Διαγώνισμα *Γ Τάξης Ενιαίου Λυκείου*
Επαναληπτικά Θέματα Φυσικής Προσανατολισμού

Ενδεικτικές Λύσεις

Θέμα Α

Α.1. Ακίνητο πυροβόλο όπλο εκπυρσοκροτεί

(δ) Η ορμή του συστήματος σφαίρα - όπλο θα είναι ίση με μηδέν μετά την εκπυρσοκρότηση.

Α.2. Σώμα εκτελεί φθίνουσα ταλάντωση, μικρής απόσβεσης κατά την διάρκεια της οποίας το πλάτος μειώνεται εκθετικά με τον χρόνο.

(β) ο ρυθμός μείωσης της ενέργειας είναι ανάλογος του τετραγώνου της στιγμιαίας ταχύτητας,

Α.3. Δύο ίδιες δεξαμενές είναι γεμάτες με νερό. Η μία βρίσκεται στην Μόσχα και η άλλη στα Μάταλα. Και οι δύο δεξαμενές έχουν από μια τρύπα στο τοίχωμά τους σε ίδιο βάθος από την επιφάνεια του νερού που περιέχουν. Από ποια δεξαμενή η ταχύτητα εκροής θα είναι μεγαλύτερη

(β) Από αυτή που βρίσκεται στην Μόσχα.

Α.4. Ομογενής δακτύλιος εκτελεί περιστροφική κίνηση, γύρω από σταθερό άξονα περιστροφής που διέρχεται από το κέντρο συμμετρίας του. Αν διπλασιαστεί το μέτρο της στροφορμής του, τότε:

(α) η κινητική του ενέργεια τετραπλασιάζεται. τετραπλασιάζεται.

Α.5.

(α) Σώμα εκτελεί εξαναγκασμένη ταλάντωση με το μέγιστο δυνατό πλάτος. Αν αυξήσουμε την συχνότητα του διεγέρτη, το πλάτος της ταλάντωσης θα αυξηθεί. **Λάθος**

(β) Για ένα σώμα που εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση η φάση της ταχύτητας ταλάντωσης προηγείται κατά $\frac{\pi}{2}$ από την φάση της απομάκρυνσης. **Σωστό**

(γ) Η ταχύτητα διάδοσης ενός αρμονικού κύματος είναι ανάλογη της συχνότητας ταλάντωσης των υλικών σημείων του ελαστικού μέσου. **Λάθος**

(δ) Τα πρωτόνια, τα νετρόνια και τα ηλεκτρόνια έχουν ημιακέραιο σπιν. **Σωστό**

(ε) Το πάχος ενός φράγματος είναι μεγαλύτερο στη βάση του επειδή η υδροστατική πίεση του νερού αυξάνεται καθώς αυξάνεται το βάθος από την επιφάνεια του νερού. **Σωστό**

Θέμα Β

Β.1. Σώμα μάζας $3m$ κινείται οριζόντια και συγκρούεται μετωπικά με πλαστικά με σώμα μάζας m, το οποίο βρίσκεται ακίνητο σε τραχύ δάπεδο. Στη συνέχεια το συσσωμάτωμα που θα προκύψει διανύει κάποιο διάστημα και τελικά ακινητοποιείται, λόγω της τριβής που δέχεται από το δάπεδο.

Ο λόγος της θερμότητας Q_2 που εκλύεται λόγω της τριβής ολίσθησης του δαπέδου, προς την θερμότητα Q_1 που εκλύεται λόγω της πλαστικής κρούσης θα είναι ίσος με:

γ. $\frac{Q_2}{Q_1} = 3$

Για την κρούση εφαρμόζουμε την Αρχή Διατήρησης της Ορμής αφού το σύστημα των δύο σωμάτων είναι μονωμένο.

$$3mv + 0 = (3m + m)V \Rightarrow V = \frac{3}{4}v$$

Οι ενεργειακές απώλειες κατά την κρούση θα είναι ίσες με:

$$Q_1 = \frac{1}{2}3mv^2 - \frac{1}{2}4mV^2 = \frac{3}{8}mv^2$$

Κατά την ολίσθηση του συσσωματώματος μέχρι να σταματήσει η κινητική ενέργεια που είχε μετά την κρούση θα μετατραπεί σε θερμότητα.

$$Q_2 = \frac{1}{2}4mV^2 = \frac{1}{2}4m\frac{9}{16}v^2$$

Ο ζητούμενος λόγος θα είναι:

$$\frac{Q_2}{Q_1} = 3$$

Β.2. Λεπτή ομογενής ράβδος ΑΓ έχει μάζα M και μήκος L και μπορεί να περιστρέφεται γύρω από ακλόνητο οριζόντιο άξονα κάθετο σε αυτή που διέρχεται από σημείο Ο με $d = \frac{L}{4}$.

