

**ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ ΚΑΙ ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ**  
**ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΑΝΩΤΕΡΗΣ ΚΑΙ ΑΝΩΤΑΤΗΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ**  
**ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΕΞΕΤΑΣΕΩΝ**

**ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ**  
**ΓΙΑ ΤΑ ΑΝΩΤΕΡΑ ΚΑΙ ΑΝΩΤΑΤΑ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΑ ΙΔΡΥΜΑΤΑ**

**Μάθημα: ΦΥΣΙΚΗ**

Ημερομηνία και ώρα εξέτασης: **6 Ιουνίου 2008**

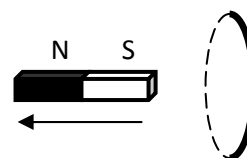
**7.30 π.μ. – 10.30 π.μ.**

**ΤΟ ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΟ ΔΟΚΙΜΙΟ ΑΠΟΤΕΛΕΙΤΑΙ ΑΠΟ ΟΚΤΩ (8) ΣΕΛΙΔΕΣ**  
περιλαμβάνει δώδεκα (12) ερωτήσεις και συνοδεύεται με τυπολόγιο (2 σελίδες).

**Να απαντήσετε σε όλες τις ερωτήσεις.**

**ΜΕΡΟΣ Α΄:** Αποτελείται από 6 ερωτήσεις των 5 μονάδων η κάθε μια.

1. Ένας ραβδόμορφος μαγνήτης κινείται προς τα αριστερά και απομακρύνεται από ακίνητο κυκλικό αγωγίμο και λεπτό δακτυλίδι, όπως δείχνει το σχήμα. Το δακτυλίδι έχει ωμική αντίσταση  $6 \Omega$ . Η μαγνητική ροή μέσα από το δακτυλίδι ελαττώνεται κατά  $0,6 \text{ Wb}$  σε χρόνο  $0,2 \text{ s}$ .



(α) Να υπολογίσετε την ένταση του επαγωγικού ρεύματος στο δακτυλίδι κατά τη διάρκεια της μεταβολής της ροής.

**(2 μον.)**

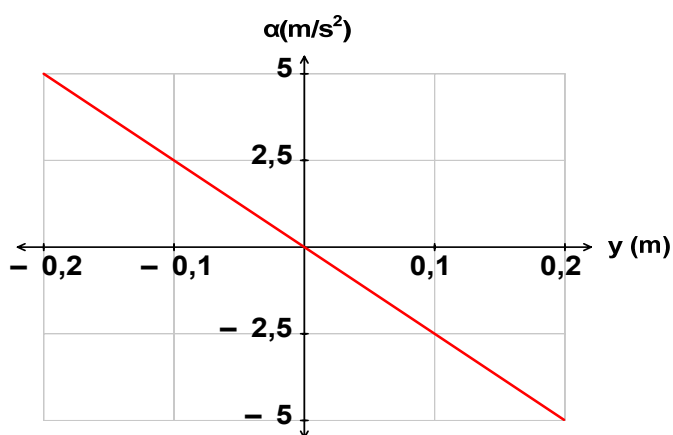
(β) (i) Να διατυπώσετε τον κανόνα του Lenz.

**(1 μον.)**

(ii) Να σημειώσετε και να εξηγήσετε τη φορά του ρεύματος στο δακτυλίδι.

**(2 μον.)**

2. (α) Να διατυπώσετε την αρχή διατήρησης της ορμής για απομονωμένο σύστημα σωμάτων. **(2 μον.)**  
 (β) Μια μπάλα Α μάζας  $m$  η οποία κινείται οριζόντια με ταχύτητα μέτρου  $u$ , προσκρούει κάθετα σε κατακόρυφο ακλόνητο τοίχο και επιστρέφει πίσω στην ίδια διεύθυνση και με την ίδια κατά μέτρο ταχύτητα. Μια δεύτερη μπάλα Β, ίσης μάζας με την Α, προσκρούει κάθετα στον τοίχο με την ίδια ταχύτητα  $u$  και ακινητοποιείται. Η χρονική διάρκεια  $\Delta t$  και των δύο κρούσεων είναι η ίδια. Σε ποια από τις δύο μπάλες ο τοίχος ασκεί τη μεγαλύτερη κατά μέτρο δύναμη; Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας. **(3 μον.)**
3. Δίνεται η πιο κάτω η γραφική παράσταση της επιτάχυνσης  $a$  σε σχέση με τη θέση  $y$  για ένα σώμα μάζας  $0,1 \text{ kg}$  που εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση.



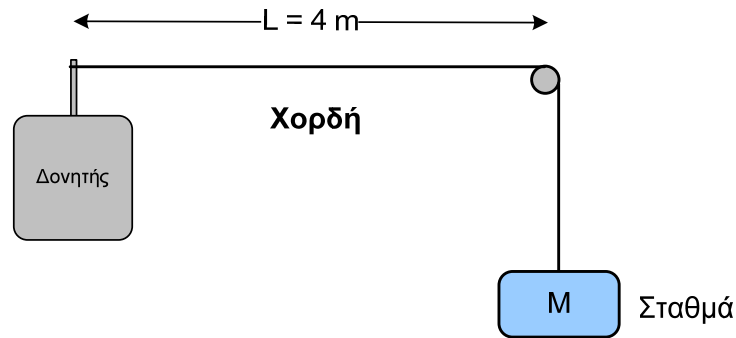
Να υπολογίσετε:

- (α) Την κυκλική συχνότητα της ταλάντωσης **(2 μον.)**  
 (β) Την περίοδο της ταλάντωσης. **(1 μον.)**  
 (γ) Την ενέργεια της ταλάντωσης. **(2 μον.)**
4. Τα σώματα Α και Β του πιο κάτω σχήματος, με μάζες  $0,3 \text{ kg}$  και  $0,2 \text{ kg}$  αντίστοιχα, κινούνται σε οριζόντιο επίπεδο χωρίς τριβές στην ίδια διεύθυνση αλλά με αντίθετη φορά. Οι ταχύτητες τους έχουν μέτρα  $u_A = 2 \text{ m/s}$  και  $u_B = 4 \text{ m/s}$ . Τα σώματα συγκρούονται κεντρικά και **πλαστικά**.

