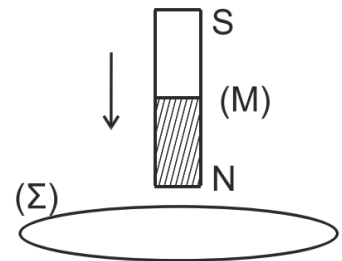


**ΘΕΜΑ Α**

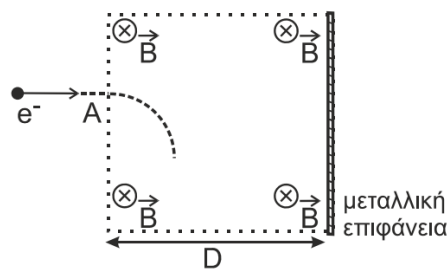
Στις ερωτήσεις **A1 – A4** να γράψετε στο τετράδιό σας τον αριθμό της ερώτησης και δίπλα το γράμμα που αντιστοιχεί στην επιλογή σας, η οποία συμπληρώνει σωστά την ημιτελή πρόταση.

- A1.** Η ενοποιημένη ηλεκτρομαγνητική θεωρία του Maxwell ερμήνευσε με επιτυχία:
- το φωτοηλεκτρικό φαινόμενο.
  - το φαινόμενο της σκέδασης Compton.
  - την ύπαρξη ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων ως μηχανισμού διάδοσης της ενέργειας του ηλεκτρομαγνητικού πεδίου στο χώρο.
  - την ακτινοβολία του μέλανος σώματος.
- A2.** Για να υπολογίσουμε το μέτρο της έντασης του ομογενούς μαγνητικού πεδίου στο εσωτερικό σωληνοειδούς απείρου μήκους, το οποίο διαρρέεται από ρεύμα σταθερής έντασης, εφαρμόζοντας το νόμο του Ampère, λαμβάνουμε ως κλειστή διαδρομή:
- μια κατάλληλη κυκλική διαδρομή κάθετη στον άξονα του σωληνοειδούς.
  - μια κατάλληλη διαδρομή σχήματος ορθογωνίου παραλληλογράμμου με το επίπεδό του κάθετο στον άξονα του σωληνοειδούς.
  - μια κατάλληλη ελλειπτική διαδρομή κάθετη στον άξονα του σωληνοειδούς.
  - μια κατάλληλη διαδρομή σχήματος ορθογωνίου παραλληλογράμμου με το επίπεδό της να περιέχει τον άξονα του σωληνοειδούς.
- A3.** Κατακόρυφος ραβδόμορφος μαγνήτης (M) πέφτει κατακόρυφα κατά μήκος του άξονα μιας αγωγίσιμης κυκλικής στεφάνης (Σ) που είναι ακλόνητα στερεωμένη σε οριζόντιο επίπεδο. Καθώς ο μαγνήτης πλησιάζει στην στεφάνη, η μαγνητική ροή που διέρχεται από τη στεφάνη:
- αυξάνεται.
  - ελαττώνεται.
  - παραμένει σταθερή.
  - αρχικά ελαττώνεται και στη συνέχεια αυξάνεται.
- A4.** Κατά μήκος δύο όμοιων χορδών 1 και 2, μεταδίδονται δύο εγκάρσια αρμονικά κύματα χωρίς απώλειες ενέργειας. Αν το κύμα στη χορδή 1 έχει διπλάσια συχνότητα και τριπλάσιο πλάτος από το κύμα στη χορδή 2, τότε:
- η ταχύτητα διάδοσης των δύο κυμάτων στις δύο χορδές είναι ίδια.
  - το μήκος κύματος του κύματος στη χορδή 2 είναι ίδιο με το μήκος κύματος του κύματος στη χορδή 1.
  - η μέγιστη ταχύτητα ταλάντωσης των σωματιδίων της χορδής 1 είναι ίδια με τη μέγιστη ταχύτητα των σωματιδίων της χορδής 2.
  - η μέγιστη επιτάχυνση ταλάντωσης των σωματιδίων της χορδής 1 είναι ίδια με τη μέγιστη ταχύτητα των σωματιδίων της χορδής 2.





