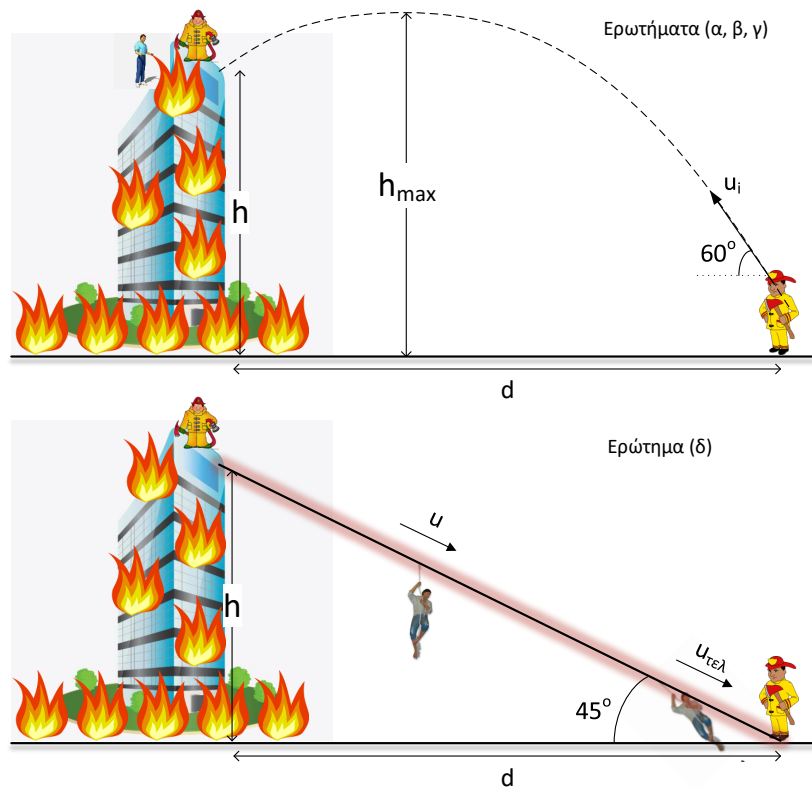


Επαναληπτική Τελική Εξέταση

Αιτιολογήστε πλήρως τις απαντήσεις σας. Επιτρέπεται η χρήση υπολογιστή τσέπης. Τα θέματα **επιστρέφονται**.

1. Θέμα 1ο: Κλασική Μηχανική - 32.5 μονάδες

Ένας πυροσβέστης βρίσκεται στην ταράτσα ενός κτηρίου ύψους $h = 15$ m που έχει πάρει φωτιά. Μαζί του βρίσκεται και ένας υπάλληλος που δεν πρόλαβε να βγει από το κτήριο. Σε απόσταση $d = 30$ m από το κτήριο βρίσκεται ένας συνάδελφος πυροσβέστης που θα τον βοηθήσει να μεταφέρει τον υπάλληλο σε ασφαλές μέρος. Γι' αυτό, προσπαθεί να πετάξει ένα γερό συρματόσχοινο στους δυο άνδρες στην οροφή του κτηρίου με αρχική ταχύτητα u_i υπό γωνία $\theta_i = 60^\circ$. Θεωρήστε αμελητέο το ύψος του πυροσβέστη στο έδαφος, καθώς και τις αντιστάσεις του αέρα.



Σχήμα 1: Θέμα 1ο: πυροσβέστης σε αποστολή.

- (α) **(5 μ.)** Δεδομένου ενός αρχικού u_i , πόσο χρόνο t χρειάζεται για να φτάσει το συρματόσχοινο στο κτήριο ;
- (β) **(12.5 μ.)** Με πόση ταχύτητα u_i πρέπει να εκτοξευτεί το συρματόσχοινο για να φτάσει ακριβώς στην άκρη του κτηρίου, σε ύψος h , όπως στο σχήμα ;
- (γ) **(2.5 μ.)** Πόσο είναι το μέγιστο ύψος που φτάνει το συρματόσχοινο ;
- (δ) **(12.5 μ.)** Ο υπάλληλος μάζας m προσδένεται στο συρματόσχοινο (αμελητέου βάρους) και ετοιμάζεται να κατέβει στο έδαφος, ολισθαίνοντας υπό γωνία $\phi = 45^\circ$, όπως στο σχήμα. Αν η αρχική του ταχύτητα είναι μηδενική κι αν ο συντελεστής τριβής ολίσθησης του συρματόσχοινου είναι $\mu_k = 0.5$, βρείτε την ταχύτητα με την οποία φτάνει στο έδαφος.

