

Επιμέλεια: Κώστας Μπίλιας

ΦΥΣΙΚΗ Α' ΛΥΚΕΙΟΥ

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΗ ΑΣΚΗΣΗ:

## Η ΔΙΑΤΗΡΗΣΗ ΤΗΣ ΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

$$K_1 + U_1 = K_2 + U_2$$

## Εργαστηριακή άσκηση: Η διατήρηση της μηχανικής ενέργειας

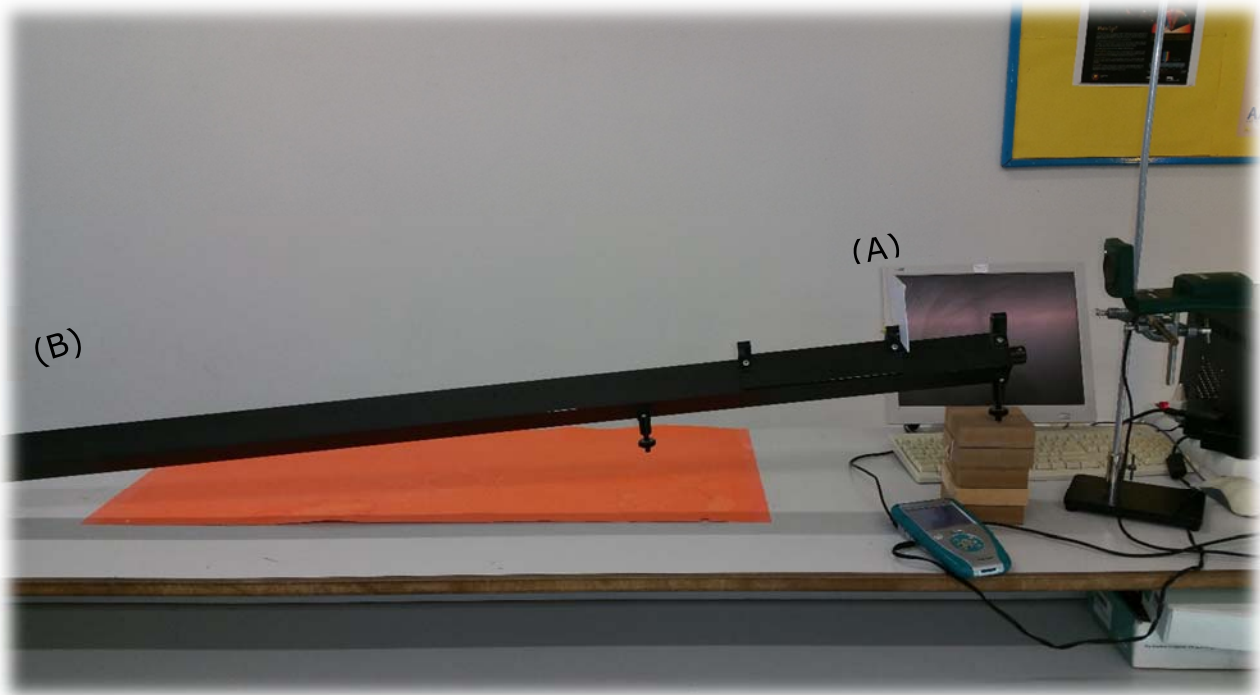
Τάξη: Α' Λυκείου

### Στόχοι:

Μελέτη της διατήρησης της μηχανικής ενέργειας κατά την κίνηση σώματος στον αεροδιάδρομο.

### Σχεδιασμός – Θεωρητικές επισημάνσεις

Αφήνουμε ένα αμαξίδιο (ιππέας) να κινηθεί, από μια αρχική θέση Α, σε μια άλλη Β, πάνω στον αεροδιάδρομο. Αν το έργο της αντίστασης του αέρα, κατά τη μετακίνηση του σώματος από το Α στο Β, είναι αμελητέο σε σχέση με την αρχική ενέργεια του σώματος και θεωρώντας το έργο των τριβών αμελητέο, (το αμαξίδιο κινείται πάνω σε στρώμα αέρα, Εικ. 1.) τότε η μηχανική ενέργειά του διατηρείται σταθερή.



