

ΕΝΩΣΗ ΚΥΠΡΙΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ

4^Η ΠΑΓΚΥΠΡΙΑ ΟΛΥΜΠΙΑΔΑ ΦΥΣΙΚΗΣ

Γ' ΓΥΜΝΑΣΙΟΥ



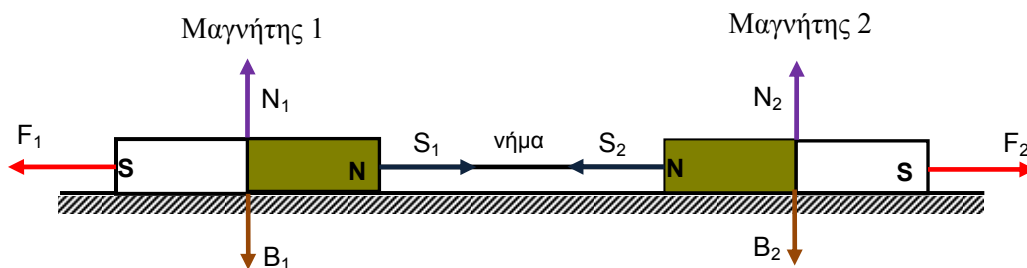
Κυριακή, 18 Μαΐου, 2008

Ώρα: 10:30 - 13:00

Προτεινόμενες λύσεις

ΘΕΜΑ - 1 (5 μον.)

(α) (2 μον.)



(β) Οι δυνάμεις (F_1, F_2) αποτελούν ζευγάρι δράσης-αντίδρασης. (1 μον.)

(γ) i. Ευθύγραμμη ομαλά επιταχυνόμενη κίνηση. (1 μον.)

ii. Ο μαγνήτης 2 με τη μικρότερη μάζα διότι θα κινείται με μεγαλύτερη επιτάχυνση. (1 μον.)

ΘΕΜΑ - 2 (5 μον.)

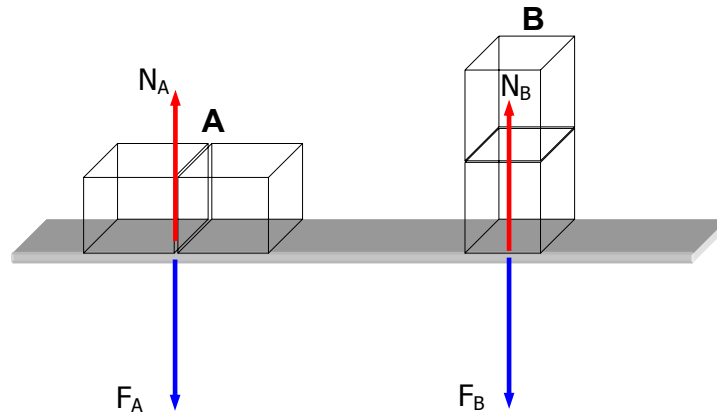
(α) Στις ελαστικές παραμορφώσεις η επιμήκυνση ενός ελατηρίου είναι ανάλογη της δύναμης που ασκείται σ' αυτό. Ισχύει η σχέση $F_{ελ} = k \cdot \Delta x$ (1 μον.)

(β) $k = \frac{F_1}{x_1} = \frac{F_2}{x_2} \Rightarrow x_2 = \frac{F_2}{F_1} \cdot x_1 = \frac{60}{40} \cdot 5 = 7,5 \text{ cm}$ (2 μον.)

(γ) $F_3 = \frac{x_3}{x_1} \cdot F_1 = \frac{12}{5} \cdot 40 = 96 \text{ N}$ (2 μον.)

ΘΕΜΑ - 3 (5 μον.)

(α) Τα σώματα Α και Β δέχονται κάθετες δυνάμεις από το δάπεδο τις N_A και N_B οι οποίες είναι ίσες με τα βάρη τους λόγω ισορροπίας. Ισχύει $N_A = B_A = B_B = N_B$. Σύμφωνα με το αξίωμα δράσης-αντίδρασης τα σώματα Α και Β θα ασκούν ίσες και αντίθετες δυνάμεις τις F_A και F_B στο δάπεδο με αυτές που δέχονται. Άρα θα ισχύει $F_A = N_A = N_B = F_B$ (1 μον.)



