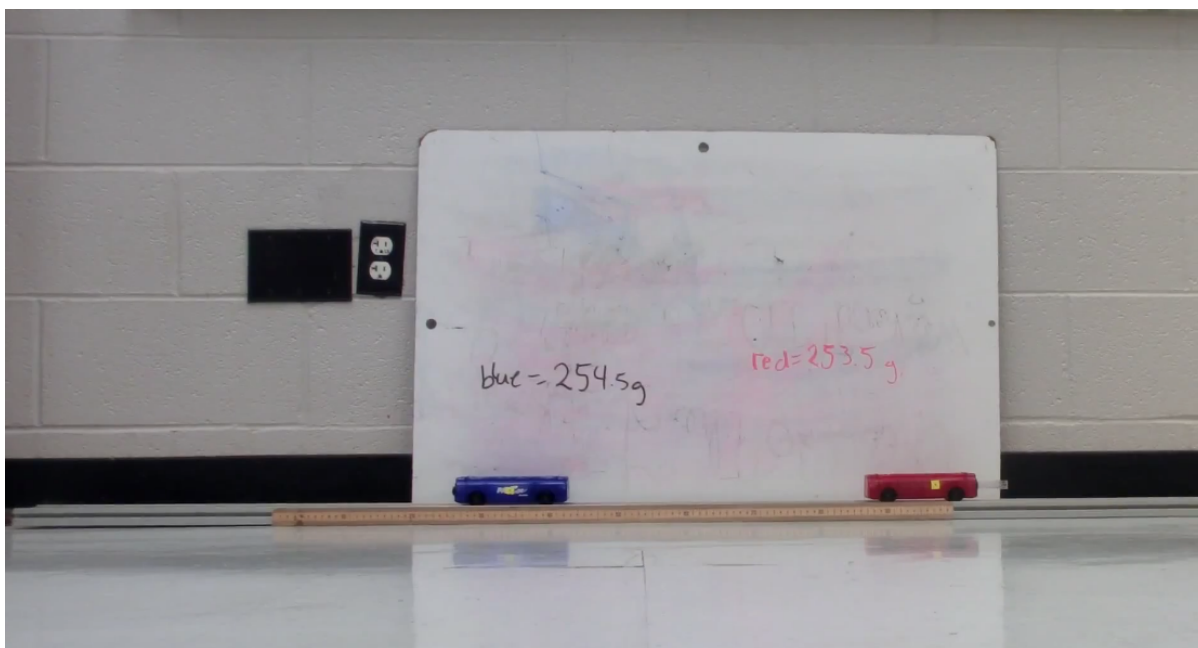


Εργαστηριακές ασκήσεις με το λογισμικό ανάλυσης βίντεο Tracker

Ελαστική κρούση

Το συνοδευτικό βίντεο «*Elastic collision.mp4*» για την άσκηση διατίθεται ελεύθερα για εκπαιδευτική χρήση από το ΕΚΦΕ Θεσπρωτίας, που εξασφάλισε τη σχετική άδεια από το δημιουργό του, τον καθηγητή Rhett Allain. Στο βίντεο καταγράφεται η σύγκρουση δύο αμαξιδίων, ενός κόκκινου (με μάζα 253,5 g) και ενός μπλε (με μάζα 254,5 g). Επίσης καταγράφεται και ένας ξύλινος χάρακας μήκους 1 m.

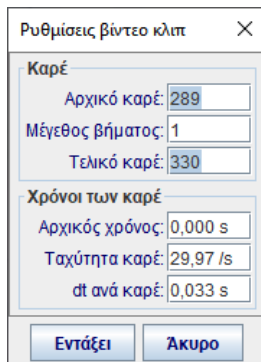


Ζητούνται:

1. Να υπολογιστεί η ολική ορμή των δύο αμαξιδίων στη διεύθυνση της κίνησης, τόσο πριν όσο και αμέσως μετά την κρούση.
2. Να υπολογιστεί η ολική κινητική ενέργεια των δύο αμαξιδίων πριν την κρούση, καθώς και η αντίστοιχη κινητική ενέργεια αμέσως μετά την κρούση.
3. Να διατυπώσετε το συμπέρασμά σας σε σχέση με το είδος της κρούσης.
4. Να σχεδιαστούν και να σχολιαστούν οι γραφικές παραστάσεις της ολικής ορμής και της ολικής κινητικής ενέργειας για όλη τη διάρκεια του φαινομένου (*προέκταση*).

