ΕΝΩΣΗ ΚΥΠΡΙΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ

25 Η ΠΑΓΚΥΠΡΙΑ ΟΛΥΜΠΙΑΔΑ ΦΥΣΙΚΗΣ
Γ΄ ΛΥΚΕΙΟΥ (Δεύτερη Φάση)

Κυριακή, 03 Απριλίου, 2011

<u>Παρακαλώ διαβάστε πρώτα τα πιο κάτω, πριν απαντήσετε οποιαδήποτε ερώτηση</u>

<u>Γενικές Οδηγίες:</u>

1) Είναι πολύ σημαντικό να δηλώσετε ορθά στον κατάλληλο χώρο στο εξώφυλλο του τετραδίου απαντήσεων τα εξής στοιχεία: (α) Όνομα και Επώνυμο, (β) Όνομα πατέρα, (γ) Σχολείο, (δ) Τηλέφωνο.
2) Το δοκίμιο αποτελείται από έξι (6) σελίδες και περιέχει έξι (6) θέματα.
3) Η εξέταση διαρκεί τρεις (3) ώρες.
4) Η συνολική βαθμολογία του εξεταστικού δοκιμίου είναι 100 μονάδες.
5) Χρησιμοποιήστε μόνο στυλό με μελάνι χρώματος μπλε ή μαύρο. Οι γραφικές παραστάσεις μπορούν να γίνουν και με μολύβι.
6) Δεν επιτρέπεται η χρήση διορθωτικού υγρού.
7) Επιτρέπεται η χρήση μόνο μη προγραμματισμένης υπολογιστικής μηχανής.
8) Δηλώστε στις σελίδες του τετραδίου απαντήσεων τον αριθμό του προβλήματος και το αντίστοιχο γράμμα του ερωτήματος που απαντάτε.
9) Εάν χρησιμοποιήσετε κάποιες σελίδες του τετραδίου απαντήσεων για δικές σας σημειώσεις που δεν επιθυμείτε να βαθμολογηθούν, βάλτε ένα μεγάλο σταυρό (Χ) σε αυτές τις σελίδες ώστε να μην ληφθούν υπόψη στη βαθμολόγηση.
10) Να χρησιμοποιείτε μόνο σταθερές ή σχέσεις που δίνονται στο αντίστοιχο θέμα αλλά και στο τέλος των γενικών οδηγιών.
11) Τα σχήματα όλων των θεμάτων δεν είναι υπό κλίμακα.

<u>Σταθερές:</u>

$\pi = 3{,}14$, $\pi^2 = 10$, $g = 10\ m/s^2$.

<u>Δεδομένα:</u>

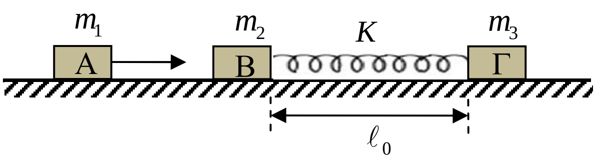
Για ελαστική κρούση μεταξύ δύο σωμάτων: $\vec{u}_1 + \vec{v}_1 = \vec{u}_2 + \vec{v}_2$, Πυκνότητα: $d = \frac{m}{V}$.

<u>Η αντίσταση του αέρα να θεωρηθεί αμελητέα.</u>

<u>Να απαντήσετε όλα τα προβλήματα που ακολουθούν.</u>

Πρόβλημα - 1 **(15 μονάδες)**

Ένα σώμα A μάζας m_1 και κινητικής ενέργειας E συγκρούεται με δεύτερο σώμα B, μάζας m_2 που είναι συνδεδεμένο με αβαρές ελατήριο σταθεράς K, που ικανοποιεί το νόμο του Hooke. Στο άλλο άκρο του ελατηρίου βρίσκεται συνδεδεμένο τρίτο σώμα Γ, μάζας m_3. Τα δύο σώματα B και Γ είναι αρχικά ακίνητα και το ελατήριο έχει το φυσικό του μήκος ℓ_0, πριν την κρούση. Η κρούση των σωμάτων είναι κεντρική και ελαστική και δεν υπάρχουν τριβές. Δίνεται ότι $m_1 < m_2$.



Να υπολογίσετε, μετά την κρούση:

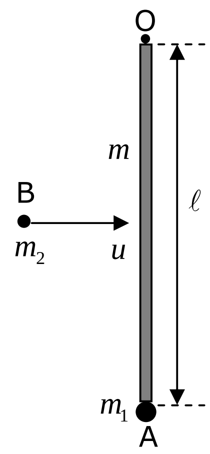
(α) Την ενέργεια που μεταβιβάστηκε από το σώμα Α στο σώμα Β λόγω της κρούσης, ως συνάρτηση των μεγεθών m_1, m_2 και E.