(β) Το δάπεδο θα δέχεται πίεση από το σώμα Α ίση με: $P_A = \frac{F_A}{A_A}$ και πίεση από το σώμα Β ίση με: $P_B = \frac{F_B}{A_B} = \frac{F_A}{\frac{A_A}{2}} = \frac{2F_A}{A_A} = 2P_A$. Άρα το σώμα Β θα ασκεί διπλάσια πίεση στο δάπεδο.

Διαφορετικά: Το δάπεδο δέχεται ίσες δυνάμεις από τα δύο σώματα. Όμως το σώμα Β έχει τη μισή επιφάνεια και επομένως θα ασκεί διπλάσια πίεση επειδή η πίεση είναι ανάλογη της κάθετης δύναμης που ασκείται στο δάπεδο και αντιστρόφως ανάλογη του εμβαδού της επιφάνειας. (2 μον.)

(γ) $P_B = \frac{F_B}{A_B} = \frac{2N}{100\text{cm}^2} = 0,02\text{N/cm}^2 = \frac{0,02\text{N}}{0,0001\text{m}^2} = 200\text{N/m}^2 = 200\text{Pa}$ (1+1 μον.)

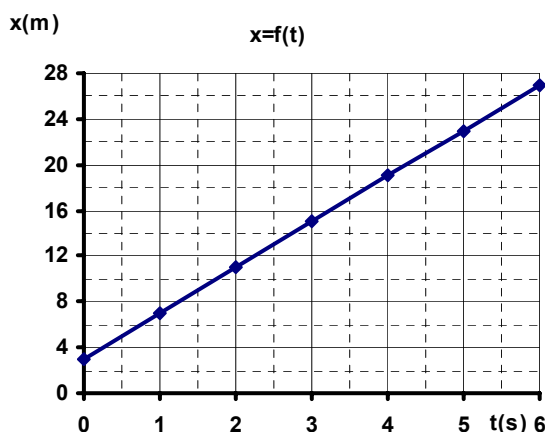
ΘΕΜΑ - 4 (5 μον.)

(α) Η μετατόπιση Δx υπολογίζεται από το εμβαδό στο διάγραμμα $u=f(t)$ και είναι: $\Delta x = 4(6-1) = 20\text{m}$, ή διαφορετικά $\Delta x = u\Delta t = 4 \cdot 5 = 20\text{m}$.

(2 μον.)

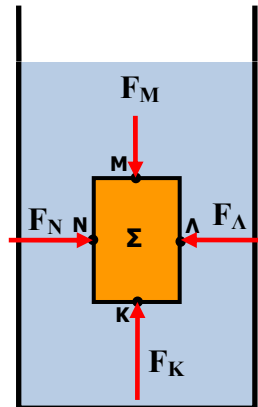
(β) Το διάγραμμα θέσης-χρόνου φαίνεται δίπλα. (3 μον.)

Σημ: Αν το διάγραμμα που θα κατασκευάσουν οι μαθητές δεν περνά από το $x=3\text{m}$, αλλά από το $x=0\text{m}$ να τους δοθούν οι δύο από τις τρεις μονάδες.



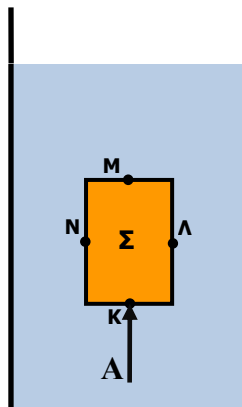
ΘΕΜΑ - 5 (10 μον.)

(α) Το υγρό ασκεί στα τέσσερα σημεία τις δυνάμεις οι οποίες φαίνονται στο σχήμα και οι οποίες έχουν μέτρα τέτοια ώστε να ισχύει η σχέση: $F_M < F_N = F_\Lambda < F_K$. (2 μον.)



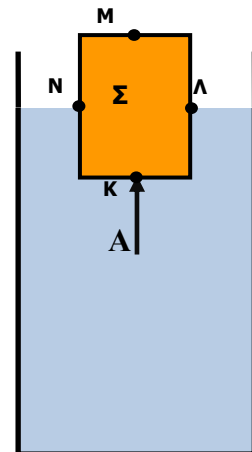
(β) i. Η συνισταμένη δύναμη είναι η άνωση της οποίας το μέτρο ισούται με $A = F_K - F_M$ και η κατεύθυνσή της φαίνεται στο διπλανό σχήμα. (2 μον.)

ii. $d_\Sigma = d_{\text{υγ}}$ διότι το σώμα είναι βυθισμένο ολόκληρο μέσα στο υγρό και αιωρείται. Επομένως $d_\Sigma = 1 \text{ g/cm}^3$. (2 μον.)



