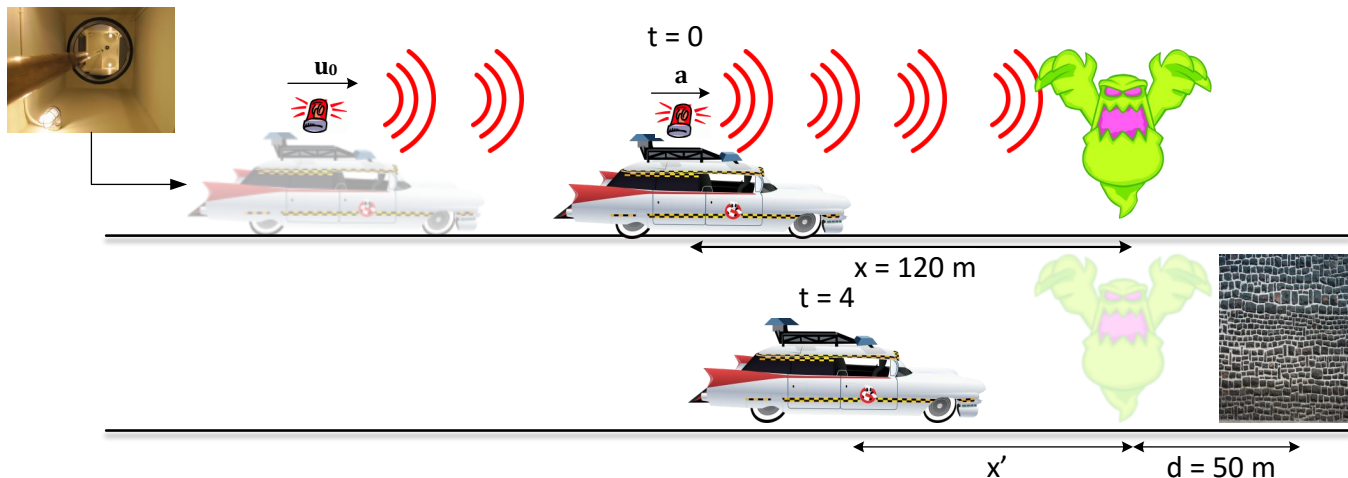


Ενδεικτικά Θέματα

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

1. Θέμα 1ο: Κινητική - Κυματική - 60 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.)** Αν ένας κυνηγός φαντασμάτων ολισθήσει με μηδενική αρχική ταχύτητα επάνω στον κατακόρυφο πάσσαλο ύψους $d = 6 \text{ m}$, φτάνοντας στο έδαφος με ταχύτητα $u_T = 2 \text{ m/s}$, πόσο είναι ο συντελεστής τριβής ολίσθησής μ_k του πασσάλου;

Ο κυνηγός φαντασμάτων μπαίνει στο αυτοκίνητο και ενεργοποιεί τη σειρήνα του, η οποία εκπέμπει σε συχνότητα $f = 1000 \text{ Hz}$.

(β) **(5 μ.)** 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 $T_c = 33^\circ \text{ C}$;

(γ) **(5 μ.)** Αν η ένταση του ηχητικού κύματος είναι $I = 10^{-7} \text{ W/m}^2$, ποιά η ηχοστάθμη της σειρήνας σε decibel;

(δ) **(20 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 $f(t)$ που ακούει το φάντασμα για τις χρονικές στιγμές $t = 0, 1, 2, 3, 4$.

(ε) **(5 μ.)** Σχεδιάστε μια πρόχειρη γραφική παράσταση για την $f(t)$. Για αυτές τις χρονικές στιγμές, πώς θα χαρακτηρίζατε την καμπύλη που προκύπτει, αν ενώσετε γραμμικά τα σημεία που βρήκατε;

Το φάντασμα τρομάζει από τη σειρήνα του κυνηγού, και εξαφανίζεται τη χρονική στιγμή $t = 4$.

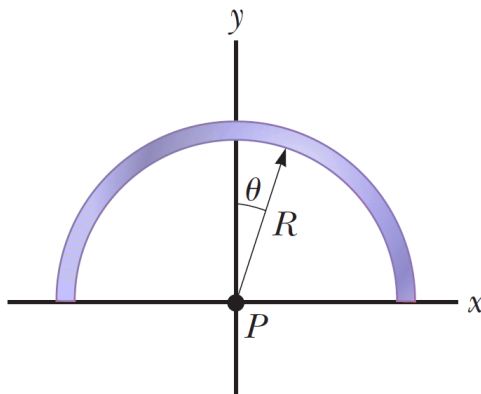
(ζ) **(5 μ.)** Ποιά η ταχύτητά του αυτοκινήτου, $u_{t=4}$, εκείνη τη στιγμή και ποιά η απόσταση, $x_{t=4}$, που έχει διανύσει από τη στιγμή που είδε το φάντασμα;

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!

- (η) **(15 μ.)** Αν ο κυνηγός αφήσει το γκάζι, και αν ο συντελεστής τριβής ολίσθησης μ_k του οδοστρώματος είναι $\mu_k = 0.5$, τότε το αυτοκίνητο θα συγκρουστεί ή όχι με τον τοίχο;

2. Θέμα 2ο: Ηλεκτρισμός - 50 μονάδες

- (α') **(25 μ.)** Ηλεκτρικό Πεδίο και Δυναμικό: Λυγίζουμε μια φορτισμένη ράβδο στο σχήμα που φαίνεται στο Σχήμα (2). Η ράβδος έχει συνολικό φορτίο Q , ενώ το φορτίο ανά μονάδα μήκους της είναι $\lambda = \lambda_0 \cos(\theta)$.

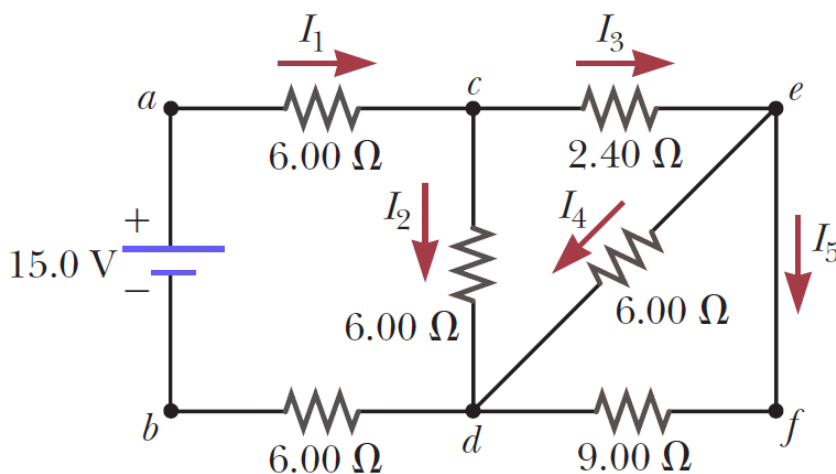


Σχήμα 2: Θέμα 2α: φορτισμένη ράβδος.