Αρχικά η ράβδος είναι ακίνητη και ισορροπεί με το άκρο της Α στην κατώτατη θέση. Ασκώντας στο άκρο Α της ράβδου σταθερή δύναμη F με μέτρο $F < \frac{mg}{3}$ που είναι συνεχώς κάθετη στην ράβδο το σώμα ανεβαίνει και αποκτά μέγιστη Κινητική Ενέργεια όταν έχει στραφεί κατά γωνία θ για την οποία ισχύει.

(β) $\eta\mu\theta = \frac{3F}{mg}$

Η κινητική ενέργεια θα γίνει μέγιστη όταν $\Sigma\tau_{(o)} = 0$

$$F\frac{3L}{4} - mg\frac{L}{4}\eta\mu\theta = 0 \Rightarrow \eta\mu\theta = \frac{3F}{mg}$$

Β.3. Στο σχήμα φαίνεται μια λεπτή γυάλινη πλάκα εμβαδού Α και πάχους $2d$ που είναι κατασκευασμένη από γυαλί πυκνότητας ρ. Η πλάκα κινείται με σταθερή ταχύτητα υ πάνω σε κεκλιμένο επίπεδο, γωνίας κλίσης $\phi = 30^o$ και με φορά προς τα πάνω εξαιτίας σταθερής δύναμης F. Ανάμεσα στην πλάκα και το κεκλιμένο επίπεδο παρεμβάλλεται λεπτό στρώμα λαδιού πάχους d, και συντελεστή ιξώδους n και η επιτάχυνση της βαρύτητας είναι g. Η ταχύτητα της πλάκας ισούται με:

$$\textbf{(α)}\ \upsilon = \frac{d(F - \rho dAg)}{nA}$$

Αφού κινείται με σταθερή ταχύτητα $\Sigma F = 0$

$$F = T + mg\eta\mu\phi \Rightarrow F = \frac{nA\upsilon}{d} + \frac{mg}{2} \Rightarrow F = \frac{nA\upsilon}{d} + \frac{\rho 2dAg}{2} \Rightarrow \upsilon = ...$$

Θέμα Γ

Δύο σύγχρονες πηγές Π_1 και Π_2 βρίσκονται σε σημεία Α και Β ενός ήρεμου υγρού, αρχίζουν τη χρονική στιγμή $t = 0$ να εκτελούν απλή αρμονική ταλάντωση δημιουργώντας επιφανειακά κύματα. Ένα μικρό κομμάτι φελλού μάζας $m = 0,01kg$ βρίσκεται σε κάποιο σημείο Σ της επιφάνειας του υγρού, το οποίο απέχει αποστάσεις $r_1 = 6m$ και $r_2 = 10m$ από τις πηγές Π_1 και Π_2, αντίστοιχα. Το κύμα που προέρχεται από την πηγή Π_2 φτάνει στο σημείο Σ τη χρονική στιγμή $t_2 = 5s$. Ο φελλός μετά τη χρονική στιγμή t_2 παρουσιάζει μέγιστη κινητική ενέργεια ίση με $0,2J$ και διέρχεται από τη θέση ισορροπίας του κάθε $0,2s$. Η απόσταση των δύο πηγών σας δίνεται η απόσταση των δύο πηγών (ΑΒ) = $d = 12m$.

Από τα δεδομένα της εκφώνησης υπολογίζουμε:

$$\frac{T}{2} = 0,2 \Rightarrow T = 0,4S \Rightarrow f = 2,5Hz$$

$$\upsilon = \frac{r_2}{t} = 2m/s \Rightarrow \upsilon = \lambda f \Rightarrow \lambda = 0,8m$$