(β) Την κινητική ενέργεια του κέντρου μάζας του συστήματος των δύο σωμάτων Β και Γ, ως συνάρτηση των μεγεθών m_1, m_2, m_3 και E.

(γ) Την ελάχιστη απόσταση μεταξύ των σωμάτων Β και Γ, ως συνάρτηση των μεγεθών m_1, m_2, m_3, K, ℓ, και E.

Πρόβλημα - 2 **(20 μονάδες)**

Ομογενής ράβδος μήκους $\ell = 2m$ έχει μάζα $m = 3kg$ και βρίσκεται αρχικά κατακόρυφη σε ισορροπία, όπως δείχνει το σχήμα. Στο ένα άκρο της είναι στερεωμένη μια μικρή σφαίρα, Α, (θεωρήστε την ως υλικό σημείο) μάζας $m_1 = 0,1kg$. Η ράβδος μπορεί να περιστρέφεται χωρίς τριβές, σε κατακόρυφο επίπεδο, γύρω από το άλλο άκρο της, Ο. Ένα βλήμα, Β, μάζας $m_2 = 0,2kg$ κτυπά τη ράβδο στο μέσο της, με ταχύτητα μέτρου $u = 23m/s$ και με διεύθυνση κάθετα στη ράβδο. Η κρούση είναι αμελητέας διάρκειας. Το βλήμα αμέσως μετά την κρούση σφηνώνεται μέσα στη ράβδο. Δίνεται η ροπή αδράνειας της ράβδου ως προς το άκρο της Ο, $I_O = \frac{1}{3}m\ell^2$.



(α) Να υπολογίσετε τη γωνιακή ταχύτητα της ράβδου, αμέσως μετά την κρούση.

(β) Να υπολογίσετε το ποσοστό της αρχικής κινητικής ενέργειας που μένει στο σύστημα (ράβδος, σφαίρα και βλήμα).

(γ) Να υπολογίσετε τη γραμμική ταχύτητα της σφαίρας Α αμέσως μετά την κρούση.

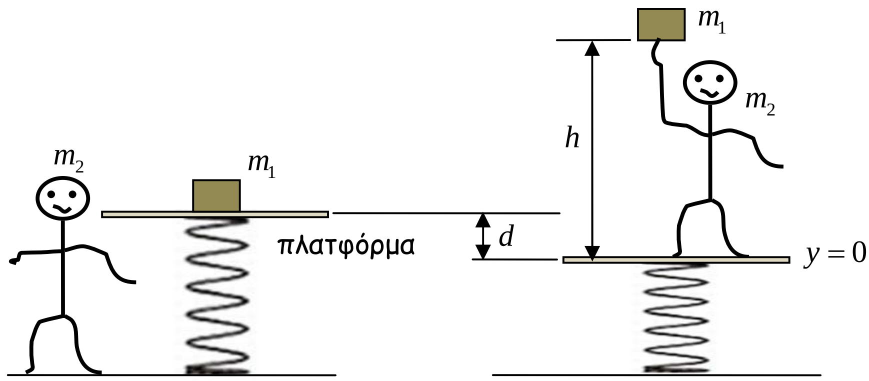
(δ) Να υπολογίσετε τη μέγιστη γωνία που θα αποκλίνει η ράβδος, από την αρχική κατακόρυφη θέση.

Πρόβλημα - 3 (20 μονάδες)

Ένα αβαρές ελατήριο, που ικανοποιεί το νόμο του Hooke, είναι κατακόρυφο με το ένα άκρο να στηρίζεται σε οριζόντια επιφάνεια. Στο άλλο άκρο του ελατηρίου συνδέεται μια πολύ λεπτή αβαρής πλατφόρμα, πάνω στην οποία βρίσκεται σε ισορροπία ένα σώμα από πλαστελίνη μάζας m_1. Ένας άνθρωπος μάζας m_2 ανεβαίνει στην πλατφόρμα, οπότε το ελατήριο ισορροπεί σε μια νέα θέση, σε απόσταση d κάτω από την προηγούμενη θέση ισορροπίας. Θεωρήστε ως σημείο αναφοράς, $y=0$, τη νέα θέση ισορροπίας της πλατφόρμας, όπως δείχνει το σχήμα και τη θετική φορά προς τα πάνω.

Ο άνθρωπος ανυψώνει κατακόρυφα την πλαστελίνη σε ύψος h πάνω από την πλατφόρμα και την αφήνει να πέσει ελεύθερα, χωρίς τριβές, τη χρονική στιγμή $t=0$.

