

ΕΝΩΣΗ ΕΛΛΗΝΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ
35ος ΠΑΝΕΛΛΗΝΙΟΣ ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΟΣ ΦΥΣΙΚΗΣ ΛΥΚΕΙΟΥ
«ΔΗΜΟΚΡΙΤΟΣ»
15 ΜΑΡΤΙΟΥ 2025
Α' ΛΥΚΕΙΟΥ



ΘΕΜΑΤΑ

ΘΕΜΑ 1

Δύο αυτοκίνητα που τα θεωρούμε σαν σημειακά αντικείμενα κινούνται με σταθερές ταχύτητες μέτρων u_1, u_2 στα δύο ρεύματα μιας λεωφόρου που ενδιάμεσα διαθέτει ποδηλατόδρομο. Ο αναβάτης ενός πατινιού κινείται στον ποδηλατόδρομο με σταθερή ταχύτητα μέτρου u θέλοντας κάθε στιγμή να βρίσκεται στο μέσο της ευθείας που ενώνει τα δύο αυτοκίνητα. Ποιο πρέπει να είναι το μέτρο της ταχύτητας u του πατινιού στην περίπτωση που τα αυτοκίνητα κινούνται:

A) Ομόρροπα

B) Αντίρροπα

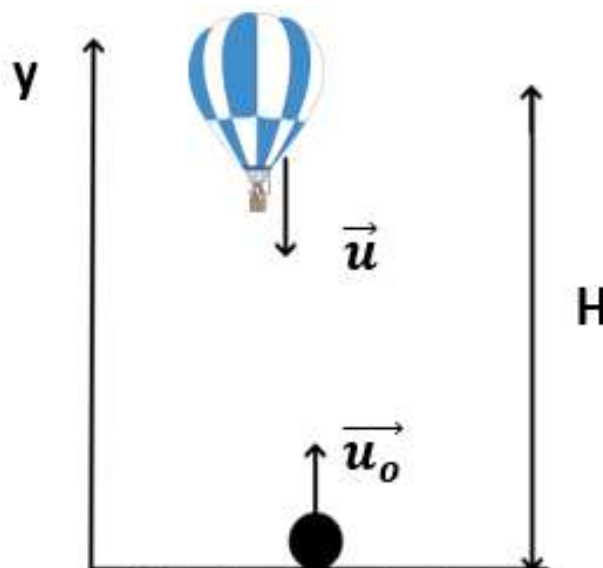
ΘΕΜΑ 2

Ένα αερόστατο κατέρχεται με σταθερή ταχύτητα $u = 5 \frac{m}{s}$. Κατά τη χρονική στιγμή $t_0 = 0$ που το αερόστατο βρίσκεται σε ύψος H , ίσο με $H = 120m$, εκτοξεύεται από το έδαφος κατακόρυφα προς τα επάνω ένα αντικείμενο με αρχική ταχύτητα $u_0 = 50 \frac{m}{s}$ με σκοπό το αντικείμενο αυτό να συλληχθεί με αρπάγη (εργαλείο με άγκιστρο, γάντζος) κατά τις στιγμές που θα διέρχεται πολύ κοντά από το αερόστατο.

A. Ποια χρονική στιγμή πρέπει να προσπαθήσουν οι επιβαίνοντες στο αερόστατο να συλλάβουν το αντικείμενο;

B. Εάν αποτύχουν στην προσπάθειά τους, μπορεί στην εξέλιξη της κίνησης να έχουν μία δεύτερη ευκαιρία και τότε θα συμβεί αυτό;

Γ. Σε ποιο ύψος θα συμβούν οι προσπάθειες αυτές;

