

**ΗΥ-112: Φυσική Ι**  
**Χειμερινό Εξάμηνο 2021**  
**Διδάσκων: Γ. Καφεντζής**

Πέμπτη Σειρά Ασκήσεων

Ημερομηνία Ανάθεσης: 13/12/2021

Ημερομηνία Παράδοσης: 23/12/2021, 13:44:59

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

Κρατήστε 3 δεκαδικά ψηφία στις πράξεις σας.

Κάποιες από τις δοσμένες απαντήσεις μπορεί να είναι προσεγγιστικές και να διαφέρουν από τις δικές σας.

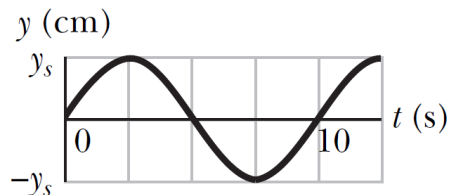
Θεωρήστε - όπου χρειάζεται -  $e = 1.6 \times 10^{-19}$  C και  $k_e = 9 \times 10^9$  Nm<sup>2</sup>/C<sup>2</sup>.

**Άσκηση 1.**

Στο Σχήμα 1 βλέπουμε τη μετατόπιση  $y$  ως προς το χρόνο  $t$  ενός στοιχείου που βρίσκεται στη θέση  $x = 0$  ενός εγκάρσιου ημιτονοειδούς κύματος με μήκος κύματος 20 cm που κινείται κατά τη *θετική* φορά ενός άξονα  $x'x$ . Με άλλα λόγια, βλέπουμε την κυματοσυνάρτηση  $y(0, t)$ . Στο Σχήμα ισχύει ότι  $y_s = 4.0$  cm. Γνωρίζετε ότι η γενική εξίσωση του κύματος είναι της μορφής

$$y(x, t) = A \sin(kx \pm \omega t + \phi) \quad (1)$$

- (α) Όταν  $t = 0$ , η συνάρτηση  $y(x, 0)$  είναι μια ορθή ή ανεστραμμένη (ως προς τον άξονα  $x'x$ ) ημιτονοειδής συνάρτηση; Σχεδιάστε τη μορφή της  $y(x, 0)$ .
- (β) Ποιό είναι το πλάτος  $A$  του κύματος;
- (γ) Ποιός είναι ο κυματαριθμός  $k$ ;
- (δ) Βρείτε τη συχνότητα  $\omega$  του κύματος.
- (ε) Βρείτε την αρχική φάση  $\phi$  του κύματος.
- (ς) Βρείτε την ταχύτητα διάδοσης  $u$  του κύματος.
- (ζ) Ποιά είναι η εγκάρσια ταχύτητα του στοιχείου που βρίσκεται στη θέση  $x = 0$  όταν  $t = 5.0$  s;



Σχήμα 1: Σχήμα Άσκησης 1.

Απ.: (α) ανεστραμμένη, (β) 4.0 cm, (γ)  $\pi/10$  rad/cm, (δ)  $\omega = \pi/5$  rad/s, (ε)  $\phi = \pi$ , (ς)  $u = 2.0$  cm/s, (ζ)  $-2.5$  cm/s

**Άσκηση 2.**

Μια σημειακή πηγή ήχου ισχύος 1.0 W παράγει ηχητικά κύματα. Θεωρώντας ότι η ενέργεια των ηχητικών κυμάτων διατηρείται, βρείτε την ένταση  $I$  του ηχητικού κύματος

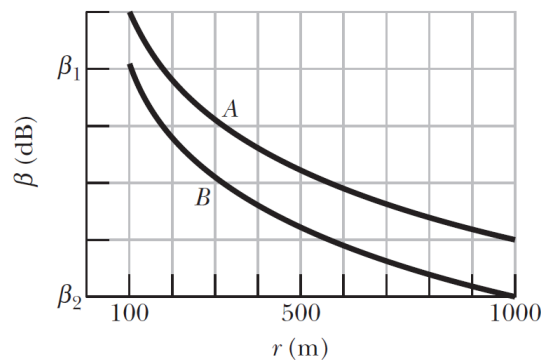
(α) 1.0 μέτρο από την πηγή

(β) 2.5 μέτρα από την πηγή

Απ.: (α) 0.0795 W/m<sup>2</sup>, (β) 0.0128 W/m<sup>2</sup>

**Άσκηση 3.**

Δυο ηχητικές πηγές A και B εκπέμπουν με σταθερή (αλλά όχι ίδια αριθμητικά) ισχύ. Τα επίπεδα ηχοστάθμης  $\beta$  των ηχητικών κυμάτων που εκπέμπονται φαίνονται στο Σχήμα 2 ως συνάρτηση της ακτινικής απόστασης από τις πηγές. Σας δίνονται δυο τιμές του κατακόρυφου άξονα,  $\beta_1 = 85$  dB και  $\beta_2 = 65$  dB. Το γράφημα



Σχήμα 2: Σχήμα Άσκησης 3.

είναι ποσοτικό, και οι άξονες είναι βαθμονομημένοι με ακρίβεια.

(α) Βρείτε το λόγο των ισχύων,  $P_A/P_B$ .

(β) Βρείτε τη διαφορά των δυο ηχοστάθμεων όταν  $r = 342$  m

Απ.: (α)  $\sqrt{10}$ , (β) 5.0 dB

**Άσκηση 4.**

Μια σειρήνα εκπέμπει ήχο συχνότητας 1000 Hz και κινείται μακριά από σας και προς την πλαγιά ενός λόφου με ταχύτητα 10 m/s. Θεωρήστε την ταχύτητα του ήχου στον αέρα ίση με 330 m/s.

