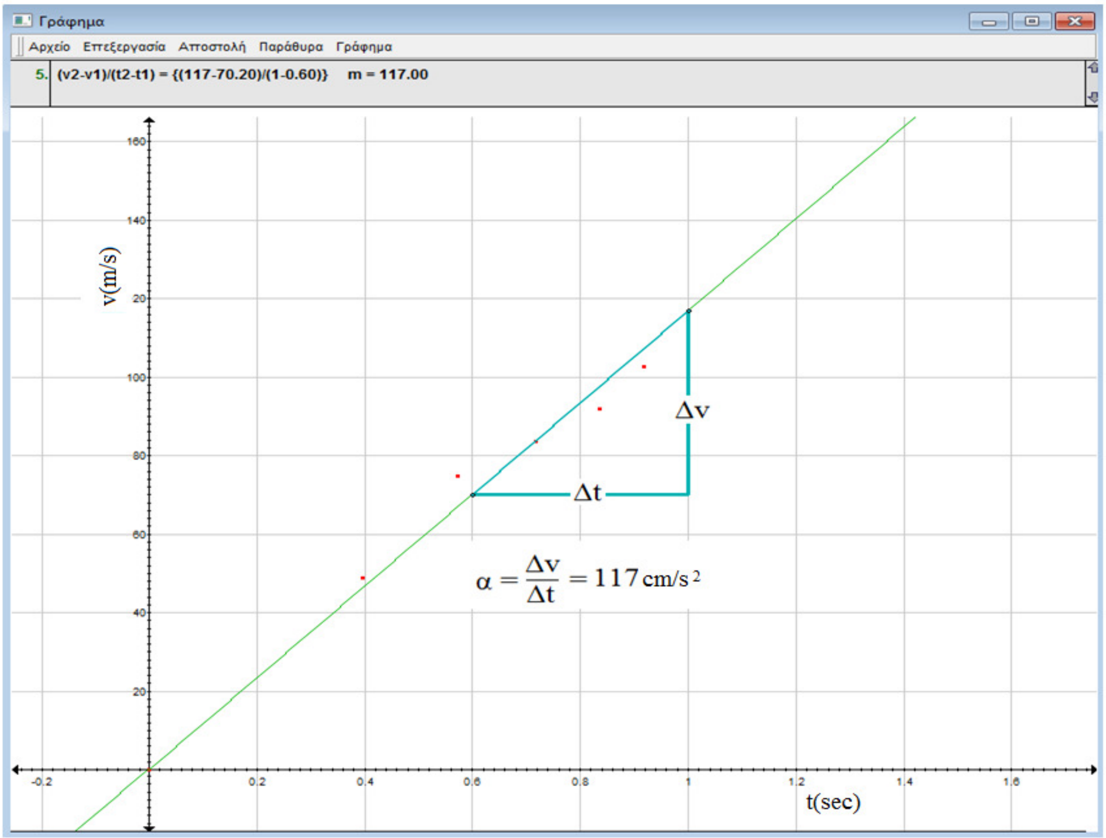
Το παραπάνω αποτέλεσμα επιβεβαιώνεται και αλγεβρικά υπολογίζοντας, με τη βοήθεια του λογισμικού, την κλίση της ευθείας στο διάγραμμα x-z, όπου z= $\frac{t^2}{2}$, του σχήματος 22.



