ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ, ΕΡΕΥΝΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ
ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΗΣ ΠΟΛΙΤΙΚΗΣ

Φυσική
Λύσεις ασκήσεων

Τεύχος Α΄

Γ΄ ΓΕΝΙΚΟΥ ΛΥΚΕΙΟΥ
Ομάδας Προσανατολισμού Θετικών Σπουδών & Σπουδών Υγείας

ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ ΚΑΙ ΕΚΔΟΣΕΩΝ
«ΔΙΟΦΑΝΤΟΣ»

ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ, ΕΡΕΥΝΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ
ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΗΣ ΠΟΛΙΤΙΚΗΣ

Φυσική

Γ΄ ΤΑΞΗ ΓΕΝΙΚΟΥ ΛΥΚΕΙΟΥ

Ομάδας Προσανατολισμού Θετικών Σπουδών
& Σπουδών Υγείας

ΤΕΥΧΟΣ Α΄

ΛΥΣΕΙΣ ΑΣΚΗΣΕΩΝ

Ιωάννης Βλάχος
Ιωάννης Γραμματικάκης
Βασίλης Καραπαναγιώτης
Παναγιώτης Κόκκοτας
Περικλής Περιστερόπουλος
Γιώργος Τιμοθέου
Νίκος Αλεξάκης
Σταύρος Αμπατζής
Γιώργος Γκουγκούσης
Βαγγέλης Κουντούρης
Νίκος Μοσχοβίτης
Σάββας Οβαδίας
Κλεομένης Πετρόχειλος
Μενέλαος Σαμπράκος
Αργύρης Ψαλίδας

Ένωση Ελλήνων Φυσικών

Η συγγραφή και η επιμέλεια του βιβλίου πραγματοποιήθηκε
υπό την αιγίδα του Παιδαγωγικού Ινστιτούτου

ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ ΚΑΙ ΕΚΔΟΣΕΩΝ «ΔΙΟΦΑΝΤΟΣ»

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΑΡΧΙΚΗΣ ΕΚΔΟΣΗΣ

Τα κεφάλαια 1 και 2 προέρχονται από το βιβλίο «Φυσική Γενικής Παιδείας Α΄ τάξης Γενικού Λυκείου: Λύσεις Ασκήσεων», ΟΕΔΒ 2010.

ΥΠΕΥΘΥΝΟΣ ΤΗΣ ΣΥΓΓΡΑΦΙΚΗΣ ΟΜΑΔΑΣ
Παναγιώτης Κόκκοτας, Καθηγητής της Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών του Πανεπιστημίου Αθηνών

ΣΥΓΓΡΑΦΙΚΗ ΟΜΑΔΑ
Ιωάννης Βλάχος, Διδάκτορας, Σχολικός Σύμβουλος του κλάδου ΠΕ4
Ιωάννης Γραμματικάκης, Επίκουρος Καθηγητής Φυσικής στο Πανεπιστήμιο Αθηνών
Βασίλης Καραπαναγιώτης, Φυσικός, Καθηγητής Πειραματικού Σχολείου Πανεπιστημίου Αθηνών
Παναγιώτης Κόκκοτας, Καθηγητής της Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών του Πανεπιστημίου Αθηνών
Περικλής Περιστερόπουλος, Φυσικός, Υποψήφιος Διδάκτορας, Καθηγητής στο 3ο Λύκειο Βύρωνα
Γιώργος Τιμοθέου, Φυσικός, Λυκειάρχης στο 2ο Λυκείου Αγ. Παρασκευής

ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΚΡΙΣΗΣ
Νικόλαος Φλυτζάνης (Πρόεδρος), Καθηγητής Τμήματος Φυσικής του Πανεπιστημίου Κρήτης
Εμμανουήλ Καλοψικάκης, Φυσικός, τ. Σχολικός Σύμβουλος
Χρήστος Ξενάκης, Δρ. Φυσικός, Σχολικός Σύμβουλος Φθιώτιδος
Δήμος Πάλλας, Φυσικός, Υποδιευθυντής 1ου Λυκείου Λαμίας
Κωνσταντίνος Στεφανίδης, Δρ. Φυσικός, Σχολικός Σύμβουλος Πειραιά

ΕΠΙΜΕΛΕΙΑ ΕΚΔΟΣΗΣ
Σωτηρία Θεοδωρίδου, Φυσικός, Καθηγήτρια στο Ενιαίο Λύκειο Λαυρίου

ΕΚΔΟΤΙΚΟΣ ΟΙΚΟΣ
Εκδοτικές Τομές Ορόσημο Α.Ε.

ATÉLIER: ART CHOICE
Σχεδιασμός/Ηλεκτρονική σελιδοποίηση/Φιλμς
Διεύθυνση δημιουργικού: **Δημήτρης Κορωνάκος**
Υπεύθυνη Atélier: **Κασσάνδρα Παξιμάδη**
Φωτοστοιχειοθεσία: **Ιωάννα Φατούρου**
Επεξεργασία Εικόνων: **Άννα Νικηταρά**
Σχεδιασμός εικόνων: **Ελένη Μπέλμπα**
Σύμβουλος τεχν. υποστήριξης: **Αλέκος Αναγνωστόπουλος**

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ
Θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε τον Γιώργο Μπουργανό για τη συμβουλή του στην εύρεση των Ηλεκτρονικών Διευθύνσεων.

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΑΡΧΙΚΗΣ ΕΚΔΟΣΗΣ

Τα κεφάλαια 3, 4 και 5 προέρχονται από το βιβλίο «Φυσική Γενικής Παιδείας Β΄ τάξης Γενικού Λυκείου: Λύσεις Ασκήσεων», ΟΕΔΒ 2010.

ΟΜΑΔΑ ΣΥΓΓΡΑΦΗΣ
Νίκος Αλεξάκης, Msc Φυσικός, Καθηγητής 5ου Λυκείου Κορυδαλλού
Σταύρος Αμπατζής, Δρ. Φυσικός, Καθηγητής Γενναδείου Σχολής
Γιώργος Γκουγκούσης, Φυσικός, Ιδιοκτήτης - Διευθυντής Φροντιστηρίου
Βαγγέλης Κουντούρης, Φυσικός, Καθηγητής 1ου Γυμνασίου Ιλίου
Νίκος Μοσχοβίτης, Φυσικός, Καθηγητής Εκπαιδευτηρίων Κωστέα-Γείτονα
Σάββας Οβαδίας, Φυσικός, Καθηγητής Λυκείου Ν. Αρτάκης
Κλεομένης Πετρόχειλος, Φυσικός, Καθηγητής Αμερικανικού Κολλεγίου
Μενέλαος Σαμπράκος, Φυσικός, Ιδιοκτήτης - Διευθυντής Φροντιστηρίου
Αργύρης Ψαλίδας, Δρ. Φυσικός, Καθηγητής Κολλεγίου Αθηνών

ΣΥΝΤΟΝΙΣΤΗΣ ΣΥΓΓΡΑΦΙΚΗΣ ΟΜΑΔΑΣ
Κλεομένης Πετρόχειλος, Φυσικός, Καθηγητής Αμερικανικού Κολλεγίου

ΥΠΕΥΘΥΝΟΣ ΣΤΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΤΟΥ ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΟΥ ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟΥ
Χρήστος Ραγιαδάκος, Πάρεδρος στον τομέα Φυσικών Επιστημών
του Παιδαγωγικού Ινστιτούτου

ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΕΝΤΥΠΟΥ ΚΑΙ ΚΑΛΛΙΤΕΧΝΙΚΗ ΕΠΙΜΕΛΕΙΑ
Μαρία Παπαζαχαροπούλου

ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗ ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΣΧΗΜΑΤΩΝ
Μαρία Παπαζαχαροπούλου

ΕΠΙΜΕΛΕΙΑ ΤΩΝ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΩΝ ΑΣΚΗΣΕΩΝ
Πάρης Κοψιαύτης, Φυσικός Καθηγητής Εκπαιδευτηρίων Κωστέα-Γείτονα

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ
Ευχαριστούμε τον Γεν. Γραμματέα της Ε.Ε.Φ. κ. Παναγιώτη Φιλντίση για την πολύτιμη συμπαράσταση και συμβολή του στην υλοποίηση του έργου μας.

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΕΠΑΝΕΚΔΟΣΗΣ

Η επανέκδοση του παρόντος βιβλίου πραγματοποιήθηκε από το Ινστιτούτο Τεχνολογίας Υπολογιστών & Εκδόσεων «Διόφαντος» μέσω ψηφιακής μακέτας, η οποία δημιουργήθηκε με χρηματοδότηση από το ΕΣΠΑ / ΕΠ «Εκπαίδευση & Διά Βίου Μάθηση» / Πράξη «ΣΤΗΡΙΖΩ».

Οι διορθώσεις πραγματοποιήθηκαν κατόπιν έγκρισης του Δ.Σ. του Ινστιτούτου Εκπαιδευτικής Πολιτικής

1 ΚΑΜΠΥΛΟΓΡΑΜΜΕΣ ΚΙΝΗΣΕΙΣ: ΟΡΙΖΟΝΤΙΑ ΒΟΛΗ, ΚΥΚΛΙΚΗ ΚΙΝΗΣΗ

1. Α. Από την εξίσωση της ελεύθερης πτώσης έχουμε:

$h = \frac{1}{2} g_\Sigma t^2$ ή $g_\Sigma = \frac{2h}{t^2} \Rightarrow$ και με αντικατάσταση

$g_\Sigma = \frac{2 \cdot 7,2}{3^2} \mathrm{m/s^2}$ ή $g_\Sigma = 1,6\, \mathrm{m/s^2}$.

Β. i) Ο χρόνος που χρειάζεται το σώμα για να φθάσει στο έδαφος σύμφωνα με την αρχή επαλληλίας των κινήσεων, είναι πάλι 3s.
ii) Για την οριζόντια κίνηση έχουμε: $x = \upsilon t$ ή $x = 12 \cdot 3\mathrm{m}$ ή $x = 36\mathrm{m}$.

2. Α. Οι ζητούμενες εξισώσεις για τις δύο κινήσεις της βόμβας στους άξονες x και y είναι αντίστοιχα:

$x = \upsilon t$ (α) και $y = \frac{1}{2} g t^2$ (γ)

$\upsilon_x = \upsilon_o$ (β) και $\upsilon_y = gt$ (δ)

Β. Από τη (γ) έχουμε:

$y = \frac{1}{2} g t^2$ ή $g = \frac{2y}{t^2}$ ή $g = \frac{2 \cdot 500}{10^2} \mathrm{m/s^2}$ ή $g = 10\, \mathrm{m/s^2}$.

Γ. Επειδή η ταχύτητα υ_x της βόμβας είναι ίση με την ταχύτητα (υ_o) του αεροπλάνου, βόμβα και αεροπλάνο διανύουν κάθε στιγμή την ίδια απόσταση x. Έτσι τη στιγμή που η βόμβα φτάνει στο έδαφος, το αεροπλάνο βρίσκεται ακριβώς πάνω από το σημείο πρόσκρουσης, έχοντας μετατοπιστεί από το σημείο που άφησε τη βόμβα κατά $x = \upsilon_o t = 150 \cdot 10\mathrm{m}$ ή $x = 1.500\mathrm{m}$.

3. Η γραμμική ταχύτητα για κάθε σημείο του πλέγματος του τροχού είναι ίση με τη μεταφορική ταχύτητα του αυτοκινήτου. Δηλαδή υ=35m/s. Για την κεντρομόλο επιτάχυνση έχουμε:

$\alpha_\kappa = \frac{\upsilon^2}{R}$, όπου $R = \frac{\delta}{2} = \frac{0,8}{2} \mathrm{m}$ ή $R = 0,4\mathrm{m}$.

Έτσι $\alpha_\kappa = \frac{35^2}{0,4} \mathrm{m/s^2}$ ή $\alpha_\kappa = 3.062,5\, \mathrm{m/s^2}$.

4. Από τη σχέση $\upsilon = \omega R$, αν θέσουμε $\omega = \dfrac{2\pi}{T}$ βρίσκουμε για τη ζητούμενη ταχύτητα:

$$\upsilon = \frac{2\pi}{T} \cdot R = \frac{2 \cdot 3{,}14}{24 \cdot 3.600} \cdot 6.380 \cdot 10^3 \, m/s \text{ ή } \upsilon = 463 m/s.$$

Για την κεντρομόλο επιτάχυνση έχουμε:

$$\alpha_\kappa = \frac{\upsilon^2}{R} = \frac{463^2}{6.380 \cdot 10^3} \text{ ή } \alpha_\kappa = 0{,}034 m/s^2.$$

5. Για την ταχύτητα έχουμε:

$$\upsilon = \omega R = 2\pi f \frac{\delta}{2} = 2 \cdot 3{,}14 \cdot 8{,}5 \frac{13{,}8 \cdot 10^3}{2} m/s \text{ ή } \upsilon = 368 \cdot 10^3 m/s.$$

Η ζητούμενη κεντρομόλος επιτάχυνση είναι:

$$\alpha_\kappa = \frac{\upsilon^2}{R} = \frac{\left(368 \cdot 10^3\right)^2}{\frac{13{,}8 \cdot 10^3}{2}} m/s^2 \text{ ή } \alpha_\kappa = 19{,}6 \cdot 10^6 m/s^2.$$

6. **Α.** Η συχνότητα περιστροφής του κάδου είναι:

$$f = \frac{780}{60} Hz \text{ ή } f = 13 Hz$$

Β. Έτσι βρίσκουμε:

$$\upsilon = \omega R = 2\pi f R \text{ ή } \upsilon = 2\pi f \frac{\delta}{2} = 2 \cdot 3{,}14 \cdot 13 \cdot \frac{0{,}66}{2} m/s \text{ ή}$$

$$\upsilon = 26{,}9 m/s \text{ και } \alpha_\kappa = \frac{\upsilon^2}{R} = \frac{26{,}9^2}{0{,}33} m/s^2 \text{ ή } \alpha_\kappa = 2.193 m/s^2.$$

7. Η τιμή της τριβής, δηλαδή η κεντρομόλος δύναμη, δεν μπορεί να υπερβαίνει το 25% του βάρους του αυτοκινήτου.

Δηλαδή: $F_{\kappa(max)} = 0{,}25B$ ή $F_{\kappa(max)} = 0{,}25mg$.

Όμως $F_{\kappa(max)} = \dfrac{m\upsilon_{max}^2}{R}$ ή $0{,}25mg = \dfrac{m\upsilon_{max}^2}{R}$ ή $\upsilon_{max} = \sqrt{0{,}25gR}$

και με αντικατάσταση $\upsilon_{max} = 13 m/s$.

8. Για την περίοδο του ωροδείκτη και του λεπτοδείκτη βρίσκουμε:
$T_\Omega = 12h = 12 \cdot 3.600s$ ή $T_\Omega = 43.200s$ και $T_\Lambda = 1h = 1 \cdot 3.600s$ ή $T_\Lambda = 3.600s$.

Έστω ότι οι δείκτες σχηματίζουν για πρώτη φορά γωνία $\frac{\pi}{3}$ μετά από χρόνο t. Ο λεπτοδείκτης έχει διαγράψει γωνία

$\varphi_\Lambda = \omega_\Lambda t = \frac{2\pi}{T_\Lambda} t$ (1)

Αντίστοιχα ο ωροδείκτης θα έχει διαγράψει γωνία

$\varphi_\Omega = \omega_\Omega t = \frac{2\pi}{T_\Omega} t$ (2)

Όμως $\varphi_\Lambda - \varphi_\Omega = \frac{\pi}{3}$ οπότε αντικαθιστούμε τις (1) και (2)

και έχουμε $\frac{2\pi}{T_\Lambda} t - \frac{2\pi}{T_\Omega} t = \frac{\pi}{3}$ ή $2t\left(\frac{1}{T_\Lambda} - \frac{1}{T_\Omega}\right) = \frac{1}{3}$ ή

$2t\left(\frac{1}{3.600} - \frac{1}{43.200}\right) = \frac{1}{3}$ ή $t = 10,9\,\text{min}.$

9. Το βλήμα κινούμενο ομαλά χρειάζεται χρόνο t για να φθάσει στο δίσκο, ο οποίος είναι: $t = \frac{d}{\upsilon} = \frac{2}{400}\,\text{s}$ ή $t = 0,005\text{s}$. Στον ίδιο χρόνο t ο δίσκος περιστρέφεται κατά γωνία $\frac{\pi}{4}$.