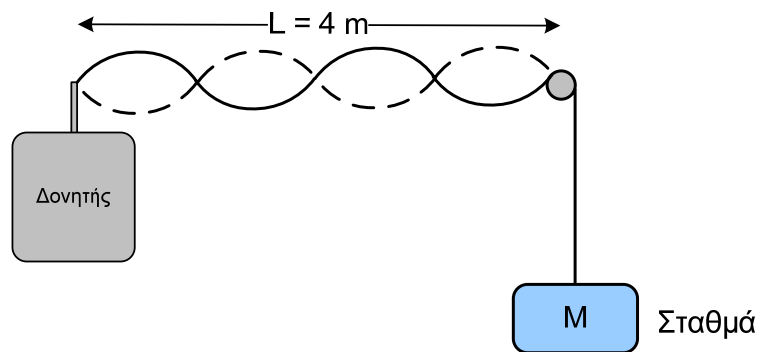


- (α) Να αναφέρετε μια διαφορά μεταξύ πλαστικής και ελαστικής κρούσης. **(2 μον.)**  
 (β) Να υπολογίσετε το μέτρο της ταχύτητας των δύο σωμάτων μετά την κρούση και να καθορίσετε την κατεύθυνση της. **(3 μον.)**

5. Η πειραματική διάταξη του σχήματος χρησιμοποιήθηκε στο εργαστήριο για τη δημιουργία στάσιμου κύματος σε χορδή μήκους  $L = 4 \text{ m}$  και γραμμικής πυκνότητας  $\mu = 5 \times 10^{-4} \text{ kg/m}$ . Η μάζα των σταθμών είναι  $M = 0,32 \text{ kg}$ .

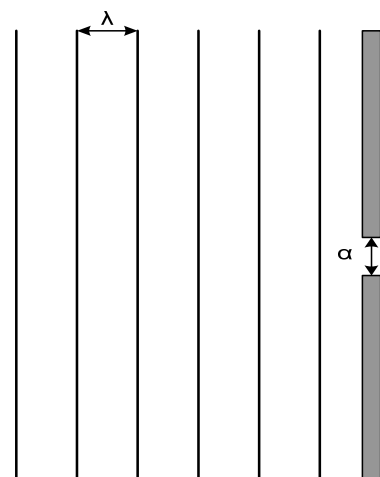


- (α) Να υπολογίσετε την ταχύτητα διάδοσης του κύματος στη χορδή. **(2,5 μον.)**  
 (β) Να υπολογίσετε το μήκος κύματος  $\lambda$  ώστε η χορδή να έχει τη μορφή του πιο κάτω σχήματος. **(2,5 μον.)**



6. Ένα επίπεδο ηχητικό κύμα διαδίδεται στον αέρα με σταθερή ταχύτητα  $330 \text{ m/s}$  και συχνότητα  $660 \text{ Hz}$ . Το κύμα συναντά δύο εμπόδια που σχηματίζουν ένα άνοιγμα με μήκος  $a = 0,4 \text{ m}$ .

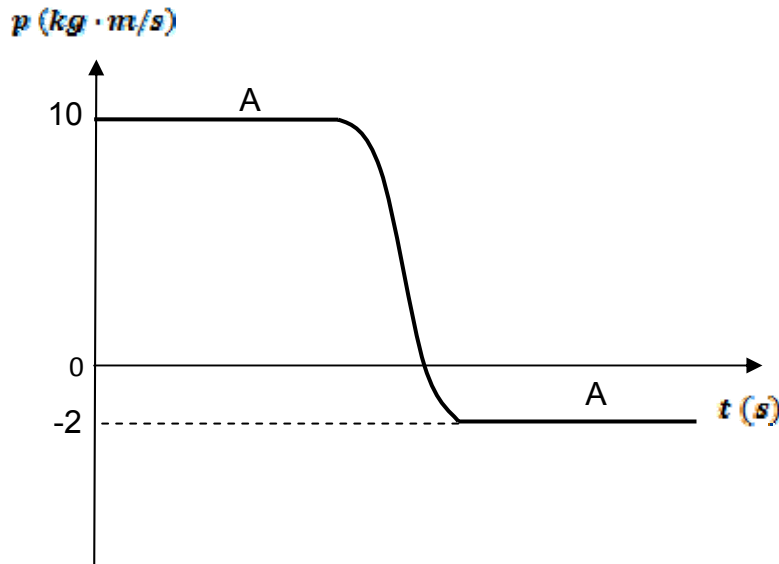
- (α) Να υπολογίσετε το μήκος κύματος  $\lambda$  του ήχου. **(2 μον.)**  
 (β) Να σχεδιάσετε τη μορφή των μετώπων του κύματος μετά το άνοιγμα και να ονομάσετε το φαινόμενο που παρατηρείται. **(3 μον.)**



Μέτωπα κύματος

**ΜΕΡΟΣ Β :** Αποτελείται από 4 ερωτήσεις των 10 μονάδων η κάθε μια.

7. **A.** Η πιο κάτω γραφική παράσταση δείχνει την ορμή σε συνάρτηση με το χρόνο για σώμα A μάζας 1 kg, που συγκρούεται κεντρικά και **ελαστικά** με δεύτερο σώμα B που είναι αρχικά ακίνητο.



Με βάση τη γραφική παράσταση να υπολογίσετε:

- (α) Την ταχύτητα του σώματος A πριν και μετά από την κρούση (1 μον.)  
(β) Την ταχύτητα του σώματος B μετά την κρούση (3 μον.)  
(γ) Τη μάζα του σώματος B (1 μον.)

Δίνεται ότι:  $\vec{u}_A + \vec{v}_A = \vec{u}_B + \vec{v}_B$ , όπου  $\vec{u}$  και  $\vec{v}$  οι ταχύτητες πριν και μετά την κρούση αντίστοιχα.

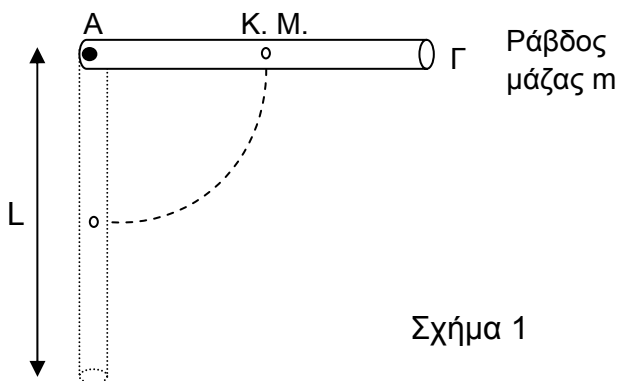
**B.** Έχετε στη διάθεσή σας:

Διασύνδεση, ηλεκτρονικό υπολογιστή, αισθητήρες κίνησης ή φωτοπύλες, δύο αμαξίδια με διαφορετική μάζα, ζυγαριά, αεροδιάδρομο με φουσητήρα ή λείο οριζόντιο διάδρομο χωρίς τριβές.

(α) Να σχεδιάσετε διάγραμμα πειραματικής διάταξης με την οποία να επαληθεύεται η αρχή διατήρησης της ορμής σε μια **ελαστική** κρούση, όπου το ένα αμαξίδιο είναι αρχικά ακίνητο. (2 μον.)

