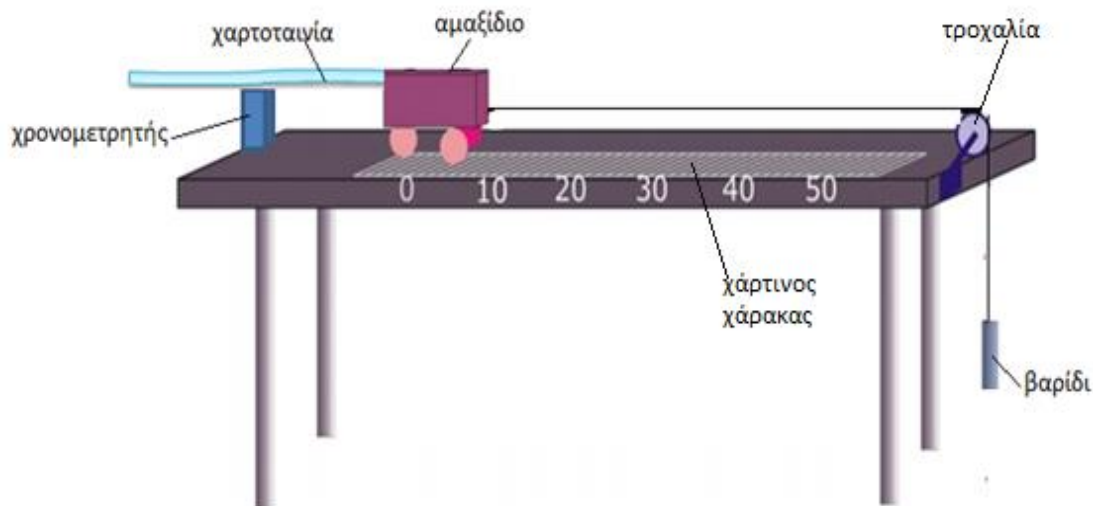


ΦΥΣΙΚΗ Α΄ ΛΥΚΕΙΟΥ
ΕΥΘΥΓΡΑΜΜΕΣ ΚΙΝΗΣΕΙΣ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΗ ΑΣΚΗΣΗ: ΜΕΛΕΤΗ ΕΥΘΥΓΡΑΜΜΗΣ ΟΜΑΛΑ
ΕΠΙΤΑΧΥΝΟΜΕΝΗΣ ΚΙΝΗΣΗΣ

ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Περιγραφή πειραματικής διάταξης:

Το αμαξίδιο που φαίνεται στο σχήμα 1 και χρησιμοποιείται στο πείραμα, μπορεί να κινείται ευθύγραμμα πάνω στον εργαστηριακό πάγκο. Το αμαξίδιο είναι δεμένο στο ένα άκρο νήματος. Το νήμα διέρχεται από τροχαλία (αμελητέας μάζας) και στο άλλο άκρο του κρεμάμε ένα βαρίδι. Αν αφήσουμε το σύστημα αμαξίδιο-βαρίδι να κινηθεί, τότε το αμαξίδιο εκτελεί μια Ευθύγραμμη Ομαλά Μεταβαλλόμενη Κίνηση χωρίς αρχική ταχύτητα. Προκειμένου να μελετήσουμε την κίνηση του αμαξιδίου, κολλάμε με σελοτέιπ στο πίσω μέρος του ειδική χαρτοταινία μήκους περίπου 1m. Το άλλο άκρο της χαρτοταινίας τοποθετείται στην ειδική υποδοχή του ηλεκτρικού χρονομετρητή. Κατά την ευθύγραμμη κίνηση του αμαξιδίου η ακίδα του χρονομετρητή καταγράφει σημεία (κουκίδες) πάνω στη χαρτοταινία σε ίσα χρονικά διαστήματα. Από τα «αποτυπώματα» της κίνησης πάνω στη χαρτοταινία μπορεί να μελετηθεί η κίνηση του αμαξιδίου. Επίσης, προκειμένου να μετρηθούν αποστάσεις πάνω στη χαρτοταινία, στον εργαστηριακό πάγκο είναι κολλημένος ένας χάρτινος χάρακας.



Σχήμα 1: Πειραματική διάταξη.