(γ) i. Το νέο σώμα Σ' θα έχει τη μισή πυκνότητα σε σχέση με την πυκνότητα του Σ και επομένως θα επιπλέει στο υγρό σύμφωνα με τη συνθήκη $d_{\Sigma'} < d_{\text{υγ}}$. Εφόσον θα έχουμε ισορροπία σύμφωνα με τον πρώτο νόμο του Νεύτωνα το Σ' θα δέχεται δύναμη από το υγρό (άνωση) ίση με το βάρος του την $A' = B_{\Sigma'}$. Επειδή $B_{\Sigma'} = B_\Sigma$ τότε και η νέα άνωση A' θα είναι ίση με την άνωση που ασκούσε το υγρό στο Σ δηλαδή $A' = A$. (2 μον.)

ii. Ισχύει $d_{\Sigma'} = \frac{d_{\text{υγ}}}{2}$ άρα ο μισός όγκος του Σ' θα είναι βυθισμένος στο υγρό όπως δείχνει το σχήμα. (2 μον.)



ΘΕΜΑ - 6 (10 μον.)

(α) Η ευθεία ΟΑ στο διάγραμμα έχει μικρότερη κλίση από την ΑΒ και παριστάνει το υγρό Χ το οποίο σύμφωνα με τη θέση του στο δοχείο έχει μικρότερη πυκνότητα από το υγρό ψ. Αυτό συμβαίνει διότι η κλίση της ευθείας στο διάγραμμα παριστάνει το σταθερό γινόμενο $d_{\text{υγ}} \cdot g$. Η ευθεία ΑΒ του διαγράμματος παριστάνει το υγρό Ψ.

(2 μον.)

(β) Αν ονομάσουμε ϕ τη γωνία που σχηματίζει η ευθεία ΟΑ με τον οριζόντιο άξονα

h, τότε η κλίση της ΟΑ είναι $\varepsilon\phi\phi = \frac{\Delta P}{\Delta h} = \frac{0,75 \cdot 10^5}{10} = 7,5 \cdot 10^3 \text{ N/m}^3$. **(1 μον.)**

Όμως $\varepsilon\phi\phi = d_x \cdot g$ Επομένως $d_x = \frac{\varepsilon\phi\phi}{g} = \frac{7,5 \cdot 10^3}{10} = 750 \text{ kg/m}^3$ **(1 μον.)**

Για το υγρό Ψ: κλίση ΑΒ = $\varepsilon\phi\theta = \frac{\Delta P}{\Delta h} = \frac{(1,75 - 0,75) \cdot 10^5}{20 - 10} = \frac{10^5}{10} = 10^4 \text{ N/m}^3$ **(2 μον.)**

Επομένως $d_\psi = \frac{\varepsilon\phi\theta}{g} = \frac{10^4}{10} = 1000 \text{ kg/m}^3$. **(1 μον.)**

(γ) Το κομμάτι πάγου θα βυθιστεί κατά ένα ποσοστό μικρότερο από τα 9/10 μέσα στο υγρό Ψ όπως φαίνεται στο διπλανό σχήμα. Αυτό δικαιολογείται ως εξής:

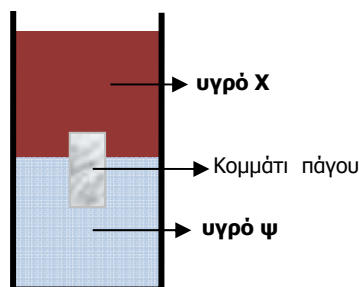
Αν υπήρχε μόνο το υγρό ψ στο δοχείο θα ίσχυε:

$A_\psi = B_\pi$ (ισορροπία) και το ποσοστό βύθισης θα

ήταν, $\pi = \frac{d_\pi}{d_\psi} = \frac{9}{10}$. Με την παρουσία και του

υγρού Χ πάλι θα υπάρχει ισορροπία και θα ισχύει $A_\psi + A_\chi = B_\pi$ άρα η A_ψ με τα δύο υγρά είναι μικρότερη από την A_ψ χωρίς την παρουσία του υγρού Χ. Επομένως ο βυθιζόμενος όγκος του πάγου (ανάλογος της άνωσης) θα είναι μικρότερος

στην παρουσία των δύο υγρών και το ποσοστό βύθισης του πάγου θα είναι μικρότερο από τα 9/10. **(3 μον.)**



Σημ: Να θεωρηθεί ορθή η απάντηση στην περίπτωση όπου οι μαθητές σχεδιάσουν το μεγαλύτερο όγκο του πάγου να είναι βυθισμένος στο υγρό ψ.