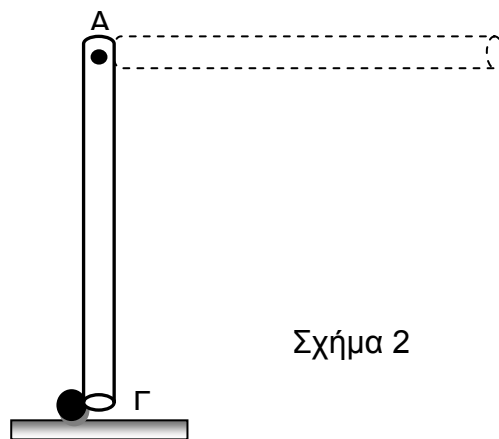
(β) Να αναφέρετε τις μετρήσεις που θα πραγματοποιηθούν και τον τρόπο που θα τις χρησιμοποιούσατε για την επίτευξη του πιο πάνω στόχου. (3 μον.)

8. Ομογενής ράβδος ΑΓ μήκους  $L = 0,3 \text{ m}$  και μάζας  $m = 0,2 \text{ kg}$  μπορεί να περιστρέφεται κατακόρυφα, χωρίς τριβές, γύρω από σταθερό οριζόντιο άξονα που περνά από το άκρο της Α. Η ράβδος αφήνεται ελεύθερη από την οριζόντια θέση, όπως φαίνεται στο σχήμα 1. Η ροπή αδράνειας της ράβδου ως προς το άκρο Α είναι  $I = \frac{1}{3}mL^2$ .

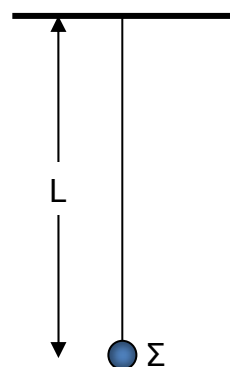


(α) Να δείξετε ότι το μέτρο της γωνιακής ταχύτητας της ράβδου τη στιγμή που περνά από την κατακόρυφη θέση είναι  $\omega_1 = 10 \text{ rad/s}$ . **(4 μον.)**

(β) Σφαίρα από πλαστελίνη, ίσης μάζας με αυτή της ράβδου, ισορροπεί σε οριζόντια επιφάνεια. Τη στιγμή που η ράβδος περνά από την κατακόρυφη θέση το κάτω άκρο της Γ συγκρούεται με τη σφαίρα και στη συνέχεια τα δύο σώματα περιστρέφονται μαζί. Η κρούση έχει αμελητέα διάρκεια (σχήμα 2).



- i. Να διατυπώσετε την αρχή διατήρησης της στροφορμής. **(2 μον.)**
- ii. Να υπολογίσετε τη ροπή αδράνειας του συστήματος των σωμάτων ως προς το Α μετά την κρούση. **(1 μον.)**
- iii. Να υπολογίσετε το μέτρο της γωνιακής ταχύτητας του συστήματος αμέσως μετά την κρούση. **(3 μον.)**
9. Α. Το εκκρεμές του σχήματος εκτρέπεται από τη κατακόρυφη θέση κατά μικρή γωνία  $\theta$  ( $\theta < 3^\circ$ ) και στη συνέχεια αφήνεται να κινηθεί ελεύθερα.
- (α) Να αποδείξετε ότι θα εκτελέσει απλή αρμονική ταλάντωση. **(2 μον.)**
- (β) Να εξάγετε τη μαθηματική σχέση που συνδέει την περίοδο της ταλάντωσης με το μήκος του εκκρεμούς και την ένταση του πεδίου βαρύτητας. **(2 μον.)**
- (γ) Να υπολογίσετε την περίοδο του ίδιου εκκρεμούς αν μεταφερθεί στην επιφάνεια της Σελήνης σε σχέση με την περίοδο που έχει στην επιφάνεια της Γης. Δίνεται:  $g_{\text{Σελήνης}} = \frac{g_{\text{Γης}}}{6}$  **(1 μον.)**

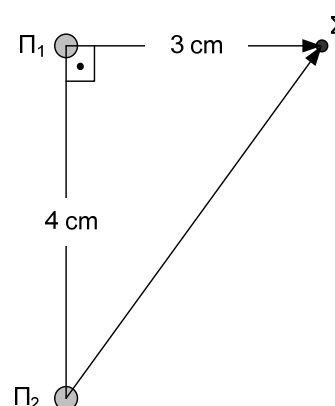


**B.** Ομάδα μαθητών χρησιμοποίησε ένα απλό εκκρεμές για να μετρήσει πειραματικά την ένταση του πεδίου βαρύτητας της Γης. Οι μαθητές άλλαζαν το μήκος  $L$  του εκκρεμούς και καταχωρούσαν τις μετρήσεις του χρόνου  $t$  δέκα (10) πλήρων ταλαντώσεων στο πιο κάτω πίνακα.

|                |      |      |      |      |
|----------------|------|------|------|------|
| <b>L(m)</b>    | 0,8  | 1,2  | 1,6  | 2,0  |
| <b>1. t(s)</b> | 18,0 | 22,0 | 25,4 | 28,4 |

Αφού επεξεργαστείτε τις μετρήσεις, να χαράξετε κατάλληλη γραφική παράσταση και από αυτή να υπολογίσετε την ένταση του πεδίου βαρύτητας. **(5 μον)**

- 10.** Δύο σημειακές πηγές αρμονικών κυμάτων,  $\Pi_1$  και  $\Pi_2$ , που απέχουν μεταξύ τους 4 cm είναι συνδεδεμένες με τον ίδιο διεγέρτη. Τη χρονική στιγμή  $t = 0$  οι πηγές αρχίζουν να εκτελούν ταλάντωση, δημιουργώντας κύματα τα οποία διαδίδονται χωρίς απώλειες ενέργειας στην επιφάνεια υγρού με ταχύτητα  $u = 10 \text{ cm/s}$ . Ένα σημείο  $\Sigma$  της επιφάνειας του υγρού απέχει από την πηγή  $\Pi_1$  απόσταση 3 cm. Η ευθεία  $\Pi_1\Sigma$  είναι κάθετη πάνω στην ευθεία  $\Pi_1\Pi_2$  όπως φαίνεται στο σχήμα.



**(α)** Να αναφέρετε τη συνθήκη που πρέπει να ικανοποιείται ώστε στο σημείο  $\Sigma$  να παρατηρείται ενίσχυση. **(2 μον.)**

**(β)** Να υπολογίσετε τη διαφορά δρόμου  $\Delta x$  με την οποία τα κύματα φτάνουν στο σημείο  $\Sigma$ . **(1 μον.)**

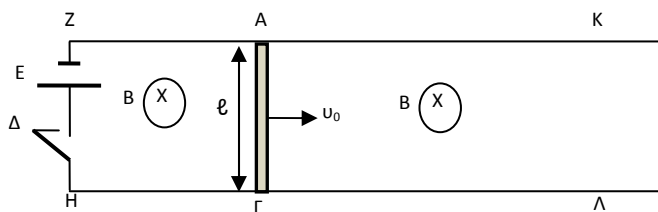
**(γ)** Να υπολογίσετε τη χρονική στιγμή στην οποία αρχίζει η συμβολή των κυμάτων στο σημείο  $\Sigma$ . **(2 μον.)**

