

HY-112: Φυσική Ι
Χειμερινό Εξάμηνο 2018
Διδάσκων: Γ. Καφεντζής

Τέταρτη Σειρά Ασκήσεων

Ημερομηνία Ανάθεσης: 30/11/2018

Ημερομηνία Παράδοσης: 11/12/2018

Σημείωση: Επιτρέπεται η χρήση υπολογιστή για τις πράξεις. Δείξτε όμως όλα τα βήματα της λύσης σας.

Άσκηση 1. Ένας τρόπος να μετρήσουμε την αύξηση θερμοκρασίας του πλανήτη, είναι να μετρήσουμε τη μέση θερμοκρασία του ωκεανού. Ο τρόπος με τον οποίο παίρνουν μετρήσεις οι ερευνητές είναι καταμετρώντας το χρόνο που χρειάζεται να διαδοθούν οι ηχητικοί παλμοί σε μεγάλες υποβρύχιες αποστάσεις. Σε βάθος 1000 m, όπου η θερμοκρασία της θάλασσας είναι σταθερή γύρω στους 4°C , η μέση ταχύτητα του ήχου είναι 1480 m/s. Από εργαστηριακές μετρήσεις γνωρίζουμε ότι η ταχύτητα του ήχου αυξάνεται κατά 4 m/s για κάθε μοναδιαία (1.0°C) αύξηση της θερμοκρασίας. Σε ένα πείραμα, όπου παρήχθησαν ήχοι στην Καλιφόρνια και έγιναν αντιληπτοί στο Νότιο Ειρηνικό, τα ηχητικά κύματα διένυσαν 8000 km.

- (α) Σε πόσα δευτερόλεπτα T ταξίδεψαν τα κύματα τη συγκεκριμένη απόσταση;
- (β) Αν η ελάχιστη χρονική μεταβολή που μπορεί να εντοπιστεί με ακρίβεια είναι $\Delta t = 1.0$ s, ποιά η ταχύτητα των κυμάτων σε χρόνο $T' = T + \Delta t$ δευτερόλεπτα;
- (γ) Ποιά είναι η μικρότερη μεταβολή της μέσης θερμοκρασίας ΔC που μπορεί να μετρηθεί, λόγω αυτού του περιορισμού στη χρονική ακρίβεια;

Σε όλους τους υπολογισμούς σας, κρατήστε 2 δεκαδικά ψηφία.

Απ.: (α) 5405.40 s, (β) 1479.72 m/s, (γ) 0.07 $^{\circ}\text{C}$

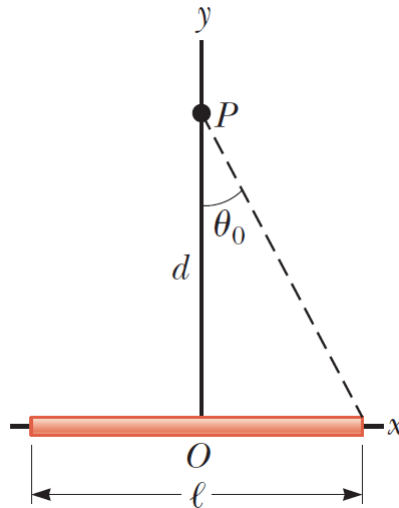
Άσκηση 2. Μια νυχτερίδα για να εντοπίσει έντομα εκπέμπει ένα υπερηχητικό “τερέτισμα” και μετά ακούει την ηχώ των εντόμων. Θεωρούμε ότι το τερέτισμα της νυχτερίδας έχει συχνότητα 25 kHz. Πόσο γρήγορα και προς ποιά κατεύθυνση πρέπει να πετάξει η νυχτερίδα για να είμαστε εμείς σε θέση να ακούσουμε έστω και αμυδρά το τερέτισμα στα 20 kHz;

Απ: 85.75 m/s

Άσκηση 3. Μια κατασκευαστική εταιρία ανέθεσε στην εταιρία σας, την *Ελληνική Ακουστική Α.Ε.*, την επίλυση του εξής προβλήματος. Οι εργαζόμενοι της παραπονούνται για έναν ενοχλητικό θόρυβο στο χώρο εργασίας τους. Μετά από έρευνα, διαπιστώνετε ότι ένα μηχάνημα παράγει έναν μάλλον ισχυρό ήχο συχνότητας 1200 Hz. Μετά από έρευνα, διαπιστώνετε ότι δεν μπορείτε να λύσετε εξ' ολοκλήρου το πρόβλημα, αλλά ενημερώνετε τον διευθυντή της εταιρίας ότι μπορείτε να το λύσετε μερικώς, εξαλείφοντας τις ανακλάσεις του ήχου από τους τοίχους. Προτείνετε να τοποθετηθούν επιφάνειες πλέγματος στους τοίχους, ώστε μέρος του ήχου να ανακλάται από το πλέγμα, και μέρος του να διαπερνά το πλέγμα και να ανακλάται από τους τοίχους. Η ανάκλαση του ήχου αυτή θα πρέπει να δρα καταστρεπτικά στη συμβολή της με το αρχικό ηχητικό κύμα. Ποιά θα πρέπει να είναι η απόσταση ανάμεσα στο πλέγμα και στον τοίχο ώστε να δουλέψει το σχέδιό σας; Δίδεται ότι η θερμοκρασία του αέρα στο κτήριο είναι 20°C .

