

Διαγώνισμα Φυσικής Προσανατολισμού Θετικών Σπουδών Γ' Λυκείου 21/5/2022

**ΘΕΜΑ Α**

Στις ερωτήσεις Α1 – Α4 να επιλέξετε τη σωστή απάντηση.

**Α1.** Μια θερμική συσκευή διαρρέεται από εναλλασσόμενο ρεύμα η ένταση του οποίου περιγράφεται από την εξίσωση  $i = 4 \eta\mu(\omega t)$  S.I. Αν η συσκευή λειτουργεί κανονικά τότε η τιμή της έντασης του ηλεκτρικού ρεύματος κανονικής λειτουργίας είναι:

- α) 4 A                      β)  $4\sqrt{2}$  A                      γ)  $2\sqrt{2}$  A                      δ)  $\sqrt{2}$  A                      (5 μονάδες)

**Α2.** Σώμα μικρών διαστάσεων εκτελεί ταυτόχρονα δύο απλές αρμονικές ταλαντώσεις του ίδιου πλάτους που εξελίσσονται στην ίδια διεύθυνση, γύρω από την ίδια θέση ισορροπίας έχοντας παραπλήσιες συχνότητες. Η κίνηση παρουσιάζει διακροτήματα συχνότητας  $f_\delta$ . Αν η συχνότητα της μιας ταλάντωσης είναι κατά 4% μεγαλύτερη από τη συχνότητα της άλλης, τότε στο χρονικό διάστημα μιας περιόδου του διακροτήματος ο αριθμός των πλήρων ταλαντώσεων που εκτελεί το σώμα είναι:

- α) 51                      β) 25                      γ) 101                      δ) 50                      (5 μονάδες)

**Α3.** Κυκλικό μεταλλικό συρμάτινο πλαίσιο αποτελείται από  $N$  σπείρες και είναι με το επίπεδό του οριζόντιο μέσα σε κατακόρυφο ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης  $\vec{B}$ . Στρέφουμε απότομα το πλαίσιο έτσι ώστε το επίπεδό του να είναι παράλληλο με τις δυναμικές γραμμές του πεδίου. Τότε στο πλαίσιο το φορτίο που θα μετατοπιστεί είναι

- α) αντιστρόφως ανάλογο του χρονικού διαστήματος στροφής.  
β) ανάλογο του χρονικού διαστήματος στροφής.  
γ) ανεξάρτητο του χρονικού διαστήματος στροφής.  
δ) μηδενικό.                      (5 μονάδες)

**Α4.** Ένα ιδανικό ρευστό πυκνότητας  $\rho$  ρέει σε σωλήνα σταθερής διατομής εμβαδού  $A$  με ταχύτητα  $\vec{v}$  σταθερού μέτρου. Σε χρονικό διάστημα  $\Delta t$  από μια διατομή του σωλήνα διέρχεται ποσότητα ρευστού μάζας  $\Delta m$  και όγκου  $\Delta V$ . Για την παροχή του σωλήνα ισχύει η σχέση:

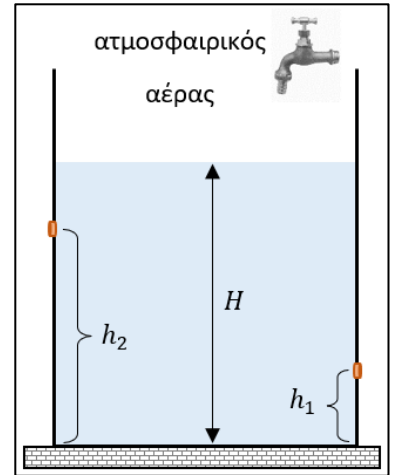
- α)  $\Pi = \frac{1}{\rho} \cdot \frac{\Delta m}{\Delta t}$                       β)  $\Pi = A \cdot \frac{\Delta V}{\Delta t}$                       γ)  $\Pi = \frac{\Delta m}{\Delta t} \cdot v$                       δ)  $\Pi = \rho \cdot \frac{\Delta m}{\Delta t}$                       (5 μονάδες)