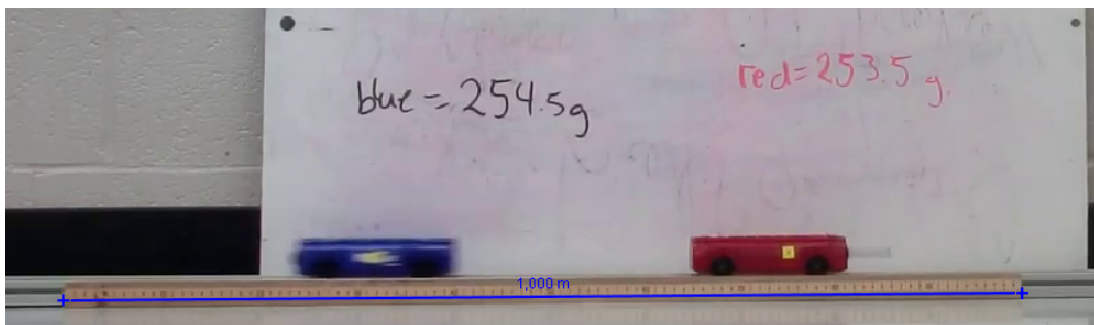
Οδηγίες

1. Θα αναλύσετε το βίντεο «*Elastic Collision.mp4*». Πρόκειται για ένα βίντεο που έχει ανεβάσει στο Youtube ο καθηγητής **Rhett Allain**, και στο οποίο καταγράφεται η σύγκρουση δύο αμαξιδίων (το ένα κόκκινου και το άλλο μπλε χρώματος), που έχουν πρακτικά την ίδια μάζα (254,5 g για το μπλε και 253,5 g για το κόκκινο αμαξίδιο, σύμφωνα με το βίντεο).
2. Αφού ανοίξετε το βίντεο στο Tracker, με τη βοήθεια του εργαλείου «*Ρυθμίσεις βίντεο κλιπ*» να ορίσετε ως αρχικό καρέ το καρέ 289, τελικό το καρέ 330 και μέγεθος βήματος 1.



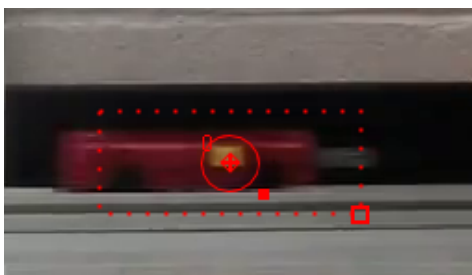
Εικόνα 1 : Ρύθμιση βίντεο κλιπ

3. Δημιουργήστε μια ράβδο βαθμονόμησης μήκους 1 m, και τοποθετήστε τα άκρα της στα άκρα του ξύλινου χάρακα. Μετά τη δημιουργία της, μπορείτε να αποκρύψετε τη ράβδο βαθμονόμησης.



