

Παράρτημα

Λύσεις ασκήσεων και προβλημάτων

Κεφάλαιο 3.1

1. Η δύναμη που ασκείται από το ένα φορτίο στο άλλο είναι:

$$F = k \frac{q_1 q_2}{r^2} \quad \text{ή} \quad F = 0,1 \text{ N}$$

2. Η δύναμη με την οποία έλκονται τα ιόντα Na^+ και Cl^- είναι:

$$F = k \frac{q_1 q_2}{r^2} \quad \text{ή} \quad F = 4,35 \cdot 10^{-9} \text{ N}$$

3. Πρέπει $F_{\eta\lambda} = F_{\delta\alpha\epsilon}$ ή $k \frac{q^2}{r^2} = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$

$$\text{Άρα } q = \sqrt{\frac{G m_1 m_2}{k}} \quad \text{ή} \quad q = \pm 8,6 \cdot 10^{-11} \text{ C}$$

4. Οι δυνάμεις που δέχεται το φορτίο q_1 από τα φορτία q_2, q_3 είναι:

$$F_{1,2} = F_{1,3} = F = k \frac{q_1 q_2}{a^2} \quad \text{ή} \quad F = 3,6 \text{ N.}$$

Οπότε η συνολική δύναμη που δέχεται το φορτίο q_1 είναι:

$$F_{\text{ολ}} = \sqrt{F^2 + F^2 + 2F^2 \cos 60^\circ}, \text{ διότι το τρίγωνο είναι ισόπλευρο.}$$

ή $F_{\text{ολ}} \approx 6,24 \text{ N}$ και διεύθυνση αυτή της διχοτόμου, διότι η διαγώνιος του ρόμβου είναι και διχοτόμος.

5. Για να ισορροπεί το τρίτο φορτίο θα πρέπει:

$$\Sigma F = 0 \quad \text{ή} \quad F = F' \quad \text{ή} \quad k \frac{Qq}{x^2} = k \frac{Q'q}{(d-x)^2}$$

όπου x είναι η απόσταση του φορτίου q από φορτίο Q .

Η προηγούμενη σχέση γράφεται:

$$4x^2 = (d-x)^2 \quad \text{ή} \quad x = 0,03 \text{ m}$$

6. Η ένταση του πεδίου που δημιουργεί το φορτίο q_1 στο σημείο

$$\Gamma \text{ είναι: } E_1 = k \frac{q_1}{a^2} \quad \text{ή} \quad E_1 = 18.000 \text{ N/C.}$$

Ομοίως $E_2 = k \frac{Q_2}{\alpha^2}$ ή $E_2 = 36.000 \text{ N/C}$.

Άρα $E_{\text{ολ},\Gamma} = \sqrt{E_1^2 + E_2^2 + 2E_1E_2 \cos 60^\circ}$ ή $E_{\text{ολ},\Gamma} = 18\sqrt{7} \cdot 10^3 \text{ N/C}$.

7. Η τιμή της έντασης των πεδίων που δημιουργούν τα φορτία q στο σημείο Δ είναι: $E = k \frac{q}{\alpha^2}$.

Άρα η συνισταμένη ένταση στο σημείο Δ έχει τιμή:

$$E' = E\sqrt{2} \quad \text{ή} \quad E' = k \frac{q\sqrt{2}}{\alpha^2} \quad \text{και} \quad \text{διεύθυνση} \quad \text{αυτή} \quad \text{της} \quad \text{διαγωνίου.} \quad \text{Για}$$

να είναι στην κορυφή Δ $E_{\text{ολ}} = 0$, πρέπει το φορτίο Q που θα τοποθετηθεί στην κορυφή B να δημιουργεί πεδίο με τιμή έντασης $E_B = E'$ και αντίθετης κατεύθυνσης με αυτή της E' .

$$\text{Άρα} \quad k \frac{q\sqrt{2}}{\alpha^2} = k \frac{Q}{(\alpha\sqrt{2})^2} \quad \text{ή} \quad Q = -2\sqrt{2}\mu\text{C}$$

8. Επειδή το σφαιρίδιο ισορροπεί θα πρέπει:

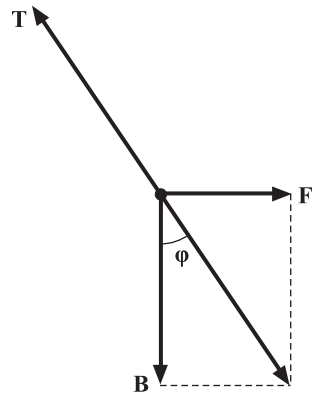
$$\Sigma \vec{F} = 0 \quad \text{ή} \quad (\vec{F} + \vec{B}) + \vec{T} = 0$$

όπως φαίνεται στην εικόνα.

$$\text{Άρα} \quad \varepsilon\varphi\varphi = \frac{F}{B} \quad \text{ή}$$

$$E = \frac{mg \cdot \eta \mu\varphi}{q \cdot \cos\varphi} \quad \text{ή}$$

$$E = 7.500 \text{ N/C}.$$



9. Για να ισορροπεί η σταγόνα πρέπει:

$$F = B \quad \text{ή} \quad E \cdot q = mg \quad \text{ή} \quad q = 5 \cdot 10^{-3} \text{ C}.$$

Αν το φορτίο είναι θετικό η φορά της έντασης του πεδίου είναι αντίθετη της φοράς του βάρους. Αν το φορτίο είναι αρνητικό η φορά της έντασης του πεδίου είναι ίδια με τη φορά του βάρους.