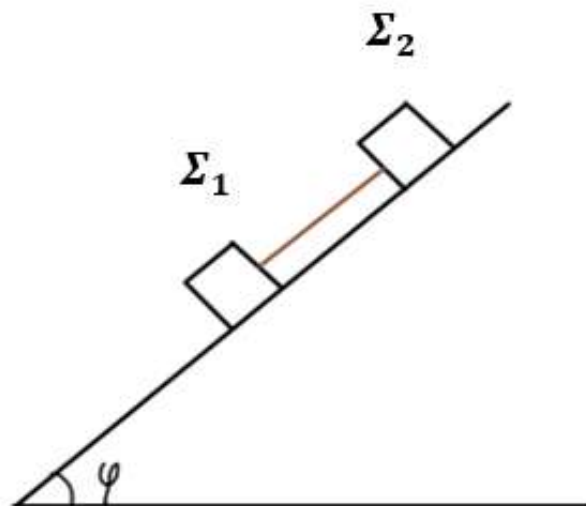


Δ. Εάν αποτύχουν όλες οι προσπάθειες σε ποιο ύψος θα βρίσκεται το αερόστατο, όταν το αντικείμενο επιστρέψει στο έδαφος;

Δίνεται $g = 10 \text{ m/s}^2$.

ΘΕΜΑ 3

Στην επιφάνεια κεκλιμένου επιπέδου με κλίση ϕ , συγκρατούνται ακίνητα τα σώματα Σ_1 με μάζα $m_1 = 1 \text{ kg}$ και Σ_2 με μάζα $m_2 = 3 \text{ kg}$ σε απόσταση $\ell = 3,6 \text{ m}$. Ένα αβαρές και μη ελαστικό νήμα με μήκος $\ell = 3,6 \text{ m}$ προσδένεται ακλόνητα με τα άκρα του στα δύο σώματα και το σύστημα αφήνεται ελεύθερο. Τα σώματα εμφανίζουν με την επιφάνεια του κεκλιμένου επιπέδου τριβή με συντελεστές $\mu_1 = 0,5$ για το Σ_1 και $\mu_2 = 0,6$ για το Σ_2 .



Α) Να βρεθεί η επιτάχυνση κάθε σώματος και η τάση του νήματος στην κίνησή τους κατά μήκος του κεκλιμένου επιπέδου.

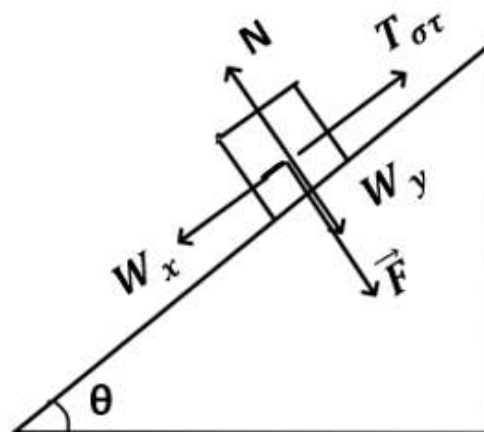
Β) Εάν στην αρχική κατάσταση τα σώματα αλλάξουν αμοιβαία θέσεις, ποιες θα είναι οι νέες τιμές της επιτάχυνσης και της τάσης;

Γ) Στην περίπτωση της συνάντησης των σωμάτων, σε πόσο χρόνο θα συμβεί αυτό μετά τη στιγμή που αφήνονται να κινηθούν;

Δίνεται $\eta\mu\phi = 0,6$ και $\sigma\upsilon\nu\phi = 0,8$ Δίνεται $g = 10 \text{ m/s}^2$.

ΘΕΜΑ 4

Σώμα μάζας $m = 2 \text{ kg}$ είναι ακίνητο πάνω σε κεκλιμένο επίπεδο γωνίας κλίσης θ ($\eta\mu\theta = 0,6$ και $\sigma\upsilon\nu\theta = 0,8$). Το σώμα εμφανίζει με το επίπεδο τριβή, με συντελεστή οριακής τριβής $\mu_{op} = 0,8$. Δίνεται το μέτρο της επιτάχυνσης της βαρύτητας $g = 10 \text{ m/s}^2$. Στο σώμα ασκείται δύναμη F , που είναι αρχικά κάθετη στο κεκλιμένο επίπεδο, με φορά προς το επίπεδο, όπως φαίνεται στο σχήμα.