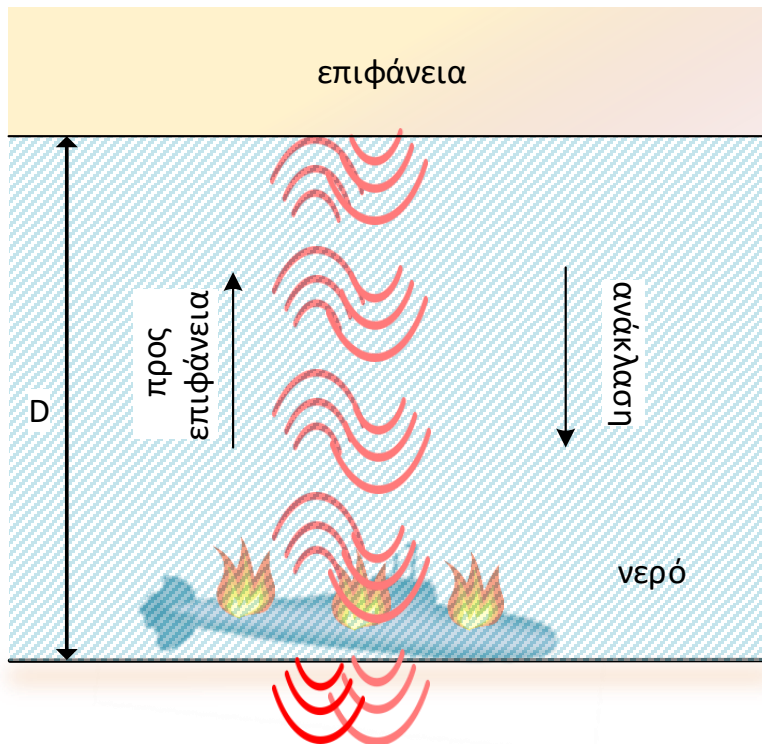
2. Θέμα 2ο: Κυματική - 22.5 μονάδες

Στο Σχήμα 2, δυο μη επανδρωμένα υποβρύχια, ένα Γαλλικό κι ένα Αμερικανικό, 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 (ηχητικό κύμα στο νερό) συχνότητας $f = 10^3 \text{ Hz}$. Τα κύματα σόναρ διαδίδονται με ταχύτητα $u_{sonar} = 5470 \text{ km/h}$.



Σχήμα 2: Θέμα 2ο: 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 τορπίλη και βυθίζεται το άλλο υποβρύχιο (επίσης όποιο θέλετε). Το υποβρύχιο που χτυπήθηκε βυθίζεται στον πυθμένα της θάλασσας όπου και εκρήγνυται, όπως

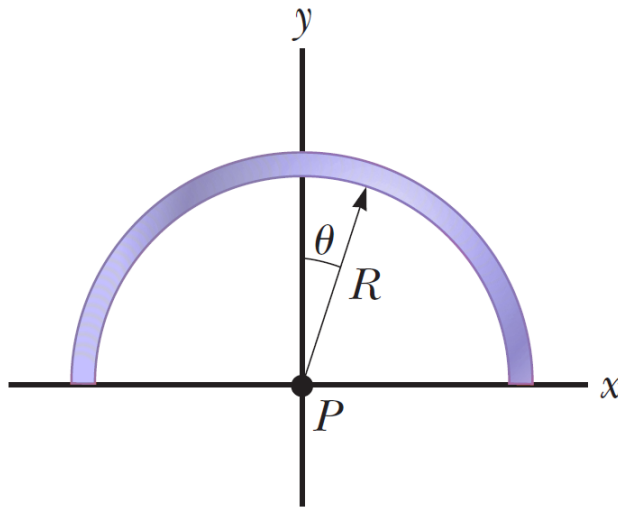


Σχήμα 3: Θέμα 2ο: υποβρύχιο στον πυθμένα.

στο Σχήμα 3. 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 σεισογράφο 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 $u_p = 1500 \text{ m/s}$.

3. Θέμα 3ο: Ηλεκτρισμός - 50 μονάδες

(α) (25 μ.) Ηλεκτρικό Πεδίο και Δυναμικό: Λυγίζουμε μια φορτισμένη ράβδο στο σχήμα που φαίνεται στο Σχήμα 4. Η ράβδος έχει συνολικό φορτίο Q , ενώ το φορτίο ανά μονάδα μήκους της είναι $\lambda = \lambda_0 \cos(\theta)$.

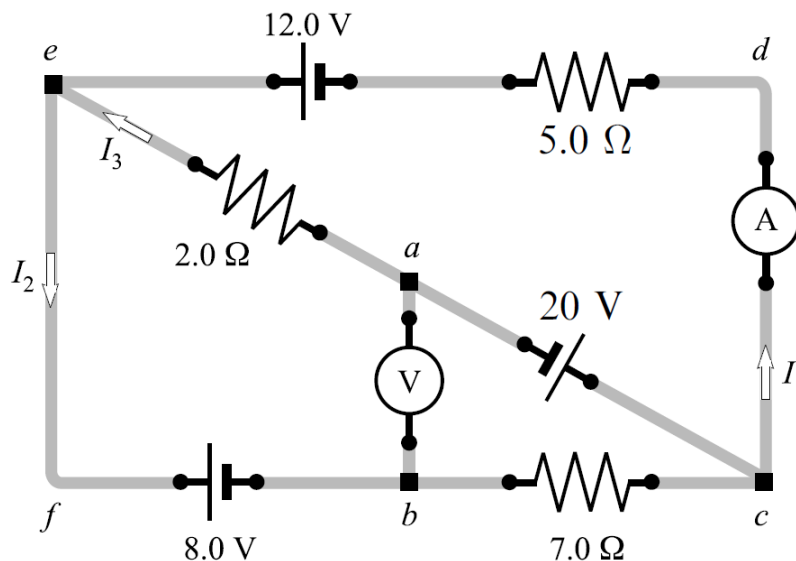


Σχήμα 4: Θέμα 3α: φορτισμένη ράβδος.