- (5 μ.)** Βρείτε το ηλεκτρικό δυναμικό V_P στο σημείο P , στο κέντρο του ημικυκλίου συναρτήσει των Q, R .
- (5 μ.)** Δείξτε ότι η ηλεκτρική δύναμη F_e που ασκείται σε ένα φορτίο q που βρίσκεται στο σημείο P έχει μόνο y -συνιστώσα.
- (15 μ.)** Δείξτε αναλυτικά ότι το μέτρο της y -συνιστώσας της ηλεκτρικής δύναμης στο φορτίο q που βρίσκεται στο σημείο P δίνεται από τη σχέση

$$F_e^y = \frac{k_e \pi q \lambda_0}{2R}$$

- (β) **(25 μ.)** Ηλεκτρικό Κύκλωμα: Στο κύκλωμα του σχήματος (3) βρείτε:

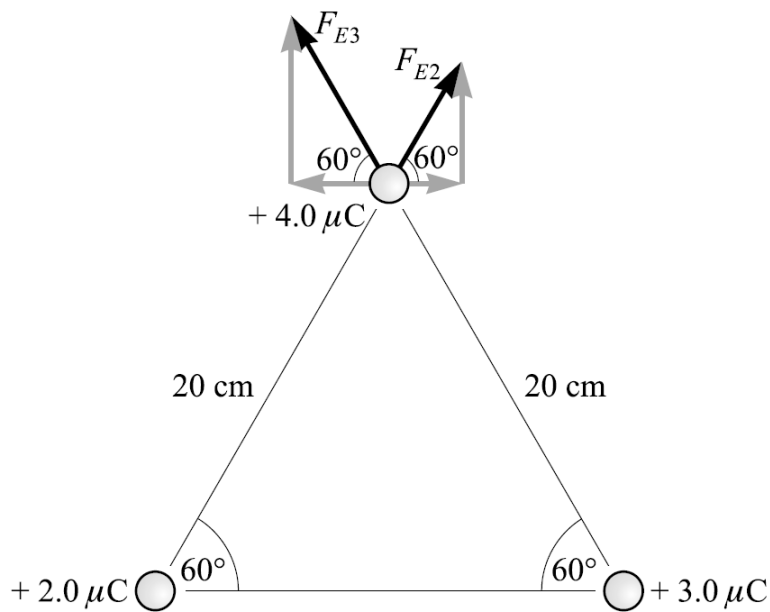


Σχήμα 3: Θέμα 2β: Ηλεκτρικό κύκλωμα.

- (5 μ.)** την ισοδύναμη αντίσταση R_{eq} .
- (15 μ.)** τη διαφορά δυναμικού στα άκρα κάθε αντιστάτη, και την τιμή του κάθε ρεύματος.
- (5 μ.)** την ισχύ που παραδίδεται σε κάθε αντιστάτη.

3. Θέμα 3ο: Ηλεκτρισμός - 20 μονάδες

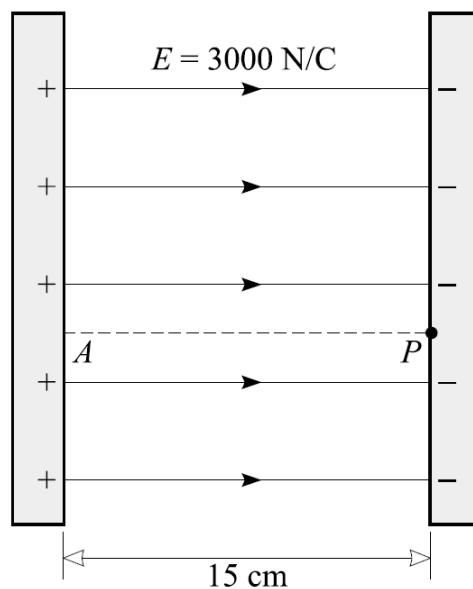
Τα φορτία στο Σχήμα (4) είναι στάσιμα. Βρείτε τη συνισταμένη δύναμη (μέτρο και διεύθυνση) που ασκείται επάνω στο φορτίο των $4 \mu\text{C}$ από τα άλλα δυο.



Σχήμα 4: Θέμα 3: Σημειακά φορτία.

4. Θέμα 4ο: Ηλεκτρισμός - Κινητική - 25 μονάδες

Δυο παράλληλες μεταλλικές πλάκες στο κενό βρίσκονται σε απόσταση 0.15 m η μια απ'την άλλη, όπως στο Σχήμα (5). Το ηλεκτρικό πεδίο ανάμεσα στις πλάκες είναι ομογενές και έχει μέτρο $|E| = 3000 \text{ N/C}$. Ένα ηλεκτρόνιο αφήνεται



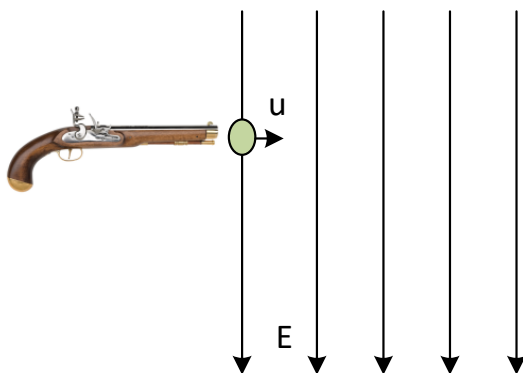
Σχήμα 5: Θέμα 4: Σημειακά φορτία.

σε σημείο P του Σχήματος.

- (α) (**15 μ.**) Πόσο χρόνο θα του πάρει για να φτάσει στην απέναντι πλάκα ;
 (β) (**10 μ.**) Πόση θα είναι η ταχύτητά του ακριβώς πριν χτυπήσει στην πλάκα ;

5. Θέμα 5ο: Κινητική - Ηλεκτρισμός - 30 μονάδες

Ένα σωματίδιο μάζας m και φορτίου $-e$ εκτελεί βολή με οριζόντια ταχύτητα u μέσα σε ηλεκτρικό πεδίο E με διεύθυνση προς τα κάτω, όπως στο Σχήμα (6). Βρείτε

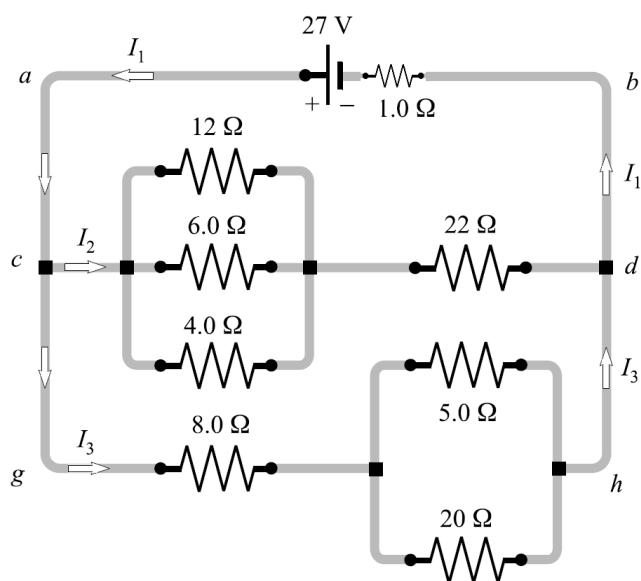


Σχήμα 6: Θέμα 5: Σωματίδιο-φορτίο σε ηλεκτρικό πεδίο.