**(δ)** Να διερευνήσετε αν στο σημείο  $\Sigma$  παρατηρείται ενίσχυση ή απόσβεση όταν οι πηγές εκπέμπουν κύματα συχνότητας  $f = 12,5 \text{ Hz}$ . **(2 μον.)**

**(ε)** Με τη βοήθεια του διεγέρτη αυξάνεται με συνεχή τρόπο η συχνότητα ταλάντωσης των πηγών και παρατηρούνται διαδοχικά μέγιστα και ελάχιστα του πλάτους ταλάντωσης του σημείου  $\Sigma$ . Να εξηγήσετε την παρατήρηση αυτή. **(3 μον.)**

**ΜΕΡΟΣ Γ': Αποτελείται από 2 ερωτήσεις των 15 μονάδων η κάθε μια.**

11. Δύο παράλληλοι οριζόντιοι μεταλλικοί αγωγοί ZK και ΗΛ με πολύ μεγάλο μήκος έχουν αμελητέα ωμική αντίσταση και απέχουν μεταξύ τους απόσταση  $\ell = 2 \text{ m}$ . Τα άκρα Z και Η συνδέονται με πηγή



ηλεκτρεγερτικής δύναμης  $E = 6 \text{ V}$  και αμελητέας εσωτερικής αντίστασης. Ένας αγωγός ΑΓ, ωμικής αντίστασης  $5 \Omega$ , έχει συνεχώς τα άκρα του σε επαφή με τους οριζόντιους μεταλλικούς αγωγούς ZK και ΗΛ. Η όλη διάταξη βρίσκεται μέσα σε κατακόρυφο ομογενές μαγνητικό πεδίο, όπως φαίνεται στο σχήμα, σταθερής μαγνητικής επαγωγής  $B = 2 \text{ T}$ .

Αρχικά ο διακόπτης Δ είναι ανοικτός και ο αγωγός κινείται χωρίς τριβές με σταθερή ταχύτητα  $u_0 = 1 \text{ m/s}$  προς τα δεξιά, και είναι συνεχώς παράλληλος με την πλευρά ΖΗ. (Τα φαινόμενα αυτεπαγωγής είναι αμελητέα).

(α) Να διατυπώσετε το νόμο του Faraday για την ηλεκτρομαγνητική επαγωγή. (2 μον.)

(β) Να εξηγήσετε την εμφάνιση επαγωγικής τάσης στα άκρα του αγωγού ΑΓ. (2 μον.)

(γ) (i) Να αποδείξετε τη σχέση που δίνει την επαγωγική τάση στα άκρα του αγωγού ΑΓ και να την υπολογίσετε. (2 μον.)

(ii) Να σημειώσετε σε κατάλληλο σχήμα την πολικότητα της επαγωγικής τάσης στα άκρα Α και Γ. (1 μον.)

Σε κάποια στιγμή κλείνουμε το διακόπτη Δ.

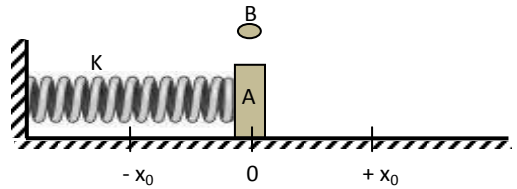
(δ) Να υπολογίσετε την ένταση του ρεύματος που διαρρέει το βρόχο ΑΓΗΖΑ, αμέσως μετά το κλείσιμο του διακόπτη Δ. (2 μον.)

(ε) Να σχεδιάσετε σε κατάλληλο σχήμα τη δύναμη που ασκείται στον αγωγό ΑΓ αμέσως μετά το κλείσιμο του διακόπτη και να υπολογίσετε το μέτρο της. (2 μον.)

(στ) Να περιγράψετε, ποιοτικά, την κίνηση του αγωγού μετά το κλείσιμο του διακόπτη. (2 μον.)

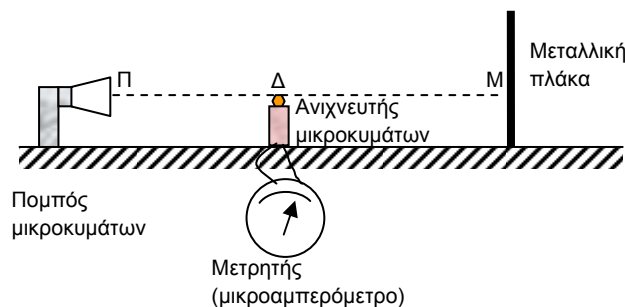
(ζ) Να υπολογίσετε την οριακή (σταθερή) ταχύτητα που αποκτά ο αγωγός μετά το κλείσιμο του διακόπτη. (2 μον.)

- 12. Α.** Στο σχήμα το σώμα Α μάζας  $0,3 \text{ kg}$  βρίσκεται αρχικά ακίνητο σε οριζόντιο επίπεδο και συνδέεται με το ένα άκρο αβαρούς ελατηρίου σταθεράς  $K = 30 \text{ N/m}$ , ενώ το άλλο άκρο του ελατηρίου συνδέεται σε ακλόνητο σημείο. Απομακρύνουμε το σώμα Α από την αρχική του θέση,  $x = 0$ , στη διεύθυνση του άξονα του ελατηρίου, προς τη θετική φορά, ώστε το ελατήριο να επιμηκυνθεί κατά  $x_0 = 5 \text{ cm}$ . Τη χρονική στιγμή  $t_0 = 0$  αφήνουμε το σώμα Α ελεύθερο να εκτελέσει απλή αρμονική ταλάντωση χωρίς απώλειες ενέργειας. Ένα δεύτερο σώμα Β μάζας  $0,9 \text{ kg}$  αφήνεται να πέσει από πολύ μικρό ύψος και ενσωματώνεται ακαριαία με το σώμα Α, τη χρονική στιγμή που το σώμα Α περνά από τη θέση ισορροπίας για τρίτη φορά.



- (α) Να υπολογίσετε την περίοδο ταλάντωσης του σώματος Α πριν την κρούση και την περίοδο ταλάντωσης του συσσωματώματος, μετά την κρούση. **(2 μον.)**
- (β) Να υπολογίσετε το μέτρο της ταχύτητας του συσσωματώματος αμέσως μετά την κρούση. **(3 μον.)**
- (γ) Να υπολογίσετε το πλάτος ταλάντωσης μετά την κρούση. **(2 μον.)**
- (δ) Να χαράξετε σε βαθμολογημένους άξονες τη γραφική παράσταση της θέσης  $x$  ως συνάρτηση του χρόνου,  $x = f(t)$ , από τη στιγμή  $t_0 = 0$  μέχρι τη στιγμή που τα δύο σώματα θα συμπληρώσουν μαζί μια πλήρη ταλάντωση. **(3 μον.)**

**Β.** Η πιο κάτω πειραματική διάταξη χρησιμοποιείται για τη μελέτη της συμβολής μικροκυμάτων από ανάκλαση. Το μήκος κύματος των μικροκυμάτων είναι  $3 \text{ cm}$ .