Για να πραγματοποιηθεί η πειραματική διάταξη καθώς και οι αντίστοιχες δραστηριότητες απαιτούνται τα εξής όργανα και υλικά:

1. Εργαστηριακός πάγκος
2. Τροχαλία και σφικτήρας τύπου C
3. Νήμα
4. Βαρίδι 100g

5. Εργαστηριακό αμαξίδιο
6. Ηλεκτρικός χρονομετρητής
7. Χαρτοταινία ειδική για χρονομετρητή
8. Χάρτινος χάρακας
9. Χαρτί μιλιμετρέ
10. Αριθμομηχανή
11. Μολύβι και γόμα

Δραστηριότητες:

1. Κόψτε 1m περίπου χαρτοταινίας και με σελοτέιπ κολλήστε το ένα άκρο της στο πίσω μέρος του αμαξιδίου. Το άλλο άκρο της χαρτοταινίας περάστε το από την ειδική υποδοχή του χρονομετρητή. Ελέγξτε αν η χαρτοταινία διέρχεται απρόσκοπτα από την υποδοχή του χρονομετρητή.

2. Τοποθετήστε το αμαξίδιο ακριβώς μπροστά από το χρονομετρητή. Κρατώντας το αμαξίδιο, περάστε το νήμα που είναι δεμένο σε αυτό από την τροχαλία. Στη θηλεία του ελεύθερου άκρου του νήματος αναρτήστε ένα βαρίδι 100g και συγκρατήστε το. Προσπαθήστε το νήμα να παραμένει τεντωμένο και παράλληλο στην επιφάνεια του εργαστηριακού πάγκου. Το σύστημα αμαξίδιο-βαρίδι είναι έτοιμο να κινηθεί.

3.

- α) Θέστε το χρονομετρητή σε λειτουργία επιλέγοντας ως συχνότητα καταγραφής 50Hz.
- β) Αφήστε το σύστημα να κινηθεί. (Πρώτα αφήνει ο ένας μαθητής το βαρίδι και μετά ο άλλος το αμαξίδιο).
- γ) Σταματήστε το αμαξίδιο με το χέρι σας μόλις το βαρίδι ακουμπήσει στο δάπεδο.
- δ) Διακόψτε τη λειτουργία του χρονομετρητή.
- ε) Αφαιρέστε τη χαρτοταινία από το αμαξίδιο.

4. Στη χαρτοταινία είναι πλέον αποτυπωμένες κουκίδες (στιγμές) οι οποίες απέχουν χρονικά μεταξύ τους 0,02s (αφού η συχνότητα λειτουργίας του χρονομετρητή είναι $f=50\text{Hz}$ δηλαδή $T=0,02\text{s}$). Συγκρίνοντας ποιοτικά τις αποστάσεις μεταξύ δυο διαδοχικών κουκίδων, τι συμπεραίνετε για το είδος της κίνησης του αμαξιδίου;

.....

.....

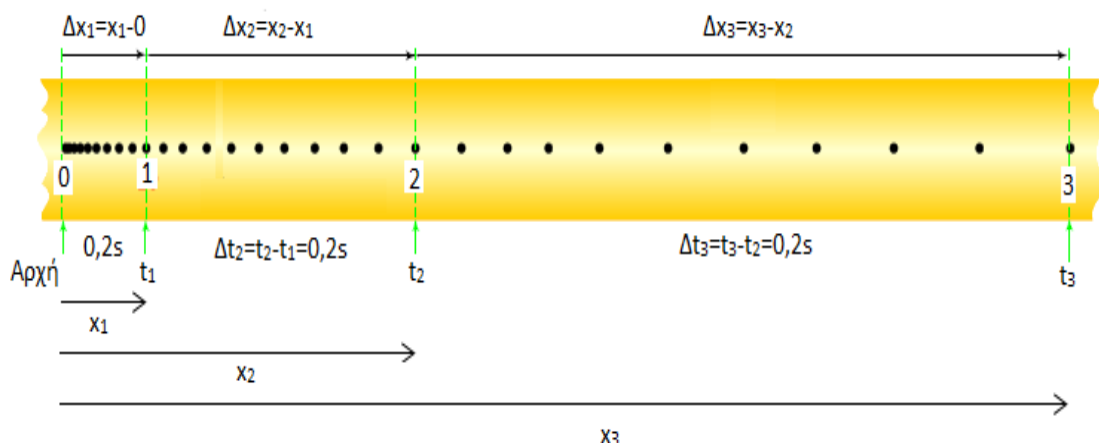
.....

