

ΕΝΩΣΗ ΚΥΠΡΙΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ

20^Η ΠΑΓΚΥΠΡΙΑ ΟΛΥΜΠΙΑΔΑ
ΦΥΣΙΚΗΣ Β' ΛΥΚΕΙΟΥ



Κυριακή, 19 Μαρτίου, 2006

Ώρα: 10:30 - 13:30

Προτεινόμενες Λύσεις

Θέμα 1^ο (μονάδες 10)

α) Το βέλος δέχεται σταθερή επιτάχυνση για όλη τη διάρκεια της κίνησης (70cm)
προτού εξέλθει από το τόξο Η ταχύτητα που αποκτάται είναι

$$u = at \text{ και } y = \frac{1}{2}at^2 \rightarrow t = \frac{u}{a} \quad y = \frac{1}{2} \frac{u^2}{a} \rightarrow a = \frac{u^2}{2y} = 644.4 \text{ ms}^{-2}$$

(μον. 4)

$$\beta) \quad y_{\max} = y_o + u_o t_{\max} + \frac{1}{2} g t_{\max}^2 \quad (1)$$

Από το σχήμα μπορούμε να εξάγουμε τις πιο κάτω πληροφορίες:

$$y_o = 1.8 \text{ m}$$

$$u_o = 30 \text{ ms}^{-1}$$

Ο χρόνος ανόδου υπολογίζεται με τη σχέση:

$$t_{\max} = \frac{u_o}{g} = 3 \text{ s}$$

Το μέγιστο ύψος από την (1) είναι $y_{\max} = 46.8 \text{ m}$ (μον 3)

Ο συνολικός χρόνος πτήσης είναι $t_{\text{ολ}} = t_{\text{αν}} + t_{\text{καθ}}$

$$\Rightarrow t_{\text{ολ}} = 3 + \sqrt{\frac{2y_{\max}}{g}} = 3 + 3.059 = 6.059 \text{ s} \quad (\text{μον. 3})$$

Θέμα 2^ο (10 μονάδες)

Αρχικά πρέπει να υπολογιστεί η περίοδος περιστροφής του δορυφόρου. Άρα

$$F_K = F_{\epsilon\lambda\xi\eta\varsigma} \Rightarrow$$
$$\left. \begin{aligned} m_{\Delta} \omega^2 r &= G \frac{M_{\Gamma\eta\varsigma} m_{\Delta}}{r^2} \Rightarrow \omega^2 = \frac{G M_{\Gamma\eta\varsigma}}{r^3} \\ G M_{\Gamma\eta\varsigma} &= g_0 R^2 \end{aligned} \right\} \Rightarrow \omega^2 = \frac{g_0 R^2}{r^3} \Rightarrow \frac{2\pi}{T} = \sqrt{\frac{g_0 R^2}{r^3}} \Rightarrow T = \frac{2\pi}{R} \sqrt{\frac{r^3}{g_0}}$$

(μον. 5)

Με αντικατάσταση των δεδομένων στην πιο πάνω σχέση, μπορούμε να υπολογίσουμε την περίοδο του δορυφόρου η οποία είναι ίση με:

$$T = \frac{2\pi}{6400 \times 10^3} \sqrt{\frac{(6400 \times 10^3 + 600 \times 10^3)^3}{10}} \Rightarrow T = 5746,8 \text{ Sec}$$

(μον. 1)

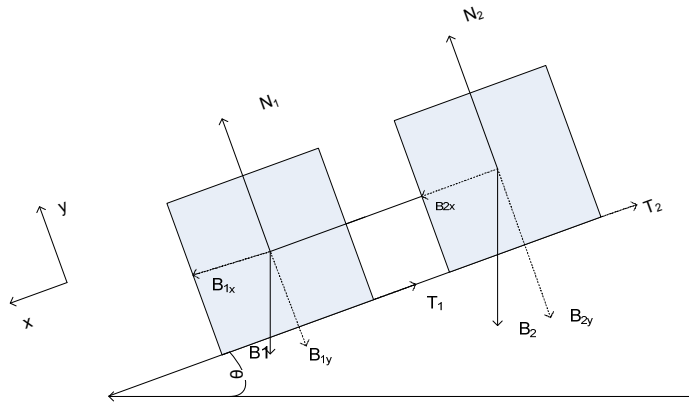
Αφού ο δορυφόρος μένει στη σκιά για χρονικό διάστημα ίσο με το ένα τέταρτο της περιόδου του, τότε ο χρόνος που έχουν στη διάθεση τους οι αστροναύτες για τις απαραίτητες επιδιορθώσεις έως να εκτεθεί στο φως του ήλιου ο δορυφόρος είναι

$$t = \frac{T}{4} \Rightarrow t = \frac{5746,8}{4} = 1436,7 \text{ sec} \approx 24 \text{ min}$$