10. Εφαρμόζουμε το θεώρημα μεταβολής της κινητικής ενέργειας από τη μια μεταλλική πλάκα ως την άλλη:

$$\Delta K = W_F \quad \text{ή} \quad \frac{1}{2}mv^2 = Ee\ell, \text{ από όπου προκύπτει}$$

$$E = 900\text{N/C}$$

$$\text{Είναι } E = \frac{V}{\ell} \quad \text{ή} \quad V = E\ell \quad \text{ή} \quad V = 45\text{V.}$$

$$11. \text{ Είναι } C = \frac{Q}{V} \quad \text{ή} \quad Q = 16 \cdot 10^{-4}\text{C.}$$

$$\text{Επίσης } Q = Ne \quad \text{ή} \quad N = 10^{16} \text{ ηλεκτρόνια.}$$

12. Η χωρητικότητα του πυκνωτή είναι:

$$C = \epsilon_0 \frac{S}{\ell} \quad \text{ή} \quad C = 4,425 \cdot 10^{-8}\text{F.}$$

Η ηλεκτρική ενέργεια είναι:

$$E_{\eta\lambda} = \frac{1}{2}CV^2 \quad \text{ή} \quad E_{\eta\lambda} = 55,3 \cdot 10^2\text{J.}$$

$$13. \text{ A. } C = \epsilon_0 \frac{S}{\ell} \quad \text{ή} \quad C = 17,7 \cdot 10^{-13}\text{F.}$$

$$Q = C \cdot V \quad \text{ή} \quad Q = 17,7 \cdot 10^{-10}\text{C.}$$

$$\text{B. } E = \frac{V}{\ell} \quad \text{ή} \quad E = 5 \cdot 10^5\text{V/m.}$$

$$\text{Γ. } E_{\eta\lambda} = \frac{1}{2}CV^2 \quad \text{ή} \quad E_{\eta\lambda} = 0,885 \cdot 10^{-6}\text{J.}$$

$$14. \text{ A. Είναι } C' = \epsilon C \quad \text{ή} \quad C' = 88,510^{-13}\text{F.}$$

$$Q' = C' \cdot V \quad \text{ή} \quad Q' = 88,5 \cdot 10^{-10}\text{C.}$$

$$\text{B. } E' = \frac{V}{\ell} = E \quad \text{ή} \quad E' = 5 \cdot 10^5 \frac{\text{V}}{\text{m}}$$

$$\text{Γ. } E_{\eta\lambda} = \frac{1}{2}C'V^2 \quad \text{ή} \quad E_{\eta\lambda} = 4,425 \cdot 10^{-6}\text{J}$$

$$15. \text{ A. } C_1 = \frac{Q_1}{V_1} \quad \text{ή} \quad Q_1 = 3 \cdot 10^{-4}\text{C}$$

Β. Το φορτίο του πυκνωτή παραμένει σταθερό, διότι αποσυνδέθηκε από την πηγή.

$$\text{Άρα } C_2 = \frac{Q_1}{V_2} \quad \text{ή} \quad V_2 = 100\text{V}$$

$$E_{\eta\lambda} = \frac{1}{2} Q_1 V_1 \quad \text{ή} \quad E_{\eta\lambda} = 0,045\text{J.}$$

$$E'_{\eta\lambda} = \frac{1}{2} Q_1 V_2 \quad \text{ή} \quad E'_{\eta\lambda} = 0,015\text{J.}$$

Η μεταβολή της $E_{\eta\lambda}$ είναι:

$$\Delta E_{\eta\lambda} = -3 \cdot 10^{-2} \text{J.}$$

16. Α. Στο μέσο Μ οι εντάσεις των πεδίων που δημιουργούν τα φορτία q_1 και q_2 έχουν ίδια κατεύθυνση και τιμή αντίστοιχα:

$$E_1 = k \frac{q_1}{\left(\frac{r}{2}\right)^2}, \quad E_2 = k \frac{q_2}{\left(\frac{r}{2}\right)^2}$$

$$\text{Άρα η ολική ένταση έχει τιμή} \\ E_M = E_1 + E_2 \quad \text{ή} \quad E_M = 9 \cdot 10^5 \text{N/C.}$$

Β. $F = E_M q$ ή $F = 36 \cdot 10^{-3} \text{N.}$

Γ. Από την εφαρμογή του θεωρήματος μεταβολής της κινητικής ενέργειας προκύπτει:

$$K = W_F = V_{M\Gamma} q \quad \text{ή} \quad V_{M\Gamma} = \frac{K}{q} \quad \text{ή} \quad V_{M\Gamma} = 50\text{V.}$$

Κεφάλαιο 3.2

1. Το φορτίο της δέσμης των ηλεκτρονίων είναι:

$$q = It \quad \text{ή} \quad q = 6 \cdot 10^{-4} \text{C.}$$

Αλλά $q = Ne$ ή $N = \frac{q}{e}$ ή $N = 375 \cdot 10^{13}$ ηλεκτρόνια.

