ΕΝΩΣΗ ΚΥΠΡΙΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ

26 Η ΠΑΓΚΥΠΡΙΑ ΟΛΥΜΠΙΑΔΑ ΦΥΣΙΚΗΣ

Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ (Δεύτερη Φάση)

Κυριακή, 08 Απριλίου, 2012

Ώρα: 10:00 - 13:00

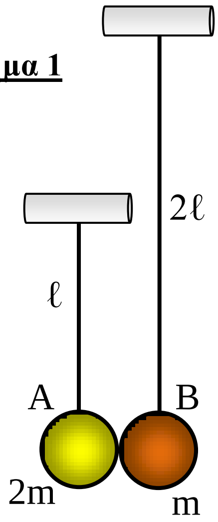
Οδηγίες:

1) ***Το δοκίμιο αποτελείται από τέσσερις (6) σελίδες και πέντε (5) θέματα.***
2) ***Να απαντήσετε σε όλα τα θέματα του δοκιμίου.***
3) ***Επιτρέπεται η χρήση μόνο μη προγραμματιζόμενης υπολογιστικής μηχανής.***
4) ***Δεν επιτρέπεται η χρήση διορθωτικού υγρού.***
5) ***Επιτρέπεται η χρήση ΜΟΝΟ μπλε μελανιού. (Οι γραφικές παραστάσεις μπορούν να γίνουν και με μολύβι).***
6) ***Τα σχήματα των θεμάτων δεν είναι υπό κλίμακα.***
7) ***Δίνεται: $g = 10$ m/s.^{2}***

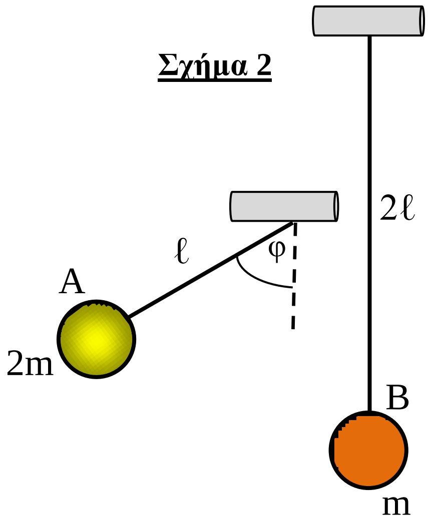
ΘΕΜΑ 1^o: (Μονάδες 10)

Δύο ελαστικές σφαίρες Α και Β με μάζες $m_A = 2m$ και $m_B = m$ είναι δεμένες στα άκρα κατακόρυφων νημάτων με μήκη $\ell_A = \ell$ και $\ell_B = 2\ell$ έτσι ώστε να εφάπτονται μεταξύ τους και τα κέντρα τους να βρίσκονται στην ίδια οριζόντια ευθεία όπως φαίνονται στο σχήμα 1.

Σχήμα 1



Σχήμα 2



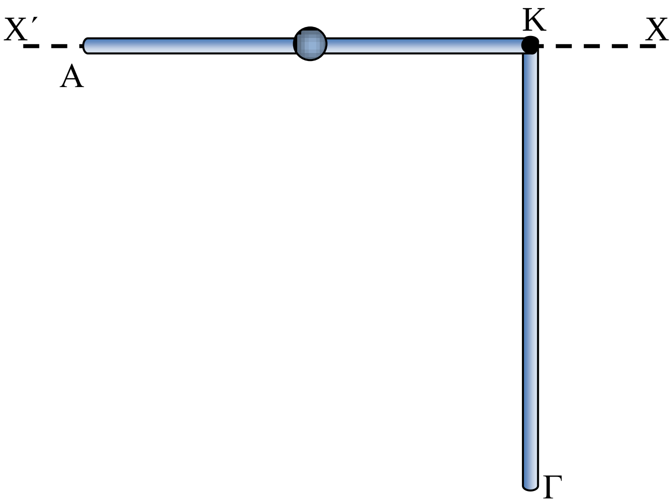
Εκτρέποντας τη σφαίρα Α από την κατακόρυφη θέση του έτσι ώστε το νήμα να σχηματίζει γωνία $\varphi = 60^o$ με την κατακόρυφο και στη συνέχεια αφήνεται ελεύθερη (σχήμα 2). Αν η κρούση των σφαιρών είναι κεντρική ελαστική να υπολογίσετε:

α. τις ταχύτητες των δύο σφαιρών μετά την κρούση. **(μον. 6)**

β. τη μέγιστη γωνία που θα σχηματίσει το νήμα της σφαίρας Β με την κατακόρυφο μετά την κρούση. **(μον. 4)**

ΘΕΜΑ 2ο: (Μονάδες 20)

Δύο ίδιες ομογενείς ράβδοι ΚΑ και ΚΓ έχουν μάζες m = 2 kg και μήκος ℓ = 1,2 m η καθεμία. Οι δύο ράβδοι είναι σταθερά ενωμένες μεταξύ τους στο άκρο Κ και σχηματίζουν ορθή γωνία. Στο μέσο της οριζόντιας ράβδου ΚΑ στερεώνουμε μια μικρή σφαίρα μάζας 2,5 kg. Το σύστημα μπορεί να περιστρέφεται γύρω από οριζόντιο άξονα κάθετο στο επίπεδο ΑΚΓ που διέρχεται από το σημείο Κ. Αρχικά το σύστημα συγκρατείται στη θέση όπου η ράβδος ΚΑ είναι οριζόντια. Από την αρχική θέση το σύστημα αφήνεται ελεύθερο να περιστραφεί. Η ροπή αδράνειας της ράβδου δίνεται από τη σχέση $I = \frac{1}{3}m\ell^2$.



α. Τη χρονική στιγμή κατά την οποία οι δύο ράβδοι σχηματίζουν ίσες γωνίες με την οριζόντια ευθεία ΧΧ΄ να υπολογίσετε:

i. Το μέτρο της γωνιακής ταχύτητας του συστήματος. **(μον. 5)**

ii. Το μέτρο της στροφορμής του συστήματος ως προς τον άξονα περιστροφής που διέρχεται από το σημείο Κ. **(μον. 2)**

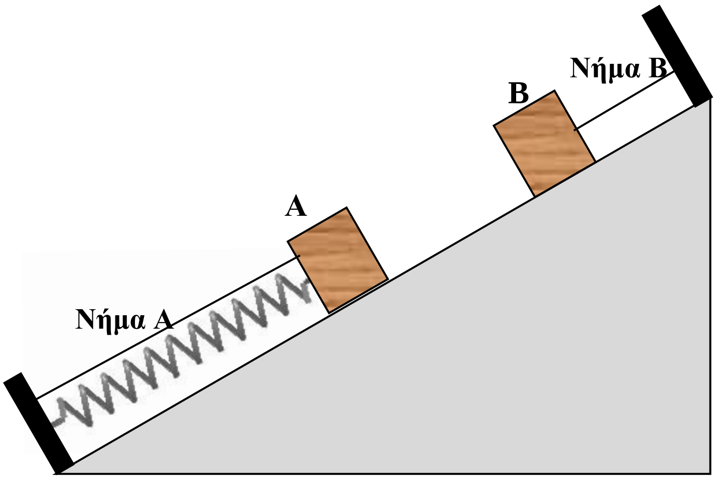
β. Να υπολογίσετε τη μέγιστη γωνιακή ταχύτητα του συστήματος. **(μον. 5)**

γ. Να κατασκευάσετε σε βαθμολογημένους άξονες τη γραφική παράσταση της κινητικής ενέργειας λόγω περιστροφής **της ράβδου ΚΓ** σε σχέση με τη γωνιακή ταχύτητα $E_{κιν.περ.} = f\ (ω)$ από τη στιγμή που αφέθηκε ελεύθερο το σύστημα μέχρι που απόκτησε για πρώτη φορά μέγιστη γωνιακή ταχύτητα. **(μον. 3)**

δ. Να υπολογίσετε την ελάχιστη απόσταση από το σημείο Κ που πρέπει να στερεώσουμε τη σφαίρα Σ έτσι ώστε η ράβδος ΚΓ να ανέλθει πάνω από την ευθεία ΚΧ σχηματίζοντας γωνία 45^0 με αυτή. **(μον. 5)**

ΘΕΜΑ 3^{ο}: (Μονάδες 25)

Το σώμα Α έχει μάζα m_A = 4 kg και ισορροπεί με τη βοήθεια νήματος και ελατηρίου σταθεράς k = 25 π^2 N/m σε λείο κεκλιμένο επίπεδο γωνίας κλίσης 30^{o}. Τα νήματα και το ελατήριο είναι παράλληλα με το κεκλιμένο επίπεδο. Η τάση του νήματος Α έχει μέτρο 24, 7 N. Τη χρονική στιγμή t = 0 τα δύο νήματα κόβονται. Το σώμα Β, μάζας m_B = 5 kg, ολισθαίνει στο κεκλιμένο επίπεδο και όταν διανύσει απόσταση S = 2,5 m συγκρούεται πλαστικά με το σώμα Α. Ο χρόνος της κρούσης είναι αμελητέος.