Σχήμα 22



Σχήμα 23

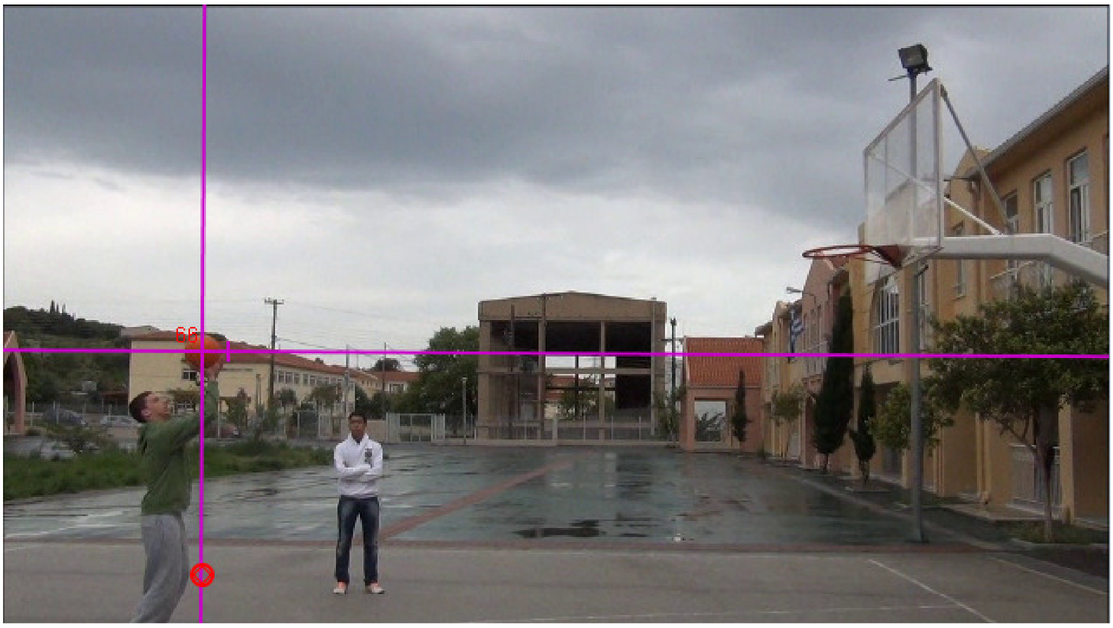

Γράφημα
Αρχείο Επεξεργασία Αποστολή Παράθυρα Γράφημα
5. (v2-v1)/(t2-t1) = {(117-70.20)/(1-0.60)} m = 117.00
v(m/s)
t(sec)
Δv
Δt
$\alpha = \frac{\Delta v}{\Delta t} = 117\,cm/s^2$