- (α) (10 μ.) Την οριζόντια και κατακόρυφη συνιστώσα της επιτάχυνσής του, a_x και a_y .
 (β) (10 μ.) Την οριζόντια και κατακόρυφη μετατόπισή του, x και y , μετά από χρόνο t .
 (γ) (10 μ.) Την εξίσωση της τροχιάς του y , συναρτήσει του x .

6. Θέμα 6ο: Ηλεκτρισμός - 30 μονάδες

Για το παρακάτω κύκλωμα του Σχήματος (7), βρείτε:



Σχήμα 7: Θέμα 6: Ηλεκτρικό κύκλωμα.

- (α) (25 μ.) Τα ρεύματα I_1 , I_2 , I_3 .
 (β) (5 μ.) Το ρεύμα στον αντιστάτη των 12 Ohm.

7. Θέμα 7ο: Κυματική - 20 μονάδες

Ένας μακρινός γαλαξίας αστέρων στον αστερισμό της Ύδρας απομακρύνεται από τη Γη με ταχύτητα $u = 6.1 \times 10^7$ m/s. Ένα από τα χαρακτηριστικά μήκη κύματός του (στο φάσμα του φωτός που εκπέμπει ο γαλαξίας) είναι $\lambda = 5.5 \times 10^{-7}$ m. Ποιό είναι το μήκος κύματος που φτάνει σε έναν αστρονόμο στη Γη; Θεωρήστε ότι η ταχύτητα του φωτός είναι $c = 3 \times 10^8$ m/s. Θεωρήστε επίσης ότι στα ηλεκτρομαγνητικά κύματα, το φαινόμενο Doppler περιγράφεται από τη σχέση $f = \sqrt{\frac{1 \pm (u/c)}{1 \mp (u/c)}} f_s$, με f_s τη συχνότητα της πηγής, και με τα άνω πρόσημα των σχέσεων όταν η πηγή απομακρύνεται (αντίθετα πρόσημα, όταν πλησιάζει).

8. Θέμα 8ο: Κυματική - 20 μονάδες

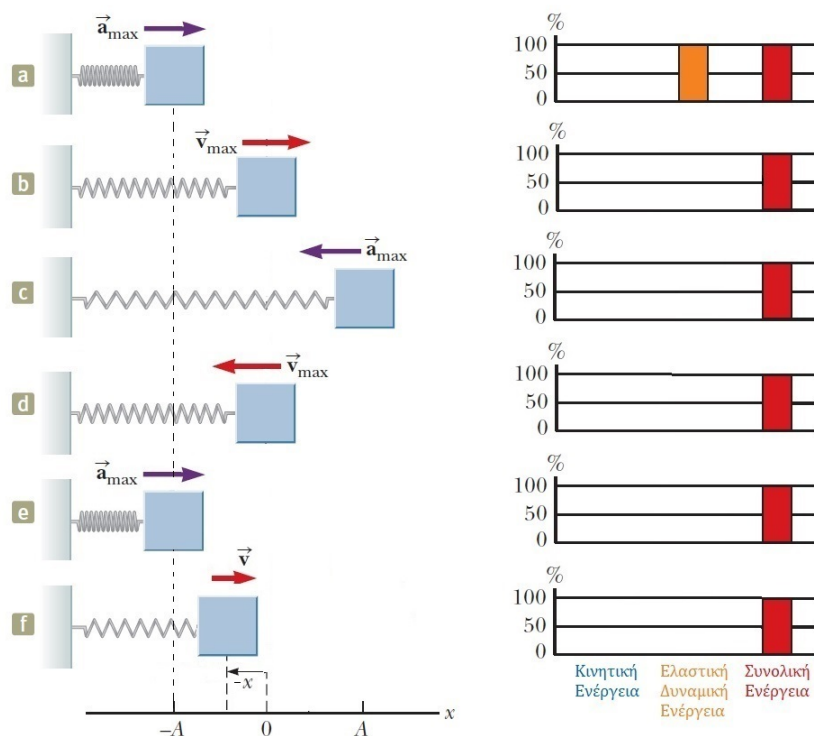
Οι νυχτερίδες χαράσσουν πορεία και αναζητούν το θήραμά τους εκπέμποντας και ανιχνεύοντας ανακλάσεις υπερήχων, που είναι ηχητικά κύματα με συχνότητες μεγαλύτερες από αυτές που μπορεί να ακούσει ο άνθρωπος. Υποθέστε ότι η νυχτερίδα εκπέμπει υπέρηχο με συχνότητα $f_{be} = 82.52$ kHz ενώ πετάει με ταχύτητα $\vec{u} = 9\vec{i}$ m/s, καθώς καταδιώκει ένα έντομο που πετάει με ταχύτητα $\vec{u}_m = 8\vec{i}$ m/s.

(α) (10 μ.) Πόση είναι η συχνότητα f_{md} που ανιχνεύει το έντομο;

(β) (10 μ.) Πόση είναι η συχνότητα f_{bd} της ηχούς που επιστρέφει από το έντομο και ανιχνεύει η νυχτερίδα; Σκεφτείτε ότι το έντομο λειτουργεί τώρα ως πηγή ήχου, εκπέμποντας τη συχνότητα f_{md} του προηγούμενου ερωτήματος.

9. Θέμα 9ο: Ταλαντώσεις - 25 μονάδες

Συμπληρώστε ποιοτικά το παρακάτω διάγραμμα ενεργειών ενός συστήματος ελατηρίου-σώματος, καθώς και ποσοτικά τον πίνακα με τις αντίστοιχες τιμές θέσης (x), ταχύτητας (u), επιτάχυνσης (a), και δυναμικής (U) και κινητικής (K) ενέργειας του συστήματος. Θεωρήστε ότι η θέση $x = -A$ είναι η μέγιστη μετατόπιση της θέσης του σώματος (μέγιστη συμπίεση του ελατηρίου).

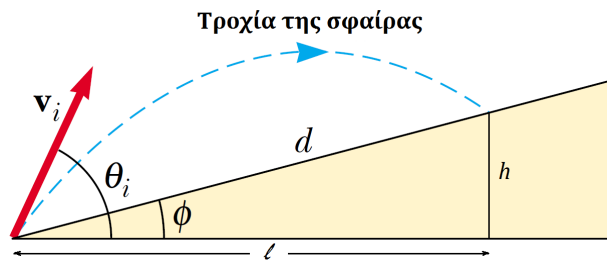


t	x	v	a	K	U
0	-A	0	$\omega^2 A$	0	$\frac{1}{2}kA^2$
T/4					
T/2					
3T/4					
T					
t					

Σχήμα 8: Θέμα 9ο: Διάγραμμα Ενεργειών συστήματος ελατηρίου-σώματος.