Κατά μήκος της ευθείας ΠΜ, που ενώνει κάθετα τον πομπό και τη μεταλλική πλάκα, κινείται ανιχνευτής μικροκυμάτων. Παρατηρούνται διαδοχικές αυξομειώσεις της ένδειξης του μετρητή.

- (α) Να εξηγήσετε την παρατήρηση αυτή. **(2 μον.)**
- (β) Ο μετρητής δείχνει μέγιστη απόκλιση όταν ο ανιχνευτής βρίσκεται στο σημείο Δ (βλέπε σχήμα). Να υπολογίσετε την απόσταση που πρέπει να μετατοπιστεί η μεταλλική πλάκα, παραμένοντας κάθετη στην ευθεία ΠΜ, ώστε ο μετρητής να δείξει ξανά μέγιστο στο σημείο Δ για πρώτη φορά. **(3 μον.)**



**ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ ΚΑΙ ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ**  
**ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΑΝΩΤΕΡΗΣ ΚΑΙ ΑΝΩΤΑΤΗΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ**  
**ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΕΞΕΤΑΣΕΩΝ**

**ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ**  
**ΓΙΑ ΤΑ ΑΝΩΤΕΡΑ ΚΑΙ ΑΝΩΤΑΤΑ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΑ ΙΔΡΥΜΑΤΑ**

**Μάθημα: ΦΥΣΙΚΗ**

Ημερομηνία και ώρα εξέτασης: **6 Ιουνίου 2008,**

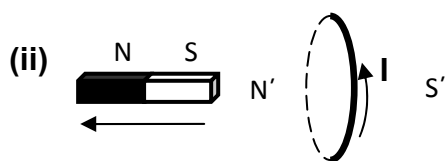
**7.30 π.μ. – 10.30 π.μ.**

**ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΕΣ ΛΥΣΕΙΣ**

**ΜΕΡΟΣ Α΄**

1. (α)  $I = \frac{E_{\varepsilon\pi}}{R} = \frac{\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}}{R} = \frac{\frac{0,6}{0,2}}{6} = 0,5 \text{ A}.$  **(2 μονάδες)**

(β) (i) Τα επαγωγικά ρεύματα (και οι δυνάμεις Laplace που οφείλονται σε αυτά) έχουν τέτοια φορά που αντιτίθενται στην αιτία που τα προκαλεί. **(1 μονάδα)**



Ο μαγνήτης απομακρύνεται από το δακτυλίδι και ελαττώνεται η μαγνητική ροή που περνά από αυτό. Σύμφωνα με τον κανόνα του Lenz, το επαγωγικό ρεύμα που δημιουργείται προκαλεί μαγνητικό πεδίο που τείνει να αυξήσει τη μαγνητική ροή. Για να συμβεί αυτό δημιουργείται έλξη μεταξύ του μαγνήτη και του αγώγιμου δακτυλιδιού, οπότε το north (N') και το south (S') του πεδίου είναι όπως στο σχήμα. Η φορά του επαγωγικού ρεύματος βρίσκεται από τον κανόνα της δεξιάς παλάμης. **(2 μονάδες)**

2. (α) Σε ένα απομονωμένο σύστημα σωμάτων (όπου η συνισταμένη δύναμη είναι μηδέν) η ορμή του συστήματος παραμένει σταθερή. **(2 μονάδες)**

(β) Το μέτρο της δύναμης που δέχεται η μπάλα Α είναι  $\frac{2mu}{\Delta t}$  και το μέτρο της

δύναμης που δέχεται η μπάλα Β είναι  $\frac{mu}{\Delta t}$ , σύμφωνα με το νόμο του Νεύτωνα

$\Sigma F = \frac{\Delta p}{\Delta t}$ . Άρα η μπάλα Α δέχεται μεγαλύτερη σε μέτρο δύναμη. **(3 μονάδες)**

3. (α) Από την κλίση της γραφικής παράστασης:  $-\omega^2 = -\frac{5}{0,2} = -25 \Rightarrow \omega = 5 \text{ rad/s}$ .

**(2 μονάδες)**

(β)  $T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi}{5} = 0,4\pi = 1,26 \text{ s}$ .

**(1 μονάδα)**

(γ)  $E = \frac{1}{2} m \omega^2 y_0^2 = \frac{1}{2} \cdot 0,125 \cdot 0,2^2 = 0,05 \text{ J}$ .

**(2 μονάδες)**

4. (α) Στην πλαστική κρούση δεν διατηρείται η κινητική ενέργεια, ενώ στην ελαστική διατηρείται. **(2 μονάδες)**

(β)  $m_A u_A + m_B u_B = (m_A + m_B) v \Rightarrow v = \frac{m_A u_A + m_B u_B}{m_A + m_B}$ .

Αντικαθιστούμε:  $v = \frac{0,3 \cdot 2 - 0,2 \cdot 4}{0,3 + 0,2} = \frac{-0,2}{0,5} = -0,4 \text{ m/s}$ .

Θεωρήσαμε θετική φορά προς τα δεξιά.

Επομένως η κοινή ταχύτητα μετά την κρούση είναι προς τα αριστερά, στη φορά της ταχύτητας του σώματος Β. **(3 μονάδες)**

5. (α)  $v = \sqrt{\frac{F}{\mu}} = \sqrt{\frac{0,32 \cdot 10}{5 \times 10^{-4}}} = \sqrt{6400} = 80 \text{ m/s}$ . **(2,5 μονάδες)**

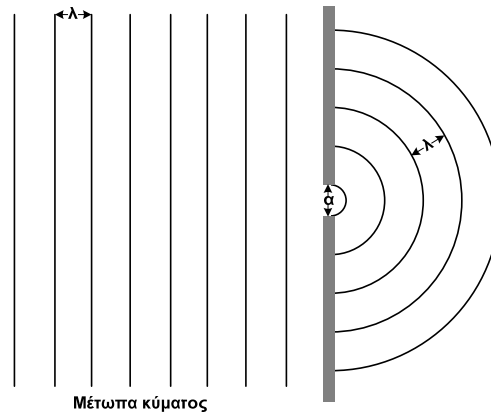
(β) Από τη μορφή της χορδής έχουμε:  $L = 4 \cdot \frac{\lambda}{2} \Rightarrow \lambda = \frac{L}{2} = 2 \text{ m}$ . **(2,5 μονάδες)**

6.  $v = \lambda f \Rightarrow \lambda = \frac{v}{f} = \frac{330}{660} = 0,5 \text{ m}.$

(2 μονάδες)

(β) Παρατηρείται το φαινόμενο της περίθλασης.