α. Να αποδείξετε ότι το σώμα Α, πριν την κρούση, εκτελεί Α.Α.Τ. **(μον. 5)**

β. Να υπολογίσετε:

i. την ταχύτητα του συσσωματώματος αμέσως μετά την κρούση. **(μον. 5)**

ii. την απόσταση του συσσωματώματος από την νέα θέση ισορροπίας τη στιγμή της κρούσης. **(μον. 3)**

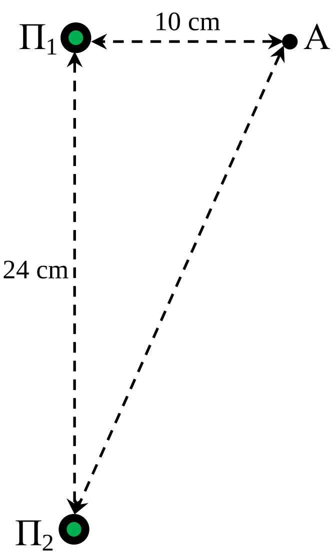
iii. την απόσταση που θα διανύσει το συσσωμάτωμα μέχρι να μηδενιστεί στιγμιαία για δεύτερη φορά η ταχύτητά του. **(μον. 4)**

γ. Να κατασκευάσετε σε βαθμολογημένους άξονες τη γραφική παράσταση της ταχύτητας του σώματος Α μέχρι τη στιγμή της κρούσης. **(μον. 3)**

δ. Να κατασκευάσετε σε βαθμολογημένους άξονες τη γραφική παράσταση της ταχύτητας του συσσωματώματος από τη στιγμή της κρούσης μέχρι τη στιγμή που μηδενίζεται η ταχύτητά του για δεύτερη φορά. **(μον. 5)**

ΘΕΜΑ 4ο: (Μονάδες 25)

Σε μία λεκάνη κυμάτων (ripple tank) οι σημειακές πηγές $Π_1$ και $Π_2$ παράγουν κύματα ίδιας συχνότητας η οποία ρυθμίζεται από την ίδια γεννήτρια συχνοτήτων. Τα κύματα που παράγονται από τις πηγές είναι σε φάση μεταξύ τους, έχουν πλάτος $ψ_0$=0,02 m και διαδίδονται στην επιφάνεια του νερού με ταχύτητα υ = 0,8 m/s. Οι δύο πηγές απέχουν μεταξύ τους 24 cm. Ένα σημείο Α απέχει από την πηγή $Π_1$ 10 cm όπως φαίνεται στο διπλανό σχήμα.



Η γεννήτρια συχνοτήτων έχει τη δυνατότητα να παράγει κύματα με συχνότητα από 30 Hz μέχρι και 40 Hz.

Α. α. Να προσδιορίσετε για ποιες συχνότητες το σημείο Α

i. εκτελεί ταλάντωση με μέγιστο πλάτος, **(μον. 3)**

ii. παραμένει ακίνητο. **(μον. 3)**

β. Αν η γεννήτρια συχνοτήτων παράγει κύματα συχνότητας 32 Hz να υπολογίσετε:

i. το πλάτος της ταλάντωσης του σημείου Α **(μον. 2)**

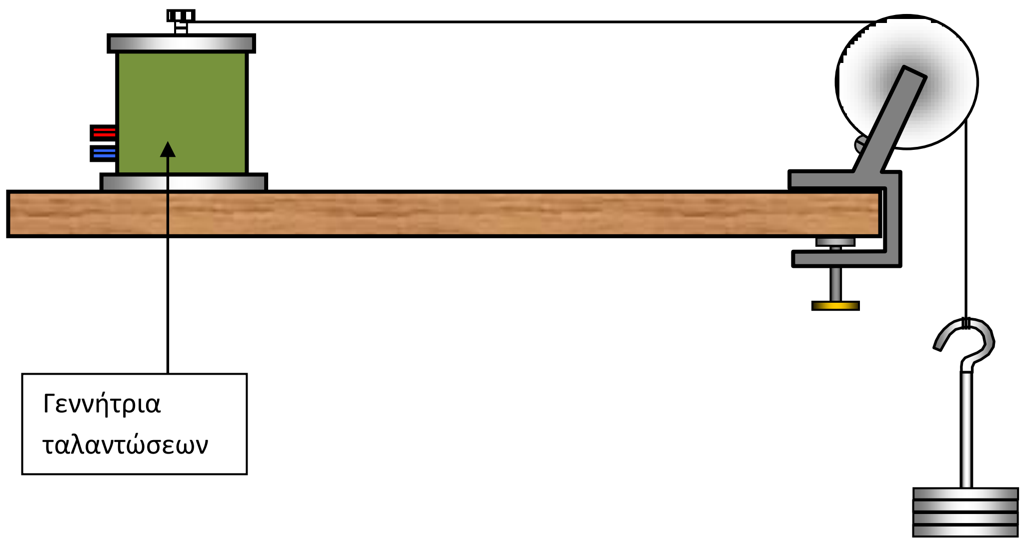
ii. την απομάκρυνση του σημείου Α τις χρονικές στιγμές

