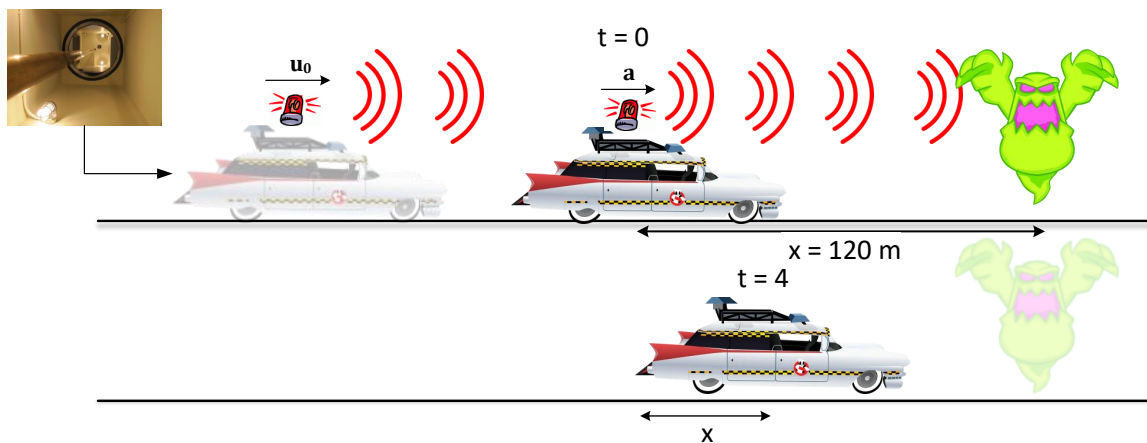


**ΕΠΑΝΑΛΗΠΤΙΚΗ ΤΕΛΙΚΗ ΕΞΕΤΑΣΗ**

Αιτιολογήστε πλήρως τις απαντήσεις σας. Επιτρέπεται η χρήση υπολογιστή τσέπης.

**Θέμα 1ο: Κινητική - Κυματική - 35 μονάδες**

Στις ταινίες Ghostbusters, οι θρυλικοί κυνηγοί φαντασμάτων ολίσθαιναν σε έναν κατακόρυφο πάσσαλο για να κατέβουν από τα γραφεία τους στο γκαράζ, όταν υπήρχε έκτακτη ανάγκη.



Σχήμα 1: Θέμα 1ο: Κυνηγοί φαντασμάτων.

- (α) **(5 μ.)** Ένας κυνηγός φαντασμάτων μπαίνει στο αυτοκίνητο και ενεργοποιεί τη σειρήνα του, η οποία εκπέμπει σε συχνότητα  $f = 1000 \text{ Hz}$ . Μετά από λίγο, το αυτοκίνητο κινείται με σταθερή ταχύτητα  $u_0 = 17 \text{ m/s}$ . Ξαφνικά, ένα τεράστιο φάντασμα πετάγεται απ'το πουθενά, σε απόσταση  $x = 120 \text{ m}$  από το αυτοκίνητο. Ποιά είναι η συχνότητα που φτάνει στα “αυτιά” του φαντάσματος εκείνη τη στιγμή, αν η θερμοκρασία του περιβάλλοντος είναι  $T_c = 33^\circ \text{ C}$ ;
- (β) **(7.5 μ.)** Αμέσως μόλις βλέπει το φάντασμα ( $t = 0$ ), ο κυνηγός επιταχύνει το αυτοκίνητο με σταθερή επιτάχυνση  $a = 1 \text{ m/s}^2$ . Υπολογίστε τη συχνότητα της σειρήνας  $f_{t=4}$  που ακούει στιγμιαία το φάντασμα τη χρονική στιγμή  $t = 4 \text{ s}$ .
- (γ) **(7.5 μ.)** Το φάντασμα τρομάζει από τη σειρήνα του κυνηγού και εξαφανίζεται τη χρονική στιγμή  $t = 4 \text{ s}$ . Ποιά η ταχύτητα του αυτοκινήτου,  $u_{t=4}$ , εκείνη τη στιγμή, και ποιά η απόσταση,  $x_{t=4}$ , που έχει διανύσει από τη στιγμή που είδε το φάντασμα;
- (δ) **(15 μ.)** Ο κυνηγός βλέπει έναν τοίχο που αποκαλύφθηκε ότι υπήρχε πίσω από το φάντασμα σε απόσταση  $d = 50 \text{ m}$  από τη θέση εξαφάνισής του. Τρομαγμένος κι αυτός, πατάει ακαριαία και δυνατά φρένο για να αποφύγει τη σύγκρουση, με αποτέλεσμα να καταστρέψει τα φρένα του! Αν ο κυνηγός αφήσει το γκάζι, και αν ο συντελεστής τριβής ολίσθησης  $\mu_k$  του οδοστρώματος είναι  $\mu_k = 0.5$ , τότε το αυτοκίνητο θα συγκρουστεί ή όχι με τον τοίχο;