Εικόνα 2 : Βαθμονόμηση βίντεο κλιπ

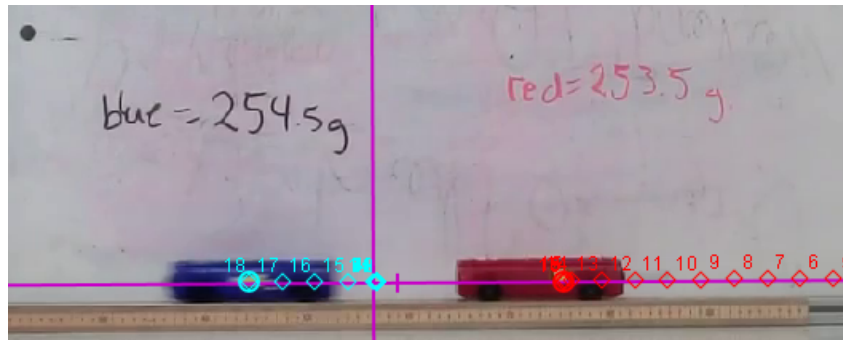
4. Δημιουργήστε ένα υλικό σημείο με το όνομα «*Κόκκινο*» για την ιχνηλασία του κόκκινου αμαξιδίου. Με το συνδυασμό «*Ctrl + Shift + κλικ*» σημειώστε το ίχνος του υλικού σημείου στο πρώτο καρέ του βίντεο κλιπ. Ως πρότυπο ταύτισης ορίστε ένα κυκλικό τμήμα που περιλαμβάνει την κίτρινη ετικέτα στο κέντρο του κόκκινου αμαξιδίου. Στο παράθυρο «*Αυτόματο μαρκάρισμα*» επιλέξτε «*Έρευνα*», ώστε το Tracker να ολοκληρώσει αυτόματα την ιχνηλασία του κόκκινου αμαξιδίου.



Εικόνα 3 : Δημιουργία υλικού σημείου

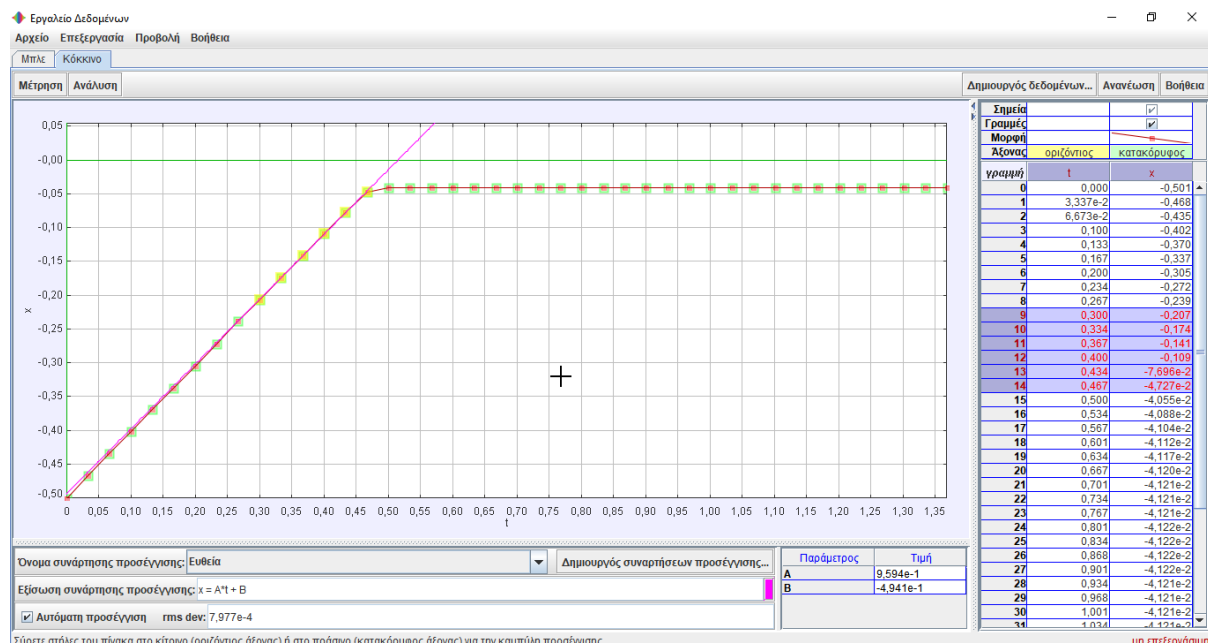
5. Με τον ίδιο τρόπο δημιουργήστε δεύτερο υλικό σημείο με το όνομα «*Μπλε*» και ολοκληρώστε αυτόματα την ιχνηλασία του μπλε αμαξιδίου.