10. Θέμα 10ο: Κινητική - 55 μονάδες

Μια σφαίρα ρίχνεται στον αέρα υπό γωνία θ_i επάνω σε ένα επικλινές επίπεδο γωνίας ϕ , με αρχική ταχύτητα u_i . Υποθέστε ότι $\phi < \theta_i$, όπως στο Σχήμα (9).



Σχήμα 9: Θέμα 10ο: Βολή σφαίρας σε επικλινές επίπεδο.

- (α) (**5 μ.**) Ποιός ο χρόνος t που απαιτείται για να φτάσει η σφαίρα στη θέση που προσκρούει επάνω στο επικλινές;
 (β) (**15 μ.**) Βρείτε μια έκφραση για το ύψος h συναρτήσει των l , θ_i , u_i , και g .
 (γ) (**25 μ.**) Δείξτε ότι η σφαίρα ταξιδεύει απόσταση d επάνω στο επικλινές, η οποία δίνεται από τη σχέση

$$d = \frac{2u_i^2 \cos \theta_i \sin(\theta_i - \phi)}{g \cos^2 \phi}$$

- (δ) (**10 μ.**) Για ποιά τιμή της θ_i έχει η d μέγιστο; Ποιά είναι η μέγιστη τιμή της;

11. Θέμα 11ο: Ταλαντώσεις - Μηχανική - 25 μονάδες

Ένας ατρόμητος κασκαντέρ θέλει να κάνει bungee-jumping από ένα αερόστατο σε ύψος $h = 65 \text{ m}$ από το έδαφος, όπως στο Σχήμα (10). Γι' αυτό, θα χρησιμοποιήσει ένα ελαστικό και αβαρές σχοινί δεμένο γύρω από το σώμα του, για να σταματήσει την πώση του σε απόσταση $d = 10 \text{ m}$ από το έδαφος. Θεωρήστε τον κασκαντέρ ως σωματίδιο (αμελητέου μεγέθους) και το σχοινί ως υπάκουο στο νόμο του Hooke. Σε μια προπόνησή του, ο κασκαντέρ παρατήρησε ότι αν κρέμεται σε ηρεμία από ένα ελαστικό, αβαρές σχοινί μήκους $l = 5 \text{ m}$, τότε το σώμα του “τεντώνει” το σχοινί κατά 1.5 m . Ο κασκαντέρ σκοπεύει να πέσει κατακόρυφα με μηδενική αρχική ταχύτητα από το αερόστατο.



Σχήμα 10: Θέμα 11ο: Πτώση από αερόστατο.

- (α) (**15 μ.**) Ποιό το μήκος του σχοινιού που πρέπει να χρησιμοποιήσει;
 (β) (**10 μ.**) Ποιά είναι η μέγιστη επιτάχυνση που θα υποστεί;

12. Θέμα 12ο: Κυματική - 20 μονάδες

Τα άτομα του υδρογόνου εκπέμπουν κόκκινο φώς με μήκος κύματος $\lambda = 656 \times 10^{-9} \text{ m}$. Όταν παρατηρούμε το φάσμα ενός μακρινού γαλαξία, εμφανίζεται μια γραμμή σε μήκος κύματος $\lambda' = 691 \times 10^{-9} \text{ m}$. Ποιά είναι η ταχύτητα του γαλαξία σε σχέση με τη Γη; Θεωρήστε ότι η ταχύτητα του φωτός είναι $c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$. Θεωρήστε επίσης ότι στα ηλεκτρομαγνητικά κύματα, το φαινόμενο Doppler περιγράφεται από τη σχέση $f = \sqrt{\frac{1 \pm (u/c)}{1 \mp (u/c)}} f_s$, με f_s τη συχνότητα της πηγής, και με τα άνω πρόσημα των σχέσεων όταν η πηγή απομακρύνεται (αντίθετα πρόσημα, όταν πλησιάζει).

13. Θέμα 13ο: Κυματική - 30 μονάδες

Ο υπολογιστής σας “κράσαρε” πετώντας μπλε οθόνη, την ώρα που ακούγατε σε υψηλή ένταση την αγαπημένη σας μουσική. Λόγω του κρασαρίσματος, ο ήχος “κόλλησε” σε ένα ημίτονο των 210 Hz, κάνοντας την ακρόαση αφάνταστα ενοχλητική. Με μεγάλη δυσκολία, μετράτε τον ήχο σε απόσταση $r_1 = 1 \text{ m}$ και βρίσκετε ότι έχει ηχοστάθμη 95 dB. Θεωρήστε ότι τα ηχητικά κύματα διαδίδονται σε *σφαιρικά κυματικά μέτωπα*, και ότι η θερμοκρασία είναι $T_c = 20^\circ \text{C}$.

(α) **(5 μ.)** Πόση είναι η ταχύτητα του ήχου στο χώρο;

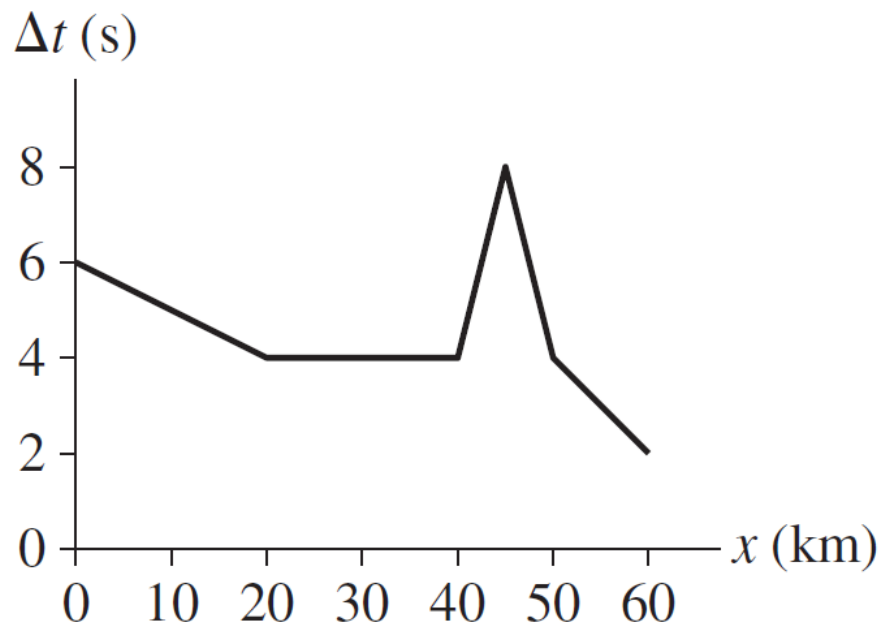
(β) **(10 μ.)** Δείξτε ότι ο λόγος δυο εντάσεων I_1, I_2 ισούται με τον αντίστροφο λόγο των αποστάσεων, r_1, r_2 , από την πηγή, στο τετράγωνο, δηλ. δείξτε ότι