**Α5. Να χαρακτηρίσετε την κάθε πρόταση παρακάτω με το γράμμα Σ αν είναι σωστή ή με το γράμμα Λ αν είναι λανθασμένη.**

- α) Ένα μολύβι είναι ακίνητο σε λείο οριζόντιο τραπέζι. Αν ασκηθεί στο κέντρο μάζας του μολυβιού οριζόντια δύναμη, όχι κάθετη στο μολύβι, τότε θα αρχίσει να στρέφεται.  
β) Στη σύνθεση δύο απλών αρμονικών ταλαντώσεων ίδιας συχνότητας, οι οποίες εκτελούνται στην ίδια διεύθυνση και γύρω από την ίδια θέση ισορροπίας, το πλάτος της σύνθετης ταλάντωσης που προκύπτει εξαρτάται μόνο από τα πλάτη των συνιστωσών ταλαντώσεων.  
γ) Σώμα εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση. Ο ρυθμός μεταβολής της δυναμικής ενέργειας ταλάντωσης είναι ίσος με τον ρυθμό μεταβολής της κινητικής ενέργειας του σώματος.  
δ) Σώμα εκτελεί φθίνουσα ταλάντωση με πλάτος που μειώνεται εκθετικά σε συνάρτηση με τον χρόνο. Η σταθερά απόσβεσης  $b$  εξαρτάται από το μέτρο της δύναμης αντίστασης.  
ε) Σε ένα σωληνοειδές που διαρρέεται από ρεύμα εισάγουμε Χαλκό. Η ένταση του μαγνητικού πεδίου ελαττώνεται.                      (5 μονάδες)

**ΘΕΜΑ Β**

**B1.** Δοχείο σχήματος ορθογώνιου παραλληλεπίπεδου είναι ανοικτό στον ατμοσφαιρικό αέρα και βρίσκεται τοποθετημένο πάνω σε οριζόντιο επίπεδο. Το δοχείο περιέχει νερό το οποίο θεωρείται ιδανικό ρευστό. Στα πλαϊνά κατακόρυφα τοιχώματα υπάρχουν δύο μικρές οπές με ίδιο εμβαδόν διατομής  $A$  που κλείνονται με τάπες. Τα ύψη των οπών από το οριζόντιο επίπεδο είναι  $h_1$  και  $h_2 = 4h_1$  αντίστοιχα. Αφαιρούμε ταυτόχρονα τις τάπες και αμέσως αποκαθίσταται μόνιμη και στρωτή ροή. Με τη βοήθεια μιας βρύσης σταθερής παροχής  $\Pi$  συμπληρώνεται το νερό στο δοχείο ώστε η στάθμη σε αυτό να παραμένει σε σταθερό ύψος  $H$ . Διαπιστώνουμε ότι οι δύο φλέβες νερού που εξέρχονται από τις οπές των πλαϊνών κατακόρυφων τοιχωμάτων, φτάνουν στο επίπεδο σε οριζόντιες αποστάσεις που είναι ίσες. Για την παροχή της βρύσης ισχύει:



α)  $\Pi = 5 A \sqrt{2gh_1}$

β)  $\Pi = 3 A \sqrt{2gh_1}$

γ)  $\Pi = 2 A \sqrt{2gh_1}$

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση και να δικαιολογήσετε την επιλογή σας.