6. Εμφανίστε στην οθόνη το εξ ορισμού σύστημα αξόνων του Tracker, μεταφέρετε την αρχή του σε κάποιο σημείο πάνω στη διεύθυνση κίνησης των αμαξιδίων και παραλληλίστε τον άξονα x'x με τη διεύθυνση αυτή. Επιπλέον περιστρέψτε το σύστημα ώστε η θετική κατεύθυνση του άξονα x'x να είναι προς τα αριστερά (να συμπίπτει δηλ. με τη φορά κίνησης των δύο αμαξιδίων).



Εικόνα 4: Ρύθμιση του συστήματος αξόνων

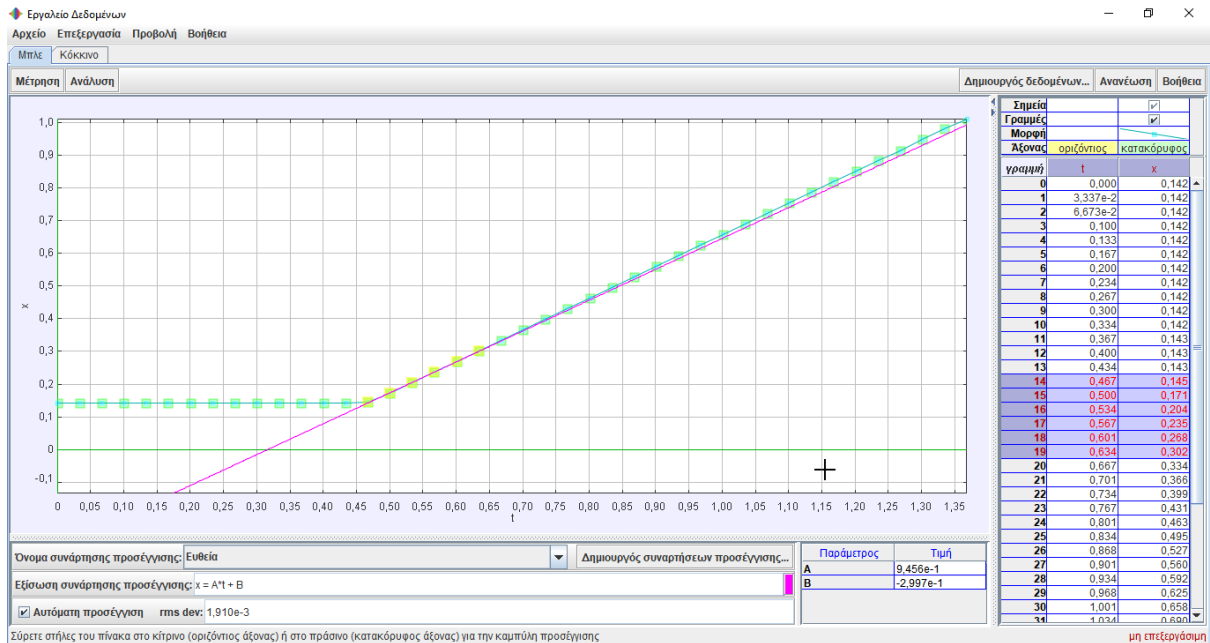
7. Στην περιοχή γραφικών παραστάσεων επιλέξτε το «Κόκκινο» υλικό σημείο (αμαξίδιο), και με διπλό κλικ στη γραφική παράσταση θέσης-χρόνου ανοίξτε την στο «Εργαλείο δεδομένων». Επιλέξτε μικρό αριθμό (π.χ. 6) σημείων της γραφικής παράστασης πριν τη στιγμή της κρούσης και σχεδιάστε την καλύτερη ευθεία προσαρμογής στα δεδομένα (επιλέγοντας «Καμπύλες προσέγγισης» στο μενού «Ανάλυση» και εν συνεχεία «Ευθεία» στο «Όνομα συνάρτησης προσέγγισης»). Το Tracker προσδιορίζει την εξίσωση της καλύτερης ευθείας, η κλίση της οποίας δίνει την ταχύτητα του κόκκινου αμαξιδίου πριν την κρούση.