$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{r_2^2}{r_1^2} \quad (1)$$

(γ) **(15 μ.)** Αρχίζετε να τρέχετε μακριά απ' τον υπολογιστή σας. Σε πόση απόσταση πρέπει να φτάσετε για να ακούτε τον ενοχλητικό ήχο σε μια υποφερτή ηχοστάθμη των 55 dB;

14. Θέμα 14ο: Κυματική - 30 μονάδες

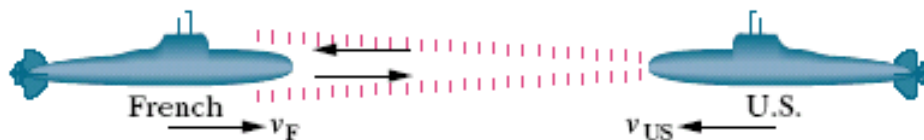
Τα μεγάλα πλοία μειρούν την απόσταση προς τον πυθμένα του ωκεανού με ηχητικά κύματα sonar. Ένας παλμός sonar κατευθύνεται προς τον πυθμένα του ωκεανού, και ένα πολύ ευαίσθητο μικρόφωνο ακούει την ηχώ του παλμού. Το Σχήμα (11) δείχνει την καθυστέρηση της λήψης της ηχούς από ένα πλοίο ως συνάρτηση της 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. Σχεδιάστε μια εικόνα (γραφική παράσταση) του πυθμένα του ωκεανού.



Σχήμα 11: Θέμα 14ο: Χρονική καθυστέρηση ηχούς συναρτήσει της θέσης του πλοίου.

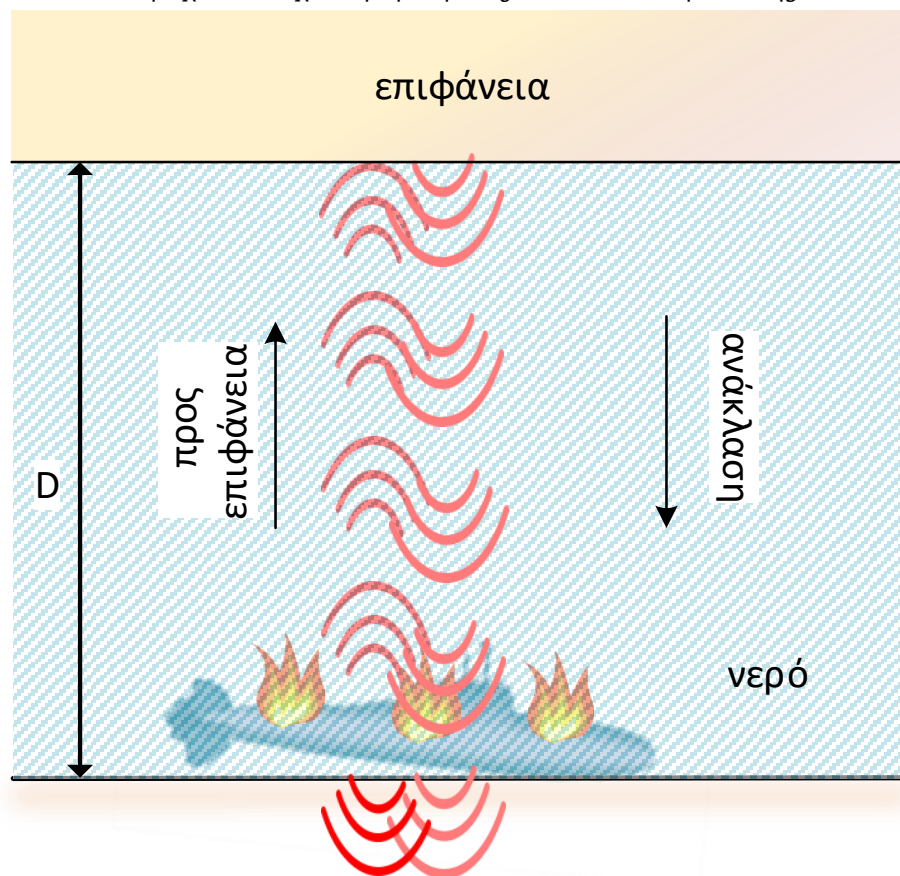
15. **Θέμα 15ο: Κυματική - 22.5 μονάδες**

Στο Σχήμα (12), ένα Γαλλικό κι ένα Αμερικανικό υποβρύχιο κινούνται το ένα προς το άλλο κατά τη διάρκεια εμπλοκής σε ακίνητα νερά στο Βόρειο Ατλαντικό. Το Γαλλικό υποβρύχιο κινείται με ταχύτητα $u_F = 50.0 \text{ km/h}$ και το αμερικανικό με ταχύτητα $u_{US} = 70.0 \text{ km/h}$. Το Γαλλικό υποβρύχιο στέλνει ένα σήμα σόναρ (sonar) (ηχητικό κύμα στο νερό) συχνότητας $f = 10^3 \text{ Hz}$. Τα κύματα σόναρ διαδίδονται με ταχύτητα $u_{sonar} = 5470 \text{ km/h}$.



Σχήμα 12: Θέμα 15ο: υποβρύχια σε αντιπαράθεση.

- (α) (**5 μ.**) Πόση είναι η συχνότητα που ανιχνεύεται από τα Αμερικανικό υποβρύχιο ;
- (β) (**7.5 μ.**) Πόση είναι η συχνότητα που ανιχνεύεται από το Γαλλικό υποβρύχιο στο σήμα που επιστρέφει αφού ανακλασθεί από το Αμερικανικό υποβρύχιο ;
- (γ) (**10 μ.**) Το ένα από τα δυο υποβρύχια (όποιο θέλετε) ρίχνει μια торπίλη και βυθίζει το άλλο υποβρύχιο (επίσης όποιο θέλετε). Το υποβρύχιο που χτυπήθηκε βυθίζεται στον πυθμένα της θάλασσας όπου και εκρήγνυται

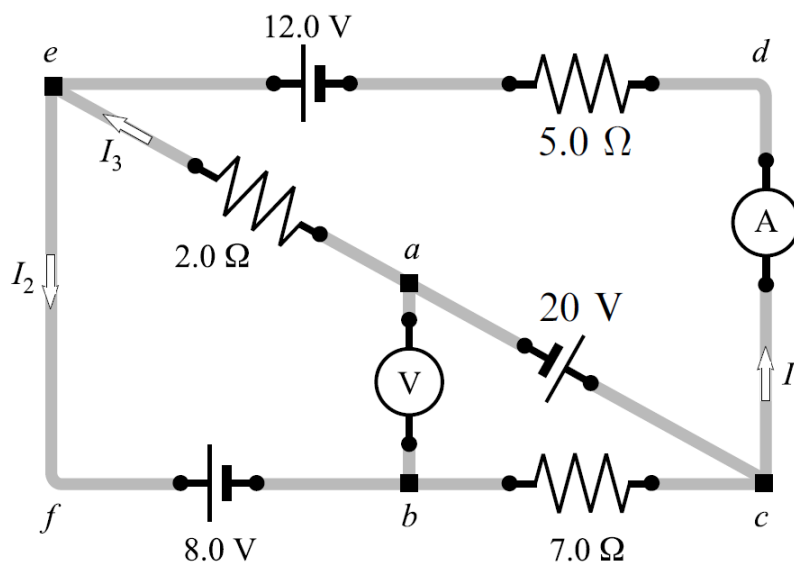


Σχήμα 13: Θέμα 15ο: υποβρύχιο στον πυθμένα.