**Θέμα 2ο: Ηλεκτρομαγνητισμός - 60 μονάδες**

I. **(30 μ.)** Είστε μηχανικός στο CERN και παρατηρείτε ένα πείραμα στον επιταχυντή LHC. Ένα ηλεκτρόνιο κινείται υπό την επίδραση ομογενούς ηλεκτρικού και μαγνητικού πεδίου όπως στο Σχήμα 2.

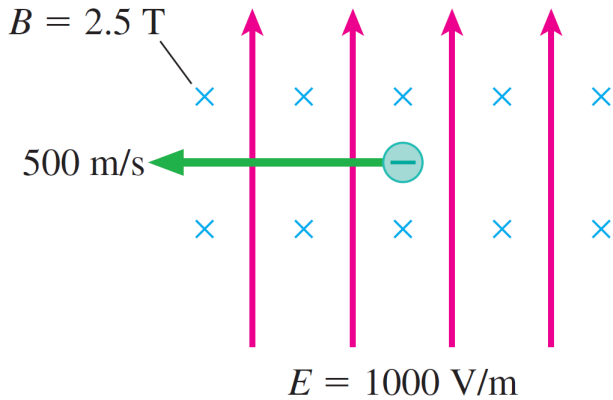
- (α) **(15 μ.)** Ποιά είναι το μέτρο και η κατεύθυνση της επιτάχυνσης του ηλεκτρονίου στο στιγμιότυπο που βλέπετε;
- (β) **(15 μ.)** Για την επαναληπτική δοκιμή του πειράματος, σας ζητούν να ρυθμίσετε το ηλεκτρικό πεδίο  $E$ , ώστε η επιτάχυνση του ηλεκτρονίου στο παραπάνω στιγμιότυπο να είναι μηδενική. Τι κάνετε; Εξηγήστε αναλυτικά.

II. (30 μ.) Έστω το κύκλωμα του Σχήματος 3.

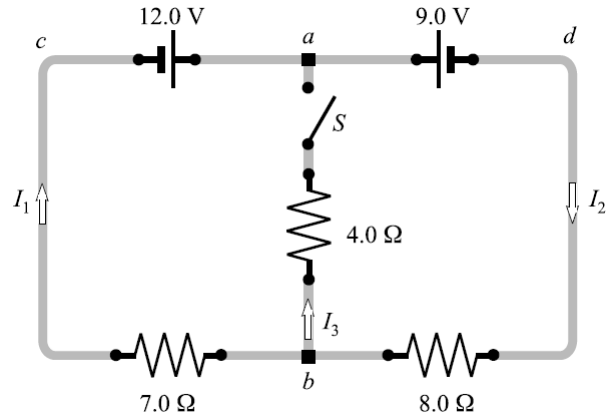
(α') (10 μ.) Βρείτε τα ρεύματα  $I_1, I_2, I_3$  όταν ο διακόπτης  $S$  είναι ανοιχτός.

(β) (17.5 μ.) Δείξτε ότι τα ρεύματα  $I_1, I_2, I_3$  όταν ο διακόπτης  $S$  είναι κλειστός έχουν τιμές  $I_1 = 0.93$  A,  $I_2 = -0.44$  A,  $I_3 = -1.37$  A.