(2+6 μονάδες)

**B2.** Μια σφαίρα  $\Sigma_1$  μάζας  $m_1$  κινείται ευθύγραμμα και συγκρούεται κεντρικά ελαστικά με αρχικά ακίνητη σφαίρα  $\Sigma_2$ . Μετά την κρούση η σφαίρα  $\Sigma_2$  έχει μέγιστη κινητική ενέργεια. Αν οι σφαίρες έχοντας ίσες κινητικές ενέργειες, κινούμενες στην ίδια ευθεία με αντίθετες κατευθύνσεις συγκρούονται κεντρικά και πλαστικά, τότε το ποσοστό απώλειας της αρχικής τους ενέργειας είναι:

α)  $\pi = 100\%$

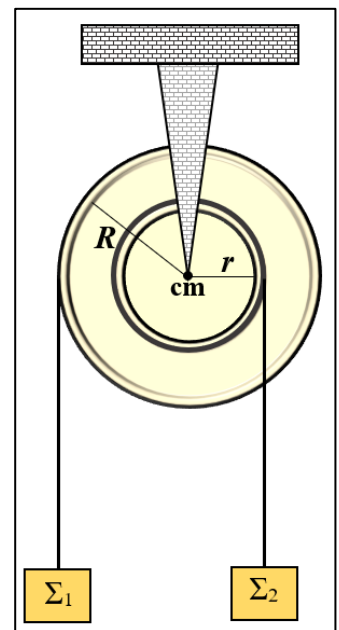
β)  $\pi = 50\%$

γ)  $\pi = 25\%$

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση και να δικαιολογήσετε την επιλογή σας.

(2+6 μονάδες)

**B3.** Η τροχαλία διπλανού σχήματος αποτελείται από δύο ομογενείς δίσκους που έχουν ακτίνες  $R$  και  $r = \frac{R}{2}$ . Ο δίσκος ακτίνας  $r$  είναι συμμετρικά κολλημένος στο κέντρο μάζας του δίσκου ακτίνας  $R$ . Το στερεό που δημιουργείται μπορεί να στρέφεται χωρίς τριβές σαν ένα σώμα γύρω από το κέντρο μάζας του. Η ροπή αδράνειας της τροχαλίας ως προς άξονα κάθετο στο επίπεδό της που διέρχεται από το κέντρο της υπολογίζεται από τον τύπο  $I_{cm} = mR^2$ . Στις περιφέρειες των δίσκων είναι τυλιγμένα πολλές φορές αβαρή μη ελαστικά νήματα στα άκρα των οποίων είναι δεμένα σώματα  $\Sigma_1$  και  $\Sigma_2$  που έχουν ίσες μάζες  $m_1 = m_2 = m$ . Το σύστημα συγκρατείται ακίνητο και κάποια στιγμή αφήνεται ελεύθερο να κινηθεί. Τα νήματα δε γλιστρούν στις περιφέρειες που τυλίγονται και ξετυλίγονται και παραμένουν πάντα κατακόρυφα. Το μέτρο του ρυθμού μεταβολής της στροφορμής της τροχαλίας ως προς τον άξονα περιστροφής της είναι:



α)  $\frac{dL_{τροχ}}{dt} = \frac{2}{9} mgR$

β)  $\frac{dL_{τροχ}}{dt} = \frac{1}{2} mgR$

γ)  $\frac{dL_{τροχ}}{dt} = mgR$

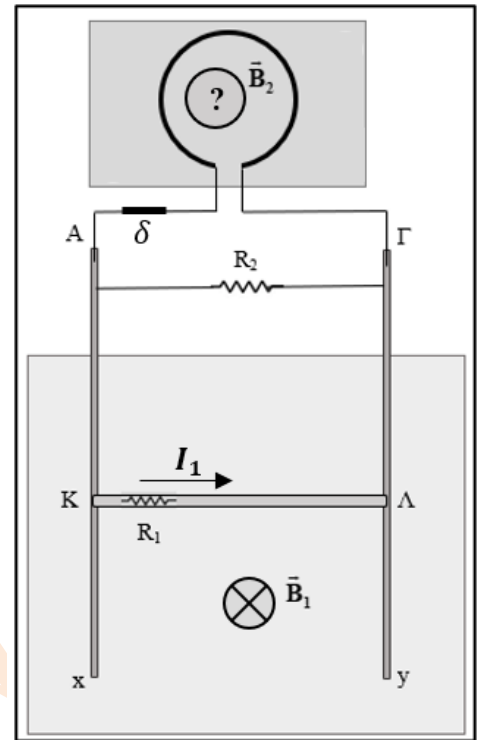
Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση και να δικαιολογήσετε την επιλογή σας.