Επομένως βρίσκουμε ότι:

$$\omega = \frac{\varphi}{t} = \frac{\frac{\pi}{4}\,\text{rad}}{0,005\text{s}} = \frac{\pi}{0,02}\,\text{rad/s} \quad \text{ή } \omega = 50\pi\ \text{rad/s}.$$

10. **Α.** Για την ταχύτητα του δορυφόρου βρίσκουμε:

$\upsilon = \omega(R+h) = \frac{2\pi}{T}(R+h)$ ή

$\upsilon = \frac{2\cdot 3,14}{4\cdot 3.600}\left(6.400\cdot 10^3 + 6.400\cdot 10^3\right)\text{m/s}$ ή $\upsilon = 5.581\ \text{m/s}.$

Β. Για τη γωνιακή ταχύτητα του δορυφόρου έχουμε:

$\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\cdot 3,14}{4\cdot 3.600}\,\text{rad/s}$ ή $\omega = 4,36\cdot 10^{-4}\,\text{rad/s}.$

2 ΔΙΑΤΗΡΗΣΗ ΤΗΣ ΟΡΜΗΣ

1. Η ορμή του λεωφορείου είναι:

$p = m\upsilon$, όπου $\upsilon = 72\text{km/h} = \dfrac{72.000}{3.600}\text{m/s} = 20\text{m/s}.$

Έτσι $p = 2.500 \cdot 20\text{kg}\dfrac{\text{m}}{\text{s}}$ ή $p = 5 \cdot 10^4\text{kg}\dfrac{\text{m}}{\text{s}}.$

2. Η ταχύτητα του αεροπλάνου είναι $\upsilon_0 = \dfrac{216.000}{3.600}\text{m/s} = 60\text{m/s}.$

Από την εξίσωση της ταχύτητας στην ομαλά επιβραδυνόμενη κίνηση έχουμε:

$\upsilon = \upsilon_0 - \alpha t$ ή $0 = \upsilon_0 - \alpha t$ ή $\alpha = \dfrac{\upsilon_0}{t} = \dfrac{60}{120}\text{m/s}^2$ ή $\alpha = 0,5\,\text{m/s}^2.$

Αλλά $F = m\alpha$ ή $F = 10^5 \cdot 0,5\text{N}$ ή $F = 5 \cdot 10^4\text{N}.$

3. Από το δεύτερο νόμο του Νεύτωνα έχουμε:

$F = \dfrac{\Delta p}{\Delta t} = \dfrac{m\upsilon_{\tau\varepsilon\lambda} - m\upsilon_{\alpha\rho\chi}}{\Delta t} = \dfrac{m\upsilon_{\tau\varepsilon\lambda}}{\Delta t}$ ή $F = \dfrac{0,5 \cdot 24}{0,03}\text{N}$ ή $F = 400\text{N}.$

4. Ο ρυθμός μεταβολής της ορμής είναι:

$\dfrac{\Delta p}{\Delta t} = \Sigma F$ ή $\dfrac{\Delta p}{\Delta t} = B = mg = 90 \cdot 10\text{N}$ ή $\dfrac{\Delta p}{\Delta t} = 900\text{N}.$

Επειδή ο αλεξιπτωτιστής θεωρούμε ότι κάνει ελεύθερη πτώση έχουμε

$$\upsilon = gt = 10 \cdot 1\text{m/s} \text{ ή } \upsilon = 10\text{m/s}.$$

5. **Α.** Θεωρώντας ως θετική φορά στον κατακόρυφο άξονα τη φορά από κάτω προς τα πάνω έχουμε:

$$\Delta\vec{p} = \vec{p}_{\tau\varepsilon\lambda} - \vec{p}_{\alpha\rho\chi} \text{ ή } \Delta p = p_{\tau\varepsilon\lambda} - (-p_{\alpha\rho\chi}) \text{ ή}$$

$$\Delta p = m\upsilon_2 + m\upsilon_1 = (0,5 \cdot 30 + 0,5 \cdot 10)\text{kg}\frac{\text{m}}{\text{s}} \text{ ή}$$

$$\Delta p = 20\text{kg}\frac{\text{m}}{\text{s}}.$$

Β. Για τη ζητούμενη μέση δύναμη έχουμε:

$$F = \frac{\Delta p}{\Delta t} = \frac{20}{0,25} N \text{ ή } F = 80N.$$

6. **Α.** Για τη μεταβολή της ορμής βρίσκουμε:

$$\Delta p = p_{τελ} - p_{αρχ} = mυ_{τελ} - 0 \text{ ή } \Delta p = 1.600 \frac{90 \cdot 10^3}{3.600} kg \frac{m}{s} \text{ ή}$$

$$\Delta p = 4 \cdot 10^4 kg \frac{m}{s}.$$

Β. Η ζητούμενη δύναμη υπολογίζεται από το δεύτερο νόμο του Νεύτωνα.

$$F = \frac{\Delta p}{\Delta t} = \frac{4 \cdot 10^4}{5} N \text{ ή } F = 8 \cdot 10^3 N.$$

7. **Α.** Για κάθε σταγόνα η μεταβολή της ορμής, αφού η τελική ταχύτητά τους είναι μηδέν, έχει τιμή:

$$\Delta p = mυ - 0 = mυ \text{ ή}$$

$$\Delta p = 3 \cdot 10^{-5} \cdot 17 kg \frac{m}{s} \text{ ή } \Delta p = 51 \cdot 10^{-5} kg \frac{m}{s}$$

Β. Για τη μέση δύναμη βρίσκουμε:

$$F = \frac{\Delta p_{ολ}}{\Delta t} = \frac{500 \cdot 51 \cdot 10^{-5}}{1} N \text{ ή } F = 255 \cdot 10^{-3} N.$$

8. **Α.** Για την ελάχιστη ορμή του σώματος έχουμε:

$$p_{min} = mυ_{min} \text{ ή } υ_{min} = \frac{p_{min}}{m} = \frac{2}{1} m/s \text{ ή } υ_{min} = 2m/s.$$

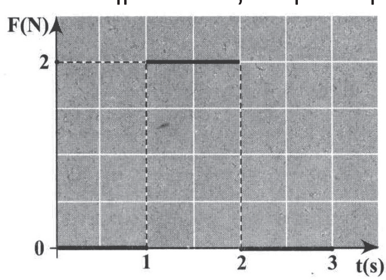
Αντίστοιχα για τη μέγιστη έχουμε:

$$p_{max} = mυ_{max} \text{ ή } υ_{max} = \frac{p_{max}}{m} = \frac{4}{1} m/s \text{ ή } υ_{max} = 4m/s.$$

Β. Η συνισταμένη δύναμη όπως προκύπτει από τη σχέση $\Sigma F = \frac{\Delta p}{\Delta t}$ είναι μηδέν για τα χρονικά διαστήματα 0s έως 1s και 2s έως 3s. Αντίθετα κατά το χρονικό διάστημα 1s έως 2s η κλίση της ευθείας είναι σταθερή και κατά συνέπεια η δύναμη έχει σταθερή τιμή

$$F = \frac{\Delta p}{\Delta t} = \frac{4-2}{1} N \text{ ή } F = 2N.$$

Έτσι έχουμε:



9. Το σώμα επιταχύνεται με την επίδραση της δύναμης F και της τριβής T για την οποία βρίσκουμε:

$$T = \mu F_\kappa = \mu mg = 0{,}1 \cdot 200 \cdot 10\text{N} \text{ ή } T = 200\text{N}.$$

Έτσι από το θεμελιώδη νόμο της μηχανικής έχουμε:

$$\Sigma F = \frac{\Delta p}{\Delta t} \text{ ή } F - T = \frac{m\upsilon - 0}{\Delta t} \text{ ή } \upsilon = \frac{(F-T)\Delta t}{m} =$$

$$= \frac{(500-200)4}{200}\text{m/s} \text{ ή } \upsilon = 6\text{m/s}.$$

10. Α. $p_{\pi\rho\iota\nu} = m\upsilon_1 = 0{,}1 \cdot 10\text{kg}\frac{\text{m}}{\text{s}}$ ή $p_{\pi\rho\iota\nu} = 1\text{kg}\frac{\text{m}}{\text{s}}$

$$p_{\mu\varepsilon\tau\acute{\alpha}} = m\upsilon_2 = 0{,}1 \cdot 8\text{kg}\frac{\text{m}}{\text{s}} \text{ ή } p_{\mu\varepsilon\tau\acute{\alpha}} = 0{,}8\text{kg}\frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Β. Για τη ζητούμενη μεταβολή της ορμής, θεωρώντας τη φορά της υ_1 ως θετική έχουμε:

$$\Delta p = p_{\mu\varepsilon\tau\acute{\alpha}} - p_{\pi\rho\iota\nu} = (-0{,}8-1)\text{kg}\frac{\text{m}}{\text{s}} \text{ ή } \Delta p = -1{,}8\text{kg}\frac{\text{m}}{\text{s}}.$$

Γ. Η δύναμη που δέχτηκε από τον τοίχο το μπαλάκι είναι:

$F = \frac{\Delta p}{\Delta t} = \frac{-1{,}8}{0{,}1}\text{N}$ ή $F = -18\text{N}$. Προφανώς η κατεύθυνση της F είναι αντίθετη από αυτή της ταχύτητας υ_1.

11. Α. Από την αρχή διατήρησης της ορμής έχουμε:

$$0 = m\upsilon_0 + MV \text{ ή } V = -\frac{m\upsilon_0}{M} \text{ ή } V = -\frac{1 \cdot 1.000}{1.000}\frac{\text{m}}{\text{s}} \text{ ή } V = -1\text{m/s}.$$

(Το μείον δηλώνει ότι η φορά της ταχύτητας V είναι αντίθετη της ταχύτητας υ_0).

Β. Από το θεμελιώδη νόμο της Μηχανικής έχουμε:

$\Sigma F = \frac{\Delta p}{\Delta t}$, όπου ΣF είναι μόνο η τριβή T.

Έτσι βρίσκουμε: $T = \frac{\Delta p}{\Delta t}$ ή $\mu Mg = \frac{0 - MV}{\Delta t}$ ή $\mu g = \frac{-V}{\Delta t}$ ή

$\Delta t = \frac{-V}{\mu g} = \frac{-(-1)}{0,05 \cdot 10} s$ ή $\Delta t = 2s.$

12. Α. Από τη σχέση $\vec{p}_{o\lambda} = \vec{p}_1 + \vec{p}_2$ για κάθε μια περίπτωση έχουμε:

$p_{o\lambda} = p_1 + p_2 = m_1 \upsilon_1 + m_2 \upsilon_2$ ή

$p_{o\lambda} = (2 \cdot 10 + 4 \cdot 6) kg \frac{m}{s}$ ή $p_{o\lambda} = 44 kg \frac{m}{s}$ και

$p_{o\lambda} = p_1 - p_2 = m_1 \upsilon_1 - m_2 \upsilon_2 = (2 \cdot 10 - 4 \cdot 6) kg \frac{m}{s}$ ή

$p_{o\lambda} = -4 kg \frac{m}{s}$, με κατεύθυνση αυτή της ταχύτητας υ_2 την οποία θεωρήσαμε ως αρνητική.

Β. Για την πλαστική κρούση ισχύει η αρχή διατήρησης της ορμής. Έτσι:

$m_1 \upsilon_1 - m_2 \upsilon_2 = (m_1 + m_2) V$ ή $V = \frac{m_1 \upsilon_1 - m_2 \upsilon_2}{m_1 + m_2} = \frac{-4}{6} m/s$ ή $V = -\frac{2}{3} m/s$.

Δηλαδή το συσσωμάτωμα μετά την κρούση έχει ταχύτητα $\frac{2}{3} m/s$, ίδιας κατεύθυνσης με αυτή της ταχύτητας υ_2.

13. Προφανώς θεωρούμε το κιβώτιο ακίνητο για το μικρό χρονικό διάστημα που διέρχεται το βλήμα. Έτσι:

Α. $m_1 \upsilon_1 + 0 = m_1 \upsilon_1' + m_2 \upsilon_2'$ ή $\upsilon_2' = \frac{m_1(\upsilon_1 - \upsilon_1')}{m_2}$ ή

$\upsilon_2' = \frac{0,1(400 - 100)}{2} m/s$ ή $\upsilon_2' = 15 m/s.$

Β. Η ζητούμενη μέση δύναμη F είναι:

$F = \frac{\Delta p}{\Delta t} = \frac{m_2 \upsilon_2 - 0}{\Delta t} = \frac{2 \cdot 15}{0,1} N$ ή $F = 300 N.$

14. Από την αρχή διατήρησης της ορμής αμέσως πριν και μετά τη διάσπαση έχουμε:

$M\upsilon = m_1 \upsilon_1 + m_2 \upsilon_2$ ή $M\upsilon = m_1 \upsilon_1 + (M - m_1) \upsilon_2$ ή $\upsilon_2 = \frac{M\upsilon - m_1 \upsilon_1}{M - m_1} =$

$= \frac{1.000 \cdot 500 - 800 \cdot 1.000}{200} m/s$ ή $\upsilon_2 = -1.500 m/s$.

Δηλαδή το κομμάτι m_2 αποκτά ταχύτητα $1.500 m/s$ αντίθετης κατεύθυνσης από αυτή της ταχύτητας υ του πυραύλου την οποία θεωρήσαμε ως θετική.

15. **Α.** Αν θεωρήσουμε ότι στη μάζα $M=1.200 kg$ του πρώτου αυτοκινήτου συμπεριλαμβάνεται και η σχετικά μικρή μάζα του μαθητή, μπορούμε να βρούμε την ορμή p_2 του δεύτερου αυτοκινήτου με την αρχή διατήρησης της ορμής. Πράγματι αφού η ορμή διατηρείται και η τελική ορμή του συσσωματώματος των δύο αυτοκινήτων είναι μηδέν, έχουμε:

$$\vec{p}_1 + \vec{p}_2 = \vec{p}_{ολ} \text{ ή } p_1 - p_2 = 0 \text{ ή } p_2 = p_1 \text{ ή}$$

$$p_2 = M\upsilon = 1.200 \frac{72.000}{3.600} kg \frac{m}{s} \text{ ή}$$
$$p_2 = 24.000 kg \frac{m}{s} \cdot$$

Β. Ο μαθητής έχει αρχικά την ταχύτητα του πρώτου αυτοκινήτου, δηλαδή $\upsilon=20 m/s$. Έτσι από το δεύτερο νόμο του Νεύτωνα, η δύναμη F που του ασκεί η ζώνη για να τον ακινητοποιήσει τελικά είναι:

$$F = \frac{\Delta p}{\Delta t} = \frac{p_{τελ} - p_{αρχ}}{\Delta t} = \frac{0 - m\upsilon}{\Delta t} \text{ ή } F = \frac{0 - 60 \cdot 20}{0,12} N \text{ ή } F = -10.000 N.$$

Μπορείτε να διαπιστώσετε ότι η δύναμη αυτή είναι πολύ μεγαλύτερη από το βάρος $B = mg = 60 \cdot 10 N = 600 N$.

16. **Α.** Από την αρχή διατήρησης της ορμής έχουμε:

$$\vec{p}_1 + \vec{p}_2 = \vec{p}_{ολ} \text{ ή } m_1\upsilon_1 + 0 = (m_1 + m_2)V \text{ ή}$$

$$\upsilon_1 = \frac{(m_1 + m_2)V}{m_1} = \frac{(2.000 + 1.000)4}{2.000} m/s \text{ ή } \upsilon_1 = 6 m/s.$$

Β. Για τη μεταβολή Δp του δεύτερου οχήματος έχουμε:

$$\overrightarrow{\Delta p} = \vec{p}_{τελ} - \vec{p}_{αρχ} \text{ ή } \Delta p = m_2 V - 0 \text{ ή}$$
$$\Delta p = 1.000 \cdot 4 kg \frac{m}{s} \text{ ή } \Delta p = 4.000 kg \frac{m}{s}.$$

Γ. Για το πρώτο όχημα βρίσκουμε:

$$\overrightarrow{\Delta p} = \vec{p}_{\tau\varepsilon\lambda} - \vec{p}_{\alpha\rho\chi} \text{ ή } \Delta p = m_1 V - m_1 \upsilon_1 = m_1(V - \upsilon_1) \text{ ή}$$

$$\Delta p = 2.000(4-6)\text{kg}\frac{\text{m}}{\text{s}} \text{ ή } \Delta p = -4.000\text{kg}\frac{\text{m}}{\text{s}}.$$

Δηλαδή όπως αναμέναμε, η ελάτωση της ορμής του πρώτου οχήματος είναι ίση ακριβώς με την αύξηση της ορμής του δεύτερου.

17. **Α.** Η ταχύτητα V του συσσωματώματος είναι:

$$m_1\upsilon_1 - m_2\upsilon_2 = (m_1 + m_2)V \text{ ή } V = \frac{m_1\upsilon_1 - m_2\upsilon_2}{m_1 + m_2} \text{ ή}$$

$V = \dfrac{0,4\cdot 20 - 0,6\cdot 5}{0,4+0,4}\text{m/s}$ ή $V = 5\text{m/s}$, δηλαδή ίδιας κατεύθυνσης με την κατεύθυνση του πρώτου σώματος την οποία θεωρήσαμε ως θετική.