Τη χρονική στιγμή $t = 0$ η δύναμη αρχίζει να αλλάζει κατεύθυνση έτσι ώστε το διάνυσμα της να στρέφεται δεξιόστροφα, χωρίς να αλλάξει το μέτρο της ή το σημείο εφαρμογής της. Να υπολογίσετε το μέτρο της F , αν το σώμα αρχίσει να κινείται τη χρονική στιγμή που η δύναμη σχηματίζει δεξιόστροφα γωνία 60° με την αρχική της κατεύθυνση.

Δίνεται $\eta_{60^\circ} = 0,85$ και $\sigma_{\nu 60^\circ} = 0,5$

ΘΕΜΑ 5

Μια από τις διασκεδαστικότερες εμπειρίες στα πάρκα ψυχαγωγίας είναι η πτώση στον πύργο πτώσης, που πολλές φορές αναφέρεται ως πύργος ελεύθερης πτώσης (Εικόνα 1).



Εικόνα 1: Ένας πύργος "ελεύθερης" πτώσης

Στόχος της άσκησης αυτής είναι να ελέγξουμε αν η πτώση στον πύργο είναι ελεύθερη. Για τον σκοπό αυτό έχει καταγραφεί σε βίντεο ένα μικρό τμήμα της κίνησης της βάσης στον πύργο, ξεκινώντας από τη χρονική στιγμή που αρχίζει η κίνησή της. Το βίντεο έχει αναλυθεί με τη βοήθεια του λογισμικού ανάλυσης βίντεο Tracker και έχουμε πάρει τα δεδομένα θέσης (y) – χρόνου (t) που καταγράφονται στον Πίνακα 1.

Πίνακας 1: Πειραματικά δεδομένα

α/α	$t \text{ (s)}$	$y \text{ (m)}$	$t^2 \text{ (s}^2\text{)}$
1	0,0	0,0	
2	0,2	0,1	
3	0,4	0,5	
4	0,6	1,1	
5	0,8	2,0	
6	1,0	3,2	
7	1,2	4,6	

A. Με βάση τις πειραματικές τιμές που παρατηρείτε στον Πίνακα 1, να δικαιολογήσετε ότι η κίνηση της βάσης δεν είναι ομαλή, αλλά επιταχυνόμενη.

B. Συμπληρώστε στον Πίνακα 1 τη στήλη με τα τετράγωνα των χρονικών στιγμών. Καθώς θα χρησιμοποιήσετε αυτά τα δεδομένα στη συνέχεια και για αποφυγή σφαλμάτων λόγω στρογγυλοποίησης κρατήστε δύο δεκαδικά ψηφία.

Γ. Σχεδιάστε σε μιλιμετρέ χαρτί τη γραφική παράσταση $y = f(t^2)$. Τι μορφή έχει η καλύτερη καμπύλη προσαρμογής στα πειραματικά δεδομένα; Τι σημαίνει αυτό για το είδος της κίνησης της βάσης στον πύργο πτώσης;

Δ. Μπορείτε να υπολογίσετε την επιτάχυνση της πτώσης στον πύργο; Με ποιο τρόπο; Δώστε το αποτέλεσμα σας και τους απαραίτητους υπολογισμούς. Τελικά είναι “ελεύθερη” η πτώση στον πύργο πτώσης;

Δίνεται η επιτάχυνση της βαρύτητας $g=9,8 \text{ m/s}^2$.

ΚΑΛΗ ΕΠΙΤΥΧΙΑ

ΕΝΩΣΗ ΕΛΛΗΝΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ
35ος ΠΑΝΕΛΛΗΝΙΟΣ ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΟΣ ΦΥΣΙΚΗΣ ΛΥΚΕΙΟΥ
«ΔΗΜΟΚΡΙΤΟΣ»
15 ΜΑΡΤΙΟΥ 2025
Α' ΛΥΚΕΙΟΥ