(2+7 μονάδες)

### ΘΕΜΑ Γ

Στο διπλανό σχήμα οι κατακόρυφοι οδηγοί Αx και Γy έχουν αμελητέα ωμική αντίσταση και μεγάλο μήκος. Τα άκρα των οδηγών Α και Γ συνδέονται μέσω κλειστού διακόπτη (δ) με έναν κυκλικό αγωγό που έχει  $N = 100$  σπείρες και ωμική αντίσταση  $R_k = 2,76\Omega$ . Το εμβαδόν της κάθε σπείρας είναι  $A = 0,5m^2$ .

Ο κυκλικός αγωγός βρίσκεται μέσα σε ένα περιορισμένο οριζόντιο μαγνητικό πεδίο έντασης  $\vec{B}_2$  με τον άξονά του παράλληλο στις δυναμικές γραμμές, η ένταση του οποίου αυξάνεται με σταθερό ρυθμό ( $\frac{\Delta B_2}{\Delta t} > 0$ ). Πάνω στους οδηγούς και μένοντας συνεχώς σε επαφή με αυτούς, μπορεί να ολισθαίνει ένας ευθύγραμμος αγωγός ΚΛ ο οποίος έχει μάζα  $m = 0,5 Kg$ , μήκος  $\ell = 1m$  και ωμική αντίσταση  $R_1 = 0,4\Omega$ . Παράλληλα με το αγωγό έχει συνδεθεί ωμική αντίσταση  $R_2 = 0,6\Omega$  όπως φαίνεται στο διπλανό σχήμα. Ο αγωγός και οι κατακόρυφοι οδηγοί βρίσκονται μέσα σε περιορισμένο οριζόντιο ομογενές



μαγνητικό πεδίο μέτρου έντασης  $B_1 = 1T$  το οποίο έχει φορά από τον αναγνώστη προς τη σελίδα.

Λόγω της ΗΕΔ από επαγωγή που δημιουργείται στον κυκλικό αγωγό κυκλοφορεί ηλεκτρικό ρεύμα στη διάταξη. Ο αγωγός ΚΛ διαρρέεται από ηλεκτρικό ρεύμα έντασης  $I_1 = 3 A$  με φορά από το άκρο Κ προς το άκρο Λ και ισορροπεί. Τη χρονική στιγμή  $t = 0$  ανοίγουμε τον διακόπτη (δ) οπότε ο αγωγός ΚΛ αρχίζει να κινείται κατακόρυφα μένοντας συνεχώς οριζόντιος και σε επαφή με τους κατακόρυφους οδηγούς. Η ταχύτητα του αγωγού σταθεροποιείται αφού διανύσει κατακόρυφη απόσταση  $h = 6 m$  ενώ βρίσκεται ακόμα εντός του μαγνητικού πεδίου έντασης  $\vec{B}_1$ .

**Γ1.** Στη κατάσταση ισορροπίας του αγωγού ΚΛ με τον διακόπτη (δ) κλειστό να βρείτε:

α) το μέτρο της συνολικής δύναμης της τριβής που δέχεται ο αγωγός από τους κατακόρυφους οδηγούς,  
(3 μονάδες)

β) το μέτρο του ρυθμού μεταβολής ( $\frac{\Delta B_2}{\Delta t}$ ) της έντασης του μαγνητικού πεδίου  $\vec{B}_2$  και την κατεύθυνσή του.  
(5+2 μονάδες)