(μον. 4)

Θέμα 3^ο (15 μονάδες)

α) Αν δεν υπήρχε το σχοινί που συνδέει τα δυο τούβλα τότε το κιβώτιο με τη μικρότερη μάζα θα επιταχυνόταν περισσότερο μιας και έχει μικρότερο συντελεστή τριβής. Έτσι το σχοινί θα παραμένει τεντωμένο και τα δυο κιβώτια θα κινούνται με την ίδια επιτάχυνση.



$$N_1 = m_1 g \sin \theta \quad N_2 = m_2 g \sin \theta$$

Οι δυνάμεις τριβής θα είναι $T_1 = \mu_1 N_1 = \mu_1 m_1 g \sin \theta$ (1) και $T_2 = \mu_2 N_2 = \mu_2 m_2 g \sin \theta$ (2)

Οι εξισώσεις κινήσεως θα είναι

$$B_{1x} - S - T_1 = m_1 a \quad (3)$$

$$B_{2x} - S - T_2 = m_2 a \quad (4)$$

$$B_{1x} + B_{2x} - T_1 - T_2 = m_1 a + m_2 a \quad (\text{μον. 4})$$

$$\Rightarrow a = 2.21 \text{ ms}^{-2} \quad (\text{μον. 2})$$

β) Από την εξίσωση 3 ή 4 προκύπτει $S = 2.27 \text{ N}$ (μον. 2)

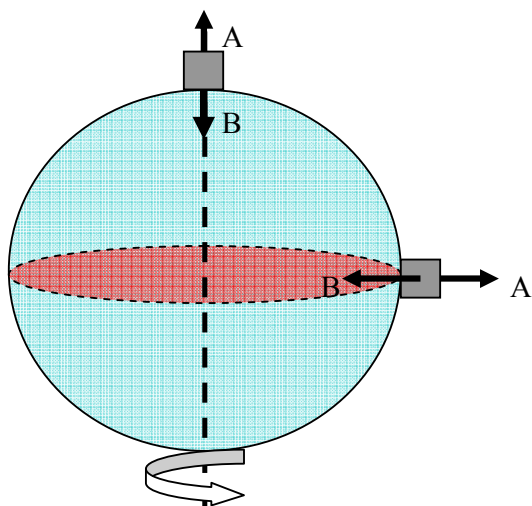
γ) Αν αλλάξουμε τις θέσεις των δυο τούβλων το μικρό τούβλο θα κινείται με μεγαλύτερη επιτάχυνση (μικρότερος συντελεστής τριβής). Αυτό θα έχει αποτέλεσμα το σχοινί να χαλαρώσει ($S=0$). Έτσι η επιτάχυνση του μικρού τούβλου θα είναι από την εξίσωση (3) (μον. 3)

$$\Rightarrow a = 2.78 \text{ ms}^{-2} \quad (\text{μον. 2})$$

και του μεγάλου από την εξίσωση (4)

$$\Rightarrow a = 1.93 \text{ ms}^{-2} \quad (\text{μον. 2})$$

Θέμα 4^ο (15 μονάδες)



Στον ισημερινό η ποσότητα του σιδήρου εκτελεί κυκλική κίνηση. Άρα υπάρχει και μια δύναμη η οποία παίζει το ρόλο της κεντρομόλου. Η ζυγαριά όμως δείχνει την αντίδραση Α από το έδαφος. Άρα:

$$A = m g - F_k \Rightarrow A = m g - \frac{m u^2}{R} = m \left(g - \frac{u^2}{R} \right)$$

(μον. 7)

Δηλ. το φαινόμενο βάρος στον ισημερινό είναι μειωμένο κατά μια ποσότητα από την πραγματική τιμή.