ΛΥΣΕΙΣ

ΛΥΣΗ ΘΕΜΑ 1°

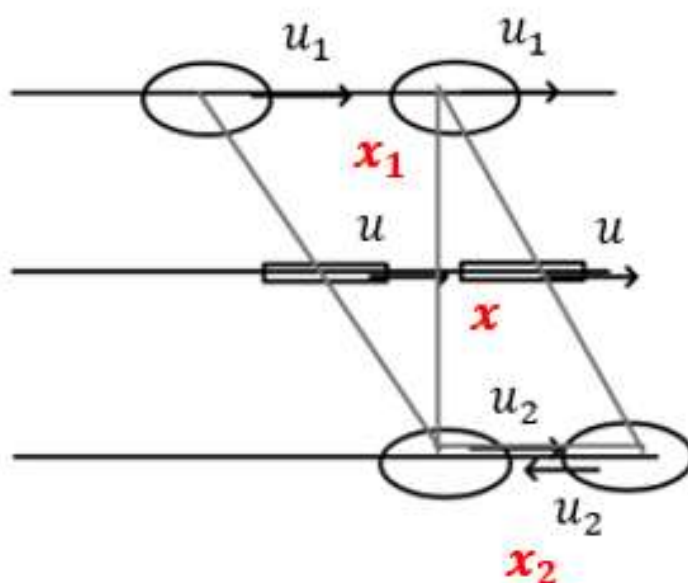
Για την ομόρροπη κίνηση:

$$x_1 = 2\left(x - \frac{x_2}{2}\right) \Rightarrow x_1 = 2x - x_2$$

$$\begin{aligned} x_1 + x_2 = 2x &\Rightarrow x = \frac{(x_1 + x_2)}{2} \Rightarrow ut \\ &= \frac{(u_1 t + u_2 t)}{2} \Rightarrow u = \frac{u_1 + u_2}{2} \end{aligned}$$

Αντίστοιχα για την αντίρροπη κίνηση:

$$\begin{aligned} x_1 + x_2 = 2x &\Rightarrow x = \frac{(x_1 + x_2)}{2} \Rightarrow ut = \\ \frac{(u_1 t - u_2 t)}{2} &\Rightarrow u = \frac{u_1 - u_2}{2} \end{aligned}$$



ΛΥΣΗ ΘΕΜΑ 2°

Α) Οι εξισώσεις κίνησης είναι:

$$y_1 = u_o t - \frac{1}{2} g t^2 \quad (1) \quad , \quad y_2 = H - ut \quad (2)$$

$$\begin{aligned} \text{Για την συνάντηση: } y_1 = y_2 &\stackrel{(1),(2)}{\Rightarrow} u_o t - \frac{1}{2} g t^2 = H - ut \Rightarrow g t^2 - 2(u + u_o)t + 2H = 0 \Rightarrow 10t^2 - \\ 2(5 + 50)t + 2 * 120 &= 0 \Rightarrow 10t^2 - 110t + 240 = 0 \Rightarrow t_1 = 3 \text{ s} , \quad t_2 = 8 \text{ s} \end{aligned}$$

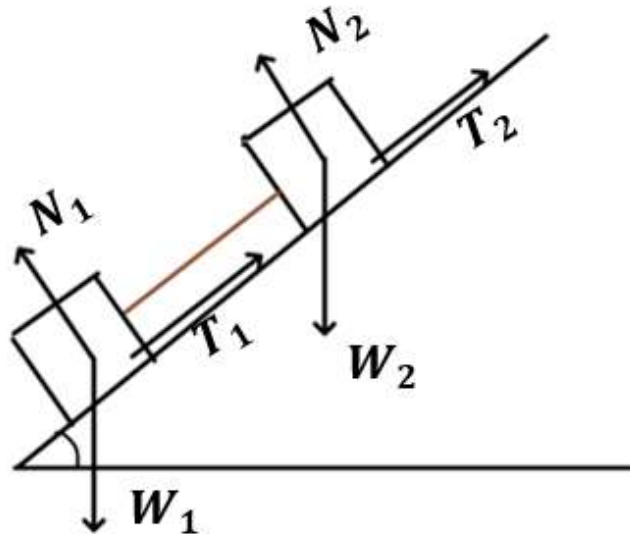
Τη στιγμή $t_1 = 3 \text{ s}$ το αερόστατο συνεχίζει την κάθοδο και βρίσκεται σε ύψος $h_1 = H - ut_1 = 120 - 5 \cdot 3 = 120 - 15 = 105 \text{ m}$ και την ίδια στιγμή το αντικείμενο ανεβαίνει σε ύψος $h_1 = u_o t - \frac{1}{2} g t^2 = 50 \cdot 3 - 80 = 150 - 45 = 105 \text{ m}$, δηλαδή πλάι στο αερόστατο.