Β. Στην πλαστική κρούση η κινητική ενέργεια δε διατηρείται και συγκεκριμένα μειώνεται. Έτσι έχουμε:

$$\Delta K = K_{\alpha\rho\chi} - K_{\tau\varepsilon\lambda} \text{ ή } \Delta K = \frac{1}{2}m_1\upsilon_1{}^2 + \frac{1}{2}m_2\upsilon_2{}^2 - \frac{1}{2}(m_1+m_2)V^2 \text{ ή}$$

$$\Delta K = \left(\frac{1}{2}0,4\cdot 20^2 + \frac{1}{2}0,6\cdot 5^2 - \frac{1}{2}(0,4+0,6)5^2\right)\text{J} \text{ ή } \Delta K = 75\text{J}.$$

Γ. Από το θεώρημα μεταβολής της κινητικής ενέργειας βρίσκουμε για το ζητούμενο διάστημα:

$$\frac{1}{2}(m_1+m_2)V^2 - TS = 0 \text{ ή } \frac{1}{2}(m_1+m_2)V^2 - \mu(m_1+m_2)gS = 0 \text{ ή}$$

$$S = \frac{\frac{1}{2}(m_1+m_2)V^2}{\mu(m_1+m_2)g} = \frac{\frac{1}{2}\cdot 5^2}{0,2\cdot 10}\text{m} \text{ ή } S = 6,25\text{m}$$

3 ΔΥΝΑΜΕΙΣ ΜΕΤΑΞΥ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΦΟΡΤΙΩΝ

1. Έστω φορτίο Q περιέχει n ηλεκτρόνια. Θα έχουμε $Q=n\cdot q_e$,

επομένως $n=\frac{Q}{q}$, άρα:

Α. $n=0{,}625\cdot 10^{19}e$

Β. $n=0{,}625\cdot 10^{16}e$

Γ. $n=0{,}625\cdot 10^{13}e$

Δ. $n=0{,}625\cdot 10^{10}e$

Ε. $n=0{,}625\cdot 10^{7}e$

2. Η δύναμη μεταξύ των φορτίων δίνεται από το Νόμο του Coulomb:

$F=k\frac{q_1\cdot q_2}{r^2}$ (Οι δυνάμεις είναι απωθητικές)

Α. $F_1=k\frac{q_1\cdot q_2}{r_1^{\,2}}\Rightarrow F_1=16\cdot 10^{-3}\,N$

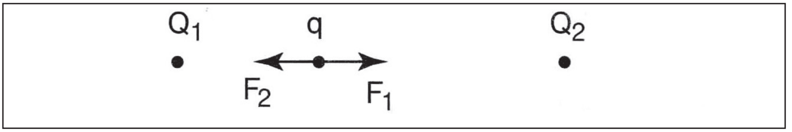
Β. $F_2=k\frac{q_1\cdot q_2}{r_2^{\,2}}\Rightarrow F_2=4\cdot 10^{-3}\,N$

3. Από τον νόμο του Coulomb $r=\sqrt{\frac{k\cdot q\cdot q}{F}}\Rightarrow r=2\cdot 10^{-5}\,m.$

4. Εφόσον δίδεται ότι η δύναμη είναι ελκτική το φορτίο q είναι αρνητικό. Το μέτρο του φορτίου δίνεται από τη σχέση:

$$|q|=\frac{F\cdot d^2}{k|Q|}\Rightarrow |q|=4\cdot 10^{-9}\,C$$

5.



Η δύναμη που δέχεται το δοκιμαστικό φορτίο q είναι η συνισταμένη των δυνάμεων F_1 και F_2 από τα φορτία Q_1 και Q_2 αντίστοιχα.

Επομένως:

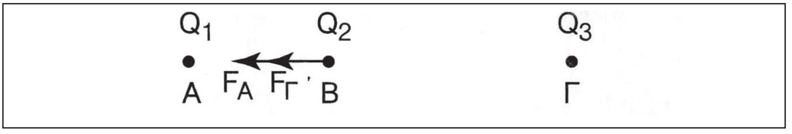
$$F_1 = k\frac{Q_1 q}{(r/2)^2} \Rightarrow F_1 = 43,2\text{N}$$

όμοια $$F_2 = k\frac{Q_2 q}{(r/2)^2} \Rightarrow F_2 = 28,8\text{N}$$

άρα $\Sigma F = F_1 - F_2 \Rightarrow \Sigma F = (43,2 - 28,8)\text{N} \Rightarrow \boxed{\Sigma F = 14,4\text{N}}$

και έχει τη φορά της F_1.

6.



$(\text{ΒΓ}) = (\text{ΑΓ}) - (\text{ΑΒ}) \Rightarrow (\text{ΒΓ}) = 0,8\text{m}$

$$F_A = k\frac{|Q_1 \cdot Q_2|}{(\text{AB})^2} \Rightarrow F_A \simeq 0,34\text{N}$$

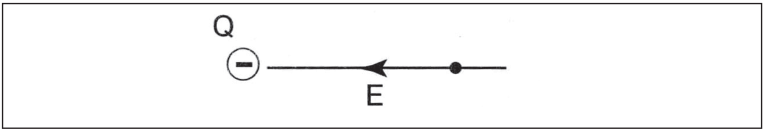
$$F_B = k\frac{|Q_3 \cdot Q_4|}{(\text{B}\Gamma)^2} \Rightarrow F_B = 0,21\text{N}$$

Επειδή οι δυνάμεις F_A, F_Γ είναι ομόρροπες η δύναμη που δέχεται το φορτίο Q_2 είναι:

$$\Sigma F = F_A + F_B \Rightarrow \boxed{\Sigma F = 0,55\text{N}}$$

και έχει την ίδια κατεύθυνση με τις F_A, F_Γ.

7.



Το μέτρο της έντασης του πεδίου είναι:

$$E = \frac{F}{q} \text{ και από το Ν. του Coulomb } F = k\frac{|Q \cdot q|}{r^2}$$

έχουμε: $E = k\frac{|Q|}{r^2}$ άρα $E=2 \cdot 10^7 N/C$

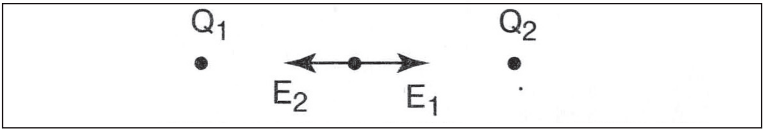
και έχει φορά προς το φορτίο πηγή Q.

8. Όπως γνωρίζουμε το μέτρο της έντασης δίνεται από τη σχέση,

$$E = k\frac{|Q|}{r^2} \Rightarrow r = \frac{k|Q|}{E} \Rightarrow r = 100m$$

9. $E = k\frac{|Q|}{r^2} \Rightarrow |Q| = \frac{E \cdot r^2}{k} \Rightarrow |Q| = 4 \cdot 10^{-22} C.$

10.



Επειδή οι εντάσεις είναι αντίθετες η ένταση στο μέσο θα υπολογισθεί από τη διαφορά των εντάσεων E_1 και E_2.

$$E_1 = k\frac{|Q_1|}{(r/2)^2} \Rightarrow E_1 = 86 \cdot 10^5 N/C$$

$$E_2 = k\frac{|Q_2|}{(r/2)^2} \Rightarrow E_2 = 16 \cdot 10^5 N/C$$

άρα: $E_{ολ} = E_1 - E_2 \Rightarrow E_{ολ} = 20 \cdot 10^5 N/C$

και κατεύθυνση της E_1.

11. **Α.** Η ένταση στο σημείο Σ έχει μέτρο:

$$E_\Sigma = \frac{F}{|q_1|} \Rightarrow E_\Sigma = 10^3\,\mathrm{N/C}$$

και κατεύθυνση την θετική του άξονα x.

Β. Το φορτίο q_2 θα δεχτεί δύναμη μέτρου:

$$F' = E \cdot |q_2| \Rightarrow F' = 4 \cdot 10^{-3}\,\mathrm{N}$$

και κατεύθυνση αντίθετη της E.

12. Έστω σημείο Σ της ευθείας, όπου η ένταση θεωρείται μηδέν, και το σημείο απέχει απόσταση x από το Α. Πρέπει επομένως η ένταση από το φορτίο $+2\mu C$ και η αντίθετης φοράς ένταση από το φορτίο $+8\mu C$, να έχουν ίσα μέτρα (ώστε η συνισταμένη τους να είναι μηδέν).

$$E_1 = E_2 \text{ ή } k\frac{|Q_1|}{x^2} = k\frac{|Q_2|}{(d-x)^2} \text{ ή } \left(\frac{d-x}{x}\right)^2 = \left|\frac{Q_2}{Q_1}\right| \text{ ή}$$

$$\frac{d}{x} = 1 \pm \sqrt{\left|\frac{Q_2}{Q_1}\right|} \text{ ή } x = \frac{d}{1 \pm \sqrt{\left|\frac{Q_2}{Q_1}\right|}}$$

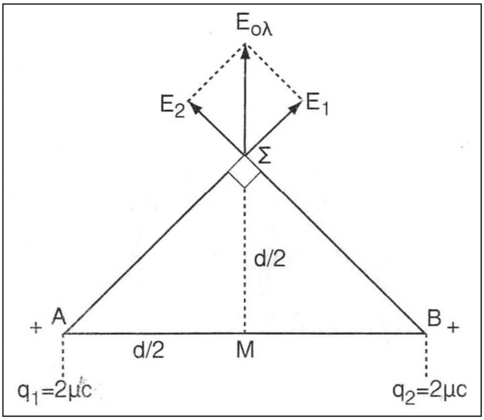
$x_1 = 0{,}1\mathrm{m}$ δεκτή όταν $q_1 q_2 > 0$

$x_2 = -0{,}3\mathrm{m}$ δεκτή όταν $q_1 q_2 < 0$

(ή $x_2 = 0{,}3\mathrm{m}$ το σημείο (Α) εκτός της (ΑΒ)).

13. Η ένταση στο σημείο Σ υπολογίζεται από τη συνισταμένη των δύο εντάσεων που δημιουργούν τα q_1 και q_2 τα οποία επειδή είναι ίσα δημιουργούν ίσου μέτρου εντάσεις στο Σ,

$(\text{ΑΣ})=(\text{ΒΣ})=\sqrt{18}\text{m}$.



Το μέτρο των εντάσεων είναι:

$$E_1 = E_2 = k\frac{|q_1|}{(\text{ΑΣ})^2} \Rightarrow E_1 = E_2 = 2\cdot 10^3\,\text{N/C}.$$

$\vec{E}_{ολ} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2$ άρα το μέτρο της συνισταμένης είναι:

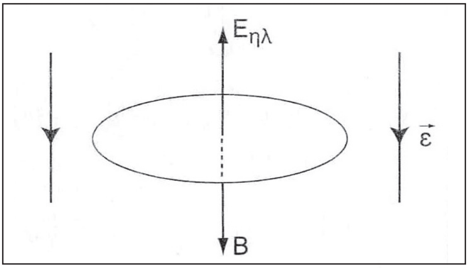
$$E_{ολ} = \sqrt{E_1^{\,2} + E_2^{\,2}} \text{ ή } E_{ολ} = \sqrt{2E_1^{\,2}} \text{ ή } E_{ολ} = E_1\sqrt{2}$$

επειδή E_1 και E_2 είναι κάθετες μεταξύ τους.
Άρα:

$$E_{ολ} = 2000\cdot\sqrt{2}\ \text{N/C}$$

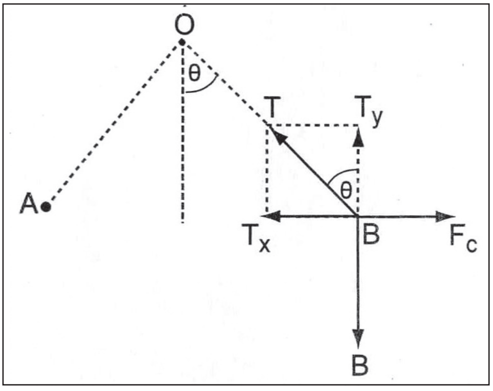
και σχηματίζει γωνία 45° με κάθε μία από τις E_1 και E_2.

14. Το ηλεκτρικό φορτίο του δίσκου θα είναι αρνητικό ώστε η δύναμη που θα δέχεται από το ηλεκτρικό πεδίο να έχει φορά αντίθετη του βάρους και έτσι ο δίσκος να ισορροπεί.



Άρα: $F_{ηλ}=B$ ή $E\cdot q=B$ ή $q=\dfrac{B}{E}$ ή $q=32\cdot 10^{-5}C$

15. Στη θέση ισορροπίας ασκούνται οι δυνάμεις όπως στο σχήμα. Λόγω ισορροπίας ισχύουν:



$$\left.\begin{array}{l}\Sigma\vec{F}_x=\vec{0}\Leftrightarrow F_c=T_x\\ \Sigma\vec{F}_y=\vec{0}\Leftrightarrow B=T_y\end{array}\right\}\dfrac{T_y}{T_x}=\dfrac{B}{F_c}\quad (1)$$

Επειδή $\theta=45^\circ \Rightarrow εφθ=1$ (2)

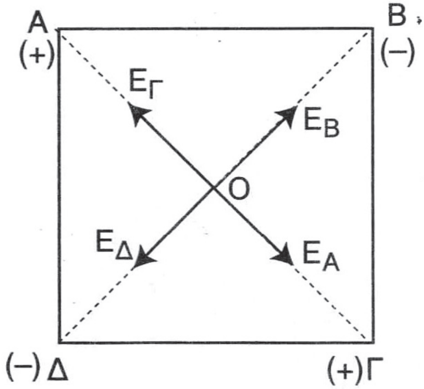
Επομένως $k\dfrac{|Q\cdot Q|}{r^2}=B\Rightarrow |Q|=\sqrt{\dfrac{B\cdot r^2}{k}}$ (3)

όμως η απόσταση $r^2=(AB)^2=2\ell^2$ (4)

από τις (3) και (4) έχουμε:

$$|Q| = \sqrt{\frac{2B\ell^2}{k}} \text{ και } Q = 2\cdot10^{-6}C.$$

16. Οι εντάσεις λόγω των τεσσάρων φορτίων στο κέντρο του τετραγώνου έχουν μέτρα:



$E_A = k\frac{|Q_1|}{r^2}$

άρα $E_A = 18\cdot10^7 N/C$

$E_B = k\frac{|Q_2|}{r^2}$

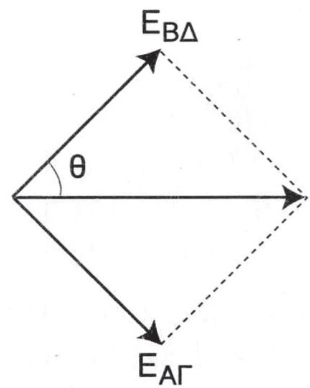
άρα $E_B = 36\cdot10^7 N/C$

$E_\Gamma = k\frac{|Q_3|}{r^2}$

άρα $E_\Gamma = 17{,}46\cdot10^7 N/C$

$E_\Delta = k\frac{|Q_4|}{r^2}$

άρα $E_\Delta = 35{,}28\cdot10^7 N/C$



Υπολογίζουμε τη συνισταμένη με διεύθυνση (ΑΓ):

$E_{A\Gamma} = E_A - E_\Gamma = 0{,}54\cdot10^7 N/C$

Υπολογίζουμε τη συνισταμένη με διεύθυνση (ΒΔ):

$E_{B\Delta} = E_B - E_\Delta = 0{,}72\cdot10^7 N/C$

Και επομένως η συνισταμένη ένταση έχει μέτρο:

$$E_{o\lambda} = \sqrt{E_{A\Gamma}{}^2 + E_{B\Delta}{}^2} \quad \text{ή} \quad E_{o\lambda} = 9\cdot10^6 N/C$$

και $\varepsilon\varphi\theta = \frac{E_{A\Gamma}}{E_{B\Delta}}$ ή $\varepsilon\varphi\theta = 0{,}75$.

17. Α. Η μετατόπιση δίνεται από τη σχέση: $x = \frac{1}{2}\alpha t^2$ (1)

Η επιτάχυνση που δέχεται είναι: $\alpha = \frac{F}{m}$ (2)

Η δύναμη από το ηλ. πεδίο είναι: $F = E \cdot q$ (3)

(3) $\Rightarrow F = 12 \cdot 10^6 N$

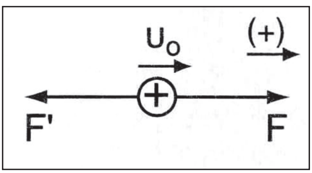
(2) $\Rightarrow \alpha = 1{,}2 m/s^2$

από την (1) έχουμε: $x = 0{,}6 m$.

Β. Η κινητική ενέργεια του φορτίου είναι:

$$\left.\begin{array}{l} k = \frac{1}{2} m\upsilon^2 \\ \upsilon = \alpha t \end{array}\right\} k = \frac{1}{2} m\alpha^2 t^2$$ άρα $k = 7{,}2 \cdot 10^{-6}$Joule.

18. Έστω F η δύναμη από το αρχικό πεδίο, F' η αντίστοιχη από το αντίρροπο πεδίο και υ_o η ταχύτητα που απέκτησε από την προηγούμενη κίνηση.