(μον. 3)

Όταν τώρα το μέταλλο μεταφερθεί στο Βόρειο Πόλο λόγω της γεωμετρίας της περιστροφής δεν εκτελεί κυκλική κίνηση. Άρα ισχύει:

$$B = A = m g$$

(μον. 2)

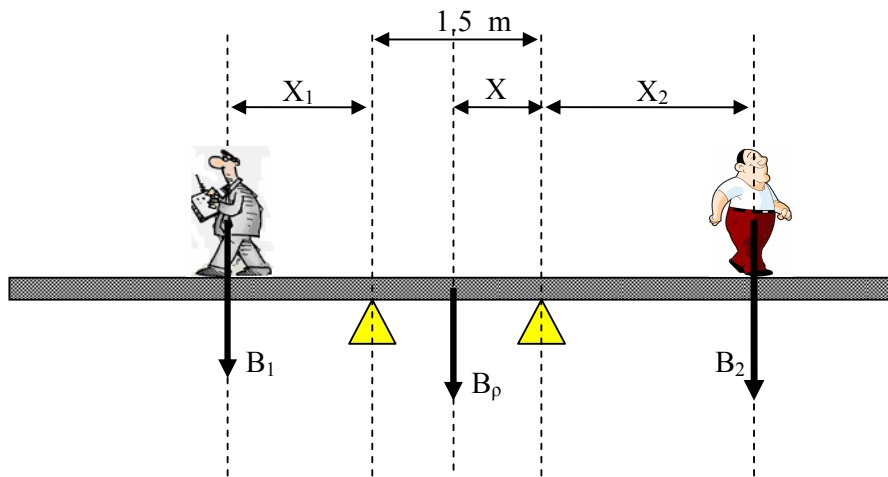
Άρα όταν το ζυγίζει στη χώρα του παρόλο που εισάγει τις απαραίτητες διορθώσεις για τις τοπικές μεταβολές του g , εξακολουθεί να υπάρχει μια διαφορά στην ένδειξη.

(μον. 3)

Θέμα 5^ο (25 μονάδες)

A) Παρατηρούμε ότι το ένα άτομο είναι το οποίο είναι και πιο βαρύ, κινείται με μεγαλύτερη ταχύτητα από το άλλο το οποίο είναι πιο ελαφρύ. Άρα η ράβδος αν θα ανατραπεί, θα περιστραφεί γύρω από το στήριγμα B. Στην οριακή περίπτωση θα ισχύει:

$$B_2 \times x_2 = B_1 \times (x_1 + 1,5) + B_p \times x \quad (\text{μον. } 5)$$



$$\left. \begin{array}{l} 700 \times x_2 = 500 \times (x_1 + 1,5) + 500 \times 0,75 \\ x_1 = u_1 \times t \\ x_2 = u_2 \times t \end{array} \right\} \Rightarrow 700 \times u_2 \times t = 500 \times (u_1 \times t + 1,5) + 375$$

(μον. 2)

Επειδή τα δύο άτομα ξεκινούν ταυτόχρονα το χρονικό διάστημα και για τους δυο είναι το ίδιο. Γι' αυτό $t_1 = t_2 = t$.

$$700 \times 0,66 \times t = 500 \times (0,5 \times t + 1,5) + 375 \Rightarrow t = 5,307 \text{ Sec} \quad (\text{μον. } 1)$$

Άρα μετά από το πιο πάνω χρονικό διάστημα η ράβδος θα ανατραπεί περιστρεφόμενη δεξιόστροφα γύρω από το στήριγμα B. (μον. 1)

Β) Για να μην ανατραπεί η ράβδος θα πρέπει ο άνθρωπος ο οποίος κινείται προς τα αριστερά να κινείται επιταχυνόμενα. Για να μην ανατραπεί η ράβδος πρέπει όταν ο άνθρωπος που κινείται δεξιά, βρίσκεται στο δεξιότερο σημείο, ο άνθρωπος στα αριστερά να είναι σε τέτοιο σημείο που η συνισταμένη ροπή ΣΜ της ράβδου να είναι ίση με μηδέν. Άρα θα ισχύει:

$$B_2 \times 4,5 = B_p \times 0,75 + B_1 (x'_1 + 1,5) \quad (\text{μον. 3})$$

Λύνοντας ως προς x'_1 βρίσκουμε

$$x'_1 = \frac{700 \times 4,5 - 500 \times 0,75 - 500 \times 1,5}{500} \Rightarrow x'_1 = 4,05 \text{ m} \quad (\text{μον. 2})$$