Β) Εάν αποτύχει η συλλογή του αντικειμένου αυτό συνεχίζει την κίνηση του και το αερόστατο την κάθοδό του, με την χρονική στιγμή $t_2 = 8 \text{ s}$, είναι η δεύτερη ευκαιρία να συλλεγεί το αντικείμενο.

Γ) Την στιγμή $t_2 = 8s$, για στην δεύτερη προσπάθεια συλλογής του αντικειμένου, το αερόστατο συνεχίζει την κάθοδο και βρίσκεται σε ύψος $h_2 = H - ut_2 = 120 - 5 \cdot 8 = 120 - 40 = 80m$ και το αντικείμενο σε ύψος $h_2 = u_0 t_2 - \frac{1}{2} g t_2^2 = 50 \cdot 8 - \frac{1}{2} \cdot 10 \cdot 64 = 400 - 320 = 80m$ καθώς κατεβαίνει.

Δ) Το αντικείμενο φτάνει στο έδαφος όταν $y_1 = 0 \Rightarrow u_0 t' - \frac{1}{2} g t'^2 = 0 \Rightarrow 50t' - 5t'^2 = 0 \Rightarrow t' = 0s$ (δεν μας ενδιαφέρει, τότε ξεκινά η κίνηση του), $t' = 10s$. Το αερόστατο μετά από 10 δευτερόλεπτα θα βρίσκεται σε ύψος $y_2 = H - ut = 120 - 5 \cdot 10 = 70m$ πάνω από το έδαφος.

ΛΥΣΗ ΘΕΜΑ 3°



Α) Έστω a_1, a_2 οι τιμές της επιτάχυνσης για κάθε ελεύθερο σώμα. Στον άξονα x παράλληλο στην επιφάνεια του κεκλιμένου επιπέδου για το σώμα Σ1 :

$$\Sigma F_1 = m_1 a_1 \Rightarrow m_1 g \eta \mu \varphi - T_1 = m_1 a_1 \Rightarrow m_1 g \eta \mu \varphi - \mu_1 m_1 g \sigma \nu \nu \varphi = m_1 a_1 \Rightarrow$$

$$a_1 = g(\eta \mu \varphi - \mu_1 \sigma \nu \nu \varphi) = 10(0,6 - 0,5 \cdot 0,8) = 2 \text{ m/s}^2$$

Όμοια βρίσκουμε για το σώμα Σ2:

$$\Sigma F_2 = m_2 a_2 \Rightarrow m_2 g \eta \mu \varphi - T_2 = m_2 a_2 \Rightarrow m_2 g \eta \mu \varphi - \mu_2 m_2 g \sigma \nu \nu \varphi = m_2 a_2 \Rightarrow$$

$$a_2 = g(\eta \mu \varphi - \mu_2 \sigma \nu \nu \varphi) = 10(0,6 - 0,6 \cdot 0,8) = 1,2 \text{ m/s}^2$$

Αφού $a_1 > a_2$ όταν συνδεθούν με το νήμα αυτό θα είναι τεντωμένο, οπότε το σύστημα θα κινηθεί με επιτάχυνση a . Για το σύστημα:

$$\Sigma F = (m_1 + m_2) a \Rightarrow (m_1 + m_2) g \eta \mu \varphi - T_1 - T_2 = (m_1 + m_2) a \Rightarrow$$

$$(m_1 + m_2) g \eta \mu \varphi - \mu_1 m_1 g \sigma \nu \nu \varphi - \mu_2 m_2 g \sigma \nu \nu \varphi = (m_1 + m_2) a \Rightarrow$$