(Σχήμα (13)). Η έκρηξη μεταδίδει έναν παλμό προς την επιφάνεια του νερού κι έναν προς τον πυθμένα. Ο παλμός που ταξίδεψε προς την επιφάνεια, ανακλάστηκε και επέστρεψε πίσω στον πυθμένα. Αυτή η διαδρομή του παλμού συνέβη αρκετές φορές. Κάθε φορά που χτυπούσε στον πυθμένα, ένας σειсмоγράφος κατέγραφε τη δόνηση του εδάφους λόγω του παλμού. Οι διαδοχικές καταγραφές των παλμών στο σειсмоγράφο απείχαν χρονικά $\Delta t = 0.11 \text{ s}$. Σε πόσο βάθος D βυθίστηκε το υποβρύχιο; Θεωρήστε ότι οι παλμοί αυτοί διαδίδονται στο θαλασσινό νερό με ταχύτητα $u_p = 1500 \text{ m/s}$.

16. Θέμα 16ο: Ηλεκτρισμός - 50 μονάδες

- (α') **(20 μ.) Πυκνωτές:** Ένας τεχνικός έρχεται σπίτι σας για να επισκευάσει το στερεοφωνικό ενισχυτή σας. Στην προσπάθειά του αυτή, χρειάζεται έναν πυκνωτή χωρητικότητας $100 \mu\text{F}$ ικανό να αντέξει διαφορά δυναμικού $\Delta V = 90 \text{ V}$ ανάμεσα στις πλάκες του. Μαζί του κουβαλάει ένα κουτί με πέντε (5) πυκνωτές των $100 \mu\text{F}$, που όμως ο καθένας αντέχει $\Delta V = 50 \text{ V}$. Ποιός συνδυασμός πυκνωτών έχει τα σωστά ηλεκτρικά χαρακτηριστικά; Χρειάζεται να χρησιμοποιηθούν και οι πέντε πυκνωτές; Εξηγήστε.
- (β') **(30 μ.) Ηλεκτρικό Κύκλωμα:** Ένα αμπερόμετρο (ammeter) μετρά την ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος που το διαπερνά, ενώ ένα βολτόμετρο (voltmeter) μετρά την τάση (διαφορά δυναμικού) που υπάρχει στα άκρα του. Για το ηλεκτρικό κύκλωμα του Σχήματος (14), βρείτε τις ενδείξεις του αμπερόμετρου και του βολτόμετρου. Υποθέστε ότι οι συσκευές αυτές είναι ιδανικές (το βολτόμετρο έχει άπειρη αντίσταση, άρα είναι σαν να μην υπάρχει στο κύκλωμα, ενώ το αμπερόμετρο μηδενική αντίσταση, άρα αφήνει το ρεύμα του κλάδου του να το διαπεράσει).



Σχήμα 14: Θέμα 16ο: ηλεκτρικό κύκλωμα.

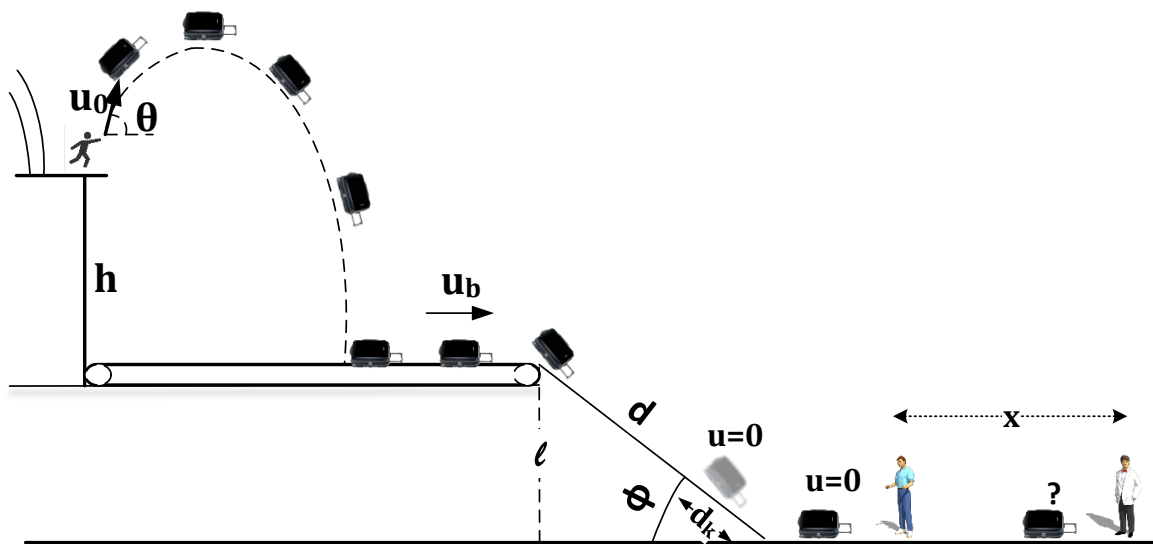
17. Θέμα 17ο: Κλασική Μηχανική - 35 μονάδες

Στο αεροδρόμιο Charles De Gaulle του Παρισιού, συνήθιζαν να πετούν τις αποσκευές από μεγάλο ύψος επάνω στους κυλιόμενους ιμάντες, με αποτέλεσμα πολλές φορές να υπάρχουν σοβαρές φθορές. Θεωρήστε το Σχήμα 15, όπου ένας υπάλληλος αεροδρομίου πετά τη αποσκευή σας από ύψος $h = 4 \text{ m}$ με αρχική ταχύτητα $u_0 = 5 \text{ m/s}$ και υπό γωνία $\theta = 60^\circ$ επάνω σε έναν κυλιόμενο ιμάντα, όπως στο Σχήμα (15).