Σχήμα 24

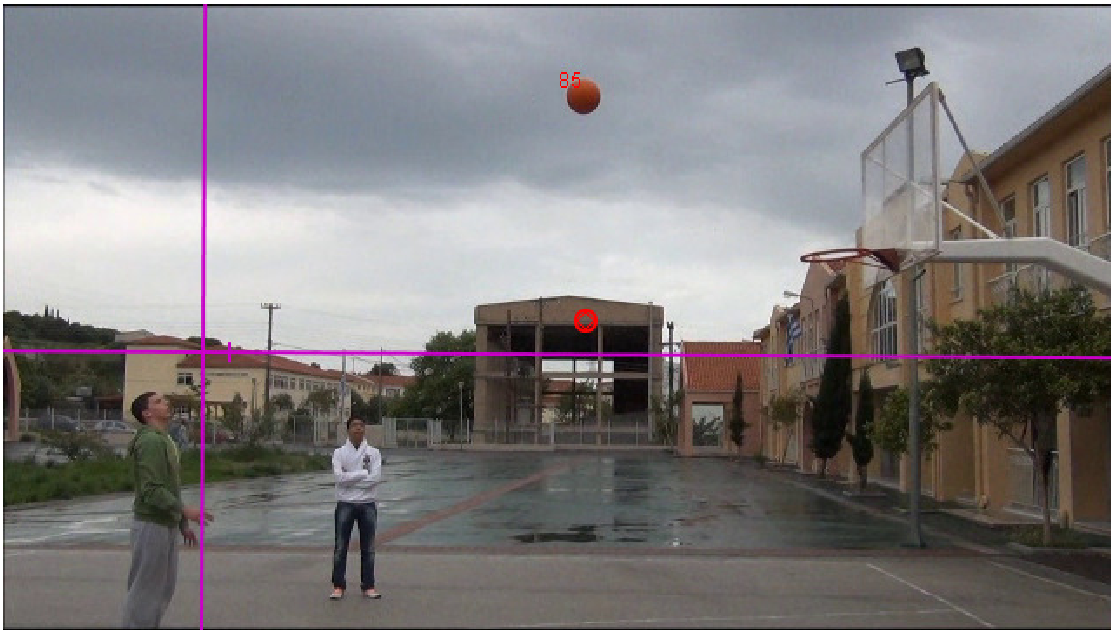
Ενότητα 2.5

Πειραματική εκτέλεση πλάγιας βολής μπάλας

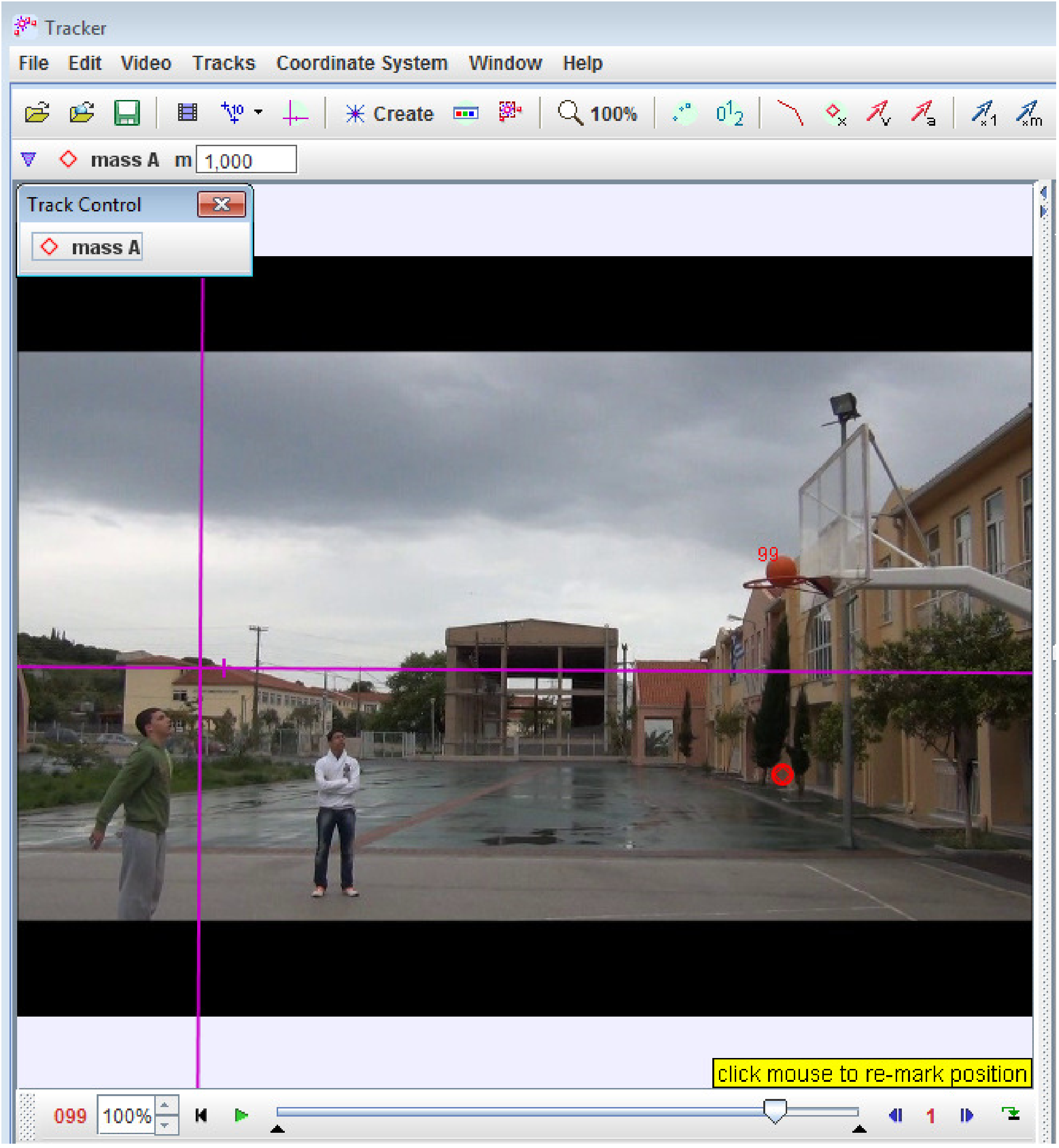
Στις εικόνες 25, 26, 27 μπορούμε να δούμε στιγμιότυπα από την εκτέλεση της πλάγιας βολής μπάλας στις χρονικές στιγμές εκκίνησης, μεγίστου ύψους και άφιξής της στο στόχο, αντίστοιχα.