(3 μονάδες)



## ΜΕΡΟΣ Β '

7. **A. (α)**  $p_A = m_A u_A \Rightarrow u_A = \frac{p_A}{m_A} = \frac{10}{1} = 10 \text{ m/s}.$

$p'_A = m_A v_A \Rightarrow v_A = \frac{p'_A}{m_A} = \frac{-2}{1} = -2 \text{ m/s}.$

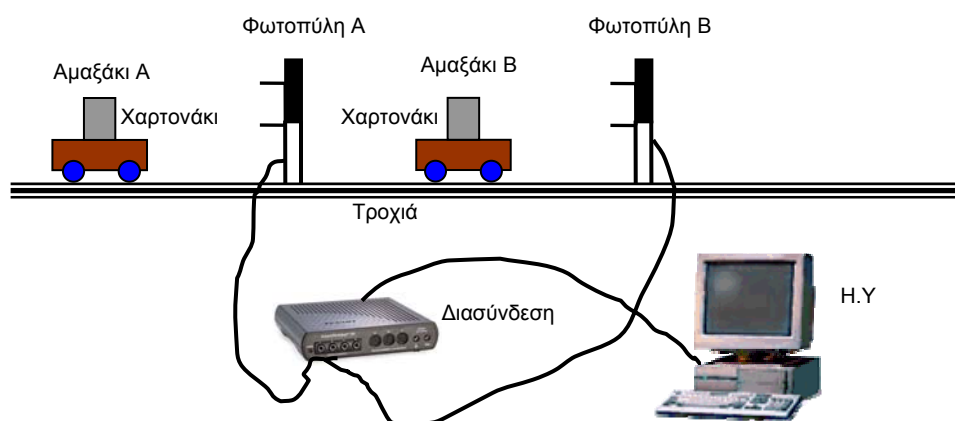
(1 μονάδα)

(β)  $u_A + v_A = u_B + v_B \Rightarrow 10 - 2 = 0 + v_B \Rightarrow v_B = 8 \text{ m/s}.$

(3 μονάδες)

(γ)  $\Delta p_A = -\Delta p_B = 12 \text{ kg.m/s}.$  Είναι,  $\Delta p_B = m v_B \Rightarrow 12 = m_B 8 \Rightarrow m_B = 1,5 \text{ kg}.$  (1 μονάδα)

**B. (α)** (2 μονάδες)



(β) Μετρήσεις: Η μάζα του κάθε αμαξιού που υπολογίζεται από τη ζυγαριά. Καταγράφονται οι ταχύτητες (ή οι ορμές) των αμαξιών πριν και μετά την κρούση με τη βοήθεια του ηλεκτρονικού υπολογιστή.

Από τις ταχύτητες και τις μάζες μπορούμε να υπολογίσουμε τις ορμές των αμαξιών πριν και μετά την κρούση και να επαληθεύσουμε ότι η ορμή των δύο αμαξιών πριν και μετά την κρούση είναι η ίδια (μέσα στα όρια του πειραματικού σφάλματος).

(3 μονάδες)

**Σημ. Ανάλογα η απάντηση με τη χρήση αισθητήρων κίνησης.**

8. (α) Από την αρχή διατήρησης της μηχανικής ενέργειας:

$$mg \frac{L}{2} = \frac{1}{2} I \omega_1^2 \Rightarrow mgL = \frac{1}{3} mL^2 \omega_1^2 \Rightarrow \omega_1 = \sqrt{\frac{3g}{L}} \Rightarrow \omega_1 = \sqrt{\frac{30}{0,3}} = \sqrt{100} = 10 \text{ rad/s}.$$

(4 μονάδες)

(β) (i) Η στροφορμή σε ένα σώμα ή σύστημα σωμάτων διατηρείται σταθερή όταν η συνισταμένη ροπή των δυνάμεων που ασκούνται στο σώμα ή στο σύστημα είναι ίση με μηδέν.

(2 μονάδες)

$$(ii) I = I_{\rho\alpha\beta\delta\sigma\nu} + I_{\pi\lambda\alpha\sigma\tau\epsilon\lambda\iota\nu\eta} = \frac{1}{3} m_{\rho\alpha\beta} L^2 + m_{\pi\lambda} L^2 = \frac{4}{3} mL^2 = \frac{4}{3} 0,2 \cdot 0,3^2 = 0,024 \text{ kg}\cdot\text{m}^2.$$

(1 μονάδα)

(iii) Από την αρχή διατήρησης της στροφορμής:  $L_\pi = L_\mu \Rightarrow I_\rho \omega_1 = (I_\rho + I_\pi) \omega_2$

$$\Rightarrow \frac{1}{3} mL^2 \omega_1 = \frac{4}{3} mL^2 \omega_2 \Rightarrow \omega_1 = 4\omega_2 \Rightarrow \omega_2 = 2,5 \text{ rad/s}.$$

(3 μονάδες)

9. (A) (α)

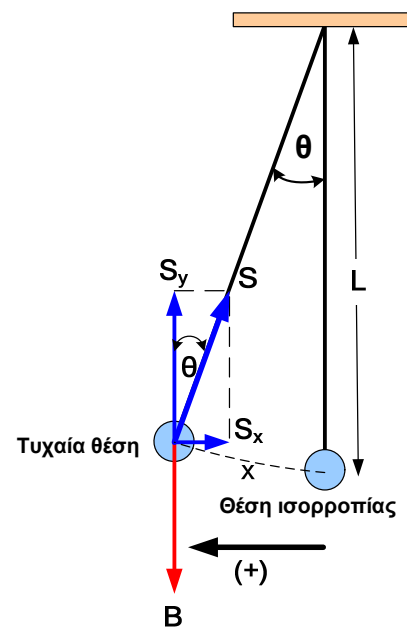
$$\Sigma F_y = 0 \Rightarrow mg = S \sin \theta$$

$$\Sigma F_x = S \eta \mu \theta.$$

Άρα,  $\Sigma F_x = mg \epsilon \phi \theta = mg \frac{x}{L}$ , εφόσον  $\theta < 3^\circ$ .

Η μετατόπιση  $\vec{x}$  έχει φορά αντίθετη από τη φορά της  $\Sigma \vec{F}_x$ . (βλέπε σχήμα). Άρα,

$\Sigma \vec{F}_x = -(\frac{mg}{L}) \vec{x}$ . Η σχέση αυτή αποτελεί τη συνθήκη για απλή αρμονική ταλάντωση εφόσον είναι της μορφής  $\Sigma \vec{F} = -D \vec{x}$ .



(β) Από τη συνθήκη της απλής αρμονικής ταλάντωσης του απλού εκκρεμούς, έχουμε

τη σταθερά ταλάντωσης,  $D = \frac{mg}{L}$ . Είναι,  $D = m\omega^2$ , και  $T = \frac{2\pi}{\omega}$ . Άρα,  $T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}}$ .