- B3.** Ηλεκτρόνιο μάζας  $m$  και φορτίου  $(-e)$  με κινητική ενέργεια  $K$  κατευθύνεται προς μεταλλική επιφάνεια που είναι τοποθετημένη κάθετα στη διεύθυνση κίνησης του ηλεκτρονίου. Μπροστά από την επιφάνεια υπάρχει ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης  $\vec{B}$ , με τις δυναμικές του γραμμές να είναι παράλληλες στην μεταλλική επιφάνεια και κάθετες στο επίπεδο της σελίδας. Το εύρος του μαγνητικού πεδίου είναι  $D$ . Αν το ηλεκτρόνιο εισέρχεται στο μαγνητικό πεδίο σε σημείο  $A$  κάθετα στις δυναμικές γραμμές του, όπως φαίνεται στο σχήμα, η ελάχιστη τιμή της έντασης  $B$  του μαγνητικού πεδίου έτσι ώστε το ηλεκτρόνιο να μην προσκρούσει στην μεταλλική επιφάνεια είναι

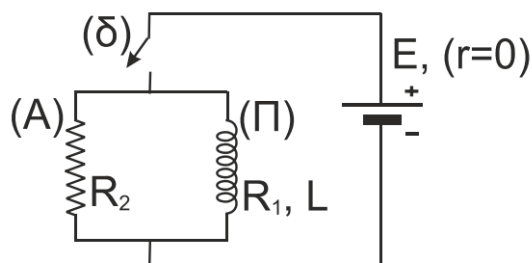


i.  $B = \frac{\sqrt{2mK}}{|e|D}$       ii.  $B = \frac{D}{|e|} \sqrt{\frac{m}{2K}}$       iii.  $B = \frac{\sqrt{mK}}{|e|D}$

- α) Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση.  
β) Να δικαιολογήσετε την επιλογή σας.

### ΘΕΜΑ Γ

Ηλεκτρική πηγή, ηλεκτρεγερτικής δύναμης  $E = 0,12 \text{ V}$  και μηδενικής εσωτερικής αντίστασης ( $r = 0$ ) συνδέεται μέσω διακόπτη ( $\delta$ ) με κύκλωμα που αποτελείται από πηνίο ( $\Pi$ ) και αντιστάτη ( $A$ ), όπως στο διπλανό σχήμα. Το πηνίο ( $\Pi$ ) έχει συντελεστή αυτεπαγωγής  $L = 0,2 \text{ H}$  και ωμική αντίσταση  $R_1 = 1,2 \Omega$ . Ο αντιστάτης ( $A$ ) έχει ωμική αντίσταση  $R_2 = 0,6 \Omega$ .



Αρχικά ο διακόπτης ( $\delta$ ) είναι ανοικτός. Τη χρονική στιγμή  $t_0 = 0$  κλείνουμε το διακόπτη.

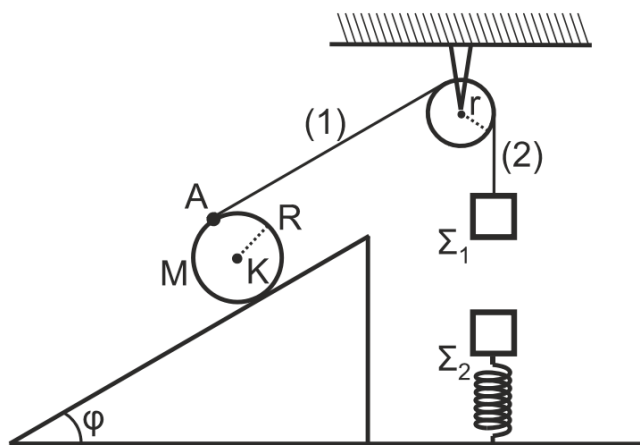
- Γ1.** i. Να σχεδιάσετε την πολικότητα της ΗΕΔ από αυτεπαγωγή στο πηνίο και να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.  
ii. Να υπολογίσετε το ρυθμό μεταβολής της έντασης του ρεύματος που διαρρέει το πηνίο ( $\Pi$ ) αμέσως μετά το κλείσιμο του διακόπτη.
- Γ2.** Να υπολογίσετε τις τελικές τιμές των εντάσεων των ρευμάτων που διαρρέουν τον αντιστάτη ( $A$ ) και το πηνίο ( $\Pi$ ).

Κάποια χρονική στιγμή  $t_1$  ανοίγουμε το διακόπτη ( $\delta$ ).