Σχήμα 25

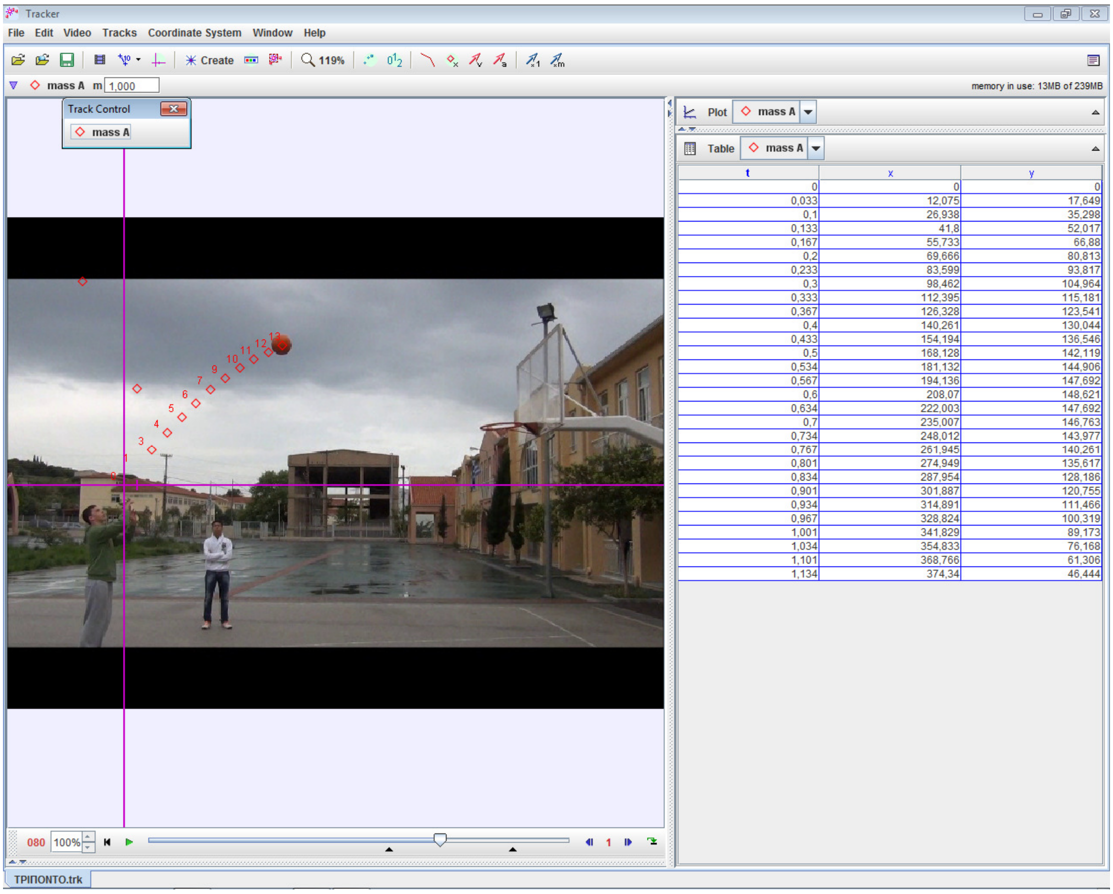


Σχήμα 26



Σχήμα 27

Η επεξεργασία του βίντεο λήψης πλάγιας βολής έγινε με τη βοήθεια του λογισμικού Tracker το οποίο παρέχει τις συντεταγμένες θέσης (x, y) του σώματος ανά πάσα χρονική στιγμή κατά την κίνησή του. Οι μετρήσεις των ζευγών (x,y) φαίνονται στον πίνακα που ακολουθεί.