Παρατηρούμε ότι, από τη στιγμή που ο άνθρωπος αφήνει την πλαστελίνη να πέσει ελεύθερα μέχρι τη στιγμή της κρούσης, η πλατφόρμα και ο άνθρωπος εκτελούν ακριβώς μια πλήρη ταλάντωση. Η κρούση της πλαστελίνης και της πλατφόρμας είναι πλαστική και αμελητέας διάρκειας.



(α) Να αποδείξετε τη σχέση που δίνει το ύψος h ως συνάρτηση του d.

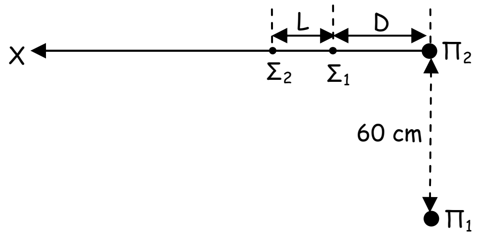
(β) Να αποδείξετε τη σχέση που δίνει το λόγο του πλάτους ταλάντωσης της πλατφόρμας μετά την κρούση προς το πλάτος ταλάντωσης πριν την κρούση, ως συνάρτηση των μεγεθών m_1 και m_2.

(γ) Να σχεδιάσετε τη γραφική παράσταση της θέσης y της πλατφόρμας σε συνάρτηση με το χρόνο από τη στιγμή t=0 μέχρι τη στιγμή που η πλατφόρμα συμπληρώνει μια πλήρη ταλάντωση μετά την κρούση.

Θεωρήστε σε αυτό το ερώτημα, για τη γραφική παράσταση, ότι $\frac{m_2}{m_1}=\frac{9}{1}$ και ότι $\pi=\sqrt{10}$.

Πρόβλημα - 4 (15 μονάδες)

Δύο ηχητικές σημειακές πηγές $Π_1$ και $Π_2$ απέχουν 60cm μεταξύ τους και εκπέμπουν πανομοιότυπα κύματα στο ίδιο μέσο όπου ταξιδεύουν με ταχύτητα μέτρου 340m/s. Οι πηγές είναι σύγχρονες και εκπέμπουν κύματα με συχνότητα 3400Hz.



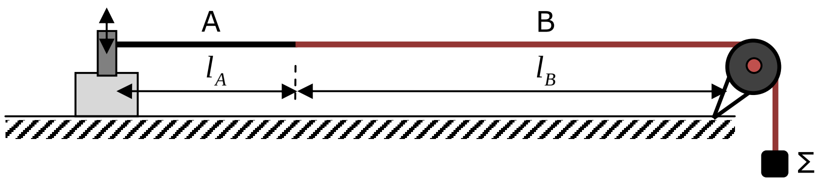
Ένας παρατηρητής μετακινεί αργά-αργά, ένα ευαίσθητο μικρόφωνο από το $Π_2$ προς το Χ στην ευθεία $Π_2Χ$ κάθετη πάνω στην ευθεία $Π_1Π_2$. Να υπολογίσετε:

(α) Την απόσταση D ενός σημείου $Σ_1$ από την $Π_2$, όπου ο παρατηρητής θα σημειώσει για πρώτη φορά μέγιστο στην ένταση του ήχου.

(β) Την απόσταση L ενός σημείου $Σ_2$, από το $Σ_1$, όπου ο παρατηρητής θα σημειώσει το αμέσως επόμενο ελάχιστο της έντασης του ήχου.

Πρόβλημα - 5 (15 μονάδες)

Μια κυλινδρική ομογενής χορδή Α έχει μήκος $\ell_A = 2m$ και εμβαδόν διατομής 10^{-3} cm^2. Η χορδή Α συνδέεται με δεύτερη ομογενή και κυλινδρική χορδή Β, της ίδιας διατομής και μήκους $\ell_B = 5m$, από το σημείο της ένωσης μέχρι την τροχαλία, όπως δείχνει το σχήμα. Η πυκνότητα της χορδής Α είναι $d_A = 6075\,kg/m^3$ και η πυκνότητα της χορδής Β είναι $d_B = 2700\,kg/m^3$. Το ένα άκρο της σύνθετης χορδής που σχηματίζεται συνδέεται με ένα κύβο Σ μάζας $m = 1kg$ και το άλλο άκρο της με μηχανισμό παραγωγής εγκάρσιων κυμάτων μεταβαλλόμενης συχνότητας. (Τα δύο άκρα της σύνθετης χορδής, στην οποία δημιουργούνται στάσιμα κύματα, θεωρείστε ότι είναι δεσμοί).