**Γ2.** Να βρείτε την σταθερή – οριακή ταχύτητα που αποκτά ο αγωγός κατά την κάθοδό του. (5 μονάδες)

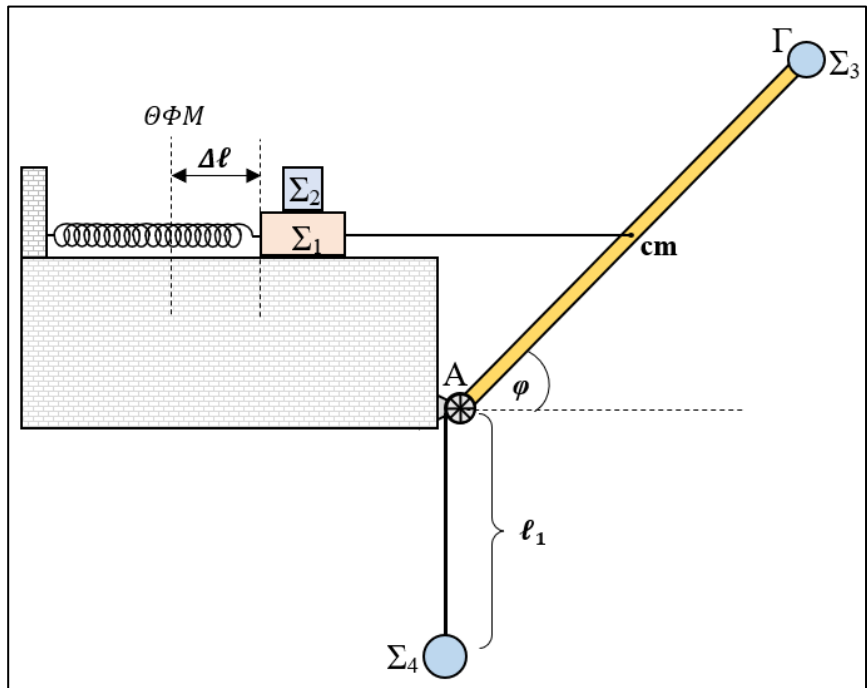
**Γ3.** Να υπολογίσετε την ηλεκτρική ενέργεια που παράγεται από την εμφάνιση της επαγωγικής ΗΕΔ στα άκρα του αγωγού από τη χρονική στιγμή  $t = 0$  και μέχρι να αποκτήσει την οριακή ταχύτητα. (5 μονάδες)

**Γ4.** Να υπολογίσετε τον ρυθμό μεταβολής της δυναμικής ενέργειας αγωγού τη χρονική στιγμή που το μέτρο του ρυθμού παραγωγής θερμότητας λόγω της τριβής είναι διπλάσιο από τον ρυθμό που παράγεται θερμότητα λόγω φαινομένου Joule στην ωμική αντίσταση του αγωγού. (5 μονάδες)

Δίνεται  $g = 10 \frac{m}{s^2}$  και να θεωρήσετε ότι η τριβή που δέχεται ο αγωγός από τους κατακόρυφους οδηγούς τόσο στην ισορροπία του όσο και στη διάρκεια της κίνησής του είναι ίδια.