Απ.: $\Delta r = 0.071$ m

Άσκηση 4. Μια λεπτή ράβδος μήκους l και ομοιόμορφης κατανομής φορτίου ανά μονάδα μήκους λ βρίσκεται επάνω στο x -άξονα, όπως στο Σχήμα 1.



Σχήμα 1: Σχήμα Άσκησης 4.

(α) Δείξτε ότι το ηλεκτρικό πεδίο στο σημείο P , που βρίσκεται σε απόσταση d από τη ράβδο κατά μήκος της κάθετης ευθείας που διχοτομεί τη ράβδο δεν έχει x -συνιστώσα.

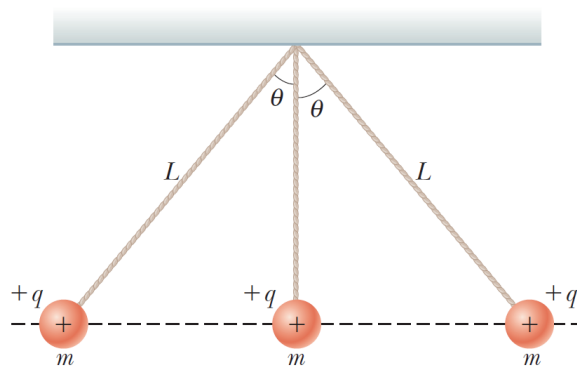
(β) Δείξτε ότι το ηλεκτρικό πεδίο δίνεται από τη σχέση

$$E = 2k_e \lambda \frac{\sin(\theta_0)}{d} \quad (1)$$

(γ) Δείξτε ότι το πεδίο μιας ράβδου απείρου μήκους ισούται με

$$E = \frac{2k_e \lambda}{d} \quad (2)$$

Άσκηση 5. Τρία όμοια σημειακά φορτία, καθένα μάζας m κρέμονται από τρία νήματα όπως στο Σχήμα 2. Αν



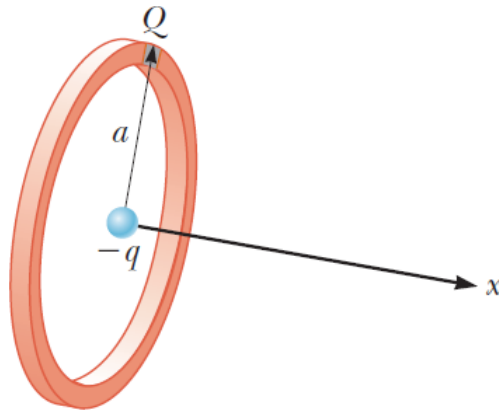
Σχήμα 2: Σχήμα Άσκησης 5.

τα μήκη των νημάτων αριστερά και δεξιά είναι L , τότε δείξτε ότι το φορτίο q ισούται με

$$q = \sqrt{\frac{4L^2 mg \sin^2(\theta) \tan(\theta)}{5k_e}}$$

Άσκηση 6. Ένα πρωινό Σαββάτου, οπότε και θέλετε να ξεκουραστείτε από τις διαλέξεις Φυσικής της εβδομάδας που πέρασε, ο γείτονας σας αποφασίζει να περάσει καλώδιο ethernet από το σαλόνι στην κουζίνα του, μέσω του τοίχου, για να έχει internet και στην κουζίνα. Ο τοίχος είναι αρκετά παχύς και το τρυπάνι του δυσκολεύεται, κάνοντας αρκετό θόρυβο, πράγμα που σας εκνευρίζει και δυσκολεύει την προσπάθειά σας να κοιμηθείτε ξανά. Σαν να μην έφτανε αυτό, ο άλλος γείτονας σας, στην άλλη πλευρά του ορόφου, θέλει να στερεώσει την smart TV του στον τοίχο του σαλονιού του. Επειδή γενικά η πολυκατοικία είναι γερή κατασκευή, το τρυπάνι και του δεύτερου γείτονα προστίθεται στο συνολικό θόρυβο. Θεωρήστε ότι τα δυο τρυπάνια δουλεύουν σε περίπου ίση απόσταση από το κρεβάτι σας, και η ένταση των ηχητικών κυμάτων των δυο εργαλείων είναι περίπου ίδια. Πάνω στα νεύρα σας, γιατί δε σας αφήνουν να κοιμηθείτε, παίρνετε τηλέφωνο το φίλο σας και του λέτε “Δεν μπορώ να κλείσω μάτι, η ηχοστάθμη με τα δυο τρυπάνια είναι διπλάσια αυτής με το ένα τρυπάνι!” Ο φίλος σας, που μόλις τελείωσε το διάβασμα της ύλης της Κυματικής, κρυφογελάει με αυτή σας την κουβέντα. Γιατί;

Άσκηση 7. Ένα αρνητικά φορτισμένο σωματίδιο $-q$ τοποθετείται στο κέντρο ενός ομοιόμορφα φορτισμένου δακτυλίου, όπου ο δακτύλιος έχει συνολικό θετικό φορτίο Q , όπως στο Σχήμα 3. Το σωματίδιο μπορεί να κινηθεί



Σχήμα 3: Σχήμα Άσκησης 7.

μόνο επάνω στον άξονα των x . Μετακινούμε το σωματίδιο μια απόσταση x επάνω στον άξονα (με $x \ll a$), και το αφήνουμε ελεύθερο. Δείξτε ότι το σωματίδιο ταλαντώνεται με απλή αρμονική κίνηση της οποίας η συχνότητα δίνεται ως

$$f = \frac{1}{2\pi} \left(\frac{k_e Q q}{m a^3} \right)^{1/2}$$