2. Η ένταση του ρεύματος είναι:

$$I = \frac{q}{t} \quad \text{ή} \quad I = \frac{Ne}{t} \quad \text{ή} \quad I = 96 \cdot 10^{-5} \text{A.}$$

3. Η αντίσταση του σύρματος της τηλεγραφικής γραμμής είναι:

$$R = 2 \cdot 10^{-3} \cdot 10^4 \Omega \quad \text{ή} \quad R = 20 \Omega.$$

Η τάση στα άκρα της γραμμής είναι:

$$V = IR \quad \text{ή} \quad V = 200 \text{Volt.}$$

4. Η αντίσταση του ρευματοφόρου αγωγού είναι:

$$R = \rho \frac{\ell}{S} \quad \text{ή} \quad R = \frac{4}{3} \Omega$$

$$I = \frac{V}{R} \quad \text{ή} \quad I = 375 \text{A.}$$

5. Η αντίσταση του σύρματος είναι:

$$R = \rho \frac{\ell}{S}.$$

Η αντίσταση του νέου σύρματος που έχει τριπλάσιο μήκος είναι:

$$R' = \rho \frac{3\ell}{S'}$$

Ο όγκος του σύρματος είναι σταθερός, άρα ισχύει:

$$S \cdot \ell = S'3\ell \quad \text{ή} \quad S' = \frac{S}{3}$$

Από τις προηγούμενες σχέσεις προκύπτει:

$$\frac{R'}{R} = \frac{3S}{S'} \quad \text{ή} \quad R' = 9R \quad \text{ή} \quad R' = 90 \Omega.$$

6. Εφόσον η αντίσταση του αγωγού γίνεται διπλάσια ισχύει:

$$R_{\theta} = 2R_0 = R_0(1 + \alpha\theta) \quad \text{ή}$$

$$\theta = \frac{1}{\alpha} \quad \text{ή} \quad \theta = 250^{\circ}\text{C}.$$

7. Η ισχύς της θερμάστρας είναι:

$$P = VI \quad \text{ή} \quad I = 4,54\text{A}.$$

Η αντίστασή της είναι:

$$R = \frac{V}{I} \quad \text{ή} \quad R = 48,4\Omega.$$

$$E_{\eta\lambda} = Pt \quad \text{ή} \quad E_{\eta\lambda} = 4\text{KWh}.$$

Άρα η λειτουργία της θα κοστίσει 80 δραχ.

$$8. \text{ A. } P_1 = \frac{V^2}{R_1} \quad \text{ή} \quad R_1 = 110\Omega$$

$$P_2 = \frac{V^2}{R_2} \quad \text{ή} \quad R_2 = 55\Omega.$$

$$\text{B. } P_1 = \frac{W_1}{t} \quad \text{ή} \quad W_1 = 0,88\text{kWh} \quad \text{ή}$$

$$W_1 = 0,88 \cdot 1.000 \cdot 3.600\text{J} \quad \text{ή} \quad W_1 = 3.168 \cdot 10^3\text{J}.$$

$$W_1 = 3.168 \cdot 10^3 \cdot 0,24\text{cal} \quad \text{ή} \quad W_1 = 760.320\text{cal}.$$

$$\text{Ομοίως } W_2 = 1,76\text{kWh} = 6.336.000\text{J} = 1.520.640\text{cal}.$$

9. A. Η μέγιστη ισχύς είναι:

$$P = V \cdot I \quad \text{ή} \quad P = 2.200\text{W}$$

B. Θα πρέπει $P_{\text{ολ}} \leq P$ ή

$$N \cdot 75\text{W} + 700\text{W} \leq 2200\text{W} \quad \text{ή} \quad N = 20 \text{ λυχνίες}$$

10. Η ολική ισχύς των ηλεκτρικών συσκευών είναι:

$$P_{\text{ολ}} = V \cdot I \quad \text{ή} \quad I = \frac{P_{\text{ολ}}}{V}$$

$$\text{Άρα } I = \frac{6.200}{220} \text{A}.$$

$$\text{ή} \quad I \approx 28,2\text{A}.$$

Προφανώς η ασφάλεια πρέπει να είναι 30A.

11. Η ολική αντίσταση είναι:

$$R_{ολ} = R_1 + R_2 + R_3 \quad \text{ή} \quad R_{ολ} = 100\Omega.$$

Η ένταση του ρεύματος που τις διαρρέει είναι:

$$I = \frac{V}{R_{ολ}} \quad \text{ή} \quad I = 2A.$$

Η τάση στα άκρα κάθε μιας αντίστασης είναι:

$$V_1 = IR_1 \quad \text{ή} \quad V_1 = 40V.$$

Ομοίως $V_2 = 60V$ και $V_3 = 100V$.