(α) Να υπολογίσετε την πιο μικρή συχνότητα διέγερσης για να σχηματιστεί στάσιμο κύμα στη σύνθετη χορδή, με δεσμό στο σημείο της ένωσης των δύο χορδών Α και Β.

(β) Ποιος είναι ο συνολικός αριθμός των κοιλίων που σχηματίζονται στη σύνθετη χορδή;

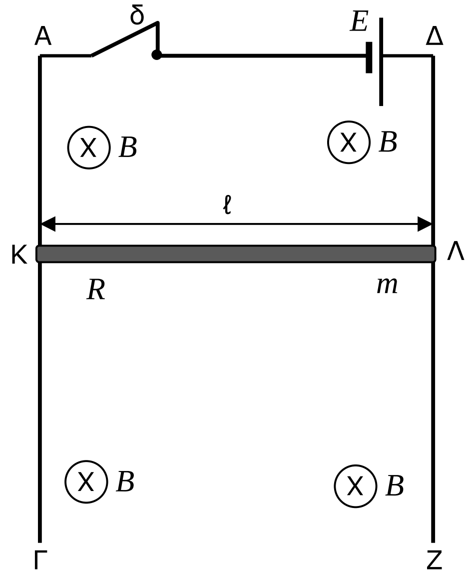
(γ) Να σχεδιάσετε ένα στιγμιότυπο του στάσιμου κύματος που σχηματίζεται στη σύνθετη χορδή τη στιγμή που οι κοιλίες είναι στη μέγιστη μετατόπισή τους από τα σημεία ισορροπίας τους.

Πρόβλημα - 6 (15 μονάδες)

Οι λεπτοί παράλληλοι αγωγοί ΑΓ και ΔΖ είναι κατακόρυφοι **πολύ μεγάλου μήκους**, αμελητέας ωμικής αντίστασης και απέχουν μεταξύ τους απόσταση $\ell = 1m$. Τα άκρα Α και Δ συνδέονται, μέσω του διακόπτη δ, με την πηγή συνεχούς ρεύματος.

Η ηλεκτρεγερτική δύναμη της πηγής είναι $E = 8V$.

Ο αγωγός ΚΛ, μήκους $\ell = 1m$, μάζας $m = 0,2kg$ και ωμικής αντίστασης $R = 4\Omega$, μπορεί να ολισθαίνει χωρίς τριβές πάνω στους αγωγούς ΑΓ και ΔΖ, μένοντας συνεχώς σε επαφή με αυτούς. Όλη η διάταξη βρίσκεται σε ομογενές μαγνητικό πεδίο μαγνητικής επαγωγής $B = 2\mathrm{T}$, κάθετο στο επίπεδο των αγωγών. Αρχικά καρατούμε τον αγωγό ΚΛ ακίνητο. Έχοντας το διακόπτη δ κλειστό, αφήνουμε τον αγωγό ΚΛ, τη στιγμή $t = 0$, να κινηθεί.



(α) Να σημειώσετε σε κατάλληλο σχήμα τις δυνάμεις που ασκούνται στον αγωγό τη στιγμή $t = 0$ και να τις υπολογίσετε.

(β) Να εξάγετε τη σχέση για το μέτρο της συνισταμένης δύναμης που δέχεται ο αγωγός ΣF, σε συνάρτηση με την ένταση του ρεύματος I, $\Sigma F = f(I)$.

(γ) Να εξηγήσετε γιατί ο αγωγός ΚΛ αποκτά οριακή ταχύτητα $u_{ορ}$ και να αποδείξετε ότι δίνεται από τη σχέση, $u_{ορ} = \dfrac{mgR + BE\ell}{B^2\ell^2}$.

(δ) Να εξάγετε τη σχέση για την ένταση του ρεύματος I που διαρρέει το κύκλωμα, σε συνάρτηση με το μέτρο της ταχύτητας του αγωγού u, $I = f(u)$ και να κάνετε την αντίστοιχη γραφική παράσταση, σε βαθμολογημένους άξονες, από τη στιγμή $t = 0$ μέχρι τη στιγμή που ο αγωγός αποκτά οριακή ταχύτητα.

(ε) Να εξηγήστε τις ενεργειακές μετατροπές που συμβαίνουν στο σύστημα, **(i)** από τη στιγμή $t = 0$ μέχρι τη στιγμή που ο αγωγός αποκτά οριακή ταχύτητα και **(ii)** από τη στιγμή που αποκτά οριακή ταχύτητα και μετά. (Χωρίς μαθηματικές σχέσεις).