Ο χρόνος που χρειάζεται μέχρι να μηδενιστεί η ταχύτητα του φορτίου δίνεται από τη σχέση $t = \frac{\upsilon_o}{\alpha'}$ από την οποία προκύπτει:

$$\alpha' = \frac{\upsilon_o}{t} \text{ ή } \alpha' = 1 \cdot 2 m/s^2 \text{ (1)}$$

Επίσης από το νόμο του Νεύτωνα έχουμε:

$$F - F' = -m \cdot \alpha \Rightarrow \mathcal{E}q - \mathcal{E}'q = -m\alpha \Leftrightarrow \mathcal{E}' = \frac{m\alpha}{q} + \mathcal{E} \Rightarrow \mathcal{E}' = 24 N/C$$

19. Η δυναμική ενέργεια του συστήματος δίνεται από τη σχέση:

$$U = k\frac{Q_1 Q_2}{r}$$ άρα $U = -0{,}54$Joule

20. Από τη σχέση $U = k\dfrac{Q_1Q_2}{r} \Rightarrow r = k\dfrac{Q_1Q_2}{U}$ και βρίσκουμε ότι:

$$r = 0{,}4\text{m}.$$

21. Από τη σχέση $U = k\dfrac{Q \cdot q}{r}$ έχουμε $U = -10{,}8 \cdot 10^{-4}$Joule.

22. Από τη σχέση του δυναμικού έχουμε: $V = k\dfrac{Q}{r}$ ή $V = 6 \cdot 10^4$V.

23. Από τη σχέση $V = k\dfrac{Q}{r} \Rightarrow r = \dfrac{k \cdot Q}{V}$ και $r = 0{,}45$m.

24. **Α.** Από τη σχέση του δυναμικού: $U = q \cdot V$ βρίσκουμε $U = -20 \cdot 10^{-6}$J.
Β. Εφόσον η δυναμική του ενέργεια είναι αρνητική πρέπει να του προσφερθεί ενέργεια ίση με $+20 \cdot 10^{6}$Joule για τη μεταφορά του φορτίου στο άπειρο.

25. Έστω $Q_1 = +2\mu C$ και $Q_2 = +18\mu C$ που βρίσκονται στις θέσεις Α και Β αντίστοιχα και απέχουν απόσταση $d = 16$cm.

Α. Έστω ότι η ένταση μηδενίζεται στη θέση Μ που απέχει απόσταση x από το Α.
Η ένταση στο σημείο Μ οφείλεται σε δύο πεδία που δημιουργούνται από τα φορτία Q_1 και Q_2.
Εφόσον η ένταση στο Μ υποτέθηκε μηδενική θα πρέπει

$$E_1 = E_2 \text{ ή } k\frac{|Q_1|}{x^2} = k\frac{|Q_2|}{(d-x)^2} \text{ ή } \left(\frac{d-x}{x}\right)^2 = \left|\frac{Q_2}{Q_1}\right|$$

Επομένως $x = \dfrac{d}{1 \pm \sqrt{\dfrac{Q_2}{Q_1}}}$ οπότε $x_1 = 0{,}04$m η λύση $x_2 = -0{,}8$m

απορρίπτεται.

Β. Στο σημείο Μ το δυναμικό θα είναι $V_M = V_1 + V_2$ (1)

$V_1 = k\dfrac{Q_1}{x} \Rightarrow V_1 = 4,5 \cdot 10^5 V$ (2)

$V_2 = k\dfrac{Q_2}{d-x} \Rightarrow V_2 = 13,5 \cdot 10^5 V$ (3)

από τη σχέση (1) λόγω των (2) και (3) έχουμε: $V_M = 18 \cdot 10^5 V$.

26. Α. Για $r_1 = 2m$: $V_1 = k\dfrac{Q}{r_1}$ ή $V_1 = 9 \cdot 10^3 V$

Για $r_2 = 4m$: $V_2 = k\dfrac{Q}{r_2}$ ή $V_2 = 4,5 \cdot 10^3 V$

Β. $U_1 = q \cdot V_1$ ή $U_1 = 9 \cdot 10^{-3} J$

Γ. $W_F = q(V_1 - V_2)$ ή $W_F = 9 \cdot 10^{-3} J$.

27. Α. Η δυναμική ενέργεια του ηλεκτρονίου είναι: $U = k\dfrac{Q \cdot q_e}{r}$

από αυτή βρίσκουμε: $U = -1,1 \cdot 10^{-24} J$.

Β. Η κινητική ενέργεια του ηλεκτρονίου είναι:

$$K = \frac{1}{2} m\upsilon^2 \quad (1)$$

η δύναμη Coulomb είναι κεντρομόλος και επομένως:

$$k\frac{Qq}{r^2} = \frac{m\upsilon^2}{r} \quad (2)$$

από την (1) λόγω της (2) έχουμε:

$K = \dfrac{1}{2} k \dfrac{Qq}{r}$ και επομένως:

$K = 0,55 \cdot 10^{-24} J$.

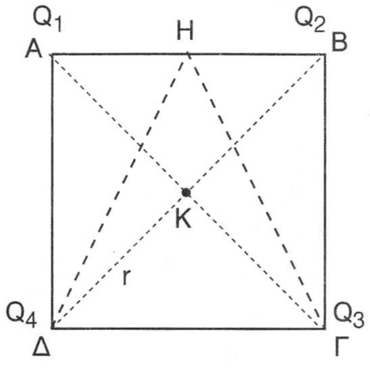
Γ. Η ολική ενέργεια $E = U + K$ βρίσκουμε: $E = -0,55 \cdot 10^{-24} J$.

28. Α. Το δυναμικό στο σημείο Μ είναι:

$$V_M = V_1 + V_2 + V_3 + V_4 \text{ ή}$$

$$V_M = k\frac{Q_1}{(AM)} + k\frac{Q_2}{(MB)} + k\frac{Q_3}{(M\Gamma)} + k\frac{Q_4}{(\Delta M)} \text{ ή}$$

$$V_M = \frac{k}{(AM)}(Q_1 - |Q_2|) + \frac{k}{(M\Gamma)}(Q_3 - |Q_4|)$$



από την οποία βρίσκουμε:

$V_M = -111{,}24 \cdot 10^3 V$.

Β. $V_K = V_1 + V_2 + V_3 + V_4$ ή

$$V_K = k\frac{Q_1}{r} + k\frac{Q_2}{r} + k\frac{Q_3}{r} + k\frac{Q_4}{r}$$

από την οποία βρίσκουμε

$V_K = -108 \cdot 10^3 V$.

29. Α. Το έργο κατά τη μετακίνηση του φορτίου από το Μ στο άπειρο είναι:

$W_1 = q\left(V_M - V_\infty\right)$ ή $W_1 = q \cdot V_M$ ή $W_1 = -111{,}24 \cdot 10^{-3}\,J$

Β. Όμοια $W_2 = q\left(V_K - V_\infty\right)$ ή $W_2 = q \cdot V_K$ ή $W_2 = -108 \cdot 10^{-3}\,J$.

30. Από το θεώρημα της κινητικής ενέργειας έχουμε:

$$K_T - K_A = W_F \text{ ή } K_T - K_A = q \cdot V \text{ ή } \frac{1}{2}m\upsilon^2 - 0 = q \cdot V \text{ ή}$$

$$\upsilon = \sqrt{\frac{2qV}{m}} \quad \text{άρα } \upsilon = 11 \cdot 10^5 \text{m/s.}$$

31. **Α.** Η ηλεκτρική ενέργεια που ελευθερώθηκε κατά τη διάρκεια του κεραυνού, είναι ίση με τη μεταβολή δυναμικής ενέργειας του φορτίου.

$$E_{\eta\lambda} = \Delta U = q \cdot V \text{ ή } E_{\eta\lambda} = -1{,}25 \cdot 10^9 \text{J}$$

Β. Η μέση ισχύς από τη σχέση $\overline{P} = \dfrac{E_{\eta\lambda}}{t}$ ή $\overline{P} = -1{,}25 \cdot 10^9$ watt.

32. **Α.** $C = \dfrac{Q}{V} \Rightarrow V = \dfrac{Q}{C} \Rightarrow V = 50 \cdot 10^{-3}$ V ή 50mV.

Β. Η ενέργεια του πυκνωτή είναι $E_{\eta\lambda} = \dfrac{1}{2}QV$ από τον τύπο βρίσκουμε: $E_{\eta\lambda} = 25 \cdot 10^{-6}$J.

33. Το εμβαδόν κάθε οπλισμού είναι $S = 200\text{cm}^2$ ή $2 \cdot 10^{-2}\text{m}^2$ το μήκος $\ell = 5 \cdot 10^{-4}$ m.

Χωρητικότητα του πυκνωτή είναι: $C = \varepsilon \cdot \varepsilon_o \dfrac{S}{\ell}$

Επειδή $\varepsilon = 1$ έχουμε $C = \varepsilon_o \dfrac{S}{\ell}$ και από αυτή έχουμε:

$C = 3{,}54 \cdot 10^{-10}$F.

34. Από την $C = \varepsilon_o \dfrac{S}{\ell}$ έχουμε: $\ell = \dfrac{\varepsilon_o \cdot S}{C}$ από όπου βρίσκουμε

$$\ell = 1\text{mm.}$$

35. **Α.** Η χωρητικότητα του πυκνωτή είναι: $C = \varepsilon_o \dfrac{S}{\ell}$ από όπου βρίσκουμε: $C = 4{,}43 \cdot 10^{-10}$F.

Β. Το φορτίο του πυκνωτή είναι: $Q = CV$ από όπου $Q = 886 \cdot 10^{-10}$C.

36. ΠΡΙΝ (ΤΟ ΔΙΠΛΑΣΙΑΣΜΟ)

$C = 2{\cdot}10^{-6}F$

$Q = C{\cdot}V = 300{\cdot}10^{-6}C$

$V = 150V$

$E = V/\ell = 7.500V/m$

$E_{\eta\lambda} = \frac{1}{2}Q \cdot V = 225 \cdot 10^{-4}\,J$

ΜΕΤΑ (ΤΟ ΔΙΠΛΑΣΙΑΣΜΟ)

$C' = \varepsilon_o \frac{s}{2\ell} = 10^{-6}\,F$

$V' = \frac{Q}{C'} = 300V$

$E' = \frac{V'}{2\ell} = 0,75 \cdot 10^4\,V/M$

$E_{\eta\lambda} = \frac{1}{2}Q \cdot V' = 450 \cdot 10^{-4}\,J$

37. Η ένταση δίνεται από την $E = \frac{V}{\ell}$ από την οποία βρίσκουμε

$$E = 160V/m$$

38. Η απόσταση μεταξύ των οπλισμών είναι $\ell = \frac{V}{E}$ από την οποία βρίσκουμε $\ell = 0{,}2m$.

39. **Α.** Για τη μετακίνηση του θετικού φορτίου από την αρνητική στη θετική πλάκα απαιτείται έργο εξωτερικής δύναμης ίσο με το αρνητικό έργο της δύναμης του πεδίου. Άρα:

$$W_{F_{\varepsilon\xi}} = q{\cdot}V = 18{\cdot}10^{-6}\text{Joule}$$

Β. Σ’ αυτή την περίπτωση το πεδίο μετακινεί το φορτίο αυθόρμητα και επομένως θα πρέπει να ασκηθεί στο φορτίο εξωτερική δύναμη ώστε να μετακινηθεί με σταθερή κινητική ενέργεια. Το έργο αυτό θα είναι αντίθετο του έργου της δύναμης του πεδίου, άρα:

$$W_{F_{\varepsilon\xi}} = -q{\cdot}V = -18{\cdot}10^{-6}\text{Joule}$$

40. **Α.** $K = q{\cdot}V$ βρίσκουμε $K = 3{,}2{\cdot}10^{-15}J$.

Β. $K = \frac{1}{2}m\upsilon^2$ άρα: $\upsilon = \sqrt{\frac{2K}{m}}$ βρίσκουμε: $\upsilon = 8,4 \cdot 10^7\,m/s$.

41. Εφ’ όσον αιωρείται η σταγόνα $\Sigma F=0$ ή $F_{\eta\lambda}=B$ (1)

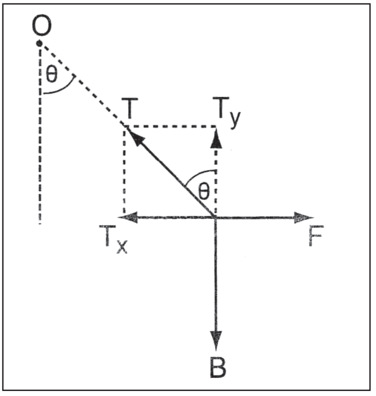
Αλλά η $F_{ηλ} = E \cdot q$ ή $F_{ηλ} = \frac{V}{\ell} \cdot q$ (2)

Από τις (1) και (2) $q = \frac{B \cdot \ell}{V}$ βρίσκουμε: $q = 6{,}4 \cdot 10^{-19} C$.

42. $\Sigma \vec{F}_y = 0$ ή $T_y = B$

$\Sigma \vec{F}_x = 0$ ή $T_x = F$

$\frac{T_y}{T_x} = \frac{B}{F} \Leftrightarrow εφθ = \frac{B}{F}$ (1)



$F = E \cdot q = \frac{V}{\ell} q$ (2)

από τις (1) και (2) έχουμε:

$$V = \frac{mg\ell \cdot εφ30^o}{q}$$ βρίσκουμε:

$$V = 9{,}43V.$$

43. **Α.** Η ένταση του ηλεκτρικού πεδίου βρίσκεται από τη σχέση:

$$E = \frac{V_{ΚΛ}}{\ell} \text{ άρα } E = 200 \ \frac{V}{m}$$

Β. $V_{ΚΛ} = V_Κ - V_Λ \Rightarrow V_Λ = V_Κ - V_{ΚΛ} \Rightarrow V_Λ = -800V.$

44. Η ένταση του πεδίου δίνεται από τη σχέση:

$$E = \frac{V}{\ell} \text{ και επομένως } E = 20 \frac{V}{cm}$$

άρα μεταξύ των σημείων (ΚΛ) η διαφορά δυναμικού $V_{ΚΛ}$ βρίσκεται από την αντίστοιχη σχέση:

$$E = \frac{V_{ΚΛ}}{\ell_{ΚΛ}} \text{ άρα } V_{ΚΛ} = E \cdot \ell_{ΚΛ} \text{ άρα: } V_{ΚΛ} = 1200V$$

Α. Επομένως το έργο της δύναμης του πεδίου είναι:

$$W_{ΚΛ} = q \cdot V_{ΚΛ} \text{ άρα } W_{ΚΛ} = 12 \cdot 10^{-4} J.$$

Β. Το έργο $W_{ΜΚ}$ είναι μηδενικό διότι η δύναμη του πεδίου είναι κάθετη στη μετατόπιση ΜΚ (ή διότι η $V_{ΜΚ} = 0$).

Γ. Το έργο $W_{ΚΛΜΚ}$ είναι μηδενικό γιατί το ηλεκτροστατικό πεδίο είναι συντηρητικό (ή $V_{ΚΛΜΚ} = 0$).