Σχήμα 28

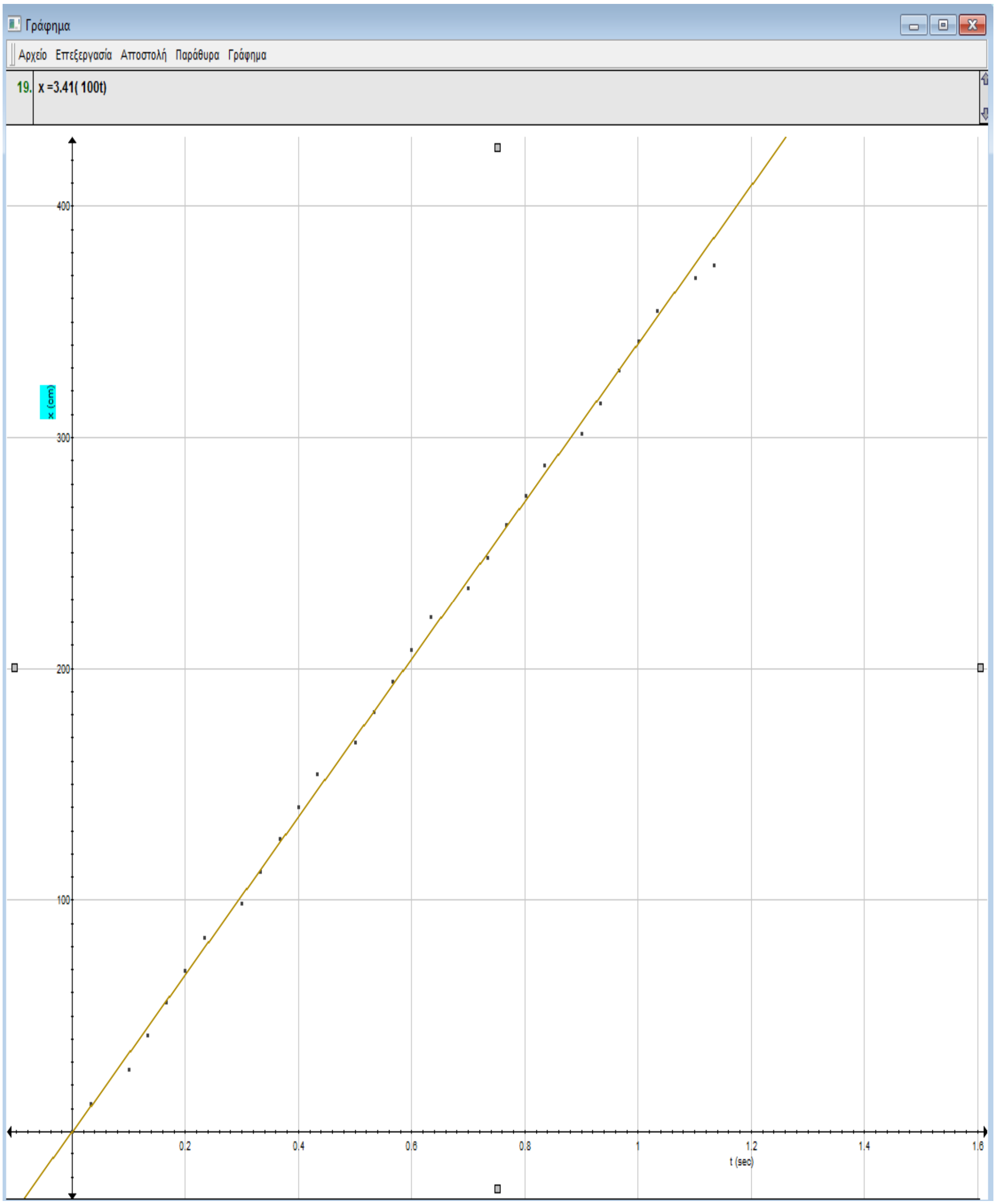
Οι παραπάνω μετρήσεις καταχωρήθηκαν στο παράθυρο «Πίνακας» του Function Probe(σχήμα 29), στη συνέχεια έγινε αποστολή των σημείων στο παράθυρο «Γράφημα» και με τη βοήθεια του εργαλείου οριζόντιας- κατακόρυφης αυξομείωσης βρήκαμε τον τύπο της συνάρτησης που έχει τη βέλτιστη προσαρμογή στο σύνολο των σημείων t-x, t-y, (x, y), όπως φαίνεται στα σχήματα 30, 31, 32 αντίστοιχα.