12. Η ολική αντίσταση είναι:

$$R_{ολ} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} \quad \text{ή} \quad R_{ολ} = 20\Omega.$$

$$I_1 = \frac{V}{R_1} \quad \text{ή} \quad I_1 = 10A. \quad \text{Ομοίως} \quad I_2 = 5A.$$

13. Α. Οι αντιστάσεις 3Ω , 6Ω συνδέονται παράλληλα, άρα:

$$R = \frac{3 \cdot 6}{3 + 6} \Omega \quad \text{ή} \quad R = 2\Omega.$$

Οι αντιστάσεις R και 8Ω συνδέονται σε σειρά, άρα:

$$R' = R + 8\Omega \quad \text{ή} \quad R' = 10\Omega.$$

Οι αντιστάσεις R' και 10Ω συνδέονται παράλληλα, άρα:

$$R'' = \frac{R' \cdot 10}{R' + 10} \Omega \quad \text{ή} \quad R'' = 5\Omega.$$

Β. Οι αντιστάσεις συνδέονται παράλληλα, γιατί έχουν ίδια άκρα, άρα:

$$\frac{1}{R_{ολ}} = \frac{1}{3} + \frac{1}{3} + \frac{1}{3} \quad \text{ή} \quad R_{ολ} = 1\Omega.$$

Γ. Οι αντιστάσεις 3Ω , 6Ω συνδέονται παράλληλα, άρα:

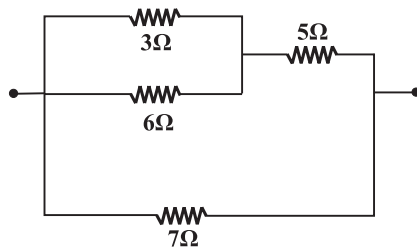
$$R = 2\Omega.$$

Η αντίσταση 5Ω συνδέεται σε σειρά με την R , άρα:

$$R' = R + 5\Omega \quad \text{ή} \quad R' = 7\Omega.$$

Η αντίσταση 7Ω συνδέεται παράλληλα με την R' , άρα:

$$R_{ολ} = \frac{R' \cdot 7}{R' + 7} \Omega \quad \text{ή} \quad R_{ολ} = 3,5\Omega.$$



14. Έστω R_1, R_2 οι αντιστάσεις των συρμάτων. Θα ισχύει:

$$R_1 + R_2 = 16\Omega \quad \text{και} \quad \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} = 3\Omega.$$

Με αντικατάσταση προκύπτει:

$$R_1^2 - 16R_1 + 48 = 0 \quad \text{ή} \quad R_1 = 12\Omega$$

Οπότε $R_2 = 4\Omega$.

15. Α. Και οι τρεις αντιστάσεις συνδέονται σε σειρά:

$$R_{ολ} = 90\Omega.$$

Β. Και οι τρεις αντιστάσεις συνδέονται παράλληλα:

$$\frac{1}{R_{ολ}} = \frac{3}{30\Omega} \quad \text{ή} \quad R_{ολ} = 10\Omega.$$

Γ. Οι δύο αντιστάσεις συνδέονται σε σειρά και η τρίτη παράλληλα με αυτές:

$$R = (30 + 30)\Omega \quad \text{ή} \quad R = 60\Omega \quad \text{και}$$

$$R_{ολ} = \frac{R \cdot 30}{R + 30} \Omega \quad \text{ή} \quad R_{ολ} = 20\Omega.$$

Δ. Οι δύο αντιστάσεις συνδέονται παράλληλα και η τρίτη σε σειρά με αυτές:

$$R = \frac{30 \cdot 30}{30 + 30} \Omega \quad \text{ή} \quad R = 15\Omega \quad \text{και}$$

$$R_{ολ} = R + 30\Omega \quad \text{ή} \quad R_{ολ} = 45\Omega.$$

16. Η τάση στα άκρα της αντίστασης R_1 είναι:

$$V_1 = I_1 R_1 \quad \text{ή} \quad V_1 = 45V.$$

Σύμφωνα με τον 2ο κανόνα του Kirchhoff ισχύει:

$$\varepsilon = V_1 + V_2 \quad \text{ή} \quad V_2 = 75V, \quad \text{οπότε:}$$

$$I_2 = \frac{V_2}{R_2} \quad \text{ή} \quad I_2 = 3A.$$

Σύμφωνα με τον 1ο κανόνα του Kirchhoff ισχύει:

$$I_1 = I_2 + I_3 \quad \text{ή} \quad I_3 = 1,5A.$$

$$\text{Άρα} \quad R_3 = \frac{V_2}{I_3} \quad \text{ή} \quad R_3 = 50\Omega.$$

17. Οι αντιστάσεις R_1, R_2 συνδέονται σε σειρά, άρα:

$$I = \frac{\varepsilon}{R_1 + R_2} \quad \text{ή} \quad I = 5A.$$

Η τάση στα άκρα της αντίστασης R_2 είναι:

$V_2 = I \cdot R_2$ ή $V_2 = 75V$, άρα και η τάση στα άκρα του πυκνωτή είναι $75V$, οπότε:

$$Q = CV \quad \text{ή} \quad Q = 7,5 \cdot 10^{-4}C.$$

18. Η ισχύς της συσκευής είναι:

$$P = VI, \quad \text{άρα} \quad I = \frac{P}{V} \quad \text{ή} \quad I = 4A.$$

Η αντίσταση της συσκευής είναι:

$$R = \frac{V}{I} \quad \text{ή} \quad R = 55\Omega.$$

Σύμφωνα με το 2ο κανόνα Kirchhoff ισχύει:

$$300V = 220V + IR' \quad \text{ή} \quad R' = \frac{80}{4}\Omega \quad \text{ή} \quad R' = 20\Omega.$$

19. Όταν ο διακόπτης είναι ανοικτός ισχύει:

$$V_{\text{πολιζή}} = \varepsilon \quad \text{ή} \quad \varepsilon = 100V.$$

Όταν ο διακόπτης είναι κλειστός ισχύει:

$$V_{\pi} = IR \quad \text{ή} \quad I = 2A.$$

Επίσης ισχύει: $\varepsilon = I(R + r)$ ή $100 = 2(45 + r)$.

$$\text{Άρα} \quad r = 5\Omega.$$

20. Α. Η ένταση του ρεύματος είναι:

$$I = \frac{\varepsilon}{r + R_1 + R_2} \quad \text{ή} \quad I = 1A.$$

Β. $V_1 = IR_1$ ή $V_1 = 40V$.

$$V_2 = IR_2 \quad \text{ή} \quad V_2 = 50V.$$

Γ. $V_{\pi} = \varepsilon - Ir$ ή $V_{\pi} = 90V$.

21. Για τον λαμπτήρα το ρεύμα κανονικής λειτουργίας είναι:

$$I = \frac{P}{V} \quad \text{ή} \quad I = 0,5A.$$

Η αντίστασή του είναι

$$R = \frac{V}{I} \quad \text{ή} \quad R = 200\Omega.$$

Άρα θα πρέπει: $I_{\text{ολ}} = vI = \frac{\varepsilon}{r + \frac{R}{v}}$ ή $v0,5 = \frac{120}{10 + \frac{200}{v}}$ ή

$$5v + 100 = 120 \quad \text{ή} \quad v = 4 \text{ λαμπτήρες.}$$

$$22. \text{ Ισχύει } R_1 = \frac{V_1}{I_1} \quad \text{ή} \quad R_1 = 9\Omega.$$

$$\text{Επίσης } \varepsilon = I_1 (R_1 + r) \quad \text{ή} \quad \varepsilon = 0,9 \cdot 9 + 0,9r \quad (1)$$

$$\text{Ομοίως } R_2 = \frac{V_2}{I_2} \quad \text{ή} \quad R_2 = 3,5\Omega \text{ και } \varepsilon = I_2 (R_2 + r) \quad \text{ή}$$

$$\varepsilon = 2 \cdot 3,5 + 2r \quad (2)$$

Αφαιρώντας κατά μέλη τη σχέση (1) από τη σχέση (2) έχουμε:

$$0 = 1,1r - 1,1 \quad \text{ή} \quad r = 1\Omega.$$

Από τη σχέση (1) προκύπτει: $\varepsilon = 9V$.

23. Ο πρώτος κανόνας Kirchhoff για τον κόμβο Α δίνει:

$$I = I_1 + I_2 \quad (1)$$

$$\text{Ομοίως στον κόμβο } \Gamma: I_2 = I_3 + I_4 \quad (2)$$

$$\text{και στον κόμβο } B: I_1 + I_4 + I_3 = I \quad (3)$$

Από τη σχέση (3) προκύπτει: $I_1 = 4A$.

Από τη σχέση (1) προκύπτει: $I_2 = 6A$.

Η φορά των εντάσεων I_1, I_2 είναι προς τους κόμβους Β, Γ αντίστοιχα.

24. Εφαρμόζουμε τον πρώτο κανόνα Kirchhoff στον κόμβο Α:

$$I = I_1 + I_2 \quad \text{ή} \quad I_5 = 5 + I_1 \quad \text{ή} \quad I_1 = 10A.$$

$$\text{Ομοίως στον κόμβο } E: I_2 = I_3 + I_4 \quad \text{ή} \quad 5 = 6 + I_4 \quad \text{ή} \quad I_4 = -1A.$$

$$\text{Ομοίως στον κόμβο } \Delta: I_3 = I_6 + I_7 \quad \text{ή} \quad 6 = I_6 + 6 \quad \text{ή} \quad I_6 = 0A.$$

$$\text{Ομοίως στον κόμβο } \Gamma: I_7 + I_5 = I \quad \text{ή} \quad 6 + I_5 = 15 \quad \text{ή} \quad I_5 = 9A.$$

$$25. A. I = \frac{\varepsilon}{R_1 + R_2} \quad \text{ή} \quad I = \frac{6}{5} A.$$