4 ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΣΜΟΣ

1. $B = k_\mu \dfrac{2I}{r} \Rightarrow B = 10^{-7}\dfrac{2\cdot 10^2}{10\cdot 10^{-2}}T \Rightarrow B = 2\cdot 10^{-4}T$

3. Α. $B = k_\mu \dfrac{2I}{r} \Rightarrow I = \dfrac{B\cdot r}{2\cdot k_\mu} \Rightarrow I = \dfrac{2\cdot 10^{-5}\cdot 20\cdot 10^{-2}}{2\cdot 10^{-7}}A \Rightarrow I = 20A$

Β. $B = k_\mu \dfrac{2\cdot 2I}{2r} \Rightarrow B = \dfrac{10^{-7}\cdot 2\cdot 40}{2\cdot 20\cdot 10^{-2}} = 2\cdot 10^{-5}T$

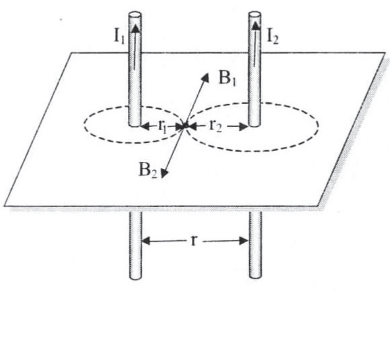
4. $I = \dfrac{\varepsilon}{R} \Rightarrow I = \dfrac{90}{15} = 6A$

$B = k_\mu \dfrac{2I}{r} \Rightarrow B = \dfrac{10^{-7}\cdot 2\cdot 6}{10\cdot 10^{-2}}T \Rightarrow B = 1{,}2\cdot 10^{-5}T$

5. Α. Ομόρροπα:

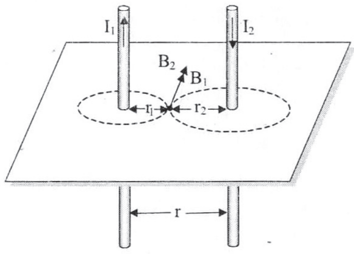
$$B_{ολ} = B_1 - B_2 = k_\mu \frac{2I_1}{\frac{r}{2}} - k_\mu \frac{2I_2}{\frac{r}{2}} \Rightarrow B_{ολ} = \frac{4k_\mu}{r}(I_1 - I_2) \Rightarrow$$

$$B_{ολ} = \frac{4\cdot 10^{-7}}{30\cdot 10^{-2}}(-10)T \Rightarrow B_{ολ} = -\frac{4}{3}10^{-5}T$$



Β. Αντίρροπα:

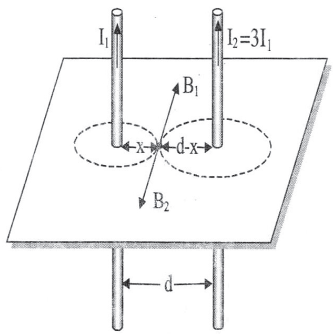
$$B_{ολ} = B_1 + B_2 \Rightarrow B_{ολ} = \frac{4k_\mu}{r}(I_1 + I_2) \Rightarrow B_{ολ} = 4 \cdot 10^{-5}\,T.$$



6. Α. Ομόρροπα:

Πρέπει $B_1 = B_2 \Rightarrow k_\mu \frac{2I_1}{x} = \frac{k_\mu \cdot 6I_1}{d - x} \Rightarrow \frac{1}{x} = \frac{3}{d - x} \Rightarrow d - x = 3x \Rightarrow$

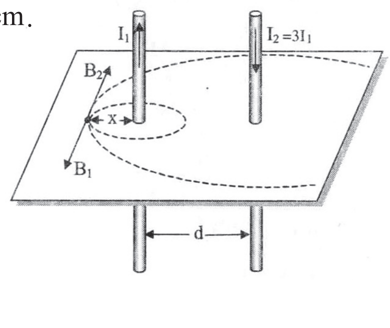
$$d = 4x \Rightarrow x = \frac{d}{4} = 7,5\,cm.$$



Β. Αντίρροπα:

Πρέπει $B_1 = B_2 \Rightarrow k_\mu \frac{2I_1}{x} = k_\mu \cdot 2\frac{3I_1}{d + x} \Rightarrow \frac{1}{x} = \frac{3}{d + x} \Rightarrow d + x = 3x \Rightarrow$

$$d = 2x \Rightarrow x = \frac{d}{2} \Rightarrow x = 15\,cm.$$

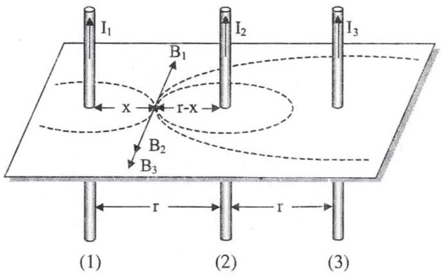


7. Πρέπει

$$B_1 = B_2 + B_3 \Rightarrow k\frac{2I_1}{x} = k\frac{2I_2}{r-x} + k\frac{2I_3}{2r-x} \Rightarrow \frac{I_1}{x} = \frac{I_1}{r-x} + \frac{2,5I_1}{2r-x} \Rightarrow$$

$$(r-x)x = x(2r-x) + 2,5x(r-x) \Rightarrow x^2 - 10x + 16 = 0 \Rightarrow$$

x=8cm ή x=2cm

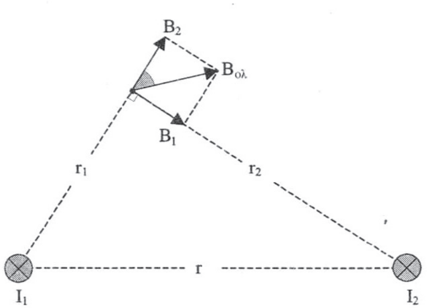


8. $B_{ολ} = \sqrt{B_1{}^2 + B_2{}^2}$ (1)

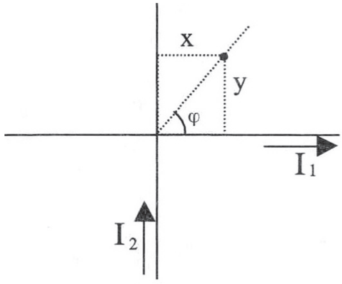
$$B_1 = k_\mu \frac{2I_1}{r_1} \Rightarrow B_1 = \frac{10^{-7}\cdot 2\cdot 15}{3\cdot 10^{-2}}T = 10^{-4}T$$

$$B_2 = k_\mu \frac{2I_2}{r_2} \Rightarrow B_2 = \frac{10^{-7}\cdot 2\cdot 20}{4\cdot 10^{-2}}T = 10^{-4}T$$

(1) $\Rightarrow B_{ολ} = \sqrt{\left(10^{-4}\right)^2 + \left(10^{-4}\right)^2} \Rightarrow B_{ολ} = 10^{-4}\sqrt{2}T$



9. Πρέπει $\left.\begin{array}{l} B_1 = B_2 \Rightarrow k_\mu \dfrac{2I_1}{\psi} = k_\mu \dfrac{2I_2}{x} \Rightarrow \dfrac{I_1}{\psi} = \dfrac{I_1\sqrt{3}}{x} \Rightarrow \dfrac{\psi}{x} = \dfrac{\sqrt{3}}{3} \\ \varepsilon\varphi\theta = \dfrac{\psi}{x} \end{array}\right\} \Rightarrow \theta = 30^o$



με τον αγωγό που διαρρέεται από ρεύμα I_1.

10. $B = k_\mu \dfrac{2\pi I_1}{r} \Rightarrow I = \dfrac{Br}{2\pi k_\mu} \Rightarrow I = \dfrac{2\pi \cdot 10^{-5} \cdot 10 \cdot 10^{-2}}{2\pi \cdot 10^{-7}} A \Rightarrow I = 10A.$

11. $B = k_\mu \dfrac{2\pi I}{r} N \Rightarrow r = k_\mu \dfrac{2\pi I \cdot N}{B} \Rightarrow r = 10^{-7} \dfrac{2\pi \cdot 5 \cdot 3}{3 \cdot 10^{-4}} m \Rightarrow$

$r = 10^{-2} \pi m \Rightarrow \boxed{r = \pi cm}$

12. $I = \dfrac{\varepsilon}{R_1 + R_2} \Rightarrow I = \dfrac{20}{20} A = 1A$

$B = k_\mu \dfrac{2\pi I}{r} \Rightarrow B = 10^{-7} \dfrac{2\pi\ 1}{10\pi \cdot 10^{-2}} \Rightarrow$

$B = 2 \cdot 10^{-6} T$

13. $\left.\begin{array}{l} B = k_\mu \dfrac{2\pi I}{r} \\ I = \dfrac{\Delta q}{\Delta t} = \dfrac{q}{T} = fq \end{array}\right\} B = k_\mu \dfrac{2fq}{r} \Rightarrow$

$B = 10^{-7} \dfrac{2\pi 10^3 \cdot 32 \cdot 10^{-3}}{\pi 3,2 \cdot 10^{-2}} T \Rightarrow B = 2 \cdot 10^{-4} T$

14. $B_1 = B_2 = k_\mu \dfrac{2\pi I}{r} \Rightarrow B_1 = B_2 = \dfrac{10^{-7} \cdot 2\pi \cdot 10}{\pi \cdot 2 \cdot 10^{-2}}\ T = 10^{-4} T$

$B_{o\lambda} = \sqrt{B_1{}^2 + B_2{}^2} \Rightarrow B_{o\lambda} = \sqrt{\left(10^{-4}\right)^2 + \left(10^{-4}\right)^2} = 10^{-4}\sqrt{2}T$

15. **A.** $B = B_1 + B_2 \Rightarrow B = k_\mu \dfrac{2I_1}{r} + k_\mu \dfrac{2\pi I_1}{r} \Rightarrow B = k_\mu \dfrac{2I_1}{r}(1+\pi)$

B. $B = \sqrt{B_1^2 + B_2^2} \Rightarrow B_{o\lambda} = \sqrt{(k_\mu \dfrac{2I_1}{r})^2 + (k_\mu \dfrac{2\pi I_1}{r})^2} \Rightarrow B_{o\lambda} = k_\mu \dfrac{2I}{r}\sqrt{1+\pi^2}$.

16. $B_1 = k_\mu \dfrac{2I_1}{\frac{r}{2}} \Rightarrow B_1 = \dfrac{10^{-7} \cdot 2 \cdot 15 \cdot 2}{30 \cdot 10^{-2}} = 2 \cdot 10^{-5} T$

$B_2 = B_1 = 2 \cdot 10^{-5} T$

$B_3 = k_\mu \dfrac{2\pi I_3}{\frac{r}{2}} \Rightarrow B_3 = \dfrac{10^{-7} \cdot 2\pi \cdot 30}{\pi \cdot 15 \cdot 10^{-2}} \Rightarrow B_3 = 4 \cdot 10^{-5} T$

Άρα $B_{o\lambda} = B_3 = 4 \cdot 10^{-5} T$

A. $B_{1,2} = B_1 - B_2 = 0$

B. $B_{1,2} = B_1 + B_2 = 4 \cdot 10^{-5} T$

$B_{o\lambda} = \sqrt{B_{1,2}{}^2 + B_3{}^2} \Rightarrow B_{o\lambda} = \sqrt{\left(4 \cdot 10^{-5}\right)^2 + \left(4 \cdot 10^{-5}\right)^2} \Rightarrow$

$$\boxed{B_{o\lambda} = 4 \cdot 10^{-5}\sqrt{2}T}$$

17. $B_1 = k_\mu \dfrac{2\pi \cdot I_1}{r}, B_2 = k_\mu \dfrac{2\pi I_1}{2r} = \dfrac{B_1}{2}, B_3 = \dfrac{B_1}{3}$

$B_\nu = \dfrac{B_1}{\nu}$

18. Πρέπει

$$B_1 = B_2 \Rightarrow k_\mu \frac{2I_1}{5r} = k_\mu \frac{2\pi I_2}{r} \Rightarrow \frac{I_1}{5r} = \frac{\pi I_2}{r} \Rightarrow I_1 = \frac{5\cdot 5\cdot \pi}{\pi} = 25A$$

19. $$B = k_\mu \frac{\pi 2I}{r} \Rightarrow I = \frac{5\cdot 10^{-5}\cdot 0,2}{10^{-7}\cdot 2\pi} \Rightarrow I = \frac{50}{\pi}A$$

$$R = \frac{\varepsilon}{I} \Rightarrow R = \frac{100}{\frac{50}{\pi}} = 2\pi\Omega$$

$$\lambda = \frac{R}{2\pi r} = \frac{2\pi}{2\pi\cdot 0,2} = 5\frac{\Omega}{m}$$

20. $$I_1 = \frac{\varepsilon}{\frac{3R}{4}} = \frac{4\varepsilon}{3R}$$

$$I_2 = \frac{4\varepsilon}{R}$$

$$B_1 = \frac{3B}{4} \Rightarrow B_1 = \frac{3k_\mu \cdot 2\pi I_1}{4r} \Rightarrow B_1 = \frac{3k_\mu}{4}\frac{2\pi\cdot 4\varepsilon}{3R\cdot r} \overset{I=\varepsilon/R}{\Rightarrow} B_1 = k_\mu \frac{2\pi I}{r}$$

Όμοια $B_2 = \frac{B}{4} = k_\mu \frac{2\pi 4\varepsilon}{4.R.r} = k_\mu \frac{2\pi I}{r}$

Άρα: $B_{ολ} = B_1 - B_2 = 0$

21. $$B = k_\mu \cdot 4\pi \frac{N}{\ell} I \Rightarrow B = 10^{-7}\frac{4\pi\cdot 10^2}{20\cdot 10^{-2}}\frac{20}{\pi}T \Rightarrow B = 4\cdot 10^{-3}T$$

22. $$B = k_\mu \cdot 4\pi \frac{N}{\ell} I \Rightarrow I = \frac{B}{k_\mu \cdot 4\pi\frac{N}{\ell}} \Rightarrow I = \frac{8\pi\cdot 10^{-4}}{10^{-7}\cdot 4\pi\cdot 10^3} \Rightarrow I = 2A.$$

23. $B_{ολ} = B_1' + B_2'$

$$B_1' = \frac{B_1}{2} = \frac{k_μ \cdot 4π \cdot N_1 \cdot I}{2\ell} = \frac{10^{-7} \cdot 4π \cdot 10^3 \cdot 1}{2\ell} = 2π \cdot 10^{-4}\,T$$

$$B_2' = \frac{B_2}{2} = \frac{k_μ \cdot 4π \cdot N_2 \cdot I}{2\ell} = \frac{10^{-7} \cdot 4π \cdot 4 \cdot 10^3 \cdot 1}{2} = 8π \cdot 10^{-4}\,T$$

$$B_{ολ} = 10π \cdot 10^{-4}\,T \Rightarrow B_{ολ} = π \cdot 10^{-3}\,T$$

24. $R_Σ' = NR = 20Ω$

$$I = \frac{\mathcal{E}}{R_{ολ}} \Rightarrow I = \frac{40}{20+20} = 1A$$

$$B = k_μ \cdot 4π \frac{N}{\ell} I \Rightarrow B = \frac{10^{-7} \cdot 4π \cdot 10^3}{40π \cdot 10^{-2}} \Rightarrow B = 10^{-3}\,T.$$

25. Πρέπει $B_1 = B_2 \Rightarrow k_μ 4π \frac{N_1}{\ell} I_1 = k_μ \frac{2πI_2}{r} N_2 \Rightarrow$

$$2\frac{N_1}{\ell} I_1 = \frac{I_2 N_2}{r} \Rightarrow \frac{2N_1 I_1}{\ell} = \frac{10 I_1 N_2}{r} \Rightarrow$$

$$2.500 = \frac{10 \cdot 10}{r} \Rightarrow r = \frac{1}{10} = 0,1m$$

26. $B_Σ = k_μ \cdot 4π \frac{N}{\ell} I_2 \Rightarrow B_Σ = 10^{-7} \cdot 4π \cdot 100 \frac{10}{π} \Rightarrow B_Σ = 4 \cdot 10^{-4}\,T$

$$B_1 = k_μ \frac{2I_1}{d} \Rightarrow B_1 = 10^{-7} \frac{2 \cdot 30}{2 \cdot 10^{-2}} \Rightarrow B_1 = 3 \cdot 10^{-4}\,T$$

$$B_{ολ} = \sqrt{B_Σ^2 + B_1^2} = 5 \cdot 10^{-4}\,T$$

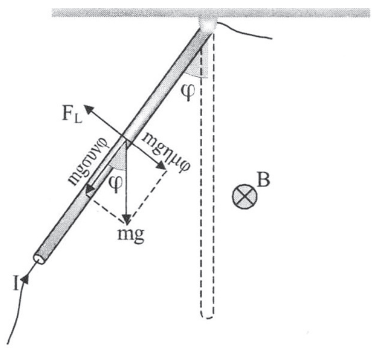
27. **Α.** $F_1 = B \cdot I \cdot \ell \cdot ημ90^o = 2 \cdot 10 \cdot 0,2 = 4N$

Β. $F_2 = B \cdot I \cdot \ell \cdot ημ30^o = 2 \cdot 10 \cdot 0,2 \frac{1}{2} = 2N$

Γ. $F_L = B \cdot I \cdot \ell \cdot ημ90^o = 0N$

28. Πρέπει: $mgημ30^o = F_L \Rightarrow mg \cdot ημ30^o = B \cdot I \cdot \ell \Rightarrow B = \dfrac{mg \cdot ημ30^o}{I\ell} \Rightarrow$

$$B = \frac{100 \cdot 10^{-3} \cdot 10 \frac{1}{2}}{5 \cdot 40 \cdot 10^{-2}} = 0,25T$$



29. $F_L = B \cdot I \cdot \ell \Rightarrow F_L = 0,4 \cdot 10 \cdot 20 \cdot 10^{-2} N \Rightarrow F_L = 0,8N$

$$W_{F_L} = F \cdot S = F \frac{1}{2} αt^2 = 0,8 \frac{1}{2} 2 \cdot 10^2 = 80J$$

30. Α. Πρέπει: $F_L = mg \Rightarrow B \cdot I_1 \cdot \ell = mg \Rightarrow I_1 = \dfrac{mg}{B\ell} = \dfrac{0,1 \cdot 10}{2 \cdot 0,2} = 2,5A$

Β. Πρέπει: $mg - F_L = mα \Rightarrow mg - B \cdot I_2 \cdot \ell = \dfrac{mg}{3} \Rightarrow mg - \dfrac{mg}{3} = B \cdot I_2 \cdot \ell \Rightarrow$

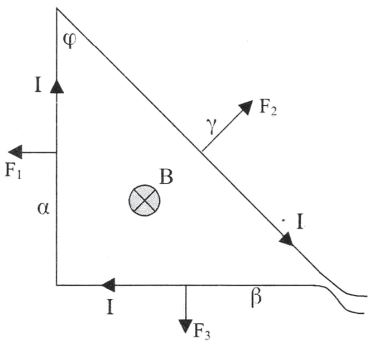
$$\frac{2mg}{3} = B \cdot I_2 \cdot \ell \Rightarrow I_2 = \frac{2mg}{3B\ell} \Rightarrow I_2 = \frac{0,1 \cdot 10 \cdot 2}{2 \cdot 0,2 \cdot 3} = \frac{5}{3}A$$