( Εικ. 1)

### Όργανα και υλικά

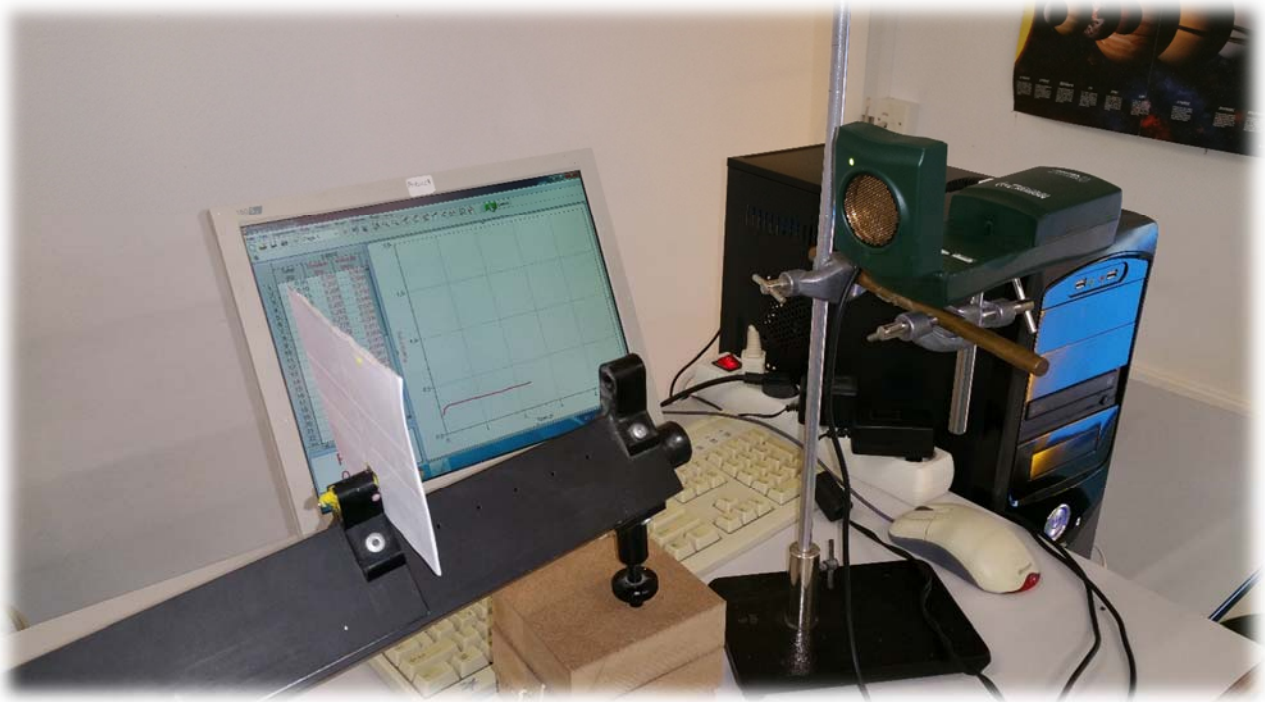
- Σύστημα αεροδιαδρόμου και αμαξάκι (ιππέας).
- Σύστημα συγχρονικής λήψης και απεικόνισης Vernier .
- Αισθητήρας θέσης της Vernier.
- Υπολογιστής με οθόνη.
- Λογισμικό Data Logger Pro.
- Λογισμικό φύλλο EXCEL.
- Μοιρογνωμόνιο εργαστηρίου. (Εναλλακτικά εφαρμογή angle meter για smartphone).
- Ζυγαριά.
- Ορθοστάτες και βάσεις για τη στήριξη του αισθητήρα.

### Πειραματική διαδικασία

Στην άσκηση ελέγχουμε πειραματικά τη διατήρηση της μηχανικής ενέργειας κατά την κίνηση αμαξιδίου πάνω σε στρώμα αέρα. Δηλαδή ελέγχουμε κατά πόσον ισχύει η σχέση:

$$E_{\text{κιν}}^{(A)} + E_{\text{δυν}}^{(A)} = E_{\text{κιν}}^{(B)} + E_{\text{δυν}}^{(B)}$$

που προβλέπει η θεωρία. Η θέση του αμαξιδίου μετρείται με αισθητήρα θέσης και σύστημα Συγχρονικής Λήψης και Απεικόνισης (Data Logger) της Vernier, όπως φαίνεται στην εικόνα (2).