$$a = g \left(\eta \mu \varphi - \sigma \nu \nu \varphi \frac{\mu_1 m_1 + \mu_2 m_2}{(m_1 + m_2)} \right) = 10 \left(0,6 - 0,8 \frac{0,5 \cdot 1 + 0,6 \cdot 3}{(1 + 3)} \right) = 1,4 \text{ m/s}^2$$

$$\Sigma F_1 = m_1 a \Rightarrow m_1 g \eta \mu \varphi - T_1 - F = m_1 a \Rightarrow F = m_1 g \eta \mu \varphi - \mu_1 m_1 g \sigma \nu \nu \varphi - m_1 a \Rightarrow$$

$$F = m_1 g(\eta \mu \varphi - \mu_1 \sigma \nu \nu \varphi) - m_1 a = 1 \cdot 10(0,6 - 0,5 \cdot 0,8) - 1,4 = 0,6N$$

Β) Εάν τα σώματα αλλάξουν θέσεις αμοιβαία, το προπορευόμενο Σ2 θα έχει $a_2 = 1,2 \text{ m/s}^2$ και το επόμενο $a_1 = 2 \text{ m/s}^2 > a_2$. Οπότε το καθένα θα κινηθεί με τη δική του επιτάχυνση με το νήμα χαλαρό ($T=0$) μέχρι να συναντηθούν.

Γ) Οι εξισώσεις της κίνησης κάθε σώματος με $x_0 = 0$, τη θέση του Σ1 που βρίσκεται πιο ψηλά από το Σ2 είναι:

$$x_1 = \frac{1}{2} a_1 t^2, x_2 = l + \frac{1}{2} a_2 t^2$$

Στη θέση συνάντησης: $x_1 = x_2 \Rightarrow \frac{1}{2} a_1 t^2 = l + \frac{1}{2} a_2 t^2 \Rightarrow \frac{1}{2} (a_1 - a_2) t^2 = l \Rightarrow t = \sqrt{\frac{2l}{a_1 - a_2}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 3,6}{2 - 1,2}} = 3 \text{ s}$

ΛΥΣΗ ΘΕΜΑ 4°

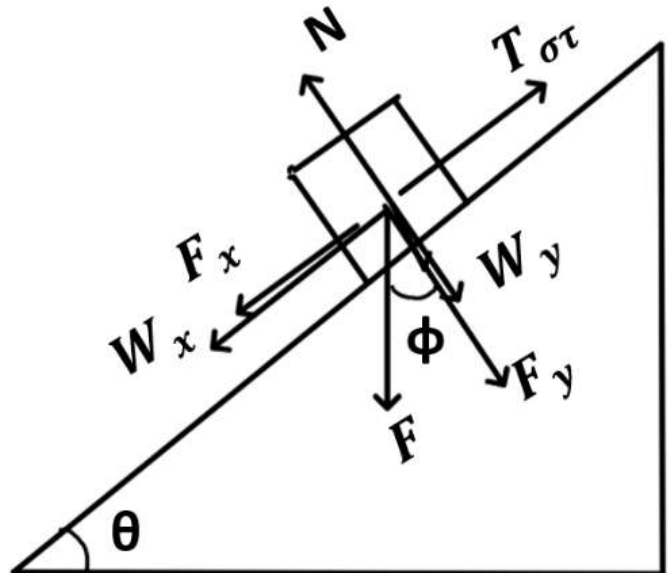
$$\Sigma F_y = 0 \Rightarrow N - W_y - F_y = 0 \Rightarrow$$

$$N = mg \sin \theta + F \sin \phi = 2 \cdot 10 \cdot 0,8 + F \cdot 0,5 = 16 + F \cdot 0,5$$

$$\Sigma F_x = 0 \Rightarrow W_x + F_x - T_{op} = 0 = > mg \cos \theta + F \cos \phi = T_{op} \Rightarrow$$

$$2 \cdot 10 \cdot 0,6 + F \cdot 0,85 = \mu_{op} \cdot N \Rightarrow 12 + F \cdot 0,85 = 0,8 \cdot (16 + F \cdot 0,5)$$

$$\Rightarrow 12 + F \cdot 0,85 = 12,8 + F \cdot 0,4 = > F \cdot (0,85 - 0,40) = 0,8 \Rightarrow F = \frac{0,8}{0,45} = 1,78 \text{ N}$$