.....

.....

5.

- α) Σημειώστε έντονα στη χαρτοταινία την πρώτη ευδιάκριτη κουκίδα και ονομάστε την κουκίδα μηδέν.
 - β) Στη συνέχεια απαριθμήστε τις επόμενες δέκα κουκίδες κατά μήκος της ταινίας και σημειώστε έντονα την δέκατη κουκίδα, στην οποία θα αποδώσετε τον αριθμό 1.
 - γ) Συνεχίστε με τον ίδιο τρόπο ώστε να χωρίσετε όλες τις επόμενες κουκίδες σε ομάδες με δέκα στιγμοαποστάσεις.
- Το παρακάτω σχήμα 2 θα σας βοηθήσει και να εκτελέσετε τη συγκεκριμένη δραστηριότητα.



Σχήμα 2: Χαρτοταινία με κουκίδες

6.

Συμπληρώστε τον παρακάτω πίνακα 1, ακολουθώντας τις εξής οδηγίες:

α) Η στήλη 1 περιέχει τον αύξοντα αριθμό των έντονων κουκίδων που σημειώσατε στη χαρτοταινία.

β) Η στήλη 2 περιέχει τη χρονική στιγμή που αντιστοιχεί σε κάθε έντονη κουκίδα δεδομένων ότι:

- Η κουκίδα 0 αντιστοιχεί στη χρονική στιγμή $t_0=0$.
- Από “τικ” σε “τικ” του χρονομετρητή μεσολαβεί χρονικό διάστημα 0,02s
- Οι σημειούμενες έντονες κουκίδες είναι ανά δέκα στιγμιοαποστάσεις, οπότε το χρονικό διάστημα που μεσολαβεί από έντονη σε έντονη κουκίδα είναι $10 \times 0,02s = 0,2s$.

γ) Η στήλη 3 περιέχει τη χρονική στιγμή που αντιστοιχεί σε κάθε έντονη κουκίδα, υψωμένη στο τετράγωνο. Η στήλη αυτή θα χρειαστεί σε παρακάτω επεξεργασία των πειραματικών μετρήσεων.

δ) Η στήλη 4 περιέχει το χρονικό διάστημα που μεσολαβεί μεταξύ δυο διαδοχικών έντονων κουκίδων δηλαδή, $\Delta t_1 = t_1 - t_0$, $\Delta t_2 = t_2 - t_1$, $\Delta t_3 = t_3 - t_2$ κ.ο.κ.

ε) Η στήλη 5 περιέχει τη θέση στην οποία βρίσκεται κάθε έντονη κουκίδα (και επομένως και το αμαξίδιο), λαμβάνοντας ως θέση $x_0=0$ τη θέση της κουκίδας 0. Άρα μετρώντας με το χάρτινο χάρακα τη θέση κάθε έντονης κουκίδας, συμπληρώστε τη στήλη 5.

Υπόδειξη: Στον εργαστηριακό πάγκο είναι κολλημένος ένας χάρτινος χάρακας που θα σας βοηθήσει να μετρήσετε τις θέσεις. Για ευκολία στις μετρήσεις σας μπορείτε να κολλήσετε με σελοτέιπ τη χαρτοταινία με τις κουκίδες ακριβώς πάνω από το χάρτινο χάρακα, έτσι ώστε η κουκίδα μηδέν να αντιστοιχεί στο μηδέν του χάρακα.

στ) Συμπληρώστε τη στήλη 6 που περιέχει τις μετατοπίσεις του αμαξιδίου, λαμβάνοντας υπόψη ότι $\Delta x_1 = x_1 - x_0$, $\Delta x_2 = x_2 - x_1$, $\Delta x_3 = x_3 - x_2$ κ.ο.κ.

ζ) Εφαρμόζοντας τον τύπο της μέσης ταχύτητας $u = \Delta x / \Delta t$, συμπληρώστε τη στήλη 7.

Παρατήρηση: Η μέση ταχύτητα ενός κινητού σε ένα χρονικό διάστημα μιας ομαλά μεταβαλλόμενης κίνησης, συμπίπτει με τη στιγμιαία ταχύτητα του κινητού στο μέσο του χρονικού διαστήματος.