( Εικ 2. )

1. Συνθέτουμε την πειραματική διάταξη που φαίνεται στην εικόνα (1).
2. Μετράμε τη γωνία κλίσης  $\phi$  του κεκλιμένου επιπέδου με το μοιρογνωμόνιο (ή με την εφαρμογή angle meter) και τη καταγράφουμε :

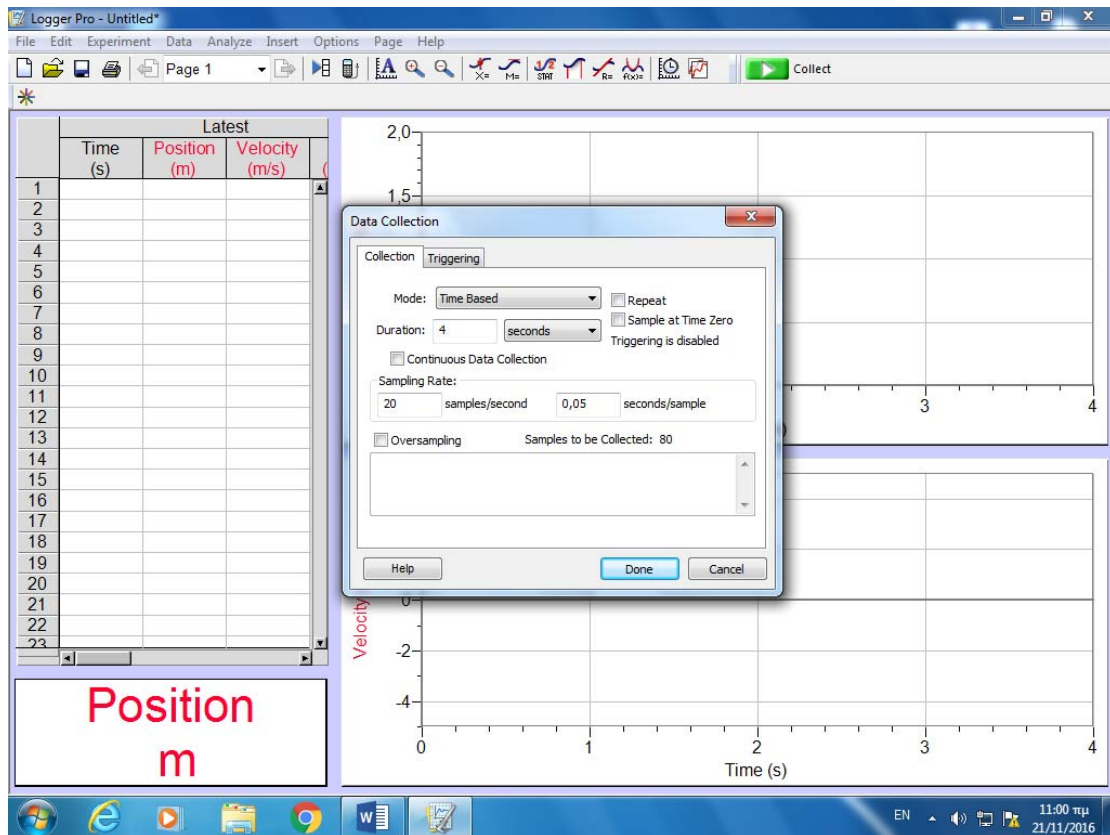
$\phi = \dots\dots$

3. Μετράμε τη μάζα του αμαξιδίου σε (Kg) και την καταγράφουμε:

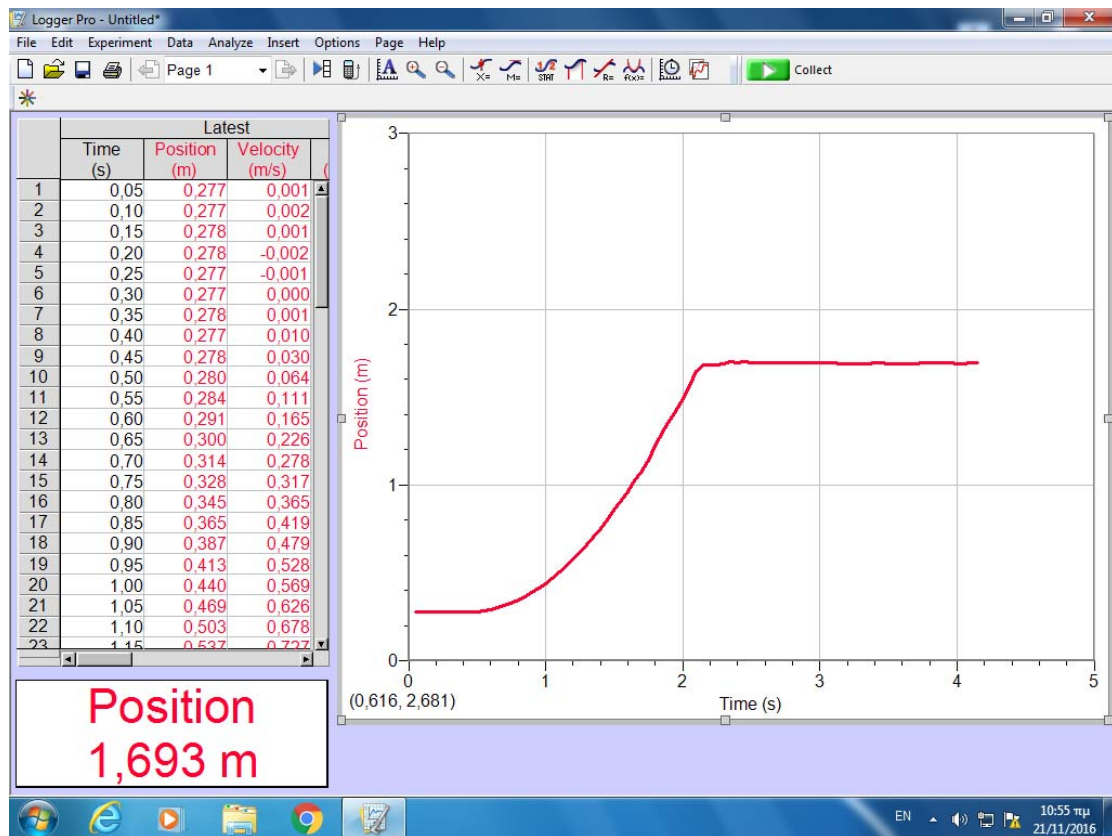
$m = \dots\dots\dots$

Εκπαιδευτήρια Γείτονα. Τμήμα Φυσικών Επιστημών & Τεχνολογίας.

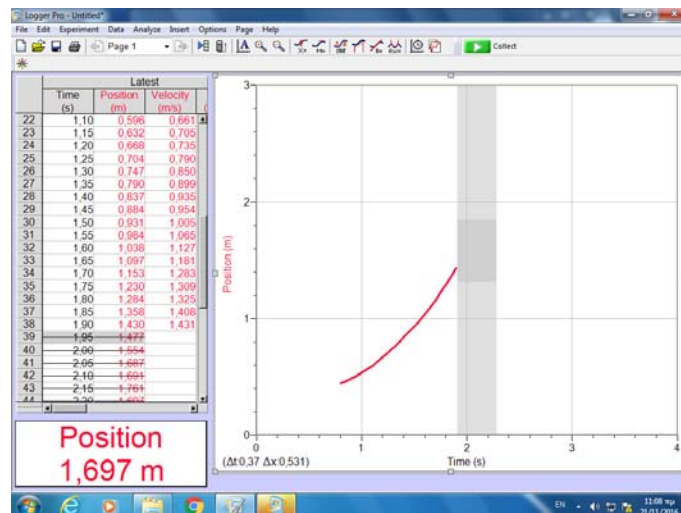
4. Έχοντας συνδέσει το data logger στον υπολογιστή, εκκινούμε το Logger Pro και ρυθμίζουμε τον ρυθμό λήψεως μετρήσεων και τον χρόνο μέτρησης: Tab «Experiment»→Data collection, ρυθμός 20 samples/s και διάρκεια 4 s.