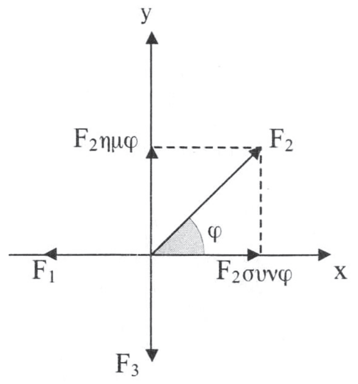
Γ. Πρέπει:

$$F_L - mg = mα \Rightarrow B \cdot I_3 \cdot \ell - mg = m\frac{g}{4} \Rightarrow B \cdot I_3 \cdot \ell = mg + m\frac{g}{4} \Rightarrow$$

$$B \cdot I_3 \cdot \ell = \frac{5mg}{4} \Rightarrow I_3 = \frac{5mg}{4B\ell} \Rightarrow I_3 = \frac{5 \cdot 0,1 \cdot 10}{4 \cdot 2 \cdot 0,2} = \frac{25}{8}A.$$

31. $\Sigma F_x = F_2 συνφ - F_1 = B\cdot I\cdot γ\cdot συνφ - B\cdot I\cdot α = 0$
$\Sigma F_y = F_2 ημφ - F_3 = B\cdot I\cdot γ\cdot ημφ - B\cdot I\cdot β = 0$
$\Sigma F = 0$





32. Για να ισορροπεί πρέπει:

$$F_L = mg \Rightarrow k_\mu \frac{2I_1\cdot I_2}{x}\ell = mg \Rightarrow I_2 = \frac{mg\cdot x}{k_\mu\cdot 2I_1\ell} \Rightarrow$$

$$I_2 = \frac{5\cdot 10^{-3}\cdot 10\cdot 2\cdot 10^{-2}}{10^{-7}\cdot 2\cdot 10^{2}\cdot 1} A \Rightarrow I_2 = 50A.$$

33. $$B_\Sigma = k_\mu\cdot 4\pi\frac{N}{\ell}I_1 \Rightarrow B_\Sigma = 10^{-7}\cdot 4\pi\cdot\frac{10}{10^{-2}}2{,}5T \Rightarrow B_\Sigma = \pi\cdot 10^{-3}T$$

$$F_L = B_\Sigma\cdot I_2\cdot\ell \Rightarrow I_2 = \frac{F_L}{B_\Sigma\cdot\ell} \Rightarrow I_2 = \frac{2\pi\cdot 10^{-2}}{\pi\cdot 10^{-3}\cdot 40\cdot 10^{-2}} \Rightarrow I_2 = 50A$$

$$I_2 = \frac{\varepsilon}{R_{ολ}} \Rightarrow R_{ολ} = \frac{100}{50} = 2\Omega$$

$$R_{ολ} = R + r \Rightarrow R = 2 - 0{,}5 = 1{,}5\Omega$$

34. Όταν δε διαρρέεται από ρεύμα
$mg = F_{ελ}$ άρα $mg = 0{,}4N$
$F_L = F_1 - F_2 = 0{,}2N$

Αλλά: $F_L = B \cdot I \cdot \ell \Rightarrow B = \dfrac{F_L}{I \cdot \ell} \Rightarrow$

$$B = \frac{0,2}{10 \cdot 1} = 2 \cdot 10^{-2}\,T$$

35. Όταν τα ελατήρια έχουν το φυσικό τους μήκος ισχύει:

$F_L = mg \Rightarrow B \cdot I \cdot \ell = mg \Rightarrow mg = 3N.$

Όταν έχουν επιμηκυνθεί κατά x θα έχουμε:

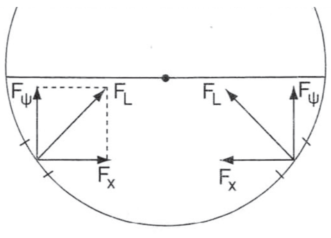
$$F_L + mg = 2kx \Rightarrow I_1 = \frac{2kx - mg}{B \cdot \ell} \Rightarrow$$

$$I_1 = \frac{2 \cdot 10 \cdot 4,5 \cdot 10^{-3} - 3}{1,5 \cdot 40 \cdot 10^{-2}} \Rightarrow I_1 = 10A$$

36. Η επιπλέον ένδειξη οφείλεται στη δύναμη Laplace.

Άρα: $F_L = 3N$. Όμως $\Sigma F_x = 0$, άρα $F_{ολ} = \Sigma F_ψ \Rightarrow F_{ολ} = \Sigma B \cdot I \cdot \Delta\ell \cdot ημθ$

$$F_L = B \cdot I \cdot \Sigma\Delta\ell \cdot ημθ = B \cdot I \cdot 2r \Rightarrow B = \frac{F_L}{2 \cdot I \cdot r} \Rightarrow B = \frac{3}{10 \cdot 2 \cdot 0,15}T = 1T$$



37. $F_{ολ} = F_1 - F_2 \Rightarrow F_{ολ} = k_μ \dfrac{2I_1 \cdot I_2 α}{d} - k_μ \dfrac{2I_1 \cdot I_2 α}{d+β} \Rightarrow$

$$F_{ολ} = k_μ \cdot 2I_1 I_2 α \left(\frac{d + β - d}{d(d+β)} \right) \Rightarrow$$

$$F_{ολ} = 10^{-7} \cdot 2 \cdot 10 \cdot 5 \cdot 0,1 \frac{40 \cdot 10^{-2}}{10 \cdot 10^{-2}(40 \cdot 10^{-2} + 10 \cdot 10^{-2})} \Rightarrow$$

$$F_{ολ} = \frac{10^{-6} \cdot 4}{50 \cdot 10^{-2}} = 8 \cdot 10^{-6}\,N$$

38. $F_L = k_\mu \dfrac{2I_1 \cdot I_2 \cdot \ell}{x} \Rightarrow F_L = \dfrac{10^{-7} \cdot 2 \cdot 10 \cdot 50 \cdot 10}{2 \cdot 10^{-2}} \Rightarrow F_L = 5 \cdot 10^{-3}\,N.$

39. Πρέπει: $F_1 = F_2 \Rightarrow$

$$k_\mu \frac{2I_1 \cdot I_3 \cdot \ell}{x} = k_\mu \frac{2I_2 \cdot I_3 \cdot \ell}{r-x} \Rightarrow \frac{I_1}{x} = \frac{I_2}{r-x} \Rightarrow \frac{I_1}{x} = \frac{5I_1}{r-x} \Rightarrow$$

$$r - x = 5x \Rightarrow r = 6x \Rightarrow x = \frac{r}{6} = \frac{12}{6} = 2cm.$$

40. $B_1 = k_\mu \dfrac{3I_1}{\ell_o} = \dfrac{10^{-7} \cdot 2 \cdot 40}{4 \cdot 10^{-2}} \Rightarrow B_1 = 2 \cdot 10^{-4}\,T$

$$mg = B_1 \cdot I_2 \cdot \ell \Rightarrow mg = 2 \cdot 10^{-4} \cdot 50 \cdot 2 \Rightarrow mg = 2 \cdot 10^{-2}\,N.$$

$$F_L + mg = 2k \cdot \Delta x \Rightarrow B_2 \cdot I_2 \cdot \ell + mg = 2k \cdot \Delta x \Rightarrow$$

$$k_\mu \frac{2I_1 \cdot I_2 \cdot \ell}{\ell_o + \Delta x} + mg = 2k \cdot \Delta x \Rightarrow \frac{10^{-7} \cdot 2 \cdot 40 \cdot 50 \cdot 2}{5 \cdot 10^{-2}} + 2 \cdot 10^{-2} = 2k \cdot 10^{-2} \Rightarrow$$

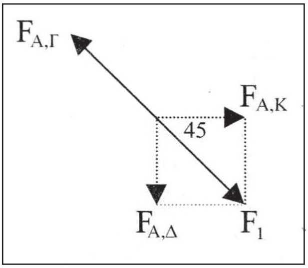
$$10^{-2} \cdot 1,6 + 2 \cdot 10^{-2} = 2k \cdot 10^{-2} \Rightarrow 3,6 \cdot 10^{-2} = 2k \cdot 10^{-2} \Rightarrow k = 1,8\frac{N}{m}$$

41. $F_{A,K} = k_\mu \dfrac{2I_A \cdot I_K}{\alpha}\ell \Rightarrow F_{A,K} = \dfrac{10^{-7} \cdot 2 \cdot 10 \cdot 20 \cdot 1}{10 \cdot 10^{-2}} \Rightarrow F_{A,K} = 4 \cdot 10^{-4}\,N$

$$F_{A,\Delta} = k_\mu \frac{2I_A \cdot I_\Delta}{\alpha}\,\ell = 4 \cdot 10^{-4}\,N$$

$$F_{A,\Gamma} = k_\mu \frac{2I_\Delta \cdot I_\Gamma}{\alpha\sqrt{2}}\ell \Rightarrow F_{A,\Gamma} = 10^{-7}\frac{2 \cdot 10 \cdot 10 \cdot 1}{10 \cdot 10^{-2}\sqrt{2}} = \sqrt{2} \cdot 10^{-4}\,N$$

$$F_1 = \sqrt{\left(4 \cdot 10^{-4}\right)^4 + \left(4 \cdot 10^{-4}\right)^2} = 4 \cdot 10^{-4}\sqrt{2}N$$



$$F_{o\lambda} = F_1 - F_{A,\Gamma} = 4 \cdot 10^{-4}\sqrt{2} - \sqrt{2} \cdot 10^{-4} = 3\sqrt{2} \cdot 10^{-4}\,N$$

42. $B_o = k_\mu 4\pi \frac{N}{\ell} I \Rightarrow B_o = 10^{-7} \cdot 4\pi \cdot 10^2 \cdot 10 \Rightarrow B_o = 4\pi \cdot 10^{-4}\,T$

$B = \mu B_o = 4\pi \cdot 10^{-1} = 0,4\pi T$

43. **Α.** $\Phi = B \cdot S \cdot \sigma\upsilon\nu 0^o = 2 \cdot 20 \cdot 10^{-4} = 4 \cdot 10^{-3}\,wb$

Β. $\Phi = B \cdot S \cdot \sigma\upsilon\nu 90^o = 0wb$

Γ. $\Phi = B \cdot S \cdot \sigma\upsilon\nu 60^o = 2 \cdot 20 \cdot 10^{-4}\frac{1}{2} = 2 \cdot 10^{-3}\,wb.$

44. $\mathcal{E} = \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}N = \frac{10^{-2} \cdot 10^2}{0,2} = 5V$

45. $S = \pi \cdot r^2$

$$\left.\begin{matrix} \Phi_{\alpha\rho\chi} = B \cdot S \\ \Phi_{\tau\varepsilon\lambda} = 0 \end{matrix}\right\} \Rightarrow \Delta\Phi = \left|\Phi_{\tau\varepsilon\lambda} - \Phi_{\alpha\rho\chi}\right| = B \cdot S$$

$$\mathcal{E} = \frac{|\Delta\Phi|}{\Delta t}N \Rightarrow \mathcal{E} = \frac{B \cdot S}{\Delta t}N \Rightarrow \mathcal{E} = \frac{0,1 \cdot \pi(10 \cdot 10^{-2})^2}{0,1}1 \Rightarrow \mathcal{E} = \pi \cdot 10^{-2}\,V.$$

46. $S=\pi\cdot r^2=\pi(20\cdot 10^{-2})^2 \Rightarrow S=\pi\cdot 400\cdot 10^{-4}=4\pi\cdot 10^{-2}\,m^2$

Α. $\left.\begin{matrix}\Phi_{\alpha\rho\chi}=B\cdot S\\ \Phi_{\tau\varepsilon\lambda}=4B\cdot S\end{matrix}\right\}\Rightarrow |\Delta\Phi|=|\Phi_{\tau\varepsilon\lambda}-\Phi_{\alpha\rho\chi}|=3B\cdot S$

$$\mathcal{E}=\frac{|\Delta\Phi|}{\Delta t}N\Rightarrow \mathcal{E}=\frac{3B\cdot S}{\Delta t}N\Rightarrow \mathcal{E}=\frac{3\cdot 2\cdot 4\pi\cdot 10^{-2}}{\pi}20\Rightarrow \mathcal{E}=4{,}8V.$$

Β. $\left.\begin{matrix}\Phi_{\alpha\rho\chi}=B\cdot S\\ \Phi_{\tau\varepsilon\lambda}=\frac{B}{4}S\end{matrix}\right\}\Rightarrow |\Delta\Phi|=|\Phi_{\tau\varepsilon\lambda}-\Phi_{\alpha\rho\chi}|=\left|\frac{B}{4}S\text{-}B\cdot S\right|=\frac{3}{4}B\cdot S$

$$\mathcal{E}=\frac{|\Delta\Phi|}{\Delta t}N\Rightarrow \mathcal{E}=\frac{3B\cdot S}{4\cdot\Delta t}N\Rightarrow \mathcal{E}=\frac{3\cdot 2\cdot 4\pi\cdot 10^{-2}}{4\cdot\pi}20=1{,}2V$$

Γ. $\left.\begin{matrix}\Phi_{\alpha\rho\chi}=B\cdot S\\ \Phi_{\tau\varepsilon\lambda}=BS\cdot\sigma\upsilon\nu 180^o\end{matrix}\right\}\Rightarrow \Delta\Phi=|\Phi_{\tau\varepsilon\lambda}-\Phi_{\alpha\rho\chi}|=|-BS-BS|=2B\cdot S$

$$\mathcal{E}=\frac{|\Delta\Phi|}{\Delta t}N\Rightarrow \mathcal{E}=\frac{2BS}{\Delta t}N=\frac{2\cdot 2\cdot 4\pi\cdot 10^{-2}}{\pi}20=3{,}2V$$

47. $R_\pi=N\cdot R_1=90\Omega$

$R_{o\lambda}=R_\pi+R_2=100\Omega$

Α. $\mathcal{E}=\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}N=\frac{|\Phi_{\tau\varepsilon\lambda}-\Phi_{\alpha\rho\chi}|}{\Delta t}N\Rightarrow \mathcal{E}=\frac{|2BS-BS|}{\Delta t}N\Rightarrow$

$$\mathcal{E}=\frac{BS}{\Delta t}N\Rightarrow \mathcal{E}=\frac{2\cdot 100\cdot 10^{-4}}{1}10^2=2V$$

$$I=\frac{\mathcal{E}}{R_{o\lambda}}=\frac{2}{100}=2\cdot 10^{-2}A$$

Β. $\mathcal{E} = \dfrac{\Delta\Phi}{\Delta t}N \Rightarrow \mathcal{E} = \dfrac{\left|\Phi_{\tau\varepsilon\lambda} - \Phi_{\alpha\rho\chi}\right|}{\Delta t}N \Rightarrow \mathcal{E} = \dfrac{\left|0 - BS\right|}{\Delta t}N \Rightarrow$

$\Rightarrow \mathcal{E} = \dfrac{2 \cdot 100 \cdot 10^{-4}}{1}10^2 \Rightarrow \mathcal{E} = 2V$

$I = \dfrac{\mathcal{E}}{R_{o\lambda}} = \dfrac{2}{100} = 2 \cdot 10^{-2}\,A.$

48. Α. $\left.\begin{array}{l}\Phi_{\alpha\rho\chi} = BS \\ \Phi_{\tau\varepsilon\lambda} = 0\end{array}\right\} \Rightarrow \Delta\Phi = \left|\Phi_{\tau\varepsilon\lambda} - \Phi_{\alpha\rho\chi}\right| \Rightarrow \Delta\Phi = \left|0 - BS\right| =$

$= k_\mu \cdot 4\pi \dfrac{N}{\ell} I \cdot S \Rightarrow \Delta\Phi = 10^{-7} \cdot 4\pi \cdot 500 \cdot 2 \cdot 20 \cdot 10^{-4} \Rightarrow \Delta\Phi = 8\pi \cdot 10^{-7}\,wb$

$\mathcal{E} = \dfrac{\left|\Delta\Phi\right|}{\Delta t}N = 4\pi \cdot 10^{-2}\,V$

$Q = \dfrac{\Delta\Phi}{R_{o\lambda}}N = \dfrac{8\pi \cdot 10^{-7}}{40}500 = \pi 10^{-5}\,C$

Β. $\left.\begin{array}{l}\Phi_{\alpha\rho\chi} = BS \\ \Phi_{\tau\varepsilon\lambda} = \mu BS\end{array}\right\} \Rightarrow \Delta\Phi = BS(\mu - 1)$

$\mathcal{E} = \dfrac{k_\mu\, 4\pi \dfrac{N}{\ell} I(\mu - 1) N \cdot S}{\Delta t} \Rightarrow \mathcal{E} = 0{,}8\,\pi V$