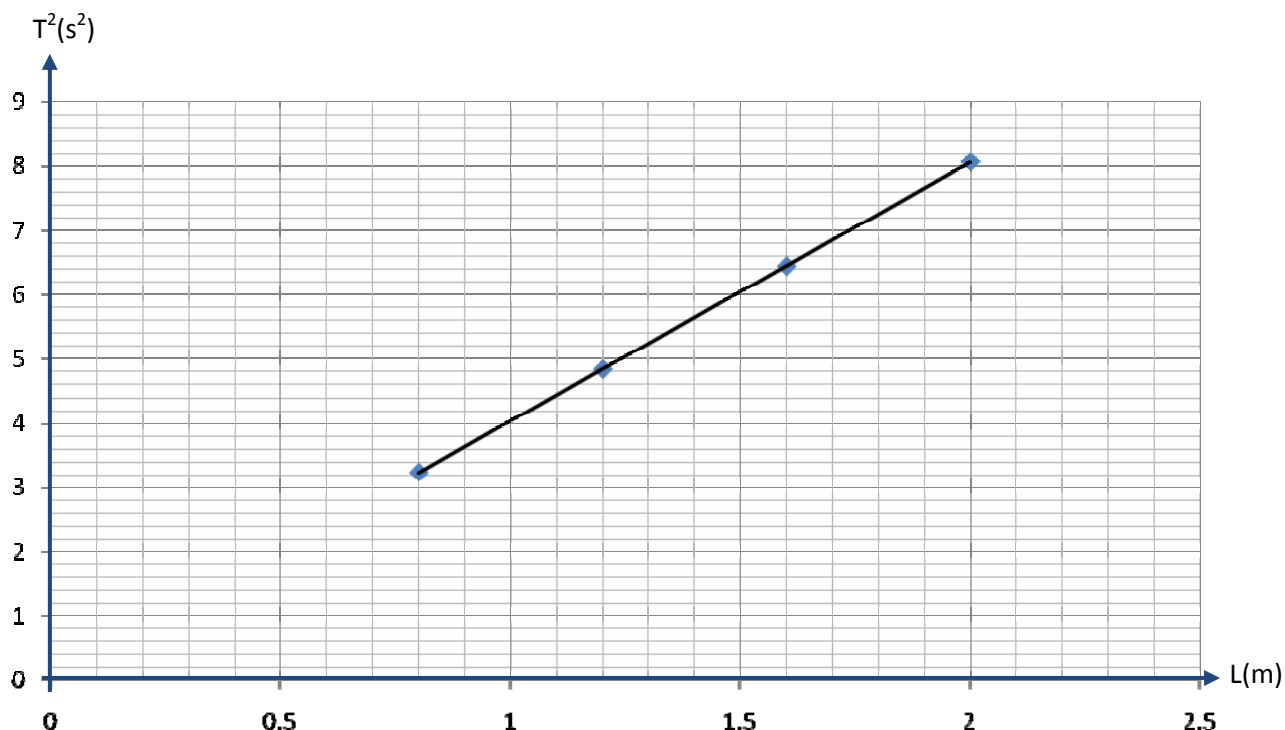
(2 μονάδες)

$$(γ) T_\Sigma = 2\pi \sqrt{\frac{L}{\frac{g_{\Gamma\eta\varsigma}}{6}}} = \sqrt{6} T_{\Gamma\eta\varsigma} = 2,45 T_{\Gamma\eta\varsigma}.$$

(1 μονάδα)

(B)

|                                  |      |      |      |      |
|----------------------------------|------|------|------|------|
| L (m)                            | 0,8  | 1,2  | 1,6  | 2,0  |
| t (s)                            | 18,0 | 22,0 | 25,4 | 28,4 |
| T(s)                             | 1,80 | 2,20 | 2,54 | 2,84 |
| T <sup>2</sup> (s <sup>2</sup> ) | 3,24 | 4,84 | 6,45 | 8,07 |



Η κλίση της γραφικής παράστασης είναι 4. Από τη σχέση της περιόδου έχουμε:

$$T^2 = \frac{4\pi^2}{g} L \Rightarrow \kappaλίση = \frac{4\pi^2}{g}. \text{ Άρα, } \frac{4\pi^2}{g} = 4 \Rightarrow g = 9,87 \text{ m/s}^2. \quad (5 \text{ μονάδες})$$

**10. (α)** Συνθήκη ενίσχυσης: Η διαφορά φάσης (ή δρόμου) των κυμάτων που φτάνουν στο Σ να είναι ακέραιο πολλαπλάσιο του  $2\pi$  (ή  $\lambda$ ). (2 μονάδες)

**(β)** Από το πυθαγόρειο θεώρημα έχουμε για την απόσταση  $\Pi_2\Sigma = 5 \text{ cm}$ .

$$\text{Άρα, } \Delta x = \Pi_2\Sigma - \Pi_1\Sigma = 5 - 3 = 2 \text{ cm}. \quad (1 \text{ μονάδα})$$

**(γ)** Η συμβολή των κυμάτων αρχίζει όταν φτάσουν και τα δύο κύματα. Άρα η συμβολή αρχίζει τη στιγμή που φτάνει στο Σ το κύμα από την πηγή  $\Pi_2$ . Έχουμε,

$$t_2 = \frac{\Pi_2\Sigma}{v} = \frac{5}{10} = 0,5 \text{ s}. \quad (2 \text{ μονάδες})$$

**(δ)** Το μήκος κύματος είναι,  $\lambda = \frac{v}{f} = \frac{10}{12,5} = 0,8 \text{ cm}$ . Η διαφορά δρόμου είναι περιττό

πολλαπλάσιο του μισού μήκους κύματος,  $\Delta x = 5\frac{\lambda}{2}$ . Άρα στο σημείο Σ έχουμε απόσβεση. **(2 μονάδες)**

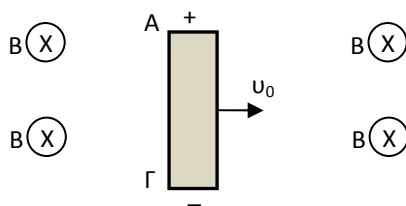
**(ε)** Όταν μεταβάλλεται η συχνότητα μεταβάλλεται και το μήκος κύματος (η ταχύτητα διάδοσης είναι σταθερή). Άρα για κάποιες τιμές της συχνότητας θα έχουμε τη διαφορά δρόμου,  $\Delta x$ , να είναι περιττό πολλαπλάσιο του μισού μήκους κύματος (διαφορά φάσης περιττό πολλαπλάσιο του  $\pi$ ), (απόσβεση) και για κάποιες άλλες τιμές της συχνότητας θα έχουμε τη διαφορά δρόμου,  $\Delta x$ , να είναι ακέραιο πολλαπλάσιο του μήκους κύματος (διαφορά φάσης ακέραιο πολλαπλάσιο του  $2\pi$ ), (ενίσχυση). Έτσι θα έχουμε, αντίστοιχα, διαδοχικά ελάχιστα και μέγιστα της ταλάντωσης του σημείου Σ. **(3 μονάδες)**

**11. (α)** Η ΗΕΔ από επαγωγή είναι ανάλογη με το ρυθμό μεταβολής της μαγνητικής ροής ( $E_{\varepsilon\pi} = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$ ). **(2 μονάδες)**