5. Θέτουμε σε λειτουργία τον αεροδιάδρομο, ξεκινούμε τις μετρήσεις με το «collect» και αφήνουμε το αμαξίδιο να κινηθεί.
6. Στο Logger pro εμφανίζεται η καμπύλη που περιγράφει την μεταβολή της θέσης του αμαξιδίου και ο πίνακας τιμών θέσης-χρόνου.



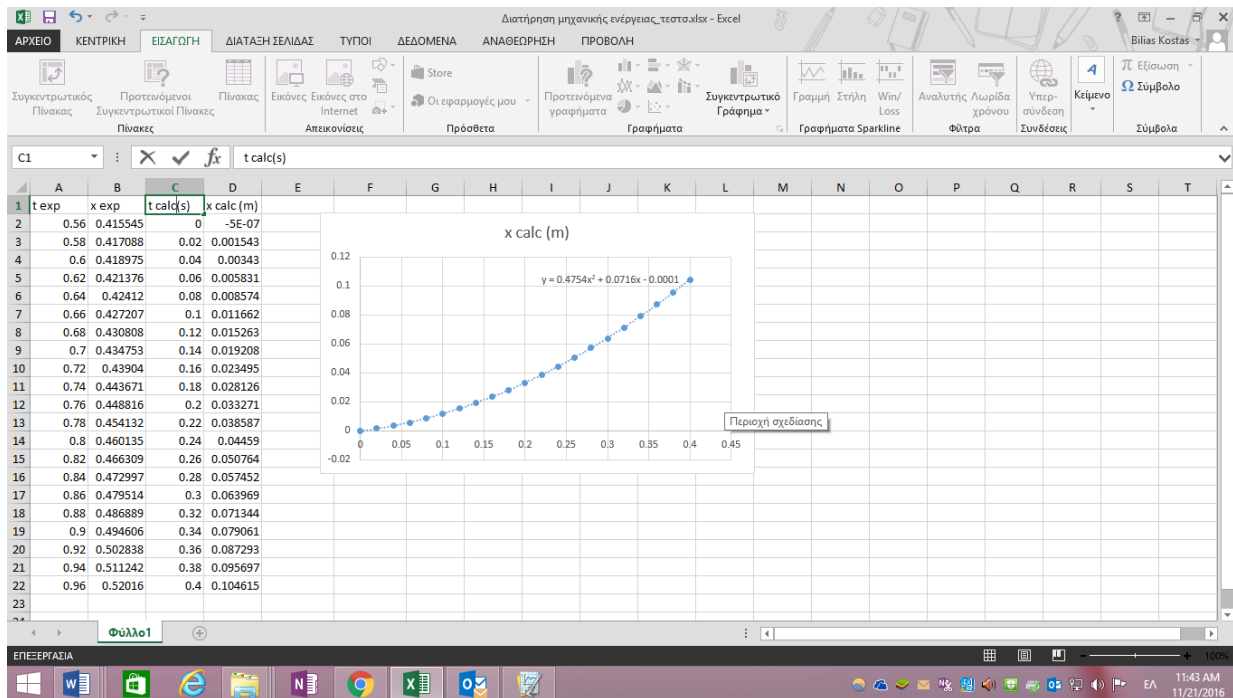
7. Επιλέγουμε με το ποντίκι πάνω στο γράφημα τις τιμές του χρόνου που δε μας ενδιαφέρουν και τις διαγράφουμε: Tab «Edit» → «Strike through data cells», ώστε να κρατήσουμε το κομμάτι της κίνησης που θα μελετήσουμε:



8. Επιλέγουμε και αντιγράφουμε τις εναπομείνουσες τιμές θέσεως- χρόνου (δεξί κλικ, copy) σε ένα λογιστικό φύλλο excel ονομάζοντας τις στήλες A και B,  $x_{exp}$  (m) και  $t_{exp}$  (s) αντίστοιχα.

Εκπαιδευτήρια Γείτονα. Τμήμα Φυσικών Επιστημών & Τεχνολογίας.