Εικόνα 5 : Γραφική παράσταση θέσης-χρόνου για το κόκκινο αμαξίδιο

Σημειώστε στο απαντητικό φύλλο την ταχύτητα, την ορμή και την κινητική ενέργεια του κόκκινου αμαξιδίου λίγο πριν και αμέσως μετά την κρούση.

8. Επιλέγοντας στην περιοχή γραφικών παραστάσεων του κεντρικού παραθύρου του Tracker το «Μπλε» υλικό σημείο, και με αντίστοιχη διαδικασία υπολογίστε την ταχύτητα του μπλε αμαξιδίου μετά την κρούση.



Εικόνα 6 : Γραφική παράσταση θέσης-χρόνου για το μπλε αμαξίδιο

Σημειώστε στο απαντητικό φύλλο την ταχύτητα, την ορμή και την κινητική ενέργεια του μπλε αμαξιδίου πριν και αμέσως μετά την κρούση.

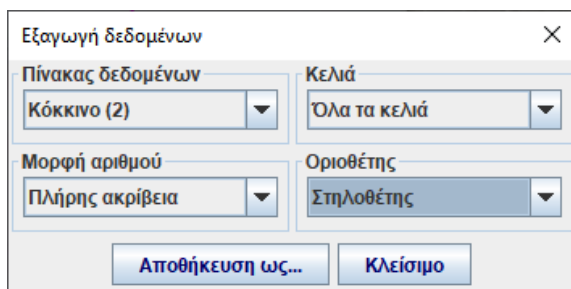
9. Υπολογίστε και σημειώστε στο απαντητικό φύλλο την ολική ορμή και την ολική κινητική ενέργεια του συστήματος των δύο αμαξιδίων πριν και μετά την κρούση. Διατυπώστε τα συμπεράσματά σας για το είδος της κρούσης, λαμβάνοντας υπόψη πως για τη συγκεκριμένη πειραματική διαδικασία αποκλίσεις μικρότερες του 5% θεωρούνται αμελητέες.

Προέκταση

Σκοπός εδώ είναι να σχεδιάσετε με τη βοήθεια του εργαλείου δεδομένων του Tracker τις γραφικές παραστάσεις της ολικής κινητικής ενέργειας και της ολικής ορμής σε συνάρτηση με το χρόνο για όλη τη διάρκεια του φαινομένου (δηλ. από λίγο πριν την κρούση μέχρι και λίγο), και να διατυπώσετε τα συμπεράσματά σας από τη μελέτη τους.

1. Για να εισάγετε στο «Εργαλείο δεδομένων» τα πειραματικά δεδομένα ορμής και κινητικής ενέργειας για κάθε αμαξίδιο πρέπει πρώτα να γίνει σωστά ο υπολογισμός τους από το Tracker. Για το λόγο αυτό χρειάζεται να εισάγετε τη σωστή μάζα για κάθε αμαξίδιο. Αυτό μπορεί να γίνει ως εξής: Στο κεντρικό παράθυρο του Tracker και στον «Πίνακα Ελέγχου Τροχιάς» επιλέξτε το «Κόκκινο» υλικό σημείο και στο πεδίο « m » στη γραμμή ενεργού τροχιάς εισάγετε τη μάζα (0,2535 kg) του κόκκινου αμαξιδίου. Μετά επιλέξτε το «Μπλε» υλικό σημείο και εισάγετε τη μάζα (0,2545 kg) του μπλε αμαξιδίου.