(1). t = 0,1 s **(μον. 1)**

(2). t = 0,2 s **(μον. 2)**

(3). t = 0,4 s **(μον. 3)**

Β. Στο πιο κάτω σχήμα φαίνεται η πειραματική διάταξη για τη μελέτη στάσιμου κύματος σε χορδή. Η χορδή έχει μήκος ***l*** και τεντώνεται με τη βοήθεια τεσσάρων σταθμών μάζας ***m*** το καθένα. Η γεννήτρια ταλαντώσεων τίθεται σε λειτουργία και παράγει ταλαντώσεις συχνότητας ***f***.



α. Να εξηγήσετε τον τρόπο δημιουργίας του στάσιμου κύματος στη χορδή της πειραματικής διάταξης. **(μον. 3)**

β. Η χορδή πάλλεται με τη δεύτερη αρμονική της συχνότητα. Να σχεδιάσετε τη μορφή του στάσιμου κύματος που δημιουργείται στη χορδή όταν τα σημεία της χορδής βρίσκονται στις ακραίες τους θέσεις. **(μον. 2)**

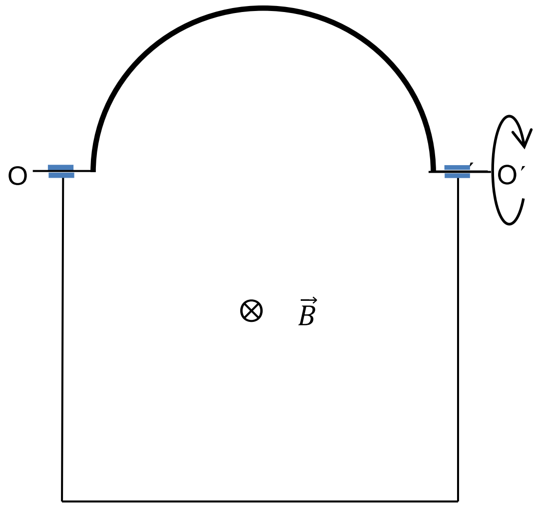
γ. Να περιγράψετε δύο αλλαγές που θα κάνατε στην αρχική πειραματική διάταξη (χωρίς να αλλάξετε τη συχνότητα λειτουργίας της γεννήτριας ταλαντώσεων) έτσι που με κάθε αλλαγή η χορδή να ταλαντώνεται με τη θεμελιώδη της συχνότητα. **(μον. 4)**

δ. Να εξηγήσετε τι εννοούμε όταν λέμε ότι «το στάσιμο κύμα δεν είναι κύμα». **(μον. 2)**

<u>ΘΕΜΑ 5ο: (Μονάδες 20)</u>

α. Να διατυπώσετε το νόμο του Faraday για την ηλεκτρομαγνητική επαγωγή. **(μον. 3)**