$Q = \dfrac{\Delta\Phi}{R}N = 2\pi \cdot 10^{-2}\,C$

49. Α. $\mathcal{E} = \dfrac{\left|\Delta\Phi\right|}{\Delta t} \Rightarrow \mathcal{E} = \dfrac{\Delta BS}{\Delta t} \Rightarrow \mathcal{E} = \pi r^2 \dfrac{\Delta B}{\Delta t} \Rightarrow \mathcal{E} = 2 \cdot \pi (10\sqrt{\pi} \cdot 10^{-2})^2 \Rightarrow$

$\mathcal{E} = 2\pi \cdot 10^2 \cdot \pi \cdot 10^{-4} \Rightarrow \mathcal{E} = 2\pi^2 \cdot 10^{-2} \Rightarrow \mathcal{E} = 0{,}2V$

$Q = C\mathcal{E} \Rightarrow Q = 2 \cdot 0{,}2 = 0{,}4\mu C$

Β. $U = \dfrac{1}{2}C\mathcal{E}^2 \Rightarrow U = \dfrac{1}{2}2 \cdot 10^{-6} \cdot 0{,}2^2 \Rightarrow U = 10^{-6} \cdot 4 \cdot 10^{-2} = 4 \cdot 10^{-8}\,J$

50. $$\left.\begin{aligned}\Phi_{\alpha\rho\chi} &= BS\\ \Phi_{\tau\varepsilon\lambda} &= 0\end{aligned}\right\} \Rightarrow \left|\Delta\Phi\right| = \left|\Phi_{\tau\varepsilon\lambda} - \Phi_{\alpha\rho\chi}\right| = BS$$

$$Q = \frac{\Delta\Phi}{R_{o\lambda}} N \Rightarrow Q = \frac{BS}{R_{o\lambda}} N \Rightarrow B = \frac{Q \cdot R_{o\lambda}}{S \cdot N} \Rightarrow B = \frac{5 \cdot 10^{-3} \cdot 50}{3 \cdot 0,2 \cdot 20} \Rightarrow$$

$$B = \frac{25 \cdot 10^{-3}}{12} \Rightarrow B = \frac{250}{12} 10^{-3} T \Rightarrow B = \frac{125}{6} 10^{-3} T$$

51. $$\mathcal{E}_1 = \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \Rightarrow \mathcal{E}_1 = \frac{0,2 - 0}{1} = 0,2V$$

Α. Από (1 έως 2)s $\mathcal{E}_2 = \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = \frac{0,2 - 0,2}{1} = 0V$

Από (2 έως 3)s $\mathcal{E}_3 = \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = \frac{(0 - 0,2)}{1} = -0,2V$

Β. $I_1 = \frac{\mathcal{E}_1}{R} = \frac{0,2}{10} = 0,02A$

$I_2 = 0A$

$I_3 = -0,02A$

52. $\mathcal{E} = B\upsilon\ell \Rightarrow \mathcal{E} = 0,2 \cdot 10 \cdot 2 = 4V$

53. **Α.** $\mathcal{E} = B\upsilon\ell \Rightarrow \mathcal{E} = 0,8 \cdot 5 \cdot 0,5 \Rightarrow \mathcal{E} = 2V$

$$I = \frac{\mathcal{E}}{R_{o\lambda}} \Rightarrow I = \frac{2}{10} = 0,2A$$

Β. $P = I^2 R_{o\lambda} \Rightarrow P = 0,2^2 \cdot 10 = 0,4W$

Γ. $F_{\varepsilon\xi} = F_L = BI\ell = 0,8 \cdot 0,2 \cdot 0,5 = 0,08N$

Δ. $V_{K\Lambda} = IR \Rightarrow V_{K\Lambda} = 0,2 \cdot 2 = 0,4V$.

54. Πρέπει $F = F_L = 0,4N$

$$F_L = BI\ell \Rightarrow F_L = B\frac{\mathcal{E}}{R}\ell \Rightarrow F_L = B\frac{B\upsilon\ell}{R}\ell \Rightarrow \upsilon = \frac{F_L \cdot R}{B^2\ell^2} \Rightarrow$$

$$\upsilon = \frac{0,4\cdot 2}{0,2^2\cdot 1^2} = \frac{0,8}{0,04} = 20m/s$$

55. $R_{ολ} = \frac{R_1R_2}{R_1+R_2} + R_{ΚΛ} \Rightarrow R_{ολ} = \frac{18}{9} + 2 = 4\Omega$

$$I_{ολ} = \frac{B\upsilon\ell}{R_{ολ}} \Rightarrow I_{ολ} = \frac{0,2\cdot 10\cdot 1}{4} = 0,5A$$

$$V_{ΚΛ} = I_{ολ}\cdot R_{1,2} = 0,5\cdot 2 = 1V$$

$$I_1 = \frac{V_{ΚΛ}}{R_1} = \frac{1}{6}A$$

$$I_2 = \frac{V_{ΚΛ}}{R_2} = \frac{1}{3}A$$

56. Πρέπει $F_L = 0 \Rightarrow I = 0$

Άρα $\mathcal{E} = \mathcal{E}_{επ} \Rightarrow \mathcal{E} = B\upsilon\ell \Rightarrow \upsilon = \frac{\mathcal{E}}{B\ell} \Rightarrow \upsilon = \frac{10}{0,4\cdot 1} = 25m/s$

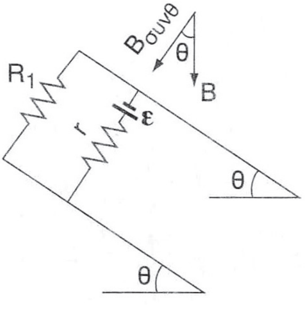
57. Πρέπει $F_L = mgημφ \Rightarrow Bσυνφ I\ell = mgημφ \Rightarrow$

$$Bσυνφ\frac{\mathcal{E}}{R_{ολ}}\ell = mgημφ \Rightarrow$$

$$Bσυνφ\frac{Bσυνφ\upsilon\ell}{R_{ολ}}\ell = mgημφ \Rightarrow$$

$$\upsilon = \frac{mgημφ\cdot R_{ολ}}{B^2\ell^2συν^2φ} \Rightarrow$$

$$\upsilon = \frac{20\cdot 10^{-3}\cdot 10\frac{1}{2}10}{1^2\cdot 1(\sqrt{3}/2)^2} \Rightarrow \upsilon = \frac{4}{3}m/s.$$



58. $\mathcal{E} = \dfrac{|\Delta\Phi|}{\Delta t} = \dfrac{B\cdot\Delta S}{\Delta t} \underset{\Delta S=\pi\ell^2}{\overset{\gamma\iota\alpha\ \Delta t=T}{\Rightarrow}} \mathcal{E} = \dfrac{B\cdot\pi\ell^2}{T} \overset{f=1/T}{\Rightarrow} \mathcal{E} = B\cdot\pi\cdot\ell^2 f \Rightarrow$

$\mathcal{E} = 0,5\cdot\pi\,(0,15)^2 60 \Rightarrow \mathcal{E} = 2,12\text{V}.$

59. $\mathcal{E} = \dfrac{\Delta\Phi}{\Delta t} = \dfrac{B\cdot\Delta S}{\Delta t} \overset{\gamma\iota\alpha\ \Delta t=T}{\Rightarrow} \mathcal{E} = \dfrac{B\cdot\pi(KM)^2 - B\pi(K\Lambda)^2}{T} \Rightarrow$

$\mathcal{E} = B\pi\dfrac{(KM)^2-(K\Lambda)^2}{T} \Rightarrow \mathcal{E} = B\pi\left\{(KM)^2-(K\Lambda)^2\right\}f \Rightarrow$

$\mathcal{E} = 10^{-4}\cdot\pi\left(3^2-2^2\right)\dfrac{20}{\pi} \Rightarrow \mathcal{E} = 10^{-2}\text{V}$

60. $\mathcal{E} = \dfrac{\Delta\Phi}{\Delta t} = \dfrac{B\cdot\Delta S}{\Delta t} = \dfrac{B\cdot\pi\ell^2}{T} \Rightarrow \mathcal{E} = Bf\pi\ell^2$

$\mathcal{E} = 0,2\dfrac{10}{\pi}\pi\cdot3^2 \Rightarrow \mathcal{E} = 18\text{V}$

$\ell_{M\Lambda} = \varphi\cdot\ell \Rightarrow \ell_{M\Lambda} = \dfrac{\pi}{3}3 = \pi\,\text{m}.$

Έχουμε	9Ω	για	$\pi\ell$
	$R_{M\Lambda}$=;		π

$R_{M\Lambda} = \dfrac{9\pi}{\pi\ell} = 3\Omega$

$I_1 = \dfrac{\mathcal{E}}{R_{M\Lambda}} = 6\text{A}$

$I_2 = \dfrac{\mathcal{E}}{R\text{-}R_{M\Lambda}} = \dfrac{18}{9-3} = 3\text{A}$

$I_{o\lambda} = I_1 + I_2 = 9\text{A}.$

5 ΜΗΧΑΝΙΚΕΣ ΤΑΛΑΝΤΩΣΕΙΣ

1. $T = 2\pi\sqrt{\dfrac{\ell}{g}}$

Απ: $T = \pi s$

2. $T = 2\pi\sqrt{\dfrac{\ell}{g}} \Rightarrow T^2 = 4\pi^2\dfrac{\ell}{g} \Rightarrow g = 4\pi^2\ell / T^2$

Απ: $g = 9{,}74 m/s^2$

3. $T = 2\pi\sqrt{\dfrac{m}{K}}$

Απ: $T = \pi s$

4. $T = 2\pi\sqrt{\dfrac{\ell}{g}} \Rightarrow T^2 = 4\pi^2\dfrac{\ell}{g} \Rightarrow \ell = T^2 g / 4\pi^2$

Απ: $\ell = 1m$

5. $x = x_o \eta\mu\omega t$

A. $\upsilon_o = \omega x_o$, $\alpha_o = \omega^2 x_o$

Απ: $x_o = 0{,}2m$, $\upsilon_o = 0{,}2\pi$ m/s, $\alpha_o = 0{,}2\pi^2 \dfrac{m}{s^2}$

B. $\omega = \dfrac{2\pi}{T}, \omega = 2\pi\nu$

Απ: $\omega = \pi rad/s$, $T = 2s$, $\nu = 0{,}5Hz$

6. $x = x_o \eta\mu\dfrac{2\pi}{T}\cdot t$

Απ: **A.** $x = 0{,}05m$, **B.** $x = 0{,}05m$

7. $\psi=\psi_o \eta\mu\frac{2\pi}{T}t, \upsilon=\upsilon_o \sigma\upsilon\nu\frac{2\pi}{T}t, \alpha=-\alpha_o \eta\mu\frac{2\pi}{T}t$

$\upsilon_o=\omega\psi_o, \alpha_o=\omega^2\psi_o$

Απ: **Α.** $\upsilon=0,2\sqrt{2}\pi$ m/s, **Β.** $\alpha=-0,4\cdot\sqrt{2}\pi^2$ m/s^2

8. $x=x_o\eta\mu\omega t\Rightarrow\eta\mu\omega t=\frac{x}{x_o}$

$$\eta\mu\frac{\pi}{2}t=\frac{1}{2}\Rightarrow\left.\begin{array}{l}\frac{\pi}{2}t_1=\frac{\pi}{6}\\ \frac{\pi}{2}t_2=5\frac{\pi}{6}\end{array}\right\}\Delta t=t_2-t_1$$

Απ: $\Delta t=2/3$s

9. $\omega=\frac{2\pi}{T}, \upsilon=\pm\omega\sqrt{x_o{}^2-x^2}, \alpha=-\omega^2 x$

Απ: **Α.** $\upsilon=0,1\cdot\sqrt{3}\pi$ m/s, **Β.** $\alpha=0,1\pi^2$ m/s^2

10. $\omega=\frac{2\pi}{T}, D=m\omega^2, E_T=\frac{1}{2}Dx_o{}^2$

Απ: **Α.** D = 0,2 N/kg, **Β.** $E_T=0,004$J

11. $K=\frac{1}{2}m\upsilon^2$, $U_T=\frac{1}{2}Dx^2$, $\upsilon^2=\omega^2(x_o^2-x^2)$, $D=m\omega^2$

Απ: $x=\sqrt{2}$m

12. $K=\frac{1}{2}m\upsilon^2=\frac{1}{2}Dx_o^{\,2}-\frac{1}{2}Dx^2,\ U_T=\frac{1}{2}Dx^2=\frac{1}{2}m\upsilon_o^{\,2}-\frac{1}{2}m\upsilon^2$

Απ: **Α.** 3, **Β.** 1/3

13. $F_{o\lambda,max}=Dx_o,\ E_T=\frac{1}{2}Dx_o^{\,2}$

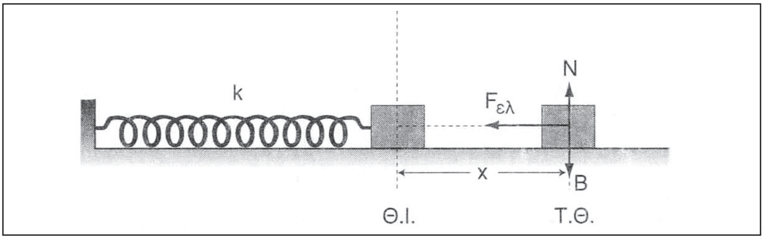
$\Rightarrow E_T=F_{o\lambda,max}\cdot\frac{x_o}{2}$

Απ: $E_T=10J$

14. $T_1=2\pi\sqrt{\frac{\ell_1}{g}},\ T_2=2\pi\sqrt{\frac{\ell_2}{g}},\ \Delta t=kT_1=\lambda T_2$

Απ: $\Delta t=2{,}4\pi s$

15.



Α. $N=B,\ F_{o\lambda}=F_{\varepsilon\lambda}=kx\Rightarrow D=k$

Β. $T=2\pi\sqrt{\frac{m}{D}}\Rightarrow T=2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$

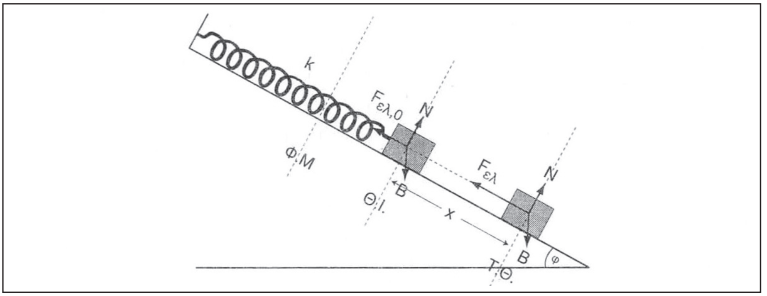
Απ: $T=0{,}2\ \pi s$

16. **Α.** Θ.Ι.: N=Βσυνφ,

$F_{\varepsilon\lambda,o}=B\eta\mu\varphi\Rightarrow k\alpha=B\eta\mu\varphi\quad(1)$

Τ.Θ.: $F_{o\lambda}=F_{\varepsilon\lambda}-B\eta\mu\varphi=k(\alpha+x)-B\eta\mu\varphi=k\alpha+kx-B\eta\mu\varphi\overset{(1)}{=}$

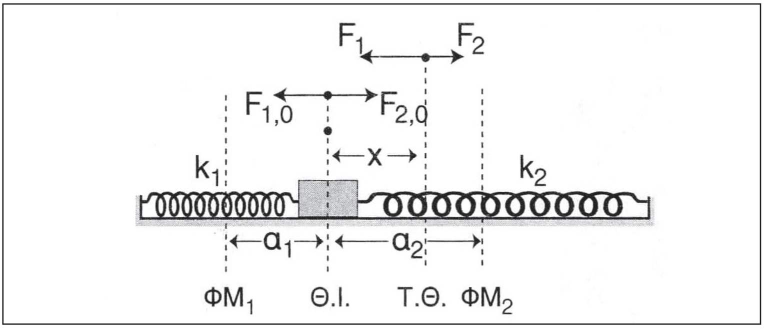
$=k\alpha+kx-k\alpha\Rightarrow F_{o\lambda}=kx\Rightarrow D=k$



Β. $T = 2\pi\sqrt{\dfrac{m}{D}} \Rightarrow T = 2\pi\sqrt{\dfrac{m}{k}}$

Απ: $T = 0{,}2\ \pi s$

17.