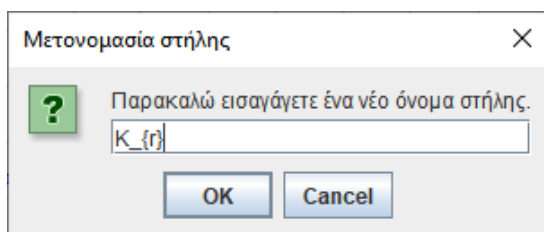
2. Στο κεντρικό παράθυρο του Tracker και στην περιοχή του πίνακα δεδομένων, αφού επιλέξετε το κόκκινο αμαξίδιο, μετά επιλέξτε την εμφάνιση μόνο των δεδομένων χρόνου (t), κινητικής ενέργειας (K) και της συνιστώσας της ορμής στον x άξονα (p_x). Στη συνέχεια μέσω του μενού «Αρχείο/Εξαγωγή/Αρχείο κειμένου» αποθηκεύστε τα όλα δεδομένα για το κόκκινο αμαξίδιο σε ένα αρχείο κειμένου με όνομα «red.txt». Με τον ίδιο τρόπο αποθηκεύστε τα αντίστοιχα δεδομένα για το μπλε αμαξίδιο στο αρχείο «blue.txt».



Εικόνα 7 : Επιλογές αποθήκευσης δεδομένων

3. Μέσω του μενού «Παράθυρο/Εργαλείο δεδομένων (Ανάλυση)» ανοίξτε το «Εργαλείο δεδομένων» και δημιουργήστε μια νέα καρτέλα (από το μενού «Αρχείο/Νέα Καρτέλα»). Με «δεξί κλικ» στον τίτλο («χωρίς_όνομα») της νέας καρτέλας επιλέξτε «Μετονομασία» και δώστε της το όνομα «Σύστημα».

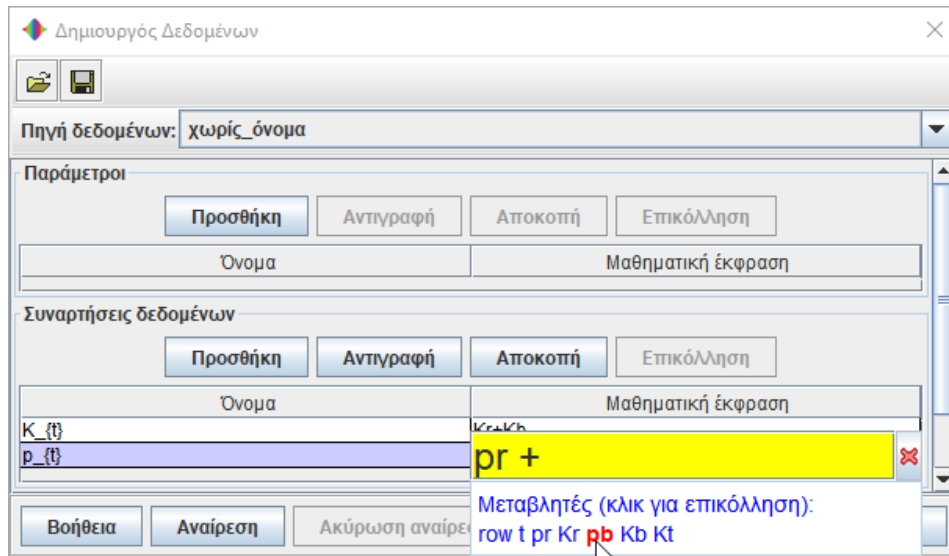
4. Μέσω του μενού «Αρχείο/Εισαγωγή δεδομένων» εισάγετε στη νέα καρτέλα τα δεδομένα κινητικής ενέργειας και ορμής για το κόκκινο αμαξίδιο από το αρχείο «red.txt», που προηγουμένως δημιουργήσατε. Μετά στον πίνακα δεδομένων της καρτέλας «Σύστημα» θα μετονομάσετε τη στήλη p_x σε p_r και τη στήλη K σε K_r . Η μετονομασία μιας στήλης γίνεται επιλέγοντας «Μετονομασία» στο μενού που αναδύεται αν κάνουμε «κλικ» στον τίτλο μιας στήλης στον πίνακα των δεδομένων.



Εικόνα 8 : Μετονομασία στήλης.
Ο συμβολισμός $K_{\{r\}}$ ενημερώνει το Tracker να αναγράψει το όνομα της στήλης ως K με δείκτη r (K_r).