ΘΕΜΑ - 7 (10 μον.)

(α) Η επιτάχυνση που αποκτά ένα σώμα είναι ανάλογη της δύναμης που ασκείται σ' αυτό και αντιστρόφως ανάλογη της μάζας του. (2 μον.)

(β) Στην μπάλα ασκείται εκτός από την F και το βάρος της που έχει μέτρο $B=m \cdot g=0,5 \cdot 10=5\text{N}$ και διεύθυνση κατακόρυφη με φορά προς τα κάτω. (2 μον.)

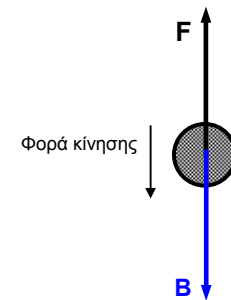
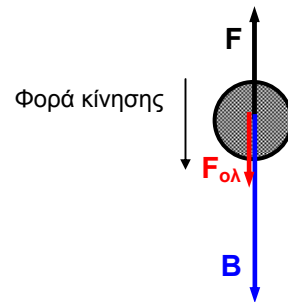
Σύμφωνα με το δεύτερο νόμο του Νεύτωνα η μπάλα θα δέχεται τη στιγμή εκείνη συνισταμένη δύναμη η οποία φαίνεται στο διπλανό σχήμα και το μέτρο της οποίας υπολογίζεται από τη σχέση:

$$F_{\text{ολ}} = m \cdot a = 0,5 \cdot 4 = 2\text{N} \quad (2 \text{ μον.})$$

Επομένως η δύναμη F υπολογίζεται από τη σχέση:

$$F_{\text{ολ}} = B - F \Rightarrow F = B - F_{\text{ολ}} = 5 - 2 = 3\text{N} \quad (2 \text{ μον.})$$

(γ) Η δύναμη θα γίνει $F=5\text{N}$, ίσου μέτρου και αντίθετης φοράς με το B (πρώτος νόμος του Νεύτωνα). (1 μον.)
Σχεδιασμός της δύναμης F . (1 μον.)

**ΘΕΜΑ - 8** (10 μον.)

(α) $B_{\text{εκτ νερού}} = 2,85\text{N} = A$ (Αρχή Αρχιμήδη) (1 μον.)

Με γνωστή την άνωση βρίσκουμε τον όγκο του στέμματος το οποίο είναι ολόκληρο βυθισμένο στο νερό. $A = d_v \cdot g \cdot V_{\text{στ}} \Rightarrow V_{\text{στ}} = \frac{A}{d_v \cdot g} = \frac{2,85}{1000 \cdot 10} = 2,85 \cdot 10^{-4} \text{m}^3$. (3 μον.)

Από τη σχέση που συνδέει την πυκνότητα με τον όγκο του σώματος υπολογίζουμε την πυκνότητα του στέμματος η οποία είναι χαρακτηριστικό του υλικού.

$$d_{\text{στ}} = \frac{m_{\text{στ}}}{V_{\text{στ}}} = \frac{5}{2,85 \cdot 10^{-4}} = 17543,8 \approx 17544 \text{kg/m}^3$$

Δεδομένου ότι η πυκνότητα του χρυσού είναι 19300kg/m^3 και το στέμμα βρέθηκε να έχει μικρότερη πυκνότητα από αυτή του χρυσού, αποδεικνύει ότι ο τεχνίτης ξεγέλασε το Βασιλιά. (4 μον.)

(β) Αν x τα kg σε χρυσάφι και a τα kg σε ασήμι τότε ισχύουν οι σχέσεις:

$$x + a = 5 \quad (1) \quad \text{και} \quad \frac{19300x + 10520a}{x + a} = 17544 \quad (2) \quad (1 \text{ μον.})$$

Λύνουμε το σύστημα και βρίσκουμε $x=4\text{kg}$ και $a=1\text{kg}$ (1 μον.)