$$B. P = \varepsilon I \quad \text{ή} \quad P = 36/5 W.$$

$$\Gamma. V_{K\Gamma} = V_K - V_\Gamma = IR_1 \quad \text{ή} \quad V_K = IR_1$$

$$\text{ή} \quad V_K = 18/5 V.$$

$$26. A. R_{1,2} = 4\Omega, \quad \frac{1}{R_{\text{ολ}}} = \frac{1}{R_{1,2}} + \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4} \quad \text{ή} \quad R_{\text{ολ}} = 1\Omega.$$

$$B. P_2 = I_2^2 R_2 \quad \text{ή} \quad I_2 = 2A.$$

Η αντίσταση R_3 έχει ίδια άκρα με την αντίσταση $R_{1,2}$, άρα ισχύει:

$$V_3 = I_3 R_3 = I_2 (R_1 + R_2) \quad \text{ή} \quad I_3 = 4A.$$

$$\text{Άρα } P_3 = I_3^2 R_3 \quad \text{ή} \quad P_3 = 32W.$$

27. A. Η συμπλήρωση των στηλών εισόδου του πίνακα γίνεται με την καταγραφή όλων των δυνατών συνδιασμών των σημάτων εισόδου.
Το σήμα εξόδου είναι το λογικό 1, εφόσον τουλάχιστον ένα από τα σήματα εισόδου είναι το λογικό 1.
- B. Η πύλη 1 πρέπει να είναι OR, διότι πρέπει να δίνει έξοδο το λογικό 1, αν μία τουλάχιστον είσοδος είναι το λογικό 1. Ομοίως η πύλη 2 πρέπει να είναι OR.
28. A. Εφόσον ο συναγερμός ενεργοποιείται όταν η έξοδος είναι το λογικό 1 και ο αισθητήρας εκπέμπει σήμα (όταν το στέμμα δεν βρίσκεται πάνω στον αισθητήρα) που αντιστοιχεί στο λογικό 0, η πύλη πρέπει να είναι NOT.
- B. Το σήμα εξόδου πρέπει να είναι το λογικό 1 όταν ο αισθητήρας φωτός ή έξοδος της πύλης NOT δίνουν έξοδο το λογικό 1. Άρα η πύλη B πρέπει να είναι OR.

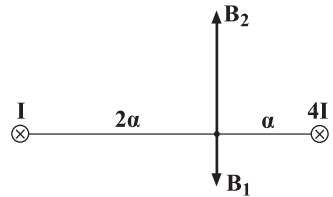
Κεφάλαιο 3.3

1. Οι εντάσεις των μαγνητικών πεδίων δίνονται από τις σχέσεις:

$$B_1 = \frac{\mu_0 I}{2\pi 2a} \quad \text{ή} \quad B_1 = 5 \cdot 10^{-6} \text{T}$$

$$B_2 = \frac{\mu_0 4I}{2\pi a} \quad \text{ή} \quad B_2 = 4 \cdot 10^{-5} \text{T}$$

Άρα $B_{\text{ολ}} = B_2 - B_1 \quad \text{ή} \quad B_{\text{ολ}} = 3,5 \cdot 10^{-5} \text{T}$.



2. Οι εντάσεις των μαγνητικών πεδίων είναι:

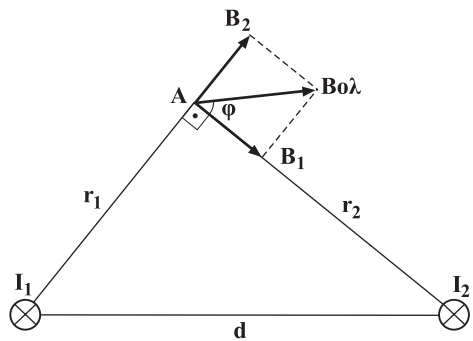
$$B_1 = \frac{\mu_0 I_1}{2\pi r_1} \quad \text{ή} \quad B_1 = 2 \cdot 10^{-5} \text{T}$$

$$B_2 = \frac{\mu_0 I_2}{2\pi r_2} \quad \text{ή} \quad B_2 = 2 \cdot 10^{-5} \text{T}$$

Οπότε $B_{\text{ολ}} = \sqrt{B_1^2 + B_2^2} \quad \text{ή}$

$$B_{\text{ολ}} = 2,83 \cdot 10^{-5} \text{T}.$$

$$\varepsilon\varphi\varphi = \frac{B_2}{B_1} \quad \text{ή} \quad \varphi = 45^\circ$$



3. Η ένταση του μαγνητικού πεδίου είναι:

$$B = \frac{\mu_0 I}{2\pi r} \quad \text{ή} \quad B = 2 \cdot 10^{-5} \text{T}$$

Οι δέκα αγωγοί δημιουργούν μαγνητικό πεδίο έντασης

$$B' = 10B \quad \text{ή} \quad B' = 2 \cdot 10^{-4} \text{T}.$$

4. Οι εντάσεις των μαγνητικών πεδίων που δημιουργούνται από τους αγωγούς Κ, Μ στο σημείο Ο έχουν τιμή:

$$B_K = B_M = \frac{\mu_0 I}{2\pi r} \quad \text{και αντίθετη κατεύθυνση, δηλαδή} \quad B_K - B_M = 0.$$

Άρα θα πρέπει να ισχύει επίσης $\vec{B}_\Lambda + \vec{B}_N = 0 \quad \text{ή} \quad B_\Lambda = B_N$.