- Γ3.** i. Να σχεδιάσετε την πολικότητα της ΗΕΔ από αυτεπαγωγή στο πηνίο και να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.  
ii. Να υπολογίσετε το ρυθμό μεταβολής της έντασης του ρεύματος που διαρρέει το πηνίο ( $\Pi$ ) αμέσως μετά το άνοιγμα του διακόπτη.
- Γ4.** Να υπολογίσετε το ποσό της συνολικής θερμότητας που θα παραχθεί στον αντιστάτη ( $A$ ) και το πηνίο ( $\Pi$ ), από τη στιγμή που ανοίγει ο διακόπτης ( $\delta$ ) και μέχρι το ρεύμα στο κύκλωμα να μηδενιστεί.

## ΘΕΜΑ Δ

Ομογενής κύλινδρος μάζας  $M$  και ακτίνας  $R = \frac{5}{\pi}$  m βρίσκεται σε κεκλιμένο επίπεδο μεγάλου μήκους, γωνίας κλίσεως  $\varphi = 30^\circ$ . Σε σημείο  $A$  της επιφανείας του κυλίνδρου, το οποίο απέχει από την επιφάνεια του κεκλιμένου επιπέδου απόσταση  $2R$ , έχει δεθεί το ένα άκρο αβαρούς και μη εκτατού νήματος. Το άλλο άκρο του νήματος έχει δεθεί σε σώμα  $\Sigma_1$  μικρών διαστάσεων και μάζας  $m_1 = 1$  kg. Το νήμα περνά από το αυλάκι τροχαλίας ακτίνας  $r$ , η οποία έχει στερεωθεί σε οροφή. Το τμήμα (1) του νήματος είναι παράλληλο προς την επιφάνεια του κεκλιμένου επιπέδου, ενώ το τμήμα (2) κατακόρυφο.



Το σύστημα των σωμάτων αυτών ισορροπεί στο ίδιο κατακόρυφο επίπεδο. Ο άξονας του κυλίνδρου είναι κάθετος στο επίπεδο της σελίδας. Σώμα  $\Sigma_2$  μικρών διαστάσεων και μάζας  $m_2 = 4$  kg ισορροπεί δεμένο στο πάνω άκρο κατακόρυφου ιδανικού ελατηρίου. Το άλλο άκρο του ελατηρίου είναι στερεωμένο στο οριζόντιο δάπεδο. Ο άξονας του ελατηρίου βρίσκεται στην ίδια κατακόρυφη διεύθυνση με τη διεύθυνση του νήματος (2).

**Δ1.** Να υπολογίσετε τη μάζα  $M$  του κυλίνδρου.

Τη χρονική στιγμή  $t_0 = 0$ , κόβουμε ταυτόχρονα τα νήματα (1) και (2). Αμέσως μετά την  $t_0 = 0$ , το σώμα  $\Sigma_1$  πέφτει κατακόρυφα ενώ ο κύλινδρος κατέρχεται στο κεκλιμένο επίπεδο με σταθερή επιτάχυνση, εκτελώντας κύλιση χωρίς ολίσθηση. Κατά τη διάρκεια της κύλισής του ο άξονάς του παραμένει συνεχώς κάθετος στο επίπεδο της σελίδας.

**Δ2.** Αν τη χρονική στιγμή  $t_1$  το σημείο  $A$ , ολοκληρώνει μία πλήρη περιστροφή και έχει ταχύτητα μέτρου  $v_{CM} = 10 \frac{m}{s}$ , να υπολογίσετε το μέτρο της επιτάχυνσης του κέντρου μάζας του κυλίνδρου, κάνοντας χρήση των νόμων της κινηματικής κατά την κύλιση στερεών σωμάτων.

Το σώμα  $\Sigma_1$  πέφτοντας κατακόρυφα συγκρούεται κεντρικά και πλαστικά με το σώμα  $\Sigma_2$ , έχοντας τη στιγμή της κρούσης ταχύτητα μέτρου  $v_0 = 20 \frac{m}{s}$ .

**Δ3.** Να υπολογίσετε το μέτρο της ταχύτητας του συσσωματώματος αμέσως μετά την πλαστική κρούση και το ποσό της θερμικής ενέργειας που απελευθερώνεται στο περιβάλλον κατά την κρούση.

Να θεωρήσετε ότι:

- η επιτάχυνση της βαρύτητας  $g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ .
- οι κρούσεις είναι ακαριαίες και κατά την πραγματοποίησή τους δεν έχουμε απώλεια μάζας.
- το σχήμα δεν είναι υπό κλίμακα.