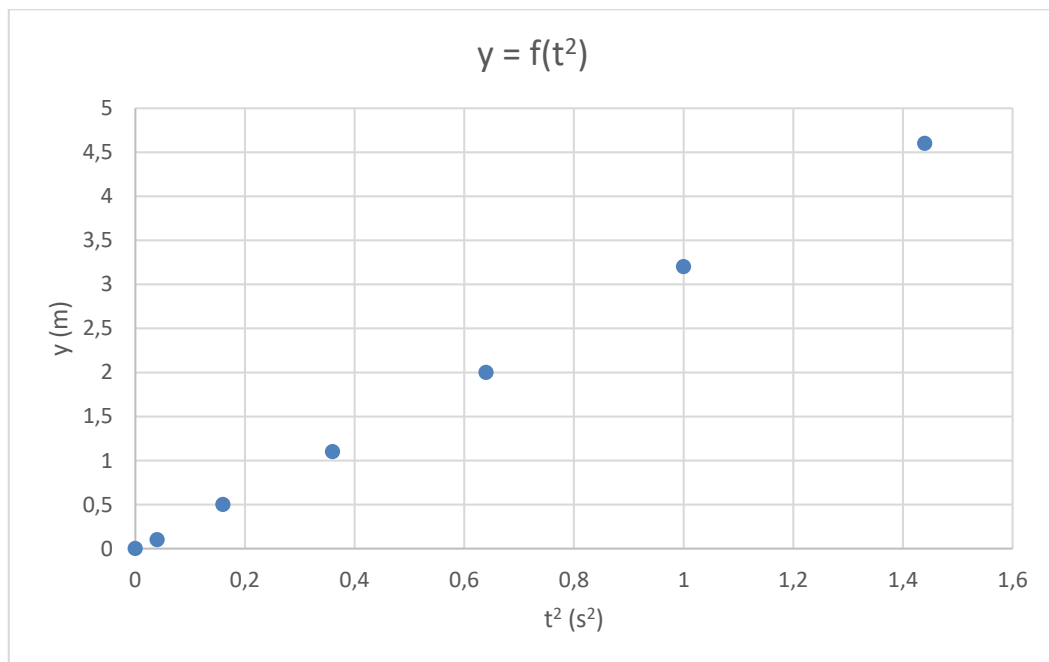
ΛΥΣΗ Θέμα 5°

Α. Στην ευθύγραμμη ομαλή κίνηση όταν διπλασιάζεται ο χρόνος διπλασιάζεται και η μετατόπιση. Αυτό στην περίπτωσή μας δεν ισχύει, αλλά η μετατόπιση είναι μεγαλύτερη από διπλάσια. Άρα η κίνηση είναι επιταχυνόμενη.

Β.

α/α	$t \text{ (s)}$	$y \text{ (m)}$	$t^2 \text{ (s}^2\text{)}$
1	0,0	0,0	0,00
2	0,2	0,1	0,04
3	0,4	0,5	0,16
4	0,6	1,1	0,36
5	0,8	2,0	0,64
6	1,0	3,2	1,00
7	1,2	4,6	1,44

Γ.



Καλύτερη καμπύλη προσαρμογής: Ευθεία που διέρχεται από την αρχή των αξόνων, κάτι που σημαίνει επιταχυνόμενη κίνηση χωρίς αρχική ταχύτητα, δηλ. $y = \lambda t^2$, με $\lambda = \alpha/2$.

Δ. Η κλίση της γραφικής παράστασης είναι: $\lambda = 3,2 \text{ m/s}^2$ και συνεπώς $\alpha = 6,4 \text{ m/s}^2$. Αφού α σημαντικά μικρότερη του g η κίνησης ΔΕΝ είναι ελεύθερη πτώση.