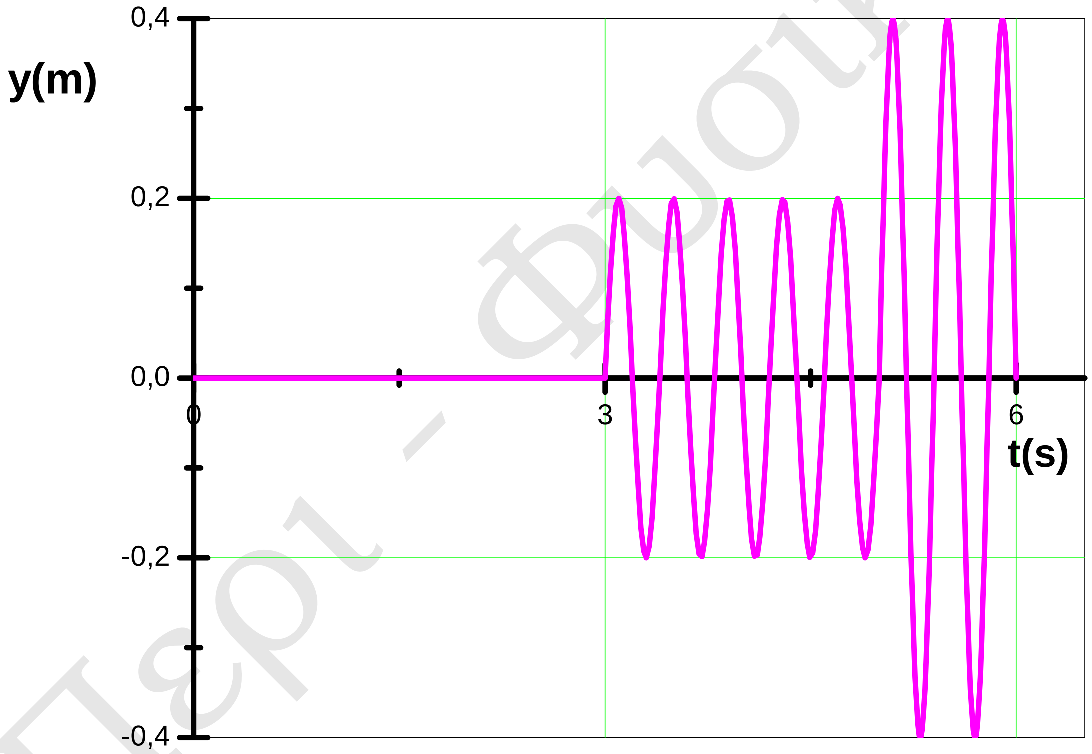
$$E = \frac{1}{2}m\omega^2(2A)^2 \Rightarrow A = 0,2m$$

Γ.1 Να διερευνήσετε αν στο σημείο Σ έχουμε ενισχυτική ή αποσβεστική συμβολή.

$$r_2 - r_1 = 4 = 5 \cdot 0,8 = 5\lambda$$

Άρα είναι σημείο ενισχυτικής συμβολής.

Γ.2 Να γραφτεί η εξίσωση της απομάκρυνσης από την Θέση ισορροπίας για τον φελλό σε συνάρτηση με τον χρόνο για $t \geq 0$ και να γίνει το αντίστοιχο διάγραμμα.



- $y = 0 \qquad 0 \leq t < 3s$
- $y = 0,2\eta\mu(5\pi t - 15\pi) \qquad 3s \leq t < 5s$
- $y = -0,4\eta\mu(5\pi t - 20\pi) = 0,4\eta\mu(5\pi t - 19\pi) \qquad t \geq 5s$

Γ.3 Να βρεθεί η κινητική ενέργεια του φελλού την χρονική στιγμή $t_3 = 5,3s$.

$$t_3 = 5 + 0,3 = 5 + \frac{3T}{4}$$

Άρα η κινητική ενέργεια θα είναι μηδέν, αφού ο φελλός θα είναι σε ακραία θέση για δεύτερη φορά μετά την συμβολή.

Γ.4 Να βρεθεί το πλήθος τον υπερβολών ενίσχυσης που δημιουργούνται πάνω στο ευθύγραμμο τμήμα (ΑΒ) που ενώνει τις δύο πηγές και να προσδιοριστεί το σημείο Ζ του ευθυγράμμου τμήματος που βρίσκεται πάνω στην ίδια υπερβολή με το Σ.

$$(r_1 - r_2 = N\lambda \quad \text{και} \quad r_1 + r_2 = d) \Rightarrow r_1 = 0,4N + 6$$

$$0 < r_1 < 12 \Rightarrow -15 < N < 15$$

Για το σημείο Ζ ισχύει:

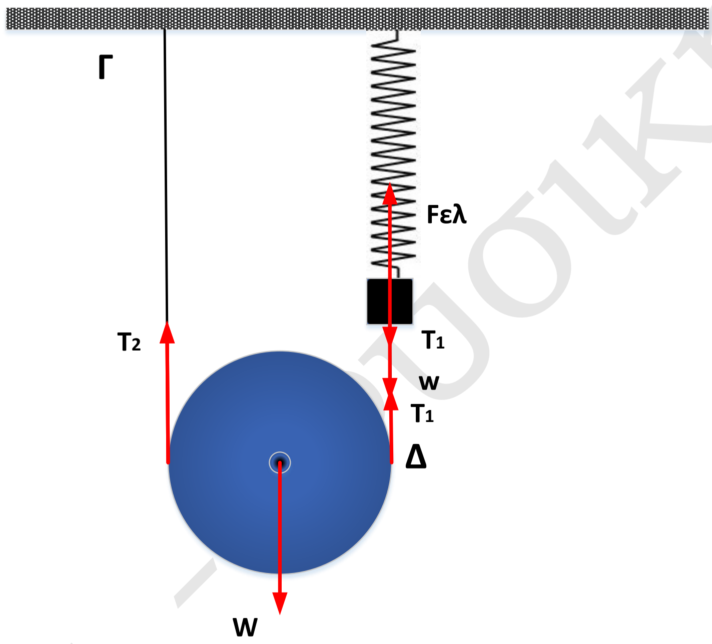
$$r_1 + r_2 = 12 \;\; \text{και} \;\; r_1 - r_2 = 4 \Rightarrow r_1 = 8m \quad , \quad r_2 = 4m$$

Γ.5 Να υπολογίσετε την ελάχιστη συχνότητα ταλάντωσης των δύο πηγών Π_1 και Π_2, ώστε το σημείο Σ να παραμένει διαρκώς ακίνητο μετά την συμβολή των δύο κυμάτων.

$$|r_1 - r_2| = (2N+1)\frac{\lambda'}{2} \Rightarrow 4 = (2N+1)\frac{\upsilon}{2f'}$$
$$\Rightarrow f' = 0,25(2N+1) \Rightarrow f' = 0,25Hz$$

Θέμα Δ

Κύλινδρος μάζας $M = 2kg$ και ακτίνας R είναι τυλιγμένος πολλές φορές με αβαρές μη εκτατό **νήμα (1)** που έχει το ένα άκρο του στερεωμένο στο σημείο Γ της οροφής. Σε σημείο Δ της περιφέρειας του κυλίνδρου είναι δεμένο αβαρές μη εκτατό **νήμα (2)** μήκους $d = 0,2m$. Το άλλο άκρο του νήματος είναι δεμένο σε σώμα μικρών διαστάσεων Σ μάζας $m = 1kg$ που είναι στερεωμένο στο άκρο κατακόρυφου ιδανικού ελατηρίου σταθεράς $k = 100N/m$ και ισορροπεί.



Δ.1 Να υπολογίσετε την δύναμη που ασκεί το νήμα στο σημείο Γ και την παραμόρφωση του ελατηρίου.

Εφαρμόζω τις συνθήκες ισορροπίας πάνω στην τροχαλία και το σώμα:

$$\Sigma F = 0 \Rightarrow T_1 + T_2 = Mg \quad \Sigma\tau = 0 \Rightarrow T_1 = T_2 \quad \Sigma F = 0 \Rightarrow F_{\varepsilon\lambda} = T_1 + mg$$

Άρα $\Delta l = 0,2m$ *και* $T_\Gamma = T_2 = 10N$

Κάποια στιγμή που την θεωρούμε ως χρονική στιγμή $t_o = 0$ το νήμα (2) σπάει και ο κύλινδρος κατέρχεται εκτελώντας σύνθετη κίνηση με το νήμα (1) να ξετυλίγεται χωρίς να ολισθαίνει στην περιφέρεια του.

Δ.2 Να υπολογίσετε την επιτάχυνση του σημείου Δ αμέσως μετά την θραύση του νήματος.

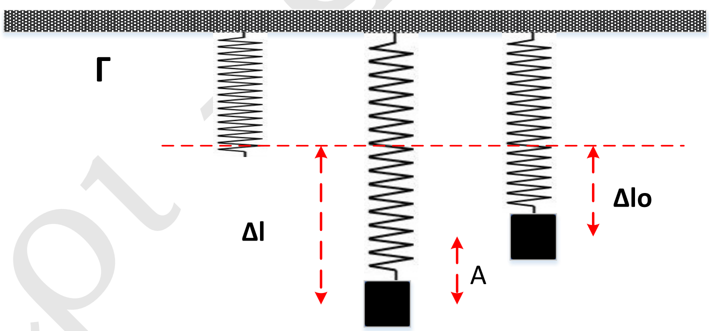
Εφαρμόζω τους θεμελιώδεις νόμους για κάθε σώμα και την συνθήκη μη ολίσθησης του νήματος.