ΠΙΝΑΚΑΣ 1

1 ^η	2 ^η	3 ^η	4 ^η	5 ^η	6 ^η	7 ^η	8 ^η	9 ^η
αριθμός κουκίδας	t(s)	t ² (s ²)	Δt(s)	x(cm)	Δx(cm)	u=Δx/Δt (cm/s)	Δu(cm/s)	α=Δu/0,2 (cm/s ²)
0	t ₀ =0	0		x ₀ =0		u ₀ =0		
	0,1	0,01						
1	t ₁ =0,2	0,04	0,2	x ₁ =				
	0,3	0,09						
2	t ₂ =0,4	0,16	0,2	x ₂ =				
	0,5	0,25						
3	t ₃ =0,6	0,36	0,2	x ₃ =				
	0,7	0,49						
4	t ₄ =0,8	0,64	0,2	x ₄ =				
	0,9	0,81						
5	t ₅ =1,0	1	0,2	x ₅ =				
	1,1	1,21						
6	t ₆ =1,2	1,44	0,2	x ₆ =				
	1,3	1,69						
7	t ₇ =1,4	1,96	0,2	x ₇ =				
								M.O.=

7.

α) Σε χαρτί μιλιμετρέ, σχεδιάστε δύο κάθετους άξονες έτσι ώστε ο οριζόντιος άξονας να αφορά στο χρόνο t(s) και ο κατακόρυφος στην ταχύτητα u(cm/s) του σώματος. Επιλέγοντας τις κατάλληλες κλίμακες τοποθετήστε τα πειραματικά σημεία (t,u), σύμφωνα με τις τιμές των στηλών 2 και 7 του πίνακα 1.

Παρατήρηση:

Σχεδιάστε τη γραμμή της γραφικής παράστασης έτσι ώστε να διέρχεται από το μηδέν και όσο το δυνατόν πλησιέστερα στο σύνολο των πειραματικών σημείων (η καλύτερη γραμμή).

β) Στο διάγραμμα u-t υπολογίστε την κλίση της γραμμής.

.....
.....
.....
.....

γ) Ποια είναι η φυσική σημασία της κλίσης της γραμμής στο διάγραμμα u-t;

.....
.....
.....
.....

Ορίζουμε ως επιτάχυνση \vec{a} σε μια Ευθύγραμμη Ομαλά Μεταβαλλόμενη Κίνηση, το διανυσματικό μέγεθος του οποίου η τιμή ισούται με το πηλίκο της μεταβολής $\Delta\vec{u}$ της ταχύτητας δια του χρονικού διαστήματος Δt στον οποίο γίνεται η μεταβολή αυτή.

$$\text{Άρα: } \vec{a} = \frac{\Delta\vec{u}}{\Delta t} \quad (1)$$

Στο S.I. μονάδα μέτρησης της επιτάχυνσης είναι το 1m/s^2 .

Υπάρχουν κινήσεις οι οποίες δεν είναι ομαλά μεταβαλλόμενες, αφού σε αυτές μπορεί να μεταβάλλεται τόσο το μέτρο της επιτάχυνσης όσο και η κατεύθυνσή της. Στις κινήσεις αυτές ορίζουμε τη μέση επιτάχυνση a_{μ} ως την επιτάχυνση που αν διατηρούσε σταθερή το κινητό, θα πραγματοποιούσε την ίδια μεταβολή ταχύτητας στην ίδια χρονική διάρκεια. Ως φυσικό μέγεθος η μέση επιτάχυνση δίνεται από το πηλίκο της μεταβολής $\Delta\vec{u}$ της ταχύτητας δια του χρονικού διαστήματος Δt στον οποίο γίνεται η μεταβολή αυτή.

$$\text{Άρα: } \vec{a}_{\mu} = \frac{\Delta\vec{u}}{\Delta t} \quad (2)$$

Επίσης αν η χρονική διάρκεια της κίνησης ενός κινητού γίνει πάρα πολύ μικρή, τότε η υπολογιζόμενη επιτάχυνση ονομάζεται στιγμιαία επιτάχυνση. Μαθηματικά η στιγμιαία επιτάχυνση ορίζεται από τη σχέση:

$$\vec{a}_{\text{στιγμ.}} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta\vec{u}}{\Delta t} \quad (3)$$

δ) Ποιο είναι το μέτρο της επιτάχυνσης του αμαξιδίου με βάση τα παραπάνω;

.....
.....
.....
.....