Πίνακας

Αρχείο Επεξεργασία Αποστολή Παράθυρα Πίνακας

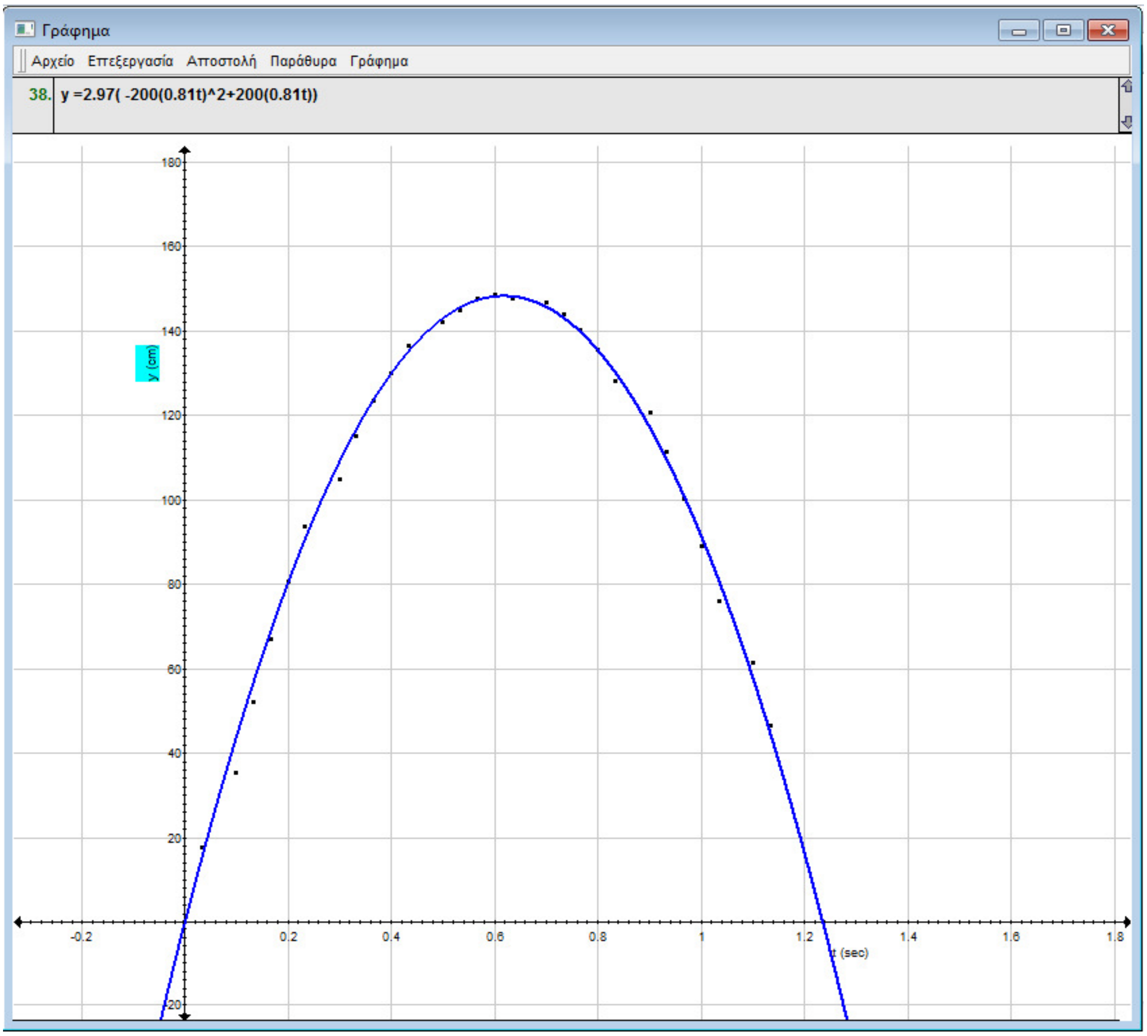
t	x	y		
sec	cm	cm		
0	0	0		
0.033	12.075	17.649		
0.1	26.938	35.298		
0.133	41.8	52.017		
0.167	55.733	66.88		
0.2	69.666	80.813		
0.233	83.599	93.817		
0.3	98.462	104.964		
0.333	112.395	115.181		
0.367	126.328	123.541		
0.4	140.261	130.044		
0.433	154.194	136.546		
0.5	168.128	142.119		
0.534	181.132	144.906		
0.567	194.136	147.692		
0.6	208.07	148.621		
0.634	222.003	147.692		
0.7	235.007	146.763		
0.734	248.012	143.977		
0.767	261.945	140.261		
0.801	274.949	135.617		
0.834	287.954	128.186		
0.901	301.887	120.755		
0.934	314.891	111.466		
0.967	328.824	100.319		
1.001	341.829	89.173		
1.034	354.833	76.168		
1.101	368.766	61.306		
1.134	374.34	46.444		