- (α') **(3 μ.)** Ποιό είναι το μέγιστο ύψος που θα φτάσει η αποσκευή;
- (β') **(3 μ.)** Σε πόσο χρόνο θα πέσει η αποσκευή σας επάνω στον κυλιόμενο ιμάντα;
- (γ') **(8 μ.)** Σε ποιό ύψος h_{eq} η κινητική ενέργεια της αποσκευής σας γίνεται ίση με το μισό της βαρυτικής δυναμικής της ενέργειας, δηλ. σε ποιό ύψος $K = 0.5U_{grav}$; Θεωρήστε επίπεδο μηδενικής βαρυτικής δυναμικής ενέργειας το επίπεδο του υπαλλήλου.

Η αποσκευή σας προχωρά ακίνητη επάνω σε ιμάντα χωρίς τριβές και συναντά κεκλιμένο επίπεδο γωνίας ϕ με τριβές όπως στο Σχήμα. Η ταχύτητα του ιμάντα είναι $u_b = 4 \text{ m/s}$, το μήκος του κεκλιμένου είναι $d = 5 \text{ m}$, και το ύψος του είναι $l = 2.5 \text{ m}$

- (δ') **(12 μ.)** Ποιός ο συντελεστής τριβής ολίσθησης μ_k του κεκλιμένου αν η αποσκευή φτάνει με μηδενική ταχύτητα στη βάση του;



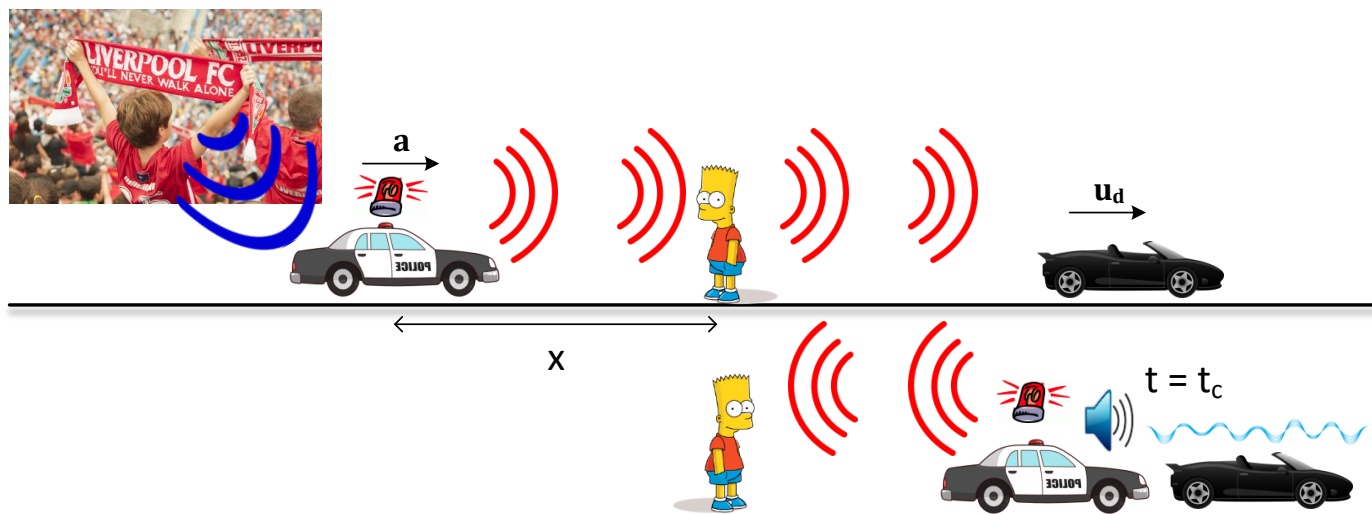
Σχήμα 15: Θέμα 17ο: αποσκευή στο αεροδρόμιο

Στη βάση του κεκλιμένου περιμένει ένας φίλος σας κι εσείς, όπως στο Σχήμα. Η μεταξύ σας απόσταση είναι $x = 4.5$ m. Ο φίλος σας βιάζεται πολύ, και δίνοντάς στην αποσκευή αρχική κινητική ενέργεια $K = 29.4$ J, προσπαθεί να σας τη μεταφέρει γρήγορα μέσω ολίσθησης, ενώ ο ίδιος φεύγει τρέχοντας να καλέσει ταξί.

(ε) (9 μ.) Αν η αποσκευή έχει βάρος $B = 117.6$ N, και το επίπεδο που κείται η αποσκευή έχει συντελεστή τριβής ολίσθησης $\mu_k = 0.25$, τότε η αποσκευή θα φτάσει (ή και προσπεράσει) σε εσάς ή θα μείνει κάπου ανάμεσα σε σας και την αρχική θέση του φίλου σας;

18. Θέμα 18ο: Κυρατική - 35 μονάδες

Στο παραδοσιακό ποδοσφαιρικό ντέρμπι της Αγγλίας, η Λίβερπουλ ανοίγει το σκορ απέναντι στη Μάντσεστερ Γιουνάιτεντ. Ένας αστυνομικός εν υπηρεσία, φανατικός οπαδός της Λίβερπουλ, κάθεται σταθμευμένος στο περιπολικό, αγωνιώντας για το αποτέλεσμα, όπως στο Σχήμα (16).



Σχήμα 16: Θέμα 18ο: αστυνομικός σε καταδίωξη.

- (α') **(5 μ.)** Αν η απόσταση του περιπολικού από το γήπεδο είναι 1.2 km, και η θερμοκρασία είναι $T_c = 22^\circ C$, πόση ώρα μετά το γκολ θα ακούσει τις φωνές/πανηγυρισμούς των φιλάθλων από το γήπεδο;

Πάνω στη χαρά του, δεν προσέχει ότι δίπλα του περνά ένας οδηγός με υπερβολική ταχύτητα. Σύμφωνα με το ραντάρ του, η ταχύτητα του οδηγού είναι σταθερή και ίση με $u_d = 75.6 \text{ km/h}$. Αφού περάσουν $t = 3 \text{ s}$ μέχρι να συνέλθει, επιταχύνει το περιπολικό για να τον φτάσει με σταθερή επιτάχυνση $a = 3 \text{ m/s}^2$, βάζοντας ταυτόχρονα τη σειρήνα του σε λειτουργία.