8.

Συμπληρώστε τις υπόλοιπες στήλες του πίνακα 1 ως εξής:

α) Συμπληρώστε τη στήλη 8 που περιέχει τις μεταβολές ταχύτητας του αμαξιδίου. Η συμπλήρωση να γίνει με την ίδια λογική που ακολουθήσατε για συμπλήρωση της στήλης 6.

β) Εφαρμόζοντας τον τύπο της μέσης επιτάχυνσης $a = \Delta u / \Delta t$, συμπληρώστε τη στήλη 9.

Παρατήρηση: Η μέση επιτάχυνση ενός κινητού σε ένα χρονικό διάστημα μιας ομαλά μεταβαλλόμενης κίνησης, συμπίπτει με τη στιγμιαία επιτάχυνση του κινητού στο μέσο του χρονικού διαστήματος.

γ) Βρείτε το μέσο όρο των τιμών της στήλης 9 και συμπληρώστε στον πίνακα 1 το αντίστοιχο κελί.

δ) Συγκρίνετε την τιμή της κλίσης της δραστηριότητας 7 με το μέσο όρο των τιμών της 9^{ης} στήλης του πίνακα 1. Τι παρατηρείτε;

.....
.....
.....
.....
.....

9.

α) Να γράψετε την εξίσωση της γραφικής παράστασης του διαγράμματος u-t.

.....
.....
.....
.....

β) Προτείνετε έναν τίτλο για τη συγκεκριμένη κίνηση.

.....

γ) Να γράψετε τη γενική εξίσωση $u=f(t)$ που περιγράφει τέτοιου είδους κινήσεις.

..... (4)

Η εξίσωση (4) αποτελεί την εξίσωση ταχύτητας στην
Ευθύγραμμη Ομαλά Επιταχυνόμενη Κίνηση

10.

α) Σε χαρτί μιλιμετρέ, σχεδιάστε δύο κάθετους άξονες έτσι ώστε ο οριζόντιος άξονας να αφορά στο χρόνο υψωμένο στο τετράγωνο $t^2(s^2)$ και ο κατακόρυφος στη θέση $x(cm)$ του σώματος. Επιλέγοντας τις κατάλληλες κλίμακες τοποθετήστε τα πειραματικά σημεία (t^2, x) , σύμφωνα με τις τιμές των στηλών 3 και 5 του πίνακα 1.

Παρατήρηση:

Σχεδιάστε τη γραμμή της γραφικής παράστασης έτσι ώστε να διέρχεται από το μηδέν και όσο το δυνατόν πλησιέστερα στο σύνολο των πειραματικών σημείων (η καλύτερη γραμμή).

β) Στο διάγραμμα $x-t^2$ υπολογίστε την κλίση της γραμμής.

.....
.....
.....
.....

γ) Συγκρίνετε την κλίση της γραμμής με την επιτάχυνση που βρήκατε στη δραστηριότητα 7. Τι παρατηρείτε από τη σύγκριση;

.....
.....
.....
.....

δ) Να γράψετε την εξίσωση της γραφικής παράστασης του διαγράμματος $x-t^2$.

.....
.....
.....
.....

ε) Να γράψετε τη γενική εξίσωση $x=f(t)$ που περιγράφει τέτοιου είδους κινήσεις.

..... (5)

Η εξίσωση (5) αποτελεί την εξίσωση κίνησης στην
Ευθύγραμμη Ομαλά Επιταχυνόμενη Κίνηση

11. Σε χαρτί μιλιμετρέ, σχεδιάστε δύο κάθετους άξονες έτσι ώστε ο οριζόντιος άξονας να αφορά στο χρόνο $t(s)$ και ο κατακόρυφος στη θέση $x(cm)$ του σώματος. Επιλέγοντας τις κατάλληλες κλίμακες τοποθετήστε τα πειραματικά σημεία (t,x) , σύμφωνα με τις τιμές των στηλών 2 και 5 του πίνακα 1.

Παρατήρηση:

Σχεδιάστε την καμπύλη της γραφικής παράστασης $x-t$ λαμβάνοντας υπόψη:

- Ότι είναι της μορφής που περιγράφεται από τη σχέση (5)
- Ότι διέρχεται από το μηδέν και όσο το δυνατόν πλησιέστερα στο σύνολο των πειραματικών σημείων (η καλύτερη καμπύλη).