Άρα για να μην ανατραπεί η ράβδος θα πρέπει ο άνθρωπος ο οποίος κινείται προς τα αριστερά να έχει διανύσει τουλάχιστον 4,05 μέτρα μέσα σε 6,818 δευτερόλεπτα που χρειάζεται το άλλο άτομο για να φτάσει στο άκρο της ράβδου. Άρα με βάση τις εξισώσεις της κινηματικής θα ισχύει:

$$x'_1 = u_1 \times t + \frac{1}{2} \times a \times t^2 \Rightarrow a = \sqrt{\frac{2 \times (x'_1 - u_1 \times t)}{t^2}} \Rightarrow$$

$$a = \sqrt{\frac{2 \times (4,05 - 0,5 \times 6,818)}{(6,818)^2}} \Rightarrow a = 0,166 \text{ m/s}^2$$

(μον. 5)

Άρα το άτομο που κινείται προς τα αριστερά θα πρέπει να έχει μια σταθερή επιτάχυνση τουλάχιστον ίση με $0,166 \text{ m/s}^2$ για να μην ανατραπεί η ράβδος. Αν η επιτάχυνση είναι μεγαλύτερη σίγουρα η ράβδος θα δεν θα ανατραπεί ενώ εάν η επιτάχυνση με την οποία κινείται είναι μικρότερη η ράβδος θα ανατραπεί περιστρεφόμενη δεξιόστροφα.

Γ) Όπως έχουμε δει και στην περίπτωση (1) για να ανατραπεί η ράβδος θα πρέπει το άτομο που κινείται προς τα δεξιά να περπατήσει με σταθερή ταχύτητα για χρονικό διάστημα $t = 5,307$ δευτερόλεπτα. Άρα θα πρέπει να διανύσει απόσταση 3,503 μέτρα.

20^η Παγκύπρια Ολυμπιάδα Φυσικής Β' Λυκείου
Προτεινόμενες Λύσεις

Τώρα όμως η ράβδος αφού είναι τοποθετημένη συμμετρικά, αριστερά και δεξιά των υποστηριγμάτων η διαδρομή θα είναι μόνο 3,25 μέτρα. Άρα η ράβδος δεν θα ανατραπεί σε αυτή την περίπτωση. (μον. 6)

Θέμα 6^ο (25 μονάδες)

α) Αρχικά πρέπει να υπολογίσουμε την απόσταση που βρίσκεται η αθλήτρια από την άκρη της πισίνας. Έτσι θα είμαστε σε θέση να υπολογίζουμε και την οριζόντια απόσταση της από τον τροχό. Από το σχήμα μπορούμε να δούμε ότι η αθλήτρια απέχει τρία (3) μέτρα από την άκρη και δύο (2) από τον τροχό. (μον. 2)

Αν θεωρήσουμε ως αρχή των αξόνων την άκρη του βατήρα, τότε οι συντεταγμένες του τροχού είναι (2, -3). Αντικαθιστώντας τα σημεία αυτά πάνω στις εξισώσεις τότε έχουμε:

$$\begin{aligned}u_x &= u_0 \times \sigma\upsilon\nu\phi & u_y &= u_0 \times \eta\mu\phi - g \times t \\x &= u_0 \times t \times \sigma\upsilon\nu\phi & y &= u_0 \times t \times \eta\mu\phi - \frac{1}{2} \times g \times t^2\end{aligned}$$

(μον. 2)

Αντικαθιστώντας τις συντεταγμένες x και y πάνω στις εξισώσεις τότε έχουμε:

$$\begin{aligned}-3 &= u_0 t \eta\mu\phi - \frac{1}{2} g t^2 \\2 &= u_0 t \sigma\upsilon\nu\phi\end{aligned}$$

(μον. 2)

Λύνοντας την δεύτερη ως προς u_0 βρίσκουμε

$$u_0 = \frac{2}{t \sigma\upsilon\nu\phi}$$

(μον. 2)

Αντικαθιστώντας στην πρώτη οδηγούμαστε στην πιο κάτω σχέση η οποία μας δίνει την γωνία ϕ που σχηματίζει το σώμα της αθλήτριας και η το οριζόντιο επίπεδο.