Κατά συνέπεια:

Η φορά και η τιμή της έντασης του ρεύματος του αγωγού Λ πρέπει να είναι ίδια με εκείνες του αγωγού Ν.

5. Α. Οι αγωγοί Α,Δ δημιουργούν μαγνητικά πεδία με αντίθετη ένταση στο κέντρο του τετραγώνου.

Ομοίως οι αγωγοί Ζ,Γ.

Άρα $B_{ολ} = 0$.

- Β. Λόγω συμμετρίας ισχύει:

$$B_A = B_\Gamma = B_\Delta = B_Z = \frac{\mu_0 I}{2\pi \frac{\alpha\sqrt{2}}{2}} \quad \text{ή} \quad B_A = \sqrt{2} \cdot 10^{-5} \text{T}.$$

Επίσης οι εντάσεις B_A, B_Δ έχουν ίδια κατεύθυνση, αυτή από το Ζ στο Γ. Ομοίως οι εντάσεις B_Γ, B_Z έχουν κατεύθυνση από το Α στο Δ.

$$\text{Οπότε } B_{ολ} = \sqrt{(2B_A)^2 + (2B_\Gamma)^2} \quad \text{ή} \quad B_{ολ} = 4 \cdot 10^{-5} \text{T}.$$

Η $B_{ολ}$ ως διαγώνιος τετραγώνου σχηματίζει γωνία 45° με την B_A .

6. Η ένταση του ρεύματος της δέσμης είναι:

$$I = \frac{Ne}{t} \quad \text{ή} \quad I = 0,08 \text{A}.$$

$$\text{Οπότε } B = \frac{\mu_0 I}{2\pi r} \quad \text{ή} \quad B = 10^{-6} \text{T}.$$

7. Γνωρίζουμε ότι $T = \frac{2\pi r}{v}$, επίσης $I = \frac{e}{T}$ ή $I = \frac{ev}{2\pi r}$,

$$\text{άρα } B = \frac{\mu_0 \cdot I}{2r} \quad \text{ή} \quad B = 12,8 \text{T}.$$

8. Η ένταση του μαγνητικού πεδίου στο κέντρο των αγωγών έχει τιμή:

$$B = \frac{\mu_0 I}{2r} \quad \text{ή} \quad B = \sqrt{2} \cdot 10^{-4} \text{T}$$

Οι εντάσεις είναι κάθετες μεταξύ τους άρα

$$B_{ολ} = B\sqrt{2} \quad \text{ή} \quad B = 2 \cdot 10^{-4} \text{T}.$$

9. Α. Η αντίσταση του σύρματος του πλαισίου είναι:

$$R = 2\pi rNR^* \quad \text{ή} \quad R = \pi^2 \Omega.$$

Άρα η ένταση του ρεύματος που το διαρρέει έχει τιμή

$$I = \frac{\mathcal{E}}{R + r} \quad \text{ή} \quad I = 2\text{A.}$$

B. Η ένταση του μαγνητικού πεδίου στο κέντρο του πλαισίου έχει τιμή:

$$B = N \frac{\mu_0 I}{2r} \quad \text{ή} \quad B = 4 \cdot 10^{-4} \text{T.}$$

10. A. Η ένταση του μαγνητικού πεδίου στο εσωτερικό του πηνίου είναι

$$B = \mu_0 I \frac{N}{\ell} \quad \text{ή} \quad B = 6,28 \cdot 10^{-2} \text{T.}$$

B. Αν διπλασιασθεί το μήκος του πηνίου η ένταση είναι

$$B' = \mu_0 I \frac{N}{2\ell} = \frac{B}{2}, \quad \text{άρα μειώνεται } 50\%.$$

11. Ο αριθμός των σπειρών του σωληνοειδούς είναι

$$N = \frac{2 \cdot 10^2 \text{m}}{2\pi \cdot 10^{-2} \text{m}} \quad \text{ή} \quad N = \frac{10^4}{\pi} \text{ σπείρες.}$$

Άρα η μέγιστη τιμή της έντασης του πεδίου είναι

$$B = \mu_0 I \frac{N}{\ell} \quad \text{ή} \quad B = 5 \cdot 10^{-3} \text{T.}$$

12. Η ένταση του πεδίου είναι:

$$B = \mu_0 I n^* \quad \text{ή} \quad I = 2\text{A.}$$

Αλλά $I = \frac{\mathcal{E}}{R + r}$ άρα $R = \frac{\mathcal{E}}{I} - r$ ή $R = 10\Omega$.