- $TR = \frac{1}{2}MR^2 a_\gamma$
- $Mg - T = Ma_{cm}$
- $a_{cm} = a_\gamma R$

Λύνοντας το σύστημα των εξισώσεων προκύπτει: $a_{cm} = \dfrac{20}{3} m/s.$

Για το σημείο Δ εφαρμόζω την αρχή της επαλληλίας: $a_\Delta = a_{cm} + a_\gamma R = 2a_{cm}$

Δ.3 Να αποδείξετε ότι το Σώμα Σ μετά την θραύση του νήματος θα εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση. Θεωρώντας ως θετική την φορά προς τα πάνω να γράψετε την εξίσωση της ταχύτητας ταλάντωσης του σε συνάρτηση με τον χρόνο.



- *Στην Θέση ισορροπίας του σώματος* $\Sigma F = 0 \Rightarrow k\Delta l_o = mg$
- *Σε μια τυχαία θέση* $\Sigma F = mg - k\Delta l = mg - k(\Delta l_o + x) \Rightarrow \Sigma F = -kx.$

Άρα ικανή και αναγκαία συνθήκη για απλή αρμονική ταλάντωση με $D = k.$

Η στιγμή που κόβεται το νήμα το σώμα είναι στην ακραία αρνητική θέση $A = \Delta l - \Delta l_o = 0,1m$. *Επίσης* $\omega = \sqrt{\dfrac{k}{m}} = 10rad/s$ *και* $-A = A\eta\mu(\omega \cdot 0 + \phi_o) \Rightarrow \phi_o = \dfrac{3\pi}{2}$ *Άρα προκύπτει:*

$$y = 0,1\eta\mu(10t + \frac{3\pi}{2}) \ \ (S.I.) \Rightarrow \upsilon = 1\sigma\upsilon\nu(10t + \frac{3\pi}{2}) \ \ (S.I.)$$

Δ.4 Να υπολογίσετε την υψομετρική διαφορά του κέντρου μάζας του κυλίνδρου με το σώμα Σ τη χρονική στιγμή που το σώμα Σ έχει ταχύτητα μέγιστου μέτρου για δεύτερη φορά. Την ίδια στιγμή να υπολογιστεί το μέτρο και η κατεύθυνση της ταχύτητας του κατώτερου σημείου του κυλίνδρου.

Την $t = \dfrac{3T}{4} = \dfrac{3\pi}{20}s$. *Το κέντρο του κυλίνδρου έχει προχωρήσει κατά* $x_{cm} = \dfrac{1}{2}a_{cm}t^2 = 0,75m$. *Άρα η ζητούμενη απόσταση θα είναι:* $S = x_{cm} + d + A = 1,05m$

Δ.5 Αν στο κέντρο του κυλίνδρου υπάρχει προσαρμοσμένη αβαρής σημειακή πηγή ήχου συχνότητας $f_s = 640Hz$ να υπολογιστεί ο ρυθμός μεταβολής της Κινητικής Ενέργειας του δίσκου, όταν η συχνότητα που αντιλαμβάνεται ένας ακίνητος παρατηρητής που βρίσκεται στην διεύθυνση της κατακόρυφου που διέρχεται από το κέντρο μάζας του κυλίνδρου είναι ίση με $680Hz$.

$$f_A = 680 = \frac{\upsilon_{\text{ηχ}}}{\upsilon_{\text{ηχ}} - \upsilon_{cm}} f_s \Rightarrow \upsilon_{cm} = 20m/s$$

Ο ρυθμός μεταβολής της Κινητικής Ενέργειας θα είναι:

$$\frac{dK}{dt} = \Sigma F \cdot \upsilon_{cm} + \Sigma\tau\omega = M\alpha_{cm}\upsilon_{cm} + \frac{1}{2}Ma_{cm}\upsilon_{cm} = \frac{3}{2}Ma_{cm}\upsilon_{cm} = 400J/s$$

Όπου βέβαια λαμβάνουμε υπόψη ότι $a_{cm} = a_\gamma R$ *και* $\upsilon_{cm} = \omega R$

Επιμέλεια: Δρ. Μιχάλης Καραδημητρίου, Φυσικός