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

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

(β) (15 μ.) 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 5, 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).

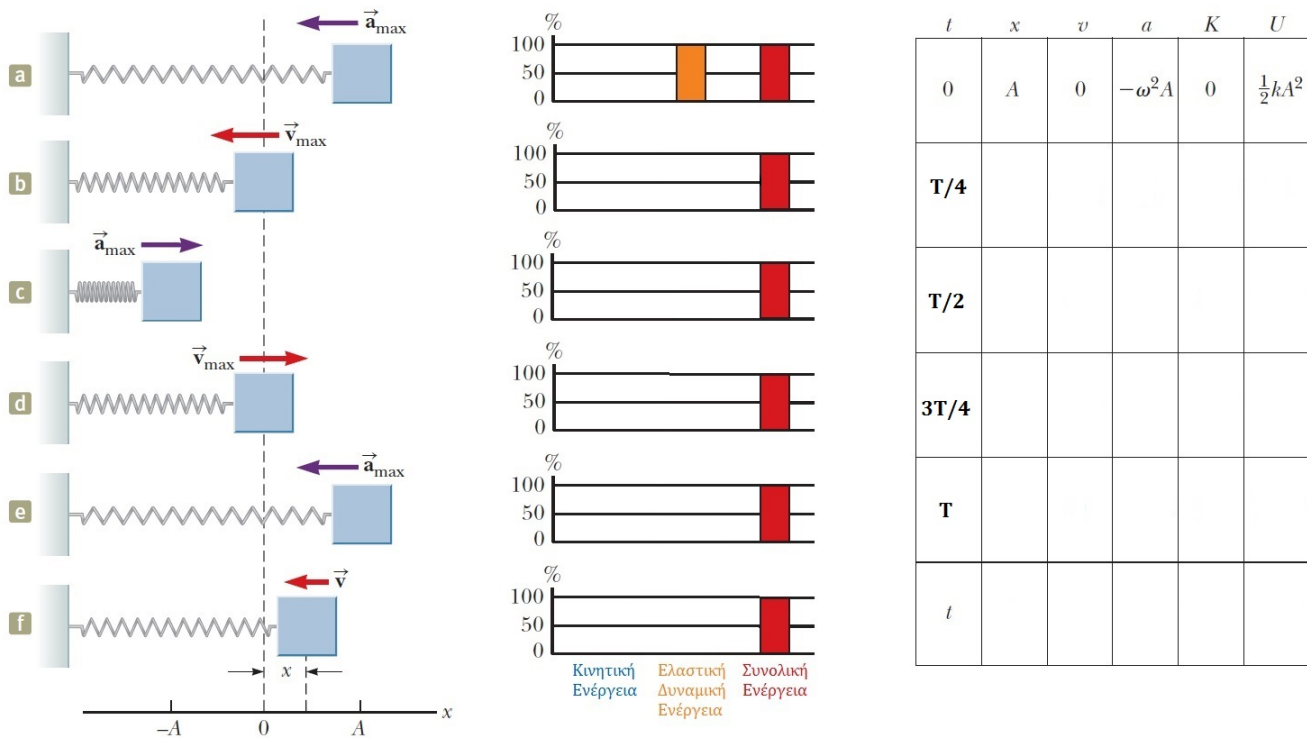


Σχήμα 5: Θέμα 3β: ηλεκτρικό κύκλωμα.

(γ) **(10 μ.) Πυκνωτές:** Ένας τεχνικός¹ έρχεται σπίτι σας για να επισκευάσει το στερεοφωνικό ενισχυτή σας. Στην προσπάθειά του αυτή, χρειάζεται έναν πυκνωτή χωρητικότητας 100 μF 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 μF, που όμως ο καθένας αντέχει $\Delta V = 50 \text{ V}$. Πώς μπορείτε να χρησιμοποιήσετε τους πυκνωτές αυτούς για να επιτύχετε τα ζητούμενα ηλεκτρικά χαρακτηριστικά; Χρειάζεται να χρησιμοποιηθούν και οι πέντε πυκνωτές; Εξηγήστε.

4. Θέμα 4ο: 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. **Η συμπλήρωση να γίνει επάνω στην κόλλα των θεμάτων, στο σχήμα και πίνακα που σας δίνεται!**



Σχήμα 6: Θέμα 4ο: Διάγραμμα Ενεργειών συστήματος ελατηρίου-σώματος.

Συνολικές μονάδες: 130

Άριστα: 100

Καλή Επιτυχία!

¹Όχι απαραίτητα ο ίδιος με το διαγώνισμα του Ιανουαρίου :-)