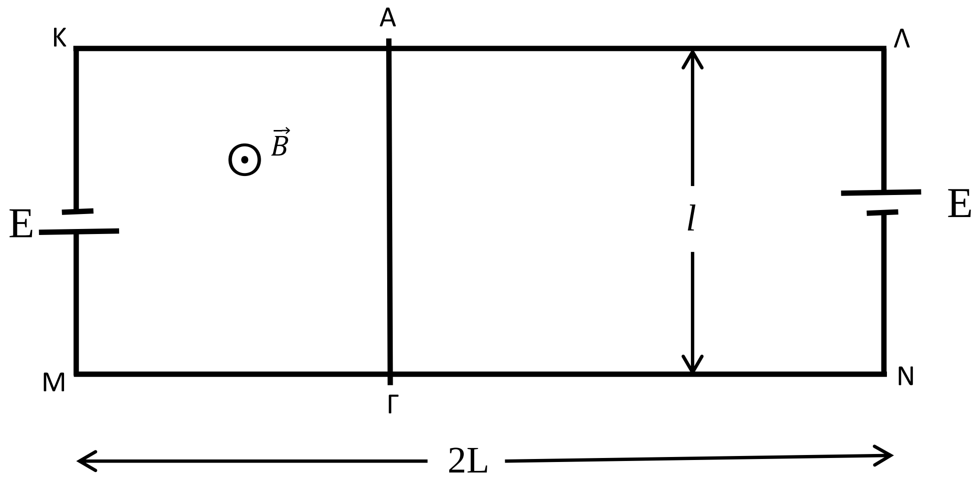
β. Το μεταλλικό πλαίσιο που φαίνεται στο διπλανό σχήμα βρίσκεται σε ομογενές μαγνητικό πεδίο μαγνητικής επαγωγής $\vec{B}$. Το πάνω μέρος του πλαισίου έχει τη μορφή ημικυκλίου ακτίνας a και μπορεί να περιστρέφεται γύρω από τον άξονα ΟΟ΄ χωρίς να χάνει επαφή με τις άλλες πλευρές του πλαισίου. Οι τρεις ευθύγραμμες πλευρές του πλαισίου έχουν μήκος b η καθεμιά. Τη χρονική στιγμή $t = 0$ η μαγνητική ροή μέσα από το πλαίσιο είναι μέγιστη.



i. Να υπολογίσετε τη μέγιστη μαγνητική ροή που διαρρέει το πλαίσιο. **(μον. 2)**

ii. Τη χρονική στιγμή $t = 0$ το ημικυκλικό τμήμα του πλαισίου αρχίζει να περιστρέφεται με σταθερή γωνιακή ταχύτητα $\vec{\omega}$ γύρω από τον άξονα ΟΟ΄. Να υπολογίσετε την ηλεκτρεγερτική δύναμη από επαγωγή που παράγεται στο πλαίσιο σαν συνάρτηση του χρόνου. **(μον. 4)**

γ. Δύο παράλληλες μεταλλικές ράγες ΚΛ και ΜΝ μήκους 2L και αντίστασης r **ανά μονάδα μήκους** στερεώνονται στο οριζόντιο επίπεδο σε απόσταση l η μία από την άλλη. Τα άκρα τους συνδέονται με πανομοιότυπες ηλεκτρικές πηγές με ηλεκτρεγερτική δύναμη Ε. Η αγώγιμη ράβδος ΑΓ μάζας m και αντίστασης R τοποθετείται κάθετα πάνω στις δύο ράγες και μπορεί να γλιστρά πάνω σε αυτές χωρίς τριβή. Το σύστημα εισάγεται σε κατακόρυφο ομογενές μαγνητικό πεδίο $\vec{B}$. Η αντίσταση των αγωγών που συνδέουν τις ράγες με τις ηλεκτρικές πηγές και οι εσωτερικές αντιστάσεις των πηγών είναι αμελητέες.



i. Η ράβδος ΑΓ την αρχική χρονική στιγμή $t = 0$ βρίσκεται πιο κοντά στα άκρα Κ και Μ. Να περιγράψετε την κίνηση της ράβδου ΑΓ όταν αυτή αφεθεί ελεύθερη. Να εξηγήσετε την απάντησή σας. **(μον. 4)**

ii. Να προσδιορίσετε τη θέση ισορροπίας της ράβδου. Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας. **(μον. 2)**

iii. Μετατοπίζουμε τη ράβδο ΑΓ από τη θέση ισορροπίας της κατά πολύ μικρή απόσταση x πάνω στις ράγες και την αφήνουμε ελεύθερη. Θεωρώντας σε αυτή την περίπτωση αμελητέα τα επαγωγικά ρεύματα στη ράβδο ΑΓ να δείξετε ότι η περίοδος των ταλαντώσεων που θα εκτελεί η ράβδος δίνεται από τη σχέση:

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{mL((rL + R)}{ElB}}$$

Να θεωρήσετε ότι $x^2 \ll x$.

Υπενθυμίζονται οι κανόνες του Kirchoff: $\Sigma I = 0$ για κόμβο αγωγών και $\Sigma E = \Sigma IR$ για βρόχο του κυκλώματος. **(μον. 5)**

Τέλος