9. Για να θέσουμε τον αρχικό χρόνο και την αρχική θέση «μηδέν» δημιουργούμε δύο νέες στήλες στο λογιστικό φύλλο μας (τις ονομάζουμε  $t\_calc(s)$  και  $x\_calc(m)$ ) έχοντας αφαιρέσει από τις τιμές χρόνου και θέσης τις αρχικές τιμές. Έτσι οι μετρήσεις μας στις στήλες  $t\_calc(s)$  και  $x\_calc(m)$  θα ξεκινούν από το μηδέν.
10. Σχεδιάζουμε τη γραφική παράσταση της θέσης σε σχέση με το χρόνο. (Επιλέγουμε τις τιμές στην τρίτη και τέταρτη στήλη: Tab «Εισαγωγή» → «γραφήματα» → «διασπορά». Στη συνέχεια κάνουμε πολυωνμική προσαρμογή δεύτερης τάξης: Tab «στοιχεία γραφήματος» → «γραμμή τάσης» → «περισσότερες επιλογές» → «πολυωνμική» → 2 και επιλέγουμε την επιλογή «προβολή εξίσωσης στο γράφημα».



11. Έχοντας την εξίσωση της κίνησης υπολογίζουμε την αρχική ταχύτητα και την επιτάχυνση και στη συνέχεια υπολογίζουμε την εξίσωση της ταχύτητας. (Στο παράδειγμά μας η εξίσωση θέσης είναι :

$$x(t) = 0,4754t^2 + 0,0716t + 0,0001 \quad (1),$$

επομένως η εξίσωση της ταχύτητας θα είναι:

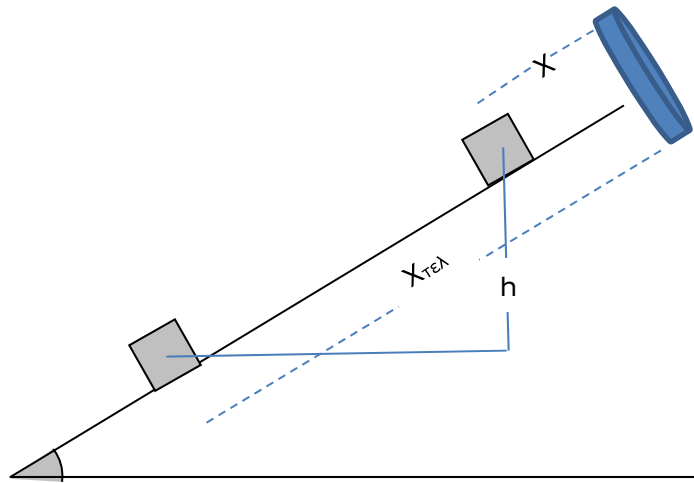
$$u(t) = 0,0716 + 0,9508t. \quad (2)$$

12. Δημιουργούμε νέα στήλη στο excel ( $v\_calc(m/s)$ ) στην οποία με της βοήθεια της (2) θα υπολογίζεται την ταχύτητα για κάθε χρονική στιγμή. ( $=0.0716+2*0.4754*C2$ )

13. Για τον υπολογισμό της δυναμικής ενέργειας πρέπει να ξέρουμε κάθε στιγμή το ύψος  $h$  από το επίπεδο μηδενικής δυναμικής ενέργειας το οποίο ορίζουμε ως την κατώτατη θέση του σώματος. Το ύψος αυτό υπολογίζεται από τη σχέση:

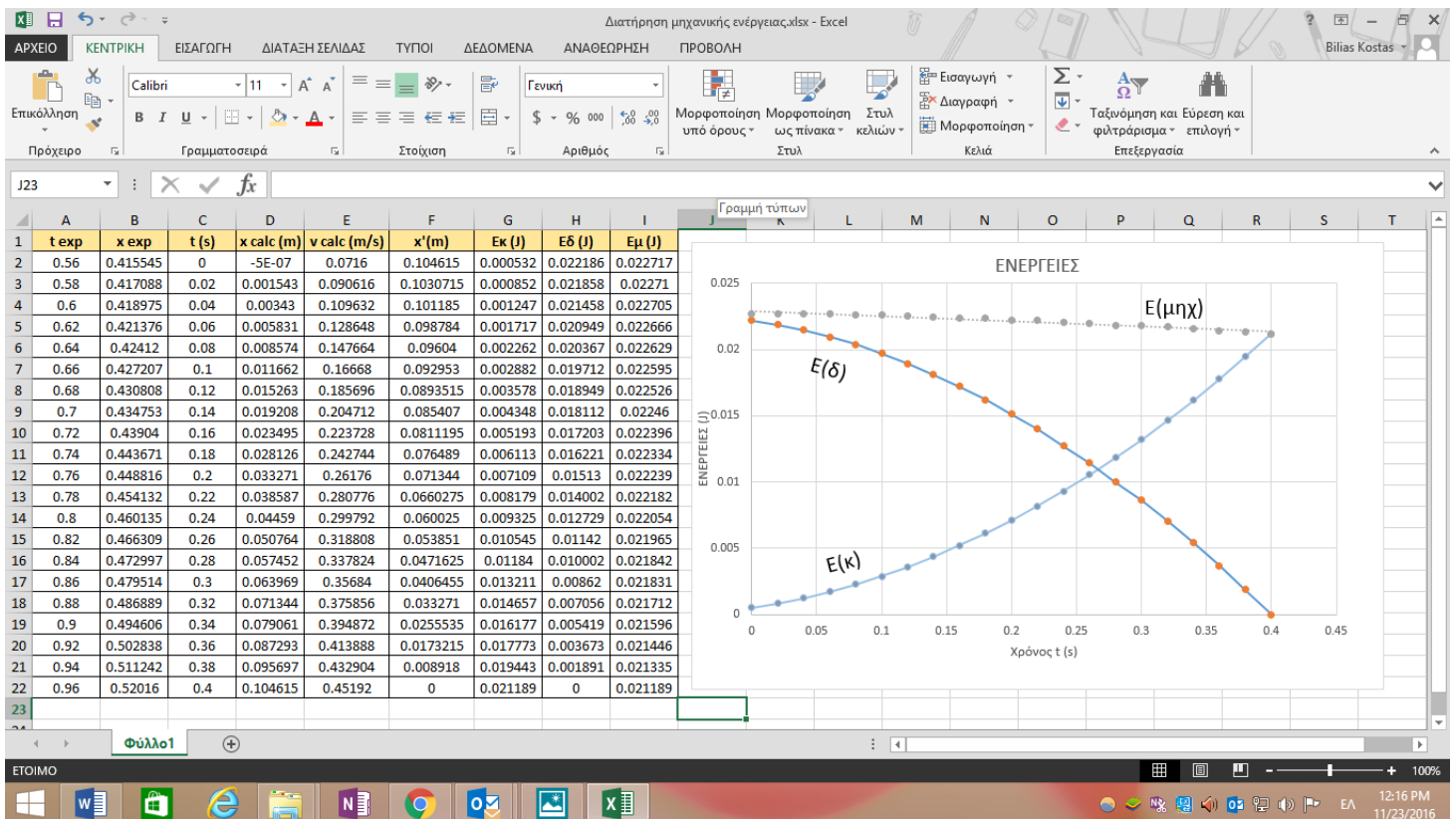
$$h = x' \eta \mu \phi$$

$$\text{όπου } x' = x_{\text{τελ}} - x.$$



Έτσι δημιουργούμε μία ακόμη στήλη στην οποία υπολογίζεται το  $x'$  ( $=\text{ABS}(B2-B\$22)$ ) και τέλος η κινητική, δυναμική και μηχανική ενέργεια. ( $E_{\text{κιν}}=1/2\mu v^2$ ,  $=0,5*0,207*E2*E2$ ), ( $E_{\text{δυν}}=mgh$ ,  $=9.81*0.2075*F2*\text{SIN}(5.98/180*\text{PI}())$ ) και ( $E_{\text{μηχ}} = E_{\text{κιν}} + E_{\text{δυν}}$ ,  $=G2+H2$ )

14. Τέλος σχεδιάζουμε σε κοινή γραφική παράσταση την κινητική, τη δυναμική και μηχανική ενέργεια του σώματος:



15. Σχολιάζουμε το αποτέλεσμα.

- Γιατί η Εμμη εμφανίζεται να μην διατηρείται απόλυτα;
- Τι θα μπορούσαμε να κάνουμε για να βελτιωθεί το αποτέλεσμα;