$$\varepsilon\phi\phi = \frac{5t^2 - 3}{2}$$

(μον. 2)

Με δεδομένο ότι ο θεατής έχει στη διάθεση του τον χρόνο πτήσης (τον οποίο μπορεί να μετρά με το ρολόι) μπορεί να υπολογίσει τη γωνία και την ταχύτητα με την οποία εγκαταλείπει το βατήρα η αθλήτρια. (μον. 2)

β) Αφού ο χρόνος πτήσης της αθλήτριας είναι δύο δευτερόλεπτα από τις πιο πάνω σχέσεις μπορούμε να υπολογίσουμε αριθμητικά την τιμή της αρχικής ταχύτητας και τη γωνία με την οποία η αθλήτρια εκτοξεύεται από τον βατήρα.

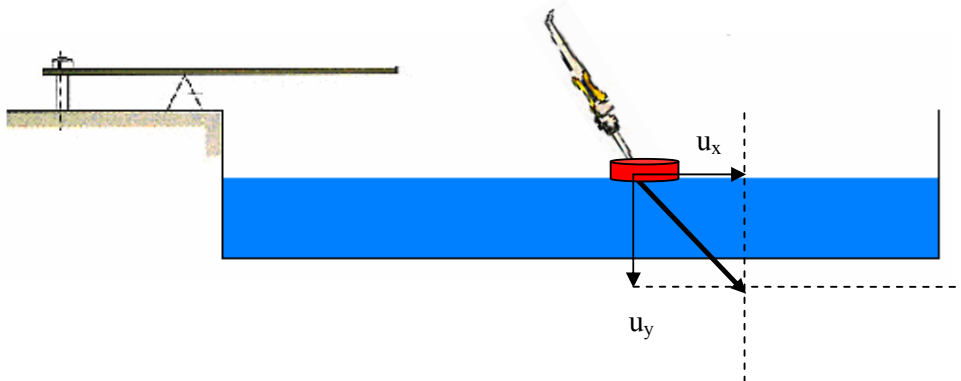
$$\varepsilon\phi\phi = \frac{5 \times 2 - 3}{2} = 8,5 \Rightarrow \phi = 83,29^\circ \quad \text{και} \quad u_0 = \frac{2}{2 \times \sigma\upsilon\nu(83,29)} \Rightarrow u_0 = 8,559 \, \text{m/s}$$

(μον. 2)

Τώρα μπορούμε να υπολογίσουμε τις u_x και u_y .

$$u_x = 8,559 \times \sigma\upsilon\nu(83,29) = 1 \, \text{m/s}$$
$$u_y = 8,559 \times \eta\mu(83,29) - 10 \times 2 = -11,5 \, \text{m/s}$$

(μον. 2)



Η γωνία με την οποία εισέρχεται η αθλήτρια μέσα στο νερό είναι ίση με

$$\varepsilon\phi(\theta) = \frac{u_y}{u_x} = \frac{11,5}{1} \Rightarrow \theta = 85,03^\circ$$

(μον. 2)

20^η Παγκύπρια Ολυμπιάδα Φυσικής Β' Λυκείου
Προτεινόμενες Λύσεις

γ) Για τον υπολογισμό του μέγιστου ύψους θα πρέπει πρώτα να υπολογίσουμε το χρόνο ανόδου της αθλήτριας.

$$u_y = 0 \Rightarrow 0 = u_0 \eta \mu(\phi) - g t_{av} \Rightarrow t_{av} = \frac{u_0 \eta \mu(\phi)}{g} = \frac{8,559 \times \eta \mu(83,29)}{10} = 0,85 \text{ Sec}$$

(μον. 3)

Τώρα μπορούμε να υπολογίσουμε το μέγιστο ύψος αντικαθιστώντας τα δεδομένα στην εξίσωση του y και θέτοντας όπου t τον χρόνο ανόδου t_{av} . Το ύψος αυτό υπολογίζεται από το επίπεδο του βατήρα.

$$y_{\max} = 3,613 \text{ m}$$

(μον. 2)

Άρα το μέγιστο ύψος που φτάνει η αθλήτρια από την επιφάνεια του νερού είναι 6,613 μέτρα διότι λάβαμε υπόψη και το ύψος του βατήρα.

(μον. 2)