ΣΧΟΛΗ ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΩΝ ΜΑΘ/ΚΩΝ ΚΑΙ ΦΥΣΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΕΜΠ

ΤΟΜΕΑΣ ΦΥΣΙΚΗΣ

ΦΥΣΙΚΗ Ι, 2011-2012, ΕΠΑΝΑΛΗΠΤΙΚΗ ΕΞΕΤΑΣΗ, ΣΕΠΤΕΜΒΡΗΣ 2012

Διάρκεια εξέτασης: 2.5 ώρες — Γράψτε και τα τρία ισοδύναμα θέματα

Κλειστά βιβλία, σημειώσεις και κινητά

Θέμα 1ο Βαθυσκάφος έχει μάζα m και βρίσκεται σε θάλασσα, η οποία του ασκεί άνωση $-A\hat{z}$ και μια δύναμη $\vec{F} = -\lambda\vec{v}$, ανάλογη με την ταχύτητα, που αντιτίθεται στην κίνηση. Το βαθυσκάφος ξεκινάει να βυθίζεται από την επιφάνεια της θάλασσας, $z = 0$, χωρίς να έχει αρχική ταχύτητα. Η κίνηση θα είναι μονοδιάστατη κατά τον άξονα των z, ο οποίος έχει φορά προς το βυθό. (α) Να γράψετε την εξίσωση κίνησης. (β) Να υπολογίσετε την ταχύτητα του βαθυσκάφους ανά πάσα χρονική στιγμή. (γ) Να υπολογίσετε τη θέση του βαθυσκάφους.

Θέμα 2ο Σωματίδιο μάζας m κινείται σε δυναμική ενέργεια τύπου Higgs:

$$U(x) = \lambda x^4 - m^2x^2,$$

όπου τα λ και m είναι θετικές σταθερές. (α) Να παρασταθεί γραφικά η δυναμική ενέργεια $U(x)$. Να προσδιοριστούν τα σημεία τομής με τον οριζόντιο άξονα και τα ακρότατα. Τί είδους ισορροπία έχουμε στο κάθε ακρότατο; (όρια κίνησης, μέγιστο της ταχύτητας, θέση όπου η ταχύτητα γίνεται μέγιστη). (β) Έστω ότι το σωματίδιο αφήνεται στη θέση $\frac{3m}{5\sqrt{\lambda}}$ χωρίς αρχική ταχύτητα. Να περιγράψετε την κίνηση που θα επακολουθήσει (όρια κίνησης, μέγιστο της ταχύτητας, θέση όπου η ταχύτητα γίνεται μέγιστη). (γ) Αν υποθέσουμε ότι η ταλάντωση στην ερώτηση (β) είναι μικρή, να υπολογίσετε προσεγγιστικά τη συχνότητά της.

Θέμα 3ο Κυκλικός δίσκος ακτίνας R έχει ένα κυκλικό κενό στο κέντρο του ακτίνας $\frac{R}{2}$. Αν M είναι η μάζα του δακτυλίου που προκύπτει: (α) Υπολογίστε τη ροπή αδράνειάς του. (β) Θεωρήστε ότι ο δακτύλιος αναρτάται κατακόρυφα από άξονα κάθετο στο επίπεδό του που περνά από το σημείο Α της περιφέρειάς του και υπολογίστε τη γωνιακή συχνότητα των ταλαντώσεων που θα εκτελέσει, για μικρές γωνιακές αποκλίσεις. (γ) Θεωρήστε ότι ο δακτύλιος τοποθετείται σε οριζόντιο επίπεδο και περιστρέφεται περί άξονα κάθετο στο επίπεδό του που περνά από το κέντρο του Ο, με γωνιακή συχνότητα ω_0. Ενα σώμα μάζας m κινείται στο επίπεδο με ταχύτητα σε κατεύθυνση κάθετη προς την ευθεία ΟΑ (όπου το Α είναι σημείο της περιφέρειας του δακτυλίου), προσκρούει στο σημείο Α και ενσωματώνεται με τον δακτύλιο. Να υπολογίσετε τη νέα γωνιακή συχνότητα με την οποία θα κινηθεί το σύστημα αμέσως μετά την πρόσκρουση. (Αμελήστε τις τριβές).

Τυπολόγιο:

$\vec{A}\cdot(\vec{B}\times\vec{C}) = \vec{B}\cdot(\vec{C}\times\vec{A}) = \vec{C}\cdot(\vec{A}\times\vec{B})$, $\vec{A}\times(\vec{B}\times\vec{C}) = (\vec{A}\cdot\vec{C})\vec{B} - (\vec{A}\cdot\vec{B})\vec{C}$

Νόμος Νεύτωνα: $\vec{F} = \frac{d\vec{p}}{dt}$. Δυναμική ενέργεια: $\vec{F} = -\vec{\nabla}U$, $U(A) - U(B) = -\int_B^A \vec{F}\cdot d\vec{r}$

Πολικές συντεταγμένες: $\vec{r} = r\hat{r}$, $\vec{v} = \dot{\vec{r}} = \dot{r}\hat{r} + r\dot{\theta}\hat{\theta}$, $\vec{a} = \ddot{\vec{r}} = (\ddot{r} - r\dot{\theta}^2)\hat{r} + (r\ddot{\theta} + 2\dot{r}\dot{\theta})\hat{\theta}$

Συνθήκη για διατηρητική δύναμη: $\vec{\nabla}\times\vec{F} = \vec{0}$. Ισχύς: $P = \frac{dW}{dt} = \vec{F}\cdot\vec{v}$

Στροφορμή, ροπή: $\vec{L} = \vec{r}\times\vec{p} = m\vec{r}\times\vec{v}$, $\vec{N} = \vec{r}\times\vec{F}$, $\vec{N} = \frac{d\vec{L}}{dt}$

Ροπή αδράνειας ως προς άξονα: $I = \sum_i m_i r_i^2 = \int r^2 dm$

Κέντρο μάζας: $\vec{R}_{KM} = \frac{\sum_i m_i \vec{r}_i}{\sum_i m_i} = \frac{\int \vec{r}\, dm}{\int dm}$, $\vec{V}_{KM} = \dot{\vec{R}}_{KM} = \frac{\sum_i m_i \vec{v}_i}{\sum_i m_i} = \frac{\int \vec{v}\, dm}{\int dm}$

Αρμονικός ταλαντωτής: $\frac{d^2x}{dt^2} + \omega_0^2 x = 0$, $T = \frac{2\pi}{\omega_0}$, $x = x_0\sin(\omega_0 t + \phi)$, $U = \frac{1}{2}kx^2$.

Αρμονικός ταλαντωτής με απόσβεση: $\frac{d^2x}{dt^2} + \frac{1}{2\tau}\frac{dx}{dt} + \omega_0^2 x = 0$,

με λύση την: $x = x_0 e^{-\frac{t}{4\tau}}\sin(\omega t + \phi)$, όπου $\omega = \sqrt{\omega_0^2 - \frac{1}{16\tau^2}}$.

ΚΑΛΗ ΕΠΙΤΥΧΙΑ!