Σχήμα 29



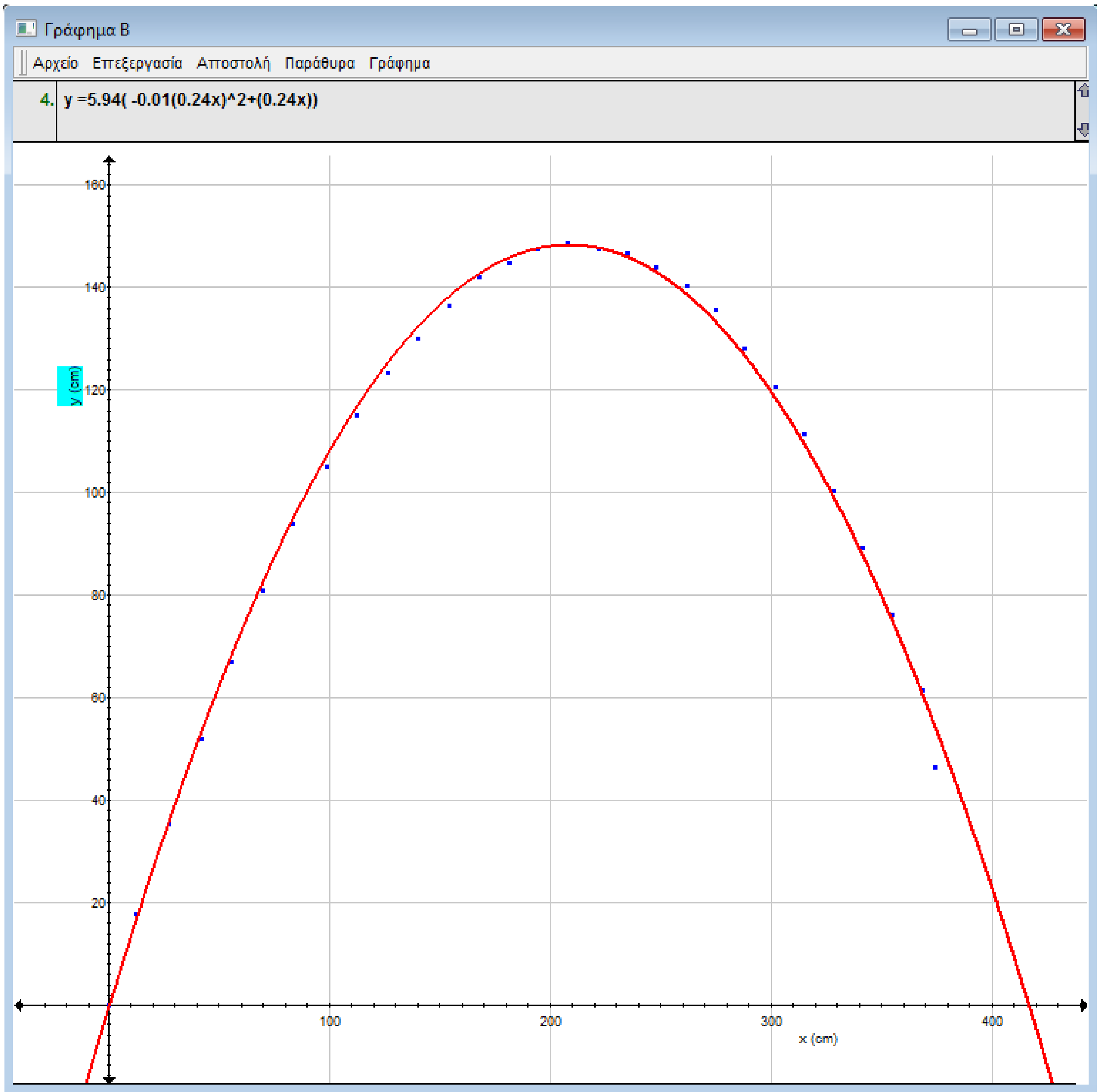
Σχήμα 29

Ο τύπος της συνάρτησης που προκύπτει είναι: x = 341·t.
Παρατηρούμε ότι κατά τον άξονα x΄x, η κίνηση της μπάλας είναι ευθύγραμμη ομαλή.



Σχήμα 30

Ο τύπος της συνάρτησης που προκύπτει είναι $y = -389.72 \cdot t^2 + 481.14 \cdot t$. Θέτοντας y=0, μπορούμε να βρούμε τον συνολικό χρόνο κίνησης της μπάλας ($t_{ολ}$=1.23s), μέχρι να βρεθεί στο ίδιο οριζόντιο επίπεδο από το οποίο ξεκίνησε τη κίνησή του (αυτό το αποτέλεσμα επιβεβαιώνεται προσεγγιστικά και από τη γραφική παράσταση). Παρατηρούμε ότι κατά τον άξονα y΄y, η κίνηση της μπάλας είναι ευθύγραμμη ομαλά επιβραδυνόμενη μέχρι τη χρονική στιγμή t=0.62s περίπου (στο μέγιστο ύψος περίπου 148cm) και ευθύγραμμη ομαλά επιταχυνόμενη μέχρι τη χρονική στιγμή t=1.24s περίπου.