Α. Θ.Ι.: $F_{1,0} = F_{2,0} \Rightarrow k_1\alpha_1 = k_2\alpha_2$ (1)

Τ.Θ.: $F_{ολ} = F_1 - F_2 = k_1(\alpha_1 + x) - k_2(\alpha_2 - x) =$

$= k_1\alpha_1 + k_1 x - k_2\alpha_2 + k_2 x \overset{(1)}{=}$

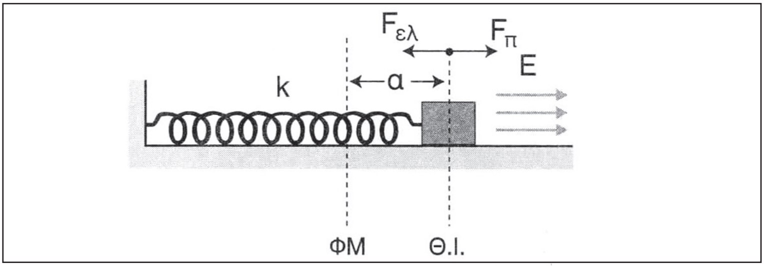
$= k_1\alpha_1 + k_1 x - k_1\alpha_1 + k_2 x \Rightarrow F_{ολ} = (k_1 + k_2)x \Rightarrow D = k_1 + k_2$

Β. $T = 2\pi\sqrt{\dfrac{m}{D}} \Rightarrow T = 2\pi\sqrt{\dfrac{m}{k_1 + k_2}}$

Γ. $k_{max} = \dfrac{1}{2}m\upsilon_o^{\ 2} = \dfrac{1}{2}Dx_o^{\ 2}$

Απ: **Β.** $T = \dfrac{\pi}{2}s$, **Γ.** $k_{max} = 0{,}08J$

18.



Πριν την κατάργηση του ηλεκτρικού πεδίου το σώμα ισορροπεί στη Θ.Ι. και ισχύει:

$F_{ελ} = F_π \Rightarrow kα = Eq \Rightarrow$

$$α = \frac{Eq}{k}$$

απ' όπου με αντικατάσταση βρίσκουμε: $α = 0{,}1m$.

Μετά την κατάργηση του ηλεκτρικού πεδίου, αλλάζει η Θ.Ι. του σώματος και γίνεται αυτή του φυσικού μήκους ΦΜ του ελατηρίου.

Το σώμα απέχει αρχικά απ' αυτήν κατά α και έχει ταχύτητα μηδέν, άρα το πλάτος της ταλάντωσης που θα εκτελέσει (βλ. πρόβλημα 15) είναι:

$$x_o = α = 0{,}1m$$

Η περίοδος της ταλάντωσης δίνεται από τη σχέση:

$$T = 2π\sqrt{\frac{m}{k}} \text{ όπου με αντικατάσταση: } T = \frac{π}{4}s$$

Α. Ισχύει $υ_o = ωx_o = \frac{2π}{T}x_o$ απ' όπου με αντικατάσταση:

$$υ_o = 0{,}8m/s$$

Β. Ο χρόνος $Δt$ είναι ίσος με $\frac{T}{4}$ άρα $Δt = \frac{π}{16}s$

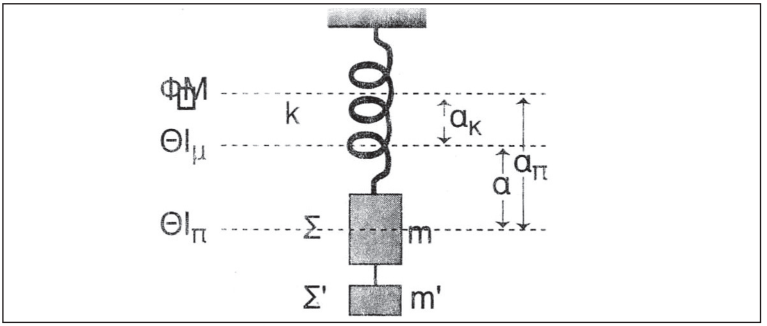
19. Πριν κοπεί το νήμα το σώμα ισορροπεί στη θέση Θ.Ι.π και ισχύει:

$kα_π = mg + m'g \Rightarrow α_π = \frac{m+m'}{k}g$ απ' όπου με αντικατάσταση:

$$α_π = 0{,}3m$$

Μετά το κόψιμο του νήματος η θέση ισορροπίας του σώματος είναι η Θ.Ι.μ και ισχύει:

$$k \cdot α_μ = mg \Rightarrow α_μ = \frac{mg}{k} \text{ απ' όπου: } α_μ = 0{,}1m$$

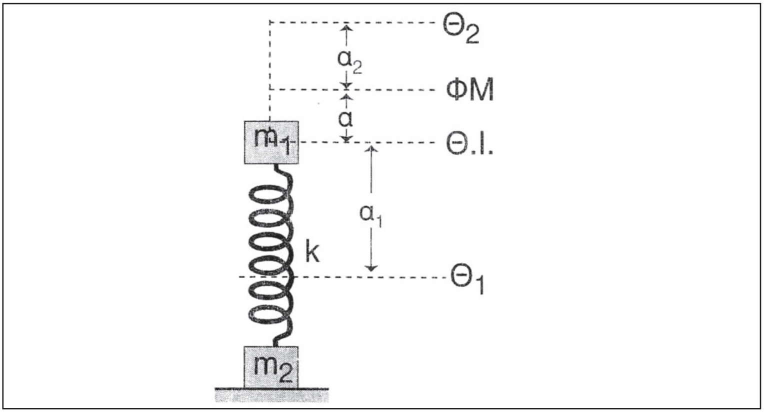


Μόλις κοπεί το νήμα το σώμα απέχει από τη Θ.Ι.μ κατά $\alpha = \alpha_\pi - \alpha_\mu = 0{,}2\text{m}$, έχει ταχύτητα μηδέν, άρα το πλάτος της ταλάντωσης που θα εκτελέσει είναι: $x_o = \alpha = 0{,}2\text{m}$.

Α. Η περίοδος της ταλάντωσης δίνεται από τη σχέση $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$ απ' όπου με αντικατάσταση: $T = 0{,}2\ \pi\text{s}$.

Β. Ισχύει $\upsilon_o = \omega x_o = \frac{2\pi}{T} x_o$ απ' όπου με αντικατάσταση: $\upsilon_o = 2\ \text{m/s}$.

20.



Το σώμα m_1 ισορροπεί σε θέση Θ.Ι. όπου το ελατήριο έχει συσπειρωθεί κατά α και ισχύει: $k\alpha = m_1 g$.

Αν σπρώξουμε το σώμα m_1 κατά α_1 προς τα κάτω ώστε να βρεθεί σε θέση Θ_1 και μετά το αφήσουμε ελεύθερο, αυτό θα εκτελέσει Γ.Α.Τ. και κάποια στιγμή θα βρεθεί σε θέση Θ_2, συμμετρική της

$Θ_1$ ως προς τη Θ.Ι., όπου το ελατήριο θα έχει επιμηκυνθεί κατά $α_2 = α_1 - α$ και συνεπώς θα ασκεί στο σώμα m_2 δύναμη $F = kα_2$.

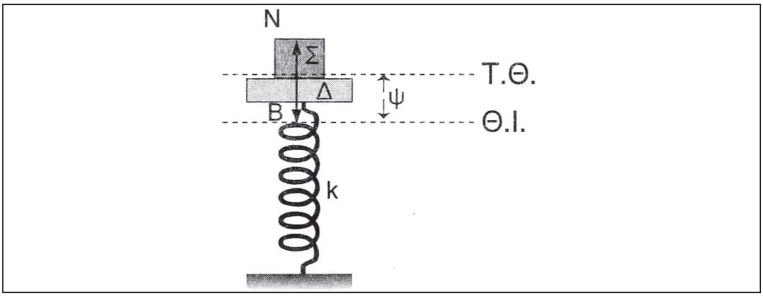
Για να μη σηκωθεί το σώμα m_2 από το δάπεδο θα πρέπει:

$$F \le B_2 \Rightarrow kα_2 \le m_2 g \Rightarrow k(α_1 - α) \le m_2 g \Rightarrow kα_1 - kα \le m_2 g \overset{(1)}{\Rightarrow}$$

$$kα_1 \le m_2 g + m_1 g \Rightarrow α_1 \le \frac{m_1 + m_2}{k} g$$

Άρα $α_{1max} = \dfrac{m_1 + m_2}{k} g$ απ' όπου $α_{1max} = 0,1m.$

21.



1ος τρόπος

Όταν το σύστημα βρίσκεται πάνω από τη θέση ισορροπίας του, το σώμα Σ δεν χάνει την επαφή του με τον δίσκο όταν $N \ge 0$. Επειδή όμως το σώμα εκτελεί και Γ.Α.Τ. ισχύει ταυτόχρονα

$$B_Σ - N = m_Σ ω^2 ψ \text{ ή } N = m_2 g - m_Σ ω^2 ψ$$

Άρα $m_2 g - m_Σ ω^2 ψ \ge 0$ ή $ψ \le \dfrac{g}{ω^2}$ για κάθε τιμή του $ψ$.

Συνεπώς ισχύει για το πλάτος: $ψ_ο \le \dfrac{g}{ω^2}$ απ' όπου προκύπτει ότι

η μέγιστη τιμή του είναι:

$$ψ_{ο,max} = \frac{g}{ω^2}$$

και επειδή: $ω = \sqrt{\dfrac{k}{m_{ολ}}}$

έχουμε τελικά: $ψ_{ο,max} = \dfrac{m_{ολ} g}{k}$

Με αντικατάσταση των τιμών στην τελευταία σχέση προκύπτει:

$$\psi_{o,max} = 0,1m$$

(Κάτω από τη Θ.Ι. η N είναι πάντα διάφορη του μηδενός και συνεπώς δε χάνεται η επαφή του σώματος με τον δίσκο).

2ος τρόπος

Όταν το σύστημα βρίσκεται πάνω από τη θέση ισορροπίας του, η μέγιστη επιτάχυνση που μπορεί να έχει το σώμα Σ, όταν μόλις και δε χάνει την επαφή του με το δίσκο, είναι g.

Τόση, επομένως, πρέπει να είναι και η μέγιστη τιμή της επιτάχυνσης της ταλάντωσης.

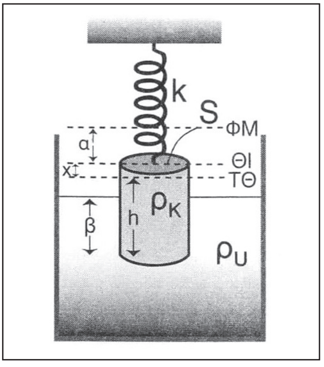
Άρα $\omega^2\psi_{o,max} = g$ απ' όπου $\psi_{o,max} = \dfrac{g}{\omega^2}$

22. **Α.** ΘΙ: $B = F_{\varepsilon\lambda.o} + A_o \Rightarrow B = k\alpha + \rho_\upsilon gS\beta$ (1)

ΤΘ: $F_{o\lambda} = k(\alpha + x) + \rho_\upsilon gS(\beta + x) - B = k\alpha + kx + \rho_\upsilon gS\beta + \rho_\upsilon gSx - B$

$$\overset{(1)}{\Rightarrow} F_{o\lambda} = kx + \rho_\upsilon gSx + B - B \Rightarrow F_{o\lambda} = (k + \rho_\upsilon gS)x \Rightarrow$$

$$D = k + \rho_\upsilon gS$$



Β. $T = 2\pi\sqrt{\dfrac{m}{D}} = 2\pi\sqrt{\dfrac{\rho_k Sh}{k + \rho_\upsilon gS}}$

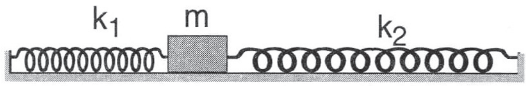
Παρατηρήσεις:

1) Θεωρείται γνωστό και το ύψος h του κυλίνδρου.

2) Αν δεν υπάρχει ελατήριο οδηγούμαστε στο λυμένο παράδειγμα (σελ. 216) θέτοντας $k = 0$.

3) Αν δεν υπάρχει υγρό οδηγούμαστε στα γνωστά από τη θεωρία θέτοντας $\rho_\upsilon = 0$.

23.



Όταν το σώμα κινείται δεξιά από τη Θ.Ι. του, πραγματοποιεί Γ.Α.Τ. με την επίδραση και των δύο ελατηρίων (βλ. πρόβλ. 17) επί χρόνο

$$t_\delta = \frac{T_\delta}{2} = \frac{2\pi\sqrt{\frac{m}{k_1+k_2}}}{2}$$

ενώ όταν κινείται αριστερά από τη Θ.Ι. του, πραγματοποιεί Γ.Α.Τ. με την επίδραση μόνο του ελατηρίου k_1 (βλ. πρόβλ. 14) επί χρόνο

$$t_\alpha = \frac{T_\alpha}{2} = \frac{2\pi\sqrt{\frac{m}{k_1}}}{2}$$

Άρα ο ολικός χρόνος t είναι:

$$t = t_\delta + t_\alpha \Rightarrow t = \pi\left(\sqrt{\frac{m}{k_1+k_2}} + \sqrt{\frac{m}{k_1}}\right)$$

απ’ όπου προκύπτει: $t = 0{,}15\pi s$

Παρατήρηση:
Θεωρήσαμε την απλή περίπτωση όπου τα ελατήρια έχουν αρχικά το φυσικό τους μήκος. Στην περίπτωση που τα ελατήρια θεωρηθούν αρχικά επιμηκυμένα, απλή είναι η περίπτωση όπου το πλάτος της ταλάντωσης είναι μικρότερο από την αρχική συμπίεση του ελατηρίου k_2. Η μελέτη τότε είναι ανάλογη μ’ αυτή του προβλήματος 17.

24. Το σώμα αρχικά είναι βυθισμένο κατά β και ισχύει:

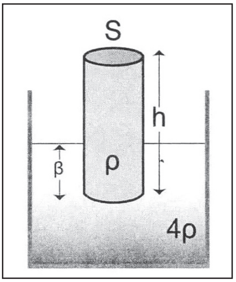
$B = A_o$ ή $\rho g S h = 4\rho g S\beta \Rightarrow \beta = \frac{h}{4} = 0{,}1m$

Αν το σώμα αποκτήσει ταχύτητα θα εκτελέσει Γ.Α.Τ. εφ’ όσον είναι εν μέρει βυθισμένο στο υγρό (βλ. λυμένο παράδειγμα σελ. 216) με περίοδο $T = 2\pi\sqrt{\frac{\rho}{4\rho}\frac{h}{g}}$, απ’ όπου

$T = \frac{\pi}{5}s$ και $\omega = 10$ rad/s και με πλάτος $\psi_o = \frac{\upsilon_o}{\omega} = 0{,}2m$.

Το σώμα εκτελεί κανονικά Γ.Α.Τ. όταν βρίσκεται κάτω από τη Θ.Ι. του (διότι $\psi_o < h - \beta$), άρα έχει πλάτος «κάτω» $\psi_{ok} = 0{,}2\text{m}$ και χρειάζεται χρόνο από την κατώτερη θέση του μέχρι τη Θ.Ι.

$$t_k = \frac{T}{4} = \frac{\pi}{20}\text{s} = 0{,}157\text{s}$$



Όταν το σώμα περάσει από τη Θ.Ι. του κινούμενο προς τα πάνω:
i) Αρχικά εκτελεί Γ.Α.Τ. ώσπου να γίνει $\psi=\beta=0{,}1\text{m}$ οπότε έχει περάσει χρόνος t_1 για τον οποίο ισχύει:

$$\psi = \psi_o \eta\mu\omega t_1 \Rightarrow \eta\mu\omega t_1 = \frac{1}{2} \Rightarrow t_1 = \frac{\pi}{60}\text{s}$$

και η ταχύτητά του είναι τότε:

$$\upsilon = \omega\sqrt{\psi_o^{\,2} - \psi^2} \text{ απ' όπου } \upsilon = \sqrt{3}\text{m/s}$$

ii) Στη συνέχεια βγαίνει έξω από το υγρό και εκτελεί κατακόρυφη προς τα άνω βολή φθάνοντας μετά από χρόνο $t_2 = \frac{\upsilon}{g} = \frac{\sqrt{3}}{10}\text{s}$ στο ψηλότερο σημείο της τροχιάς του που βρίσκεται ψηλότερα κατά $\alpha = \frac{\upsilon^2}{2g} = 0{,}15\text{m}.$

Έτσι το σώμα μόλις περάσει από τη Θ.Ι. του κινείται προς τα πάνω επί χρόνο $t_\pi = t_1 + t_2 = 0{,}226\text{s}$ και η γραμμική ταλάντωσή του έχει πλάτος «πάνω» $\psi_{o\pi} = \beta+\alpha = 0{,}35\text{m}.$
Άρα:
Α. η απόσταση μεταξύ της κατώτερης και της ανώτερης θέσης του κυλίνδρου είναι:

$$d = \psi_{ok} + \psi_{o\pi} \Rightarrow d = 0{,}55\text{m}$$

Β. ο χρόνος που μεσολαβεί από την κατώτερη μέχρι την ανώτερη θέση είναι $t = t_k + t_\pi \Rightarrow t = 0{,}383\text{s}.$

Κωδικός Βιβλίου: 0-22-0210
ISBN 978-960-06-3298-9

ΙΤΥΕ
"ΔΙΟΦΑΝΤΟΣ"
ινστιτουτο
τεχνολογιας
υπολογιστων & εκδοσεων

(01) 000000 0 22 0210 5