Για να αποφύγουμε τη λύση του συστήματος εφόσον γνωρίζουμε ότι η ποσότητα σε kg χρυσαφιού-ασημιού είναι ακέραιος αριθμός είναι αρκετό με τη μέθοδο της δοκιμής να εξετάσουμε τα ζευγάρια ($x=4\text{kg}$, $a=1\text{kg}$) και ($x=3\text{kg}$, $a=2\text{kg}$) τα οποία δίνουν τιμές μεγαλύτερες από το μέσο όρο της πυκνότητας των δύο μετάλλων σύμφωνα και με το αποτέλεσμα στο πρώτο ερώτημα.

Δοκιμάζοντας το ζευγάρι $x=4\text{kg}$, $a=1\text{kg}$ έχουμε: $(4.19300+1.10520)/5=17544 \text{ kg/m}^3$ το οποίο συμφωνεί με το αποτέλεσμα της πυκνότητας του στέμματος.

ΘΕΜΑ - 9 (20 μον.)

(α) Η συσκευή ονομάζεται υδραυλικό πιεστήριο ή υδραυλικός ανυψωτήρας και στηρίζει τη λειτουργία της στην αρχή του Pascal. (2 μον.)

Η αρχή του Pascal διατυπώνεται ως εξής: Λόγω του γεγονότος ότι τα υγρά είναι ασυμπίεστα, κάθε μεταβολή της πίεσης σε οποιοδήποτε σημείο ενός περιορισμένου υγρού, προκαλεί ίση μεταβολή της πίεσης σε όλα τα σημεία του, ή διαφορετικά: Οποιαδήποτε πίεση ασκηθεί σε ένα σημείο υγρού που βρίσκεται σε ισορροπία, μεταδίδεται αμετάβλητη σε όλη τη μάζα του υγρού και προς όλες τις διευθύνσεις.

(2 μον.)

$$\text{(β)} \quad \frac{A_{\mu}}{A_M} = \frac{\pi R^2}{\pi \left(\frac{3R}{2}\right)^2} = \frac{\pi R^2}{\frac{9\pi R^2}{4}} = \frac{4}{9} \quad (4 \text{ μον.})$$

(γ) Σύμφωνα με την αρχή του Pascal θα ισχύει η σχέση $P_1=P_2$.

$$\frac{F_1}{A_{\mu}} = \frac{F_2}{A_M} \Rightarrow F_2 = \frac{A_M}{A_{\mu}} \cdot F_1 = \frac{9}{4} \cdot 40 = 90\text{N} \quad (4 \text{ μον.})$$

(δ) Τα μανόμετρα βρίσκονται στο ίδιο οριζόντιο επίπεδο και μετρούν την υδροστατική πίεση σε αυτό το βάθος. Όταν και τα έμβολα βρεθούν στο ίδιο οριζόντιο επίπεδο (ίδιο βάθος), η ένδειξη των μανομέτρων θα είναι η ίδια. (3 μον.)

(ε) Η ποσότητα του λαδιού όγκου V_1 η οποία βρίσκεται στη στήλη ανάμεσα στις θέσεις Α και Γ στο μικρό κυλινδρικό δοχείο θα μεταφερθεί και θα καταλάβει ίσο όγκο V_2 στο δεξιό δοχείο με αποτέλεσμα την ανύψωση κατά h της στάθμης του λαδιού και του εμβόλου στο μεγάλο κυλινδρικό δοχείο. Με δεδομένο τον όγκο του κυλίνδρου θα έχουμε:

$$V_1 = V_2 \Rightarrow \pi R^2 \cdot H = \frac{9\pi R^2}{4} \cdot h \Rightarrow h = \frac{4}{9} H = \frac{4}{9} 30\text{cm} = 13,3\text{cm}. \text{ Τελικά η νέα θέση } \mathbf{x'}$$

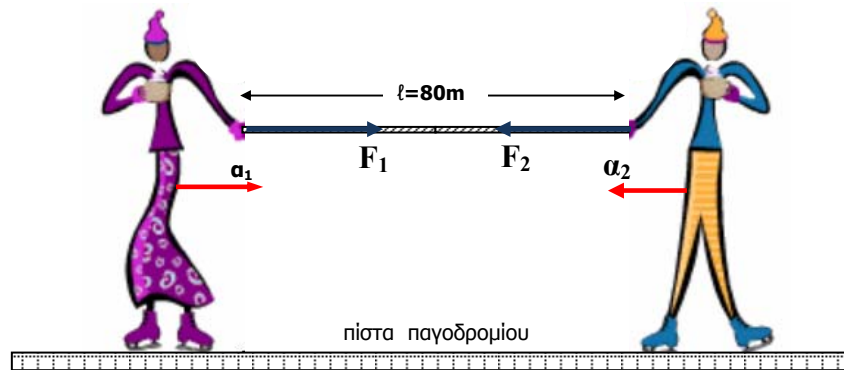
στην οποία θα ανέβει η κάτω επιφάνεια του μεγάλου εμβόλου στο λάδι ισούται με $\mathbf{x' = 30 + 13,3 = 43,3cm}$. (5 μον.)