Σχήμα 31

Ο τύπος της συνάρτησης που προκύπτει είναι: $y = -3.42 \cdot 10^{-3} \cdot x^2 + 1.43 \cdot x$.
Θέτοντας y=0 βρίσκουμε τη μέγιστη μετατόπιση της μπάλας στον άξονα x΄x, δηλαδή πάνω στο οριζόντιο επίπεδο από το οποίο ξεκίνησε τη κίνησή του (x_{max}=418cm). Αυτό το αποτέλεσμα επιβεβαιώνεται προσεγγιστικά και από τη γραφική παράσταση.
Γνωρίζοντας τις σχέσεις που περιγράφουν την κίνηση κατά την πλάγια βολή σώματος μπορούμε να δούμε παρακάτω τη δυνατότητα υπολογισμού της αρχικής ταχύτητας και της γωνίας βολής της μπάλας.

$$\left\{ \begin{array}{l} y = -\dfrac{g}{2v_0^2 \cdot \cos^2\varphi} \cdot x^2 + \tan\varphi \cdot x \\ y = -3.42 \cdot 10^{-3} \cdot x^2 + 1.43 \cdot x \end{array} \right\}$$

$$\Rightarrow \left\{ \begin{array}{l} \varphi = 55^{o} \\ v_0 = 659.25\,cm/s \end{array} \right\}$$

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Οι υπεύθυνοι καθηγητές του παρόντος project Ευσταθίου Αγγελική και Σφαέλος Ιωάννης ευχαριστούν την ομάδα των μαθητών που συμμετείχαν σ' αυτή τη προσπάθεια, η οποία είχε αρκετά σημεία που δυσκόλεψαν αλλά και κέντρισαν το ενδιαφέρον τους ώστε να κατανοήσουν αρκετές περιοχές της Φυσικής και των Μαθηματικών με την βοήθεια λογισμικών στον υπολογιστή. Ελπίζουμε αυτή η προσπάθεια να βοηθήσει τους μαθητές να αναπτύξουν και να προάγουν την επιστημονική σκέψη και έρευνα.

Θα ήταν παράλειψη να μην ευχαριστήσουμε τον συνάδελφο κ. Φύττα Γεώργιο για την πολύτιμη βοήθεια στην εκτέλεση των πειραμάτων και την γνωριμία μας με το λογισμικό Tracker.

ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Kay, Alan *Doing with Images Makes Symbols Pt 1* Video presentation by Alan Kay that demonstrates Sketchpad.
2. Müller-Prove, Matthias "Graphical User Interface of Sketchpad"
3. Sutherland, Ivan Edward. *Sketchpad: A Man-Machine Graphical Communication System*. New York: Garland Publishers, 1980.
4. Sutherland, Ivan Sketchpad: A man-machine graphical communication system , Ivan Sutherland's PhD Thesis.
5. Sutherland, Ivan Edward. Sketchpad: A Man-Machine Graphical Communication System, a paper from AFIPS conference proceedings.
6. Coons, Steven *Computer Sketchpad* 1964 Episode of Science Reporter hosted by John Fitch, explains the principles of "Sketchpad".
7. http://www.design-simulation.com/ip/ (Για το λειτουργικό Interactive Physics)
8. http://www.cabrillo.edu/~dbrown/tracker/ (Για το λειτουργικό Tracker)
9. Πληροφορίες και φωτογραφίες από το Κέντρο Διάδοσης Επιστημών & Μουσείο Τεχνολογίας: Αρχαία Ελληνική Τεχνολογία Υπολογιστών, Μηχανισμός των Αντικυθήρων.
10. dide.flo.sch.gr / Plinet /History Computers.html
11. http://www.padowan.dk
12. sf.net/projects/graph/develop
13. sf.net/projects/graph/support
14. Σχολικά εγχειρίδια
15. Φυσική και Προσομοιώσεις (Σιτσανλής Ηλίας)
16. http://phet.colorado.edu/en/simulations/
17. Διαδίκτυο