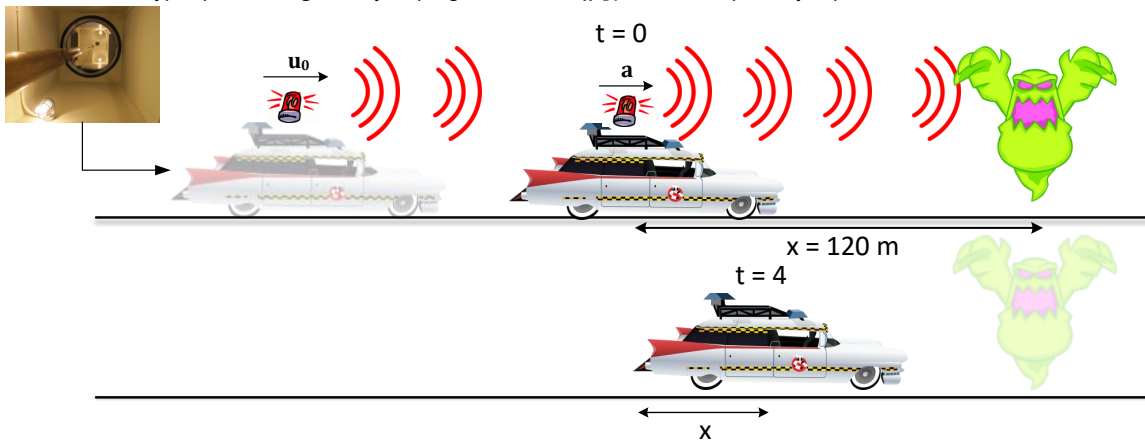


ΤΕΛΙΚΗ ΕΞΕΤΑΣΗ

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

Θέμα 1ο: Κινητική - Κυματική - 35 μονάδες

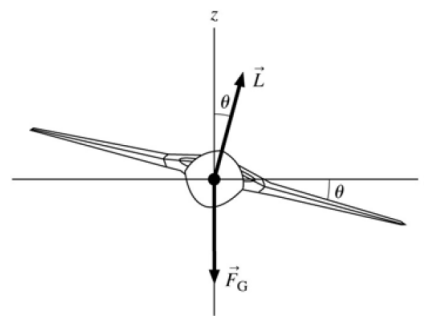
- I. (20 μ.) Στις ταινίες Ghostbusters, οι θρυλικοί κυνηγοί φαντασμάτων ολισθαίνουν σε έναν κατακόρυφο πάσσαλο για να κατέβουν από τα γραφεία τους στο γκαράζ, όταν υπήρχε έκτακτη ανάγκη.



Σχήμα 1: Θέμα 1-Ι: Κυνηγοί φαντασμάτων.

- (α) (7.5 μ.) Αν ένας κυνηγός φαντασμάτων ολισθήσει με μηδενική αρχική ταχύτητα επάνω στον κατακόρυφο πάσσαλο ύψους $d = 6$ m, φτάνοντας στο έδαφος με ταχύτητα $u_T = 2$ m/s, πόσο είναι ο συντελεστής τριβής ολισθήσεως μ_k του πασσάλου;
- (β) (2.5 μ.) Ο κυνηγός φαντασμάτων μπαίνει στο αυτοκίνητο και ενεργοποιεί τη σειρήνα του, η οποία εκπέμπει σε συχνότητα $f = 1000$ Hz. Μετά από λίγο, το αυτοκίνητο κινείται με σταθερή ταχύτητα $u_0 = 17$ m/s. Ξαφνικά, ένα τεράστιο φάντασμα πετάγεται απ'το πουθενά, σε απόσταση $x = 120$ m από το αυτοκίνητο. Ποιά είναι η συχνότητα που φτάνει στα “αυτιά” του φαντάσματος εκείνη τη στιγμή, αν η θερμοκρασία του περιβάλλοντος είναι $T_c = 33^\circ$ C;
- (γ) (5 μ.) Αμέσως μόλις βλέπει το φάντασμα ($t = 0$), ο κυνηγός επιταχύνει το αυτοκίνητο με σταθερή επιτάχυνση $a = 1$ m/s². Υπολογίστε τη συχνότητα της σειρήνας $f_{t=4}$ που ακούει στιγμιαία το φάντασμα τη χρονική στιγμή $t = 4$ s.
- (δ) (5 μ.) Το φάντασμα τρομάζει από τη σειρήνα του κυνηγού και εξαφανίζεται τη χρονική στιγμή $t = 4$ 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;
- II. (15 μ.) Ταξιδεύετε με την Aegean από Ηράκλειο για την Αθήνα. Καθώς διαβάζετε το περιοδικό Blue στο κάθισμά σας, αναμένοντας το σερβίρισμα του καφέ, βλέπετε ένα άρθρο για τη Φυσική των πτήσεων. Το άρθρο σας πληροφορεί ότι καθώς το αεροσκάφος πετά, η ροή του αέρα στο πάνω μέρος των φτερών του δημιουργεί μια *ανυψωτική δύναμη* \vec{L} που είναι πάντα κάθετη στο επίπεδο των φτερών. Σε ευθύγραμμη πτήση χωρίς κάποια κλίση του αεροσκάφους, η δύναμη \vec{L} εξισορροπεί ακριβώς τη δύναμη της βαρύτητας \vec{F}_G . Ο πιλότος σας ανακοινώνει ότι λόγω κίνησης στο αεροδρόμιο, το αεροσκάφος θα κάνει κύκλους πάνω από το αεροδρόμιο για λίγη ώρα. Σας πληροφορεί ότι το αεροσκάφος θα διατηρεί ταχύτητα ίση με $u = 180$ m/s σε υψόμετρο 6000 μέτρων. Αναρωτιέστε - για να περάσει και η ώρα - ποιά είναι άραγε η διάμετρος του κύκλου που θα κάνει το αεροπλάνο πάνω από το αεροδρόμιο.