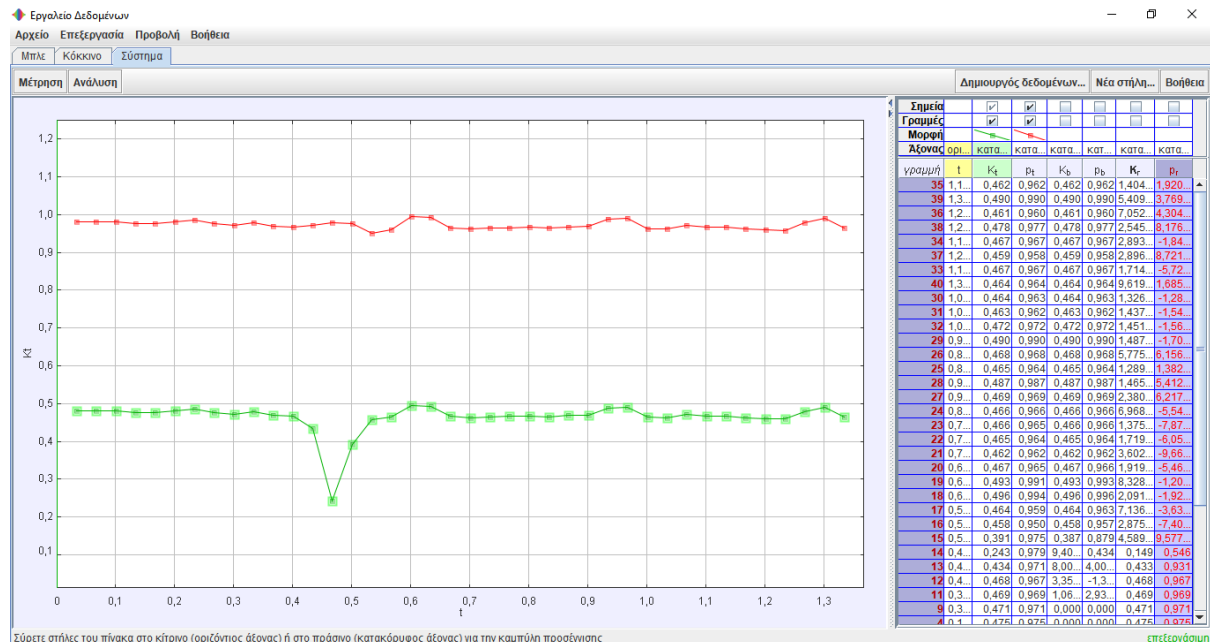
Με την ίδια διαδικασία να μεταφέρετε τα δεδομένα K και p_x του μπλε αμαξιδίου στον πίνακα τιμών στην καρτέλα «Σύστημα» και να μετονομάσετε τις σχετικές στήλες σε K_b και p_b .

5. Μέσω της επιλογής «Δημιουργός δεδομένων...» να δημιουργήσετε δύο σειρές πειραματικών δεδομένων: Μία με το σύμβολο K_t για την ολική κινητική ενέργεια (και ίση με το άθροισμα $K_b + K_r$), και μία με το σύμβολο p_t για την ολική ορμή του συστήματος (και ίση με το άθροισμα $p_b + p_r$).



Εικόνα 9 : Δημιουργία δεδομένων

6. Με «συγκράτηση και σύρσιμο» του τίτλου μεταφέρουμε τις στήλες K_t και p_t (ολική κινητική ενέργεια και ολική ορμή) δίπλα και δεξιά στη στήλη του χρόνου (t). Στις στήλες K_r , K_b , p_r , p_b απενεργοποιούμε τις επιλογές «Σημεία» και «Γραμμές» και ενεργοποιούμε τις ίδιες επιλογές στις στήλες K_t και p_t . Με «συγκράτηση και σύρσιμο» προς τα κάτω κάποιου τυχαίου σημείου στο ανώτερο τμήμα του άξονα γ'γ μπορείτε να αυξήσετε τη μέγιστη τιμή που μπορεί να εμφανιστεί στον άξονα γ'γ.



Εικόνα 10 : Ολική ορμή και ολική κινητική ενέργεια σε συνάρτηση με το χρόνο