(γ) (2.5 μ.) Τι υποδηλώνει το αρνητικό πρόσημο στα παραπάνω ρεύματα ;



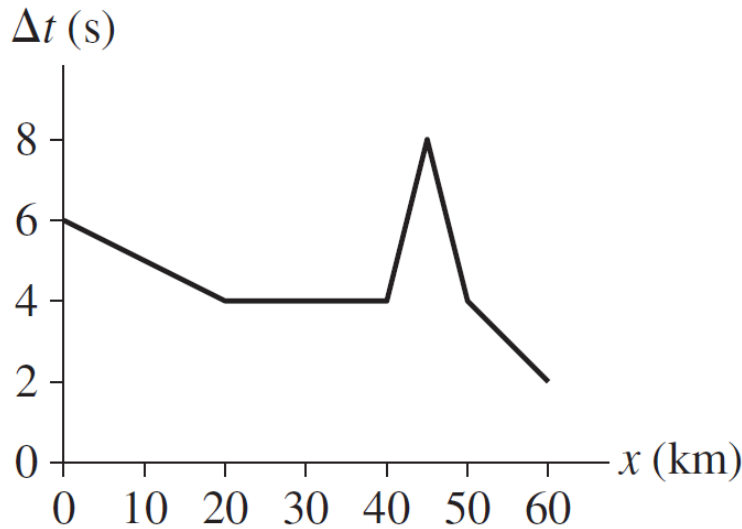
Σχήμα 2: Σχήμα Θέματος 2-I.



Σχήμα 3: Σχήμα Θέματος 2-II.

**Θέμα 3ο: Κυματική - 20 μονάδες**

Τα μεγάλα πλοία μετρούν την απόσταση προς τον πυθμένα του ωκεανού με ηχητικά κύματα sonar. Ένας παλμός sonar κατευθύνεται προς τον πυθμένα του ωκεανού, και ένα πολύ ευαίσθητο μικρόφωνο ακούει την ηχώ του παλμού. Το Σχήμα 4 δείχνει την καθυστέρηση της λήψης της ηχούς από ένα πλοίο ως συνάρτηση της θέσης του πλοίου στην επιφάνεια του ωκεανού, για μια απόσταση 60 km. Θεωρήστε ότι η επιφάνεια του ωκεανού ορίζεται ως  $y = 0$ . Η ταχύτητα του ήχου στον ωκεανό εξαρτάται από τη θερμοκρασία, αλλά μπορείτε να χρησιμοποιήσετε μια μέση τιμή των 1500 m/s.



Σχήμα 4: Θέμα 3ο: Χρονική καθυστέρηση ηχούς συναρτήσει της θέσης του πλοίου.

Σχεδιάστε μια εικόνα (γραφική παράσταση) του πυθμένα του ωκεανού συναρτήσει της θέσης του πλοίου.

# ΤΥΠΟΛΟΓΙΟ

## 1 Κινητική

### 1.1 Κίνηση σε Μια Διάσταση

#### 1.1.1 Σταθερή Ταχύτητα

$$x_f = x_i + u_x \Delta t$$

#### 1.1.2 Κίνηση Υπό Σταθερή Επιτάχυνση

Ταχύτητα:

- $u_{xf} = u_{xi} + a_x t$
- $u_{x,avg} = \frac{u_{xi} + u_{xf}}{2}$
- $u_{xf}^2 = u_{xi}^2 + 2a_x(x_f - x_i)$

Θέση:

- $x_f = x_i + \frac{1}{2}(u_{xi} + u_{xf})t$
- $x_f = x_i + u_{x,avg}t$
- $x_f = x_i + u_{xi}t + \frac{1}{2}a_x t^2$

### 1.2 Κίνηση σε Δυο Διαστάσεις

#### 1.2.1 Κίνηση Υπό Σταθερή Επιτάχυνση

- Ταχύτητα:

$$\vec{u}_f = \vec{u}_i + \vec{a}t$$

- Θέση:

$$\vec{r}_f = \vec{r}_i + \vec{u}_i t + \frac{1}{2}\vec{a}t^2$$

### 1.3 Κυκλική Κίνηση

- Επιτάχυνση:  $a = \frac{u^2}{r}$
- Περίοδος:  $T = \frac{2\pi r}{u}$
- Γωνιακή ταχύτητα:  $\omega = \frac{2\pi}{T}$

### 1.4 Νόμοι της Κίνησης - Μοντέλα Ανάλυσης

- Σώμα σε ισορροπία:  $\sum \vec{F} = 0$
- Σώμα υπό επιτάχυνση:  $\sum \vec{F} = m\vec{a}$