Παρατηρείτε ότι ο πιλότος έχει στρέψει το αεροπλάνο έτσι ώστε τα φτερά να βρίσκονται υπό γωνία $\theta = 10^\circ$ σε σχέση με το οριζόντιο επίπεδο, όπως στο διπλανό σχήμα. Μπορείτε, θεωρώντας το αεροσκάφος ως *σημείο* και χρησιμοποιώντας τις γνώσεις σας από τους νόμους του Newton και της κυκλικής κίνησης, να υπολογίσετε τη *διάμετρο* της κυκλικής κίνησης που εκτελεί το αεροσκάφος;



Θέμα 1-II: Πτήση με την Aegean.

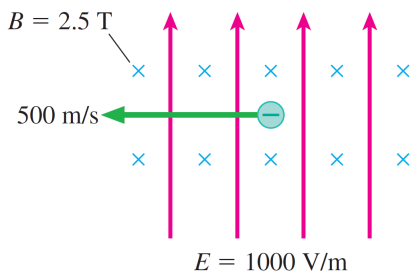
Θέμα 2ο: Ηλεκτρομαγνητισμός - 60 μονάδες

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.

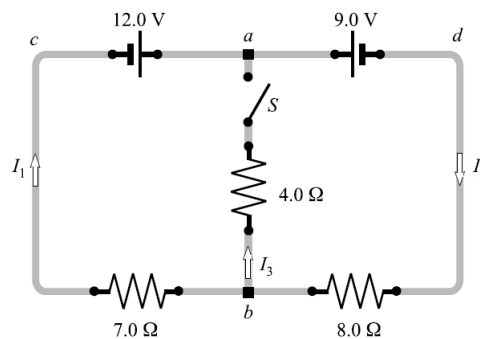
- (α) (15 μ.) Ποιό είναι το μέτρο και η κατεύθυνση της *επιτάχυνσης* του ηλεκτρονίου στο στιγμιότυπο που βλέπετε;
- (β) (15 μ.) Για την επαναληπτική δοκιμή του πειράματος, σας ζητούν να ρυθμίσετε το ηλεκτρικό πεδίο E , ώστε η επιτάχυνση του ηλεκτρονίου στο παραπάνω στιγμιότυπο να είναι μηδενική. Τι κάνετε; 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 $I_1 = 0.93 \text{ A}, I_2 = -0.44 \text{ A}, I_3 = -1.37 \text{ A}$.
- (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

Ο υπολογιστής σας “κράσαρε” πετώντας μπλέ οθόνη, την ώρα που ακούγατε σε υψηλή ένταση την αγαπημένη σας μουσική. Λόγω του κρασαρίσματος, ο ήχος “κόλλησε” σε ένα ημίτονο των 1000 Hz, κάνοντας την ακρόαση αφάνταστα ενοχλητική. Θεωρήστε ότι τα ηχητικά κύματα διαδίδονται σε *σφαιρικά κυματικά μέτωπα*.

(α) (5 μ.) Δείξτε ότι ο λόγος δυο ηχητικών εντάσεων I_1, I_2 της ίδιας πηγής ισούται με τον αντίστροφο λόγο των αποστάσεων, r_1, r_2 , από την πηγή, στο τετράγωνο, δηλ. δείξτε ότι

$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{r_2^2}{r_1^2}$$

(β) (15 μ.) Όταν ο Η/Υ σας “κολλάει”, βρίσκεστε σε απόσταση 1 m από αυτόν. Με μεγάλη δυσκολία, μετράτε τον ήχο και βρίσκετε ότι έχει ηχοστάθμη 95 dB. Λόγω της ενοχλήσής σας, αρχίζετε να τρέχετε μακριά. Σε πόση απόσταση πρέπει να φτάσετε για να ακούτε τον ενοχλητικό ήχο σε μια υποφερτή ηχοστάθμη των 55 dB;

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 !