- (β') **(7.5 μ.)** Η συχνότητα της σειρήνας του είναι $f_0 = 1050 \text{ Hz}$. Ένας ακίνητος πεζός βρίσκεται σε απόσταση $x = 20 \text{ m}$ από το σημείο εκκίνησης του περιπολικού (όπως στο σχήμα). Ποιά συχνότητα ακούει *στιγμιαία* ο πεζός μετά από $t = 2 \text{ s}$ και ποιά μετά από $t = 6 \text{ s}$;

- (γ') **(2.5 μ.)** Αν η ένταση του ηχητικού κύματος είναι $I = 10^{-4} \text{ W/m}^2$, ποιά η ηχοστάθμη της σειρήνας σε decibel;

- (δ') **(12.5 μ.)** Μετά από πόσα δευτερόλεπτα t_c θα βρίσκεται ακριβώς στην ίδια θέση με τον παραβάτη οδηγό;

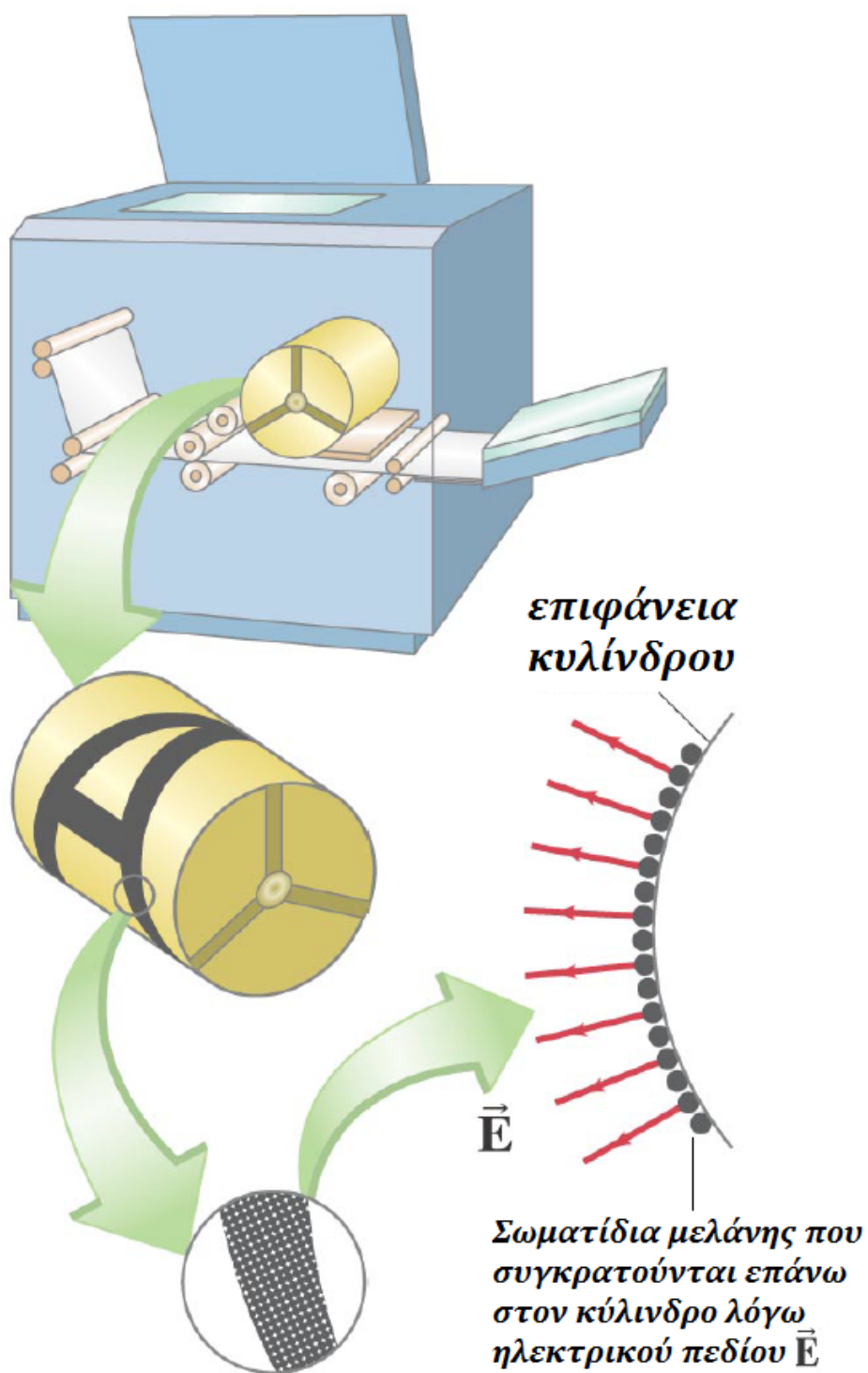
Αφού τον φτάσει, τον προειδοποιεί από το megάφωνο του περιπολικού, και τον καλεί να κάνει στην άκρη.

- (ε') **(7.5 μ.)** Τι είδους κύμα μεταδίδεται από το megάφωνο; Ποιό το μέσο διάδοσής του; Ποιό είναι το πλάτος πίεσης και το πλάτος μετατόπισης που αντιστοιχεί σε αυτό το κύμα, αν η πυκνότητα του αέρα είναι $\rho = 1.2 \text{ kg/m}^3$, και η ηχοστάθμη του φωνητικού κύματος είναι κατά μέσο όρο ίση με 60 dB; Χρησιμοποιήστε $I_0 = 10^{-12} \text{ W/m}^2$.

19. Θέμα 19ο: Ηλεκτρισμός - 15 μονάδες

- (α') **(10 μ.)** Φωτοτυπικό μηχανήμα: Η λειτουργία του φωτοτυπικού βασίζεται στην διαρρύθμιση και “τακτοποίηση” θετικών φορτίων επάνω στην επιφάνεια ενός κυλίνδρου, ανάλογα με το σχέδιο που θέλουμε να φωτοτυπήσουμε, τα οποία έλκουν σταγονίδια μελάνης που είναι αρνητικά φορτισμένα. Τα σταγονίδια αυτά, όταν προσκολληθούν επάνω στον κύλινδρο, “λιώνονται” επάνω στο χαρτί, όπως στο Σχήμα (17). Υποθέστε ότι κάθε σταγονίδιο μελάνης έχει μάζα $m = 9 \times 10^{-16} \text{ kg}$ και ότι είναι φορτισμένο αρνητικά με 20 ηλεκτρόνια. Αν η ηλεκτρική δύναμη F_e επάνω στο σταγονίδιο πρέπει να είναι τουλάχιστον διπλάσια του βάρους του, βρείτε το μέτρο του ηλεκτρικού πεδίου που απαιτείται κοντά στην επιφάνεια του κυλίνδρου ώστε το σταγονίδιο να συγκρατείται επάνω στον κύλινδρο.

- (β') **(5 μ.)** Αντιστάσεις: Ένας τεχνικός έρχεται σπίτι σας για να ελέγξει ένα κύκλωμα που περιέχει έναν αντιστάτη αντίστασης R . Προτείνει ένα καλύτερο σχέδιο κυκλώματος που θα περιλαμβάνει έναν αντιστάτη αντίστασης $R' = \frac{7}{3}R$. Κουβαλάει μαζί του τρεις αντιστάτες, καθένας με αντίσταση R . Συνδυάζοντας αυτούς τους τρεις αντιστάτες με κάποιο τρόπο, και βάζοντάς τους σε σειρά με τον αρχικό αντιστάτη αντίστασης R , πιστεύει ότι θα πετύχει την επιθυμητή αντίσταση R' . Πιστεύετε ότι μπορεί να το κάνει; Αιτιολογήστε επαρκώς την απάντησή σας.



Σχήμα 17: Θέμα 19: φωτοτυπικό μηχάνημα.