12.

α) Υπολογίστε την κλίση της καμπύλης στο διάγραμμα $x-t$ που αντιστοιχεί στη χρονική στιγμή $t_1=0,7s$. Ποια είναι η φυσική σημασία της κλίσης και σε ποιο φυσικό μέγεθος αντιστοιχεί;

.....
.....
.....
.....

β) Συγκρίνετε τη κλίση που υπολογίσατε, με την τιμή της ταχύτητας τη χρονική στιγμή $t_1=0,7s$ όπως προκύπτει από το διάγραμμα $u-t$. Τι παρατηρείτε;

.....
.....
.....
.....

γ) Συνοψίζοντας τα συμπεράσματά σας, συμπληρώστε τις λέξεις στην παρακάτω πρόταση:

«Σε μια Ευθύγραμμη Ομαλά Επιταχυνόμενη Κίνηση, η της καμπύλης στο διάγραμμα $x-t$ εκφράζει την ..»

13.

α) Με βάση το διάγραμμα $x-t$ υπολογίστε τη μετατόπιση Δx του αμαξιδίου από τη χρονική στιγμή $t_1=0,3s$ έως τη χρονική στιγμή $t_2=0,5s$.

.....
.....
.....
.....

β) Με βάση το διάγραμμα $u-t$, υπολογίστε το εμβαδό που περικλείεται μεταξύ του άξονα του χρόνου (από $t_1=0,3s$ έως $t_2=0,5s$) και της ευθείας που παριστάνει την ταχύτητα.

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

γ) Τι παρατηρείτε από τους δυο παραπάνω υπολογισμούς;

.....
.....
.....
.....

δ) Συνοψίζοντας τα συμπεράσματά σας, συμπληρώστε τις λέξεις στην παρακάτω πρόταση:

«Σε μια Ευθύγραμμη Ομαλά Επιταχυνόμενη Κίνηση το που περικλείεται μεταξύ του άξονα του χρόνου και της ευθείας που παριστάνει την ταχύτητα στο διάγραμμα $u-t$, εκφράζει τη ..»

14.

α) Σε χαρτί μιλιμετρέ, σχεδιάστε δύο κάθετους άξονες έτσι ώστε ο οριζόντιος άξονας να αφορά στο χρόνο $t(s)$ και ο κατακόρυφος στην επιτάχυνση του σώματος. Επιλέγοντας τις κατάλληλες κλίμακες τοποθετήστε τα πειραματικά σημεία (t, a) , σύμφωνα με τις τιμές των στηλών 2 και 9 του πίνακα 1.

Παρατήρηση:

Σχεδιάστε τη γραμμή της γραφικής παράστασης όσο το δυνατόν πλησιέστερα στο σύνολο των πειραματικών σημείων (η καλύτερη γραμμή) και λαμβάνοντας υπόψη για την επιτάχυνση το μέσο όρο της στήλης 9.

β) Να γράψετε την εξίσωση της γραφικής παράστασης του διαγράμματος $a-t$.

.....
.....
.....
.....

15.

α) Με βάση το διάγραμμα $u-t$ υπολογίστε τη μεταβολή της ταχύτητας Δu του αμαξιδίου από τη χρονική στιγμή $t_1=0,3s$ έως τη χρονική στιγμή $t_2=0,5s$.

.....
.....
.....
.....

β) Με βάση το διάγραμμα $a-t$ υπολογίστε το εμβαδό που περικλείεται μεταξύ του άξονα του χρόνου (από $t_1=0,3s$ έως $t_2=0,5s$) και της ευθείας που παριστάνει την επιτάχυνση.

.....
.....
.....
.....

γ) Τι παρατηρείτε από τους δυο παραπάνω υπολογισμούς;

.....
.....
.....
.....

δ) Συνοψίζοντας τα συμπεράσματά σας, συμπληρώστε τις λέξεις στην παρακάτω πρόταση:

«Σε μια Ευθύγραμμη Ομαλά Επιταχυνόμενη Κίνηση το που περικλείεται μεταξύ του άξονα του χρόνου και της ευθείας που παριστάνει την επιτάχυνση στο διάγραμμα $a-t$, εκφράζει τη της ..»