#### 1.4.1 Τριβή

- Στατική τριβή:  $f_s \leq \mu_s n$
- Τριβή ολίσθησης:  $f_k = \mu_k n$

### 1.5 Έργο - Ενέργεια

- Έργο:

$$W = \vec{F} \cdot \Delta \vec{r} = F \Delta r \cos(\theta)$$

- Κινητική Ενέργεια:

$$K = \frac{1}{2} m u^2$$

- Βαρυτική Δυναμική Ενέργεια:

$$U_g = mgh$$

- Έργο εσωτερικής δύναμης:

$$W_{int} = -\Delta U$$

- Θεώρημα Μεταβολής Κινητικής Ενέργειας - Έργου:

$$\Delta K = W_{ext}$$

- Μηχανική Ενέργεια:

$$E_{mech} = K + U$$

- Αρχή Διατήρησης Μηχανικής Ενέργειας:

$$E_{mech}^i = E_{mech}^f$$

- Αρχή Διατήρησης της Ενέργειας:

$$\Delta E_{system} = \sum_i T_i$$

### 1.6 Ηχητικά Κύματα

- Ταχύτητα διάδοσης ήχου σε θερμοκρασία  $T_c$  °C:

$$u = 331 \sqrt{1 + \frac{T_c}{273}}$$

- Ένταση περιοδικών ηχητικών κυμάτων σε απόσταση  $r$ :

$$I = \frac{P_{avg}}{A} = \frac{P_{avg}}{4\pi r^2}$$

- Ηχοστάθμη:  $\beta = 10 \log \frac{I}{I_0}$

- Κατώφλι ακοής κοντά στα 1000 Hz:  $I_0 = 10^{-12} \text{ W/m}^2$

- Doppler Effect:

$$f' = \frac{u \pm u_O}{u \mp u_s} f$$

## 2 Ηλεκτρομαγνητισμός

- Φορτίο:  $q = Ne$ ,  $N \in \mathbb{Z}$

- Νόμος Coulomb:

$$F_e = k_e \frac{|q_1||q_2|}{r^2}$$

- Ηλεκτρικό Πεδίο:

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}_e}{q_0}$$

- Ηλεκτρική Δύναμη:  $\vec{F}_e = q\vec{E}$

- Διαφορά Δυναμικού σε ομογενές πεδίο:

$$\Delta V = -Ed$$

για μετατόπιση  $d$  στη φορά του πεδίου

- Αντίσταση:

$$R = \frac{\Delta V}{I}$$

- Αντιστάτες σε σειρά:

$$R_{eq} = \sum_{i=1}^N R_i$$

- Αντιστάτες σε παραλληλία:

$$\frac{1}{R_{eq}} = \sum_{i=1}^N \frac{1}{R_i}$$

- 1ος Κανόνας Kirchhoff:

$$\sum I = 0$$

- 2ος Κανόνας Kirchhoff:

$$\sum \Delta V = 0$$

- Μαγνητική δύναμη:

$$\vec{F}_B = q(\vec{u} \times \vec{B})$$

- Μέτρο μαγνητικής δύναμης:

$$F_B = quB \sin(\theta)$$

- Νόμος Biot-Savart:

$$\vec{B} = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{I\vec{r} \times \vec{\Delta s}}{r^2}$$

## 3 Γενικά

- Σταθερά βαρύτητας:  $g = 9.8 \text{ m/s}^2$

- Σταθερά Coulomb I:  $k_e = 9 \times 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2$

- Σταθερά Coulomb II:  $k_e = 1/4\pi\epsilon_0$

- Διηλεκτρική σταθερά του κενού:  $\epsilon_0 = 8.8 \times 10^{-12} \text{ C}^2/\text{Nm}^2$

- Διαπερατότητα του ελεύθερου χώρου:  $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ Tm/A}$

- Φορτίο ηλεκτρονίου:  $e = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$

- Μάζα ηλεκτρονίου:  $m_e = 9 \times 10^{-31} \text{ kg}$

- Τριώνυμο  $\alpha x^2 + \beta x + \gamma = 0$ :

$$x_{1,2} = \frac{-\beta \pm \sqrt{\beta^2 - 4\alpha\gamma}}{2\alpha}$$

**Σύνολο μονάδων:** 115

**Άριστα:** 100

**ΚΑΛΗ ΕΠΙΤΥΧΙΑ !**