ΘΕΜΑ - 10 (20 μον.)

(α) Το μέτρο της F_1 ισούται με $F_1 = m_k \alpha_1 = \frac{B_k}{g} \alpha_1 = \frac{300}{10} \cdot 5 = 150\text{N}$ (1 μον.)

Σχεδιασμός της δύναμης F_1 . (1 μον.)

(β) Οι δυνάμεις F_1, F_2 είναι μεταξύ τους ίσες διότι η καθεμιά από αυτές είναι δράση-αντίδραση με τις ίσες τάσεις S_1 και S_2 αντίστοιχα που εμφανίζονται στα άκρα του αβαρούς τεντωμένου σχοινιού ($F_1 = S_1$ και $S_2 = F_2$, αφού $S_1 = S_2$, τότε $F_1 = F_2 = 150\text{N}$).

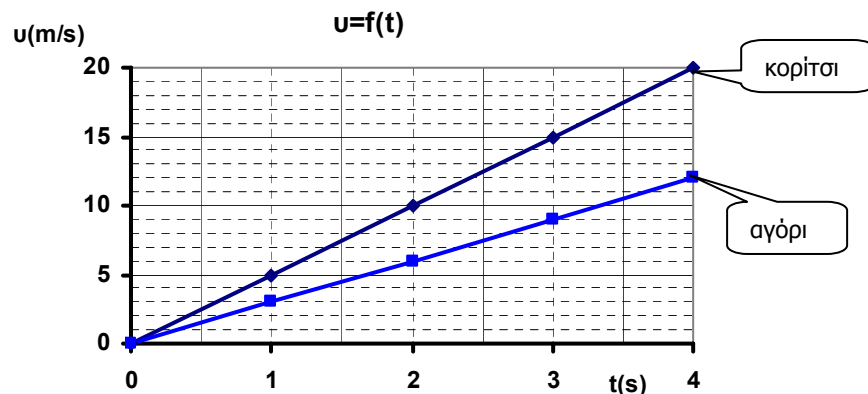


$$F_2 = m_a \alpha_2 \Rightarrow \alpha_2 = \frac{F_2}{m_a} = \frac{F_2}{\frac{B_a}{g}} = \frac{150}{50} = 3\text{m/s}^2 \quad (2 \text{ μον.})$$

Σχεδιασμός της δύναμης F_2 . (1 μον.)

(γ) Η φράση σημαίνει ότι η ταχύτητα του κοριτσιού αυξάνεται κατά 5 m/s κάθε ένα δευτερόλεπτο κίνησης. (2 μον.)

(δ) i. Το διάγραμμα $u=f(t)$ φαίνεται παρακάτω. (6 μον.)
Σε χρόνο $t_1=4\text{s}$ το κορίτσι αποκτά ταχύτητα 20m/s και το αγόρι 12m/s.



- ii. Το εμβαδό που περικλύεται από τους άξονες και την αντίστοιχη ευθεία για το κάθε παιδί στο πιο πάνω διάγραμμα δίνει το διάστημα που διάνυσε. Επομένως:

$$x_1 = E_{\mu_{\text{τριγ}}} = \frac{12.4}{2} = 24\text{m} \quad \text{και} \quad x_2 = E_{M_{\text{τριγ}}} = \frac{20.4}{2} = 40\text{m}.$$

Διαφορετικά: Το αγόρι θα διανύσει απόσταση: $x_1 = \frac{\alpha_1 \cdot t^2}{2} = \frac{3.4^2}{2} = 24\text{m}$ και το

κορίτσι $x_2 = \frac{\alpha_2 \cdot t^2}{2} = \frac{5.4^2}{2} = 40\text{m}$ **(5 μον.)**

Τα παιδιά σε χρόνο $t_1=4\text{s}$ έχουν διανύσει συνολικό διάστημα $x_{\text{ολ}}=x_1 + x_2=64\text{m}$ και τη στιγμή αυτή θα απέχουν μεταξύ τους απόσταση, $S=l-x_{\text{ολ}}=80-64=16\text{m}$.

(2 μον.)