**ΘΕΜΑ Δ**

Η ομογενής δοκός ΑΓ του διπλανού σχήματος έχει μήκος  $\ell = 1m$  μάζα  $M = 2,4Kg$  και μπορεί να στρέφεται σε κατακόρυφο επίπεδο χωρίς τριβές γύρω από την άρθρωση στο άκρο της Α όπως φαίνεται στο διπλανό σχήμα. Στο άλλο άκρο Γ είναι κολλημένη σημειακή σφαίρα  $\Sigma_3$  μάζας  $m_3 = 0,4Kg$ . Στο κέντρο μάζας της δοκού έχει δεθεί οριζόντιο αβαρές μη ελαστικό νήμα στο άλλο άκρο του οποίου είναι δεμένο σώμα  $\Sigma_1$  μάζας  $m_1 = 5Kg$  το οποίο ισορροπεί πάνω σε λείο οριζόντιο επίπεδο στο άκρο οριζόντιου ιδανικού ελατηρίου σταθεράς  $k = 96 N/m$ . Πάνω στο σώμα  $\Sigma_1$  είναι τοποθετημένο σώμα  $\Sigma_2$  μάζας  $m_2 = 1Kg$ . Μεταξύ των επιφανειών των σωμάτων  $\Sigma_1$  και  $\Sigma_2$  υπάρχει τριβή. Η δοκός ισορροπεί σε θέση που σχηματίζει γωνία  $\varphi$  με την οριζόντια διεύθυνση για την οποία δίνονται  $\eta\mu\varphi = 0,8$  και  $\sigma\upsilon\nu\varphi = 0,6$ . Δίπλα στην άρθρωση ισορροπεί μέσω ενός άλλου αβαρούς μη ελαστικού κατακόρυφου νήματος μήκους  $\ell_1 = \frac{\ell}{2} = 0,5m$  μια σημειακή σφαίρα  $\Sigma_4$  μάζας  $m_4 = 4,8Kg$ . Τη χρονική στιγμή  $t = 0$  κόβουμε το νήμα που συνδέει τη δοκό με το σώμα  $\Sigma_1$ . Η δοκός αρχίζει να στρέφεται σε κατακόρυφο επίπεδο γύρω από τον άξονά της στην άρθρωση και το σύστημα σώματα  $\Sigma_1, \Sigma_2$  – ελατήριο ξεκινά να εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση με σταθερά επαναφοράς  $D = k$ . Το σώμα  $\Sigma_1$  δεν ολισθαίνει πάνω στο σώμα  $\Sigma_2$  και θετικά του άξονα της ταλάντωσης να θεωρήσετε προς τα δεξιά.



Δ1. Στην κατάσταση ισορροπίας όλων των σωμάτων να υπολογίσετε το μέτρο της δύναμης που δέχεται η δοκός στην άρθρωση. **(5 μονάδες)**  
 Δ2. Να γράψετε την εξίσωση της κινητικής ενέργειας της ταλάντωσης που εκτελεί το σύστημα σώματα  $\Sigma_1, \Sigma_2$  – ελατήριο σε συνάρτηση με τον χρόνο ( $K = f(t)$ ) και να σχεδιάσετε την αντίστοιχη γραφική παράσταση στο χρονικό διάστημα της πρώτης περιόδου. **(4+1 μονάδες)**  
 Δ3. Να βρείτε για ποια τιμή του ελάχιστου συντελεστή στατικής τριβής ( $\mu_{smin}$ ) μεταξύ των επιφανειών, το σώμα  $\Sigma_2$  δεν ολισθαίνει πάνω στο σώμα  $\Sigma_1$  στη διάρκεια της ταλάντωσης. **(5 μονάδες)**  
 Δ4. Να υπολογίσετε το μέτρο της γωνιακής επιτάχυνσης του συστήματος δοκός – σφαίρα  $\Sigma_3$  τη στιγμή που διέρχεται από την οριζόντια θέση. **(5 μονάδες)**  
 Δ5. Όταν η δοκός γίνει κατακόρυφη συγκρούεται ελαστικά με τη σφαίρα  $\Sigma_4$ . Να βρείτε το μέτρο της ταχύτητας της σφαίρας  $\Sigma_4$  και το μέτρο της γωνιακής ταχύτητας του συστήματος δοκός – σφαίρα  $\Sigma_3$  αμέσως μετά την κρούση. **(5 μονάδες)**

Δίνονται  $g = 10 \frac{m}{s^2}$  και η ροπή αδράνειας της δοκού ως προς άξονα κάθετος σε αυτή που διέρχεται από το κέντρο μάζας της  $I_{cm} = \frac{1}{12} M \ell^2$ .