(α) Ποιά είναι η συχνότητα που αντιλαμβάνεστε κατευθείαν από τη σειρήνα;

(β) Ποιά είναι η συχνότητα που αντιλαμβάνεστε όταν το ηχητικό κύμα ανακλάται από την πλαγιά και έρχεται στο αυτί σας;

Απ.: (α) 970.6 Hz, (β) 1031.3 Hz

**Άσκηση 5.**

Ένα στάσιμο κύμα αποτελείται από την υπέρθεση δυο εγκάρσιων κυμάτων που δίνονται από τις σχέσεις

$$y_1(x, t) = 0.05 \cos(\pi x - 4\pi t) \quad (2)$$

$$y_2(x, t) = 0.05 \cos(\pi x + 4\pi t) \quad (3)$$

με  $x, y_1, y_2$  σε μέτρα και  $t$  σε δευτερόλεπτα. Βρείτε

- (α) την εξίσωση του στάσιμου κύματος  
 (β) ποιά είναι η μικρότερη θετική τιμή του  $x$  που αντιστοιχεί σε δεσμό  
 (γ) ξεκινώντας από το  $t = 0$ , ποια είναι η χρονική στιγμή που το στοιχείο του κύματος  $x = 0$  έχει μηδενική (εγκάρσια, προφανώς) ταχύτητα για πρώτη, δεύτερη, και τρίτη φορά

Απ.: (β) 0.5 m, (γ)  $t = 0, 0.25, 0.5$  s

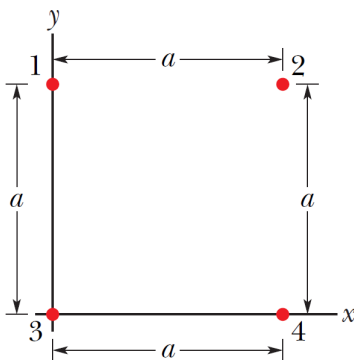
### Άσκηση 6 - bonus.

Ένα στοιχειώδες σωματίδιο είναι ένα σωματίδιο που δεν έχει εσωτερική δομή, δεν αποτελείται δηλαδή από άλλα σωματίδια. Τα στοιχειώδη σωματίδια αποτελούν τα δομικά υλικά όλων των άλλων σωμάτων (υποατομικών). Τα κουάρκ (quarks) θεωρούνται σήμερα βασικοί τύποι των στοιχειωδών σωματιδίων της ύλης. Ένα νετρόνιο αποτελείται από ένα “πάνω” κουάρκ φορτίου  $+2e/3$  και δυο “κάτω” κουάρκ με φορτίο  $-e/3$  το καθένα. Αν υποθέσουμε ότι τα “κάτω” κουάρκ απέχουν  $2.6 \times 10^{-15}$  m μέσα στο νετρόνιο, ποιά είναι το μέτρο της ηλεκτροστατικής δύναμης μεταξύ τους;

Απ.: δική σας :)

### Άσκηση 7.

Στο Σχήμα 3 τέσσερα φορτισμένα σωματίδια δημιουργούν ένα τετράγωνο. Τα φορτία είναι  $q_1 = q_4 = Q$  και  $q_2 = q_3 = q$ .



Σχήμα 3: Σχήμα Άσκησης 7.

- (α) Βρείτε το λόγο  $Q/q$  αν η συνισταμένη των ηλεκτρικών δυνάμεων που ασκούνται στα φορτία 1 και 4 είναι μηδέν.  
 (β) Υπάρχει κάποια τιμή του  $q$  για την οποία η συνισταμένη ηλεκτρική δύναμη σε καθένα από τα τέσσερα φορτία να είναι μηδενική; Εξηγήστε σε κάθε περίπτωση.

Απ.: (α)  $Q/q = -2\sqrt{2}$

### Άσκηση 8 - bonus.

Αν γνωρίζετε ότι η δύναμη της βαρυτικής έλξης μεταξύ δυο πλανητών δίνεται από τη σχέση

$$F_g = G \frac{mM}{r^2} \quad (4)$$

με  $m$ ,  $M$  δυο μάζες πλανητικών σωμάτων και  $r$  η απόσταση του ενός από το άλλο (απ'το κέντρο του ενός ως το κέντρο του άλλου), τότε

(α) πόσο θετικό φορτίο πρέπει να τοποθετήσουμε στη Γη και στη Σελήνη ώστε η ηλεκτρική δύναμη που θα αναπτυχθεί θα εξουδετερώσει τη βαρυτική έλξη τους;

(β) γιατί η απόσταση Γης-Σελήνης δεν είναι απαραίτητη γνώση για να απαντήσετε στο παραπάνω ερώτημα ;

Σας δίνεται ότι

$$M = 5.98 \times 10^{24} \text{ kg} \quad (5)$$

$$m = 7.36 \times 10^{22} \text{ kg} \quad (6)$$

$$G = 6.67 \times 10^{-11} \text{ Nm}^2/\text{kg}^2 \quad (7)$$

Απ.: δική σας :)

### Άσκηση 9.

Δυο σωματίδια είναι “δεμένα” στη θέση τους σε έναν άξονα  $x'x$ : το σωματίδιο 1 φορτίου  $q_1 = 2.1 \times 10^{-8} \text{ C}$  στη θέση  $x = 0.2 \text{ m}$  και το σωματίδιο 2 φορτίου  $q_2 = -4q_1$  στη θέση  $0.7 \text{ m}$ . Σε ποιά τειμημένη του άξονα το ηλεκτρικό πεδίο που παράγεται από τα δυο σωματίδια είναι μηδενικό;

Απ.:  $x = -0.3 \text{ m}$