**(β)** Με την κίνηση του αγωγού ΑΓ, τα ελεύθερα  $e$ , λόγω της κίνησης αυτής, δέχονται δύναμη Laplace ( $F_L$ ) από το μαγνητικό πεδίο. Έτσι μετακινούνται προς το ένα άκρο του αγωγού με αποτέλεσμα την εμφάνιση διαφοράς δυναμικού (ΗΕΔ από επαγωγή). **(2 μονάδες.)**

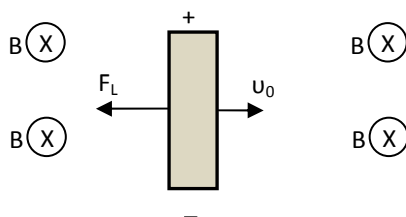
**(γ)(i)**  $E_{\varepsilon\pi} = \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = \frac{\Delta(B\ell x)}{\Delta t} = B\ell \frac{\Delta x}{\Delta t} = B\ell v_0$ ,  $E_{\varepsilon\pi} = B\ell v_0 = 2 \cdot 2 \cdot 1 = 4 \text{ V}$ . **(2 μονάδες)**

**(γ)(ii) (1 μονάδα)**



**(δ)**  $I = \frac{E + E_{\varepsilon\pi}}{R} = \frac{E + Bv_0\ell}{R} \Rightarrow I = \frac{6 + 4}{5} = 2 \text{ A}$ . **(2 μονάδες)**

**(ε)**  $F_L = BI\ell = 2 \cdot 2 \cdot 2 = 8 \text{ N}$ . **(2 μονάδες)**



**(στ)** Μετά το κλείσιμο του διακόπτη ο αγωγός συνεχίζει να κινείται προς τα δεξιά αλλά με ταχύτητα που μειώνεται (αλλά όχι με σταθερό ρυθμό) λόγω της δύναμης Laplace που είναι αντίθετη της κίνησης. Σε κάποια στιγμή ο αγωγός σταματά στιγμιαία. Αμέσως μετά, λόγω της επίδρασης της δύναμης Laplace (που οφείλεται στο ρεύμα της πηγής), ο αγωγός αρχίζει να κινείται προς τα αριστερά, δηλαδή με αντίθετη φορά κίνησης από την αρχική. Λόγω της εμφάνισης επαγωγικής τάσης αντίθετης πολικότητας με της πηγής, η δύναμη Laplace στον αγωγό μειώνεται και όταν γίνει ίση με μηδέν ο αγωγός αποκτά οριακή τιμή. **(2 μονάδες)**

**(ζ)**  $F_L = 0 \Rightarrow Bu_{op}\ell = E \Rightarrow u_{op} = \frac{E}{B\ell} \Rightarrow u_{op} = \frac{6}{2.2} = 1,5 \text{ m/s.}$  προς τα αριστερά.

**(2 μονάδες)**

**12. Α. (α)**  $T_1 = 2\pi\sqrt{\frac{m_A}{K}} = 2\pi\sqrt{\frac{0,3}{30}} = 2\pi\sqrt{0,01} = 0,2\pi \text{ s.}$

$T_2 = 2\pi\sqrt{\frac{m_A + m_B}{K}} = 2\pi\sqrt{\frac{0,3 + 0,9}{30}} = 2\pi\sqrt{\frac{1,2}{30}} = 2\pi\sqrt{0,04} = 0,4\pi \text{ s.}$  **(2 μονάδες)**

**(β)** Η ταχύτητα του σώματος Α τη στιγμή της κρούσης είναι:

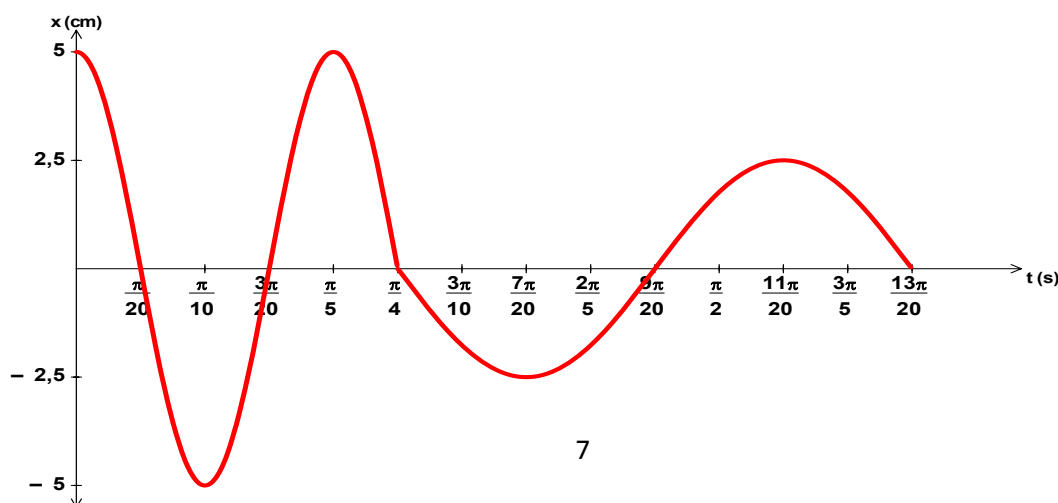
$$v_{A(0)} = \omega x_0 = \frac{2\pi}{T_1} x_0 = \frac{2\pi}{0,2\pi} \cdot 0,05 = 0,5 \text{ m/s.}$$

Από τη αρχή διατήρησης της ορμής έχουμε:

$m_A v_{A(0)} = (m_A + m_B) v_0 \Rightarrow v_0 = \frac{m_A v_A}{m_A + m_B} = \frac{0,3 \cdot 0,5}{0,3 + 0,9} = 0,125 \text{ m/s.}$  **(3 μονάδες)**

**(γ)** Έχουμε,  $v_0 = \omega_2 x'_0 \Rightarrow \frac{2\pi}{T_2} x'_0 \Rightarrow x'_0 = \frac{v T_2}{2\pi} = \frac{0,125 \cdot 0,4\pi}{2\pi} = 0,025 \text{ m.}$  **(2 μονάδες)**

**(δ) (3 μονάδες.)**



**B. (α)** Έχουμε δημιουργία στάσιμου κύματος από ανάκλαση.

Επομένως δημιουργούνται κοιλίες (μέγιστα της ένδειξης του μετρητή) και δεσμοί (ελάχιστα της ένδειξης του μετρητή). **(2 μονάδες)**

**(β)** Θα πρέπει τα κύματα στο  $\Delta$  να συμβάλλουν σε φάση, όταν ο μετρητής θα καταγράφει μέγιστο. Η απόσταση διαδοχικών μεγίστων κατά μήκος ενός στάσιμου κύματος είναι  $\lambda/2$ .

Άρα η μεταλλική πλάκα θα πρέπει να μετακινηθεί κατά  $\lambda/2 = 3/2 = 1,5 \text{ cm}$ .

**(3 μονάδες)**