13. Η ένταση του πεδίου είναι:

$$B = \mu\mu_0 I n^* \quad \text{ή} \quad B = 4\pi\text{T.}$$

Άρα $\Phi = BS$ ή $\Phi = 2\pi \cdot 10^{-3} \text{Wb.}$

14. Ο αγωγός για να ισορροπεί οριζόντιος θα πρέπει:

$$\Sigma F = 0 \quad \text{ή} \quad F_L = mg \quad \text{ή} \quad B = \frac{mg}{I\ell} \quad \text{ή} \quad B = 2,5\text{T.}$$

15. A. Η ένταση του μαγνητικού πεδίου στο εσωτερικό του σω-

ληνοειδούς είναι $B = \mu_0 I \frac{N}{\ell}$ ή $B = 2T$.

B. $\Delta\Phi = \Phi_\tau - \Phi_\alpha = \mu_0 I \frac{N}{\ell} (1 - \mu) S$ ή

$\Delta\Phi = -1,996 \cdot 10^{-3} \text{Wb}$.

16. Η ΗΕΔ από επαγωγή που αναπτύσσεται στο πηνίο δίνεται από τη σχέση:

$\mathcal{E} = -N \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = -N \cdot \frac{\Phi_\tau - \Phi_\alpha}{\Delta t} = N \frac{\Phi_\alpha}{\Delta t}$

Άρα $N = \frac{\mathcal{E}\Delta t}{\Phi_\alpha}$ ή $N = 1.000$ σπείρες.

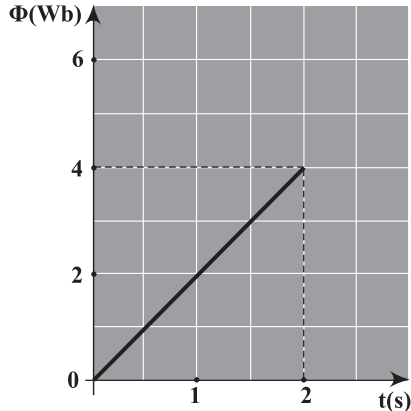
17. Α. Η μαγνητική ροή είναι $\Phi = 2t$, άρα η γραφική της παράσταση με το χρόνο είναι ευθεία.

B. $\mathcal{E} = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$ άρα είναι ίση με την κλίση της ευθείας της εικόνας.

Δηλαδή $\mathcal{E} = -\frac{4 - 0}{2 - 0}$ ή

$\mathcal{E} = -2V$.

Γ. $I = \frac{\mathcal{E}}{R}$ ή $I = -0,2A$.



18. Η ΗΕΔ από επαγωγή που αναπτύσσεται στο πλαίσιο είναι:

$\mathcal{E}_{\text{επ}} = -N \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = -N \frac{5\Delta B}{\Delta t}$ ή $\mathcal{E}_{\text{επ}} = -0,5V$.

19. Α. Η ΗΕΔ από επαγωγή που αναπτύσσεται στο πλαίσιο

είναι: $\mathcal{E} = -N \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = -N \frac{0 - BS_{\text{συν}60^\circ}}{\Delta t}$ ή $\mathcal{E} = 0,2V$.

B. Η ένδειξη του γαλβανόμετρου είναι $I = \frac{\mathcal{E}}{NR}$ ή $I = 0,05A$.

Κεφάλαιο 4.1

1. A. Η εξίσωση κίνησης είναι:

$$x = x_0 \sin \omega t \quad \text{άρα } x_0 = 10 \text{ cm και}$$

$$\omega = 20\pi \frac{\text{rad}}{\text{s}} \quad \text{ή } 2\pi f = 20\pi \text{ Hz} \quad \text{ή } f = 10 \text{ Hz.}$$

B. $x = 10 \sin(20\pi \cdot 0,025) \text{ cm}$ ή $x = 0$.

2. A. $x = x_0 \sin \omega t$ ή $x = 0,1 \sin 50\pi \cdot 0,01 t$ ή $x = 0$

$$v = -\omega x_0 \cos \omega t \quad \text{ή } v = -2\pi f x_0 \cos 2\pi f t \quad \text{ή } v = -5 \text{ m/s.}$$

B. $a = -\omega^2 x_0 \sin \omega t$ ή $a = -1.250\sqrt{2} \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$.

$$F = ma \quad \text{ή } F = 17,68 \text{ N.}$$

3. Γνωρίζουμε ότι:

$$U_{\text{ολ}} = K + U \quad \text{ή } \frac{1}{2} D x_0^2 = \frac{1}{2} m v^2 + \frac{1}{2} D x^2 \quad \text{ή}$$

$$m v^2 = D(x_0^2 - x^2) \quad \text{ή } v^2 = \omega^2(x_0^2 - x^2).$$

4. $x = x_0 \sin \omega t$ ή $x = 10 \sin(0,5t) \text{ cm}$, διότι από το διάγραμμα φαίνεται ότι $T = 4\pi \text{ s}$.

$$v = -\omega x_0 \cos \omega t \quad \text{ή } v = -5 \cos(0,5t) \text{ cm/s.}$$

$$a = -\omega^2 x_0 \sin \omega t \quad \text{ή } a = -2,5 \sin(0,5t) \text{ cm/s}^2.$$

5. A. $x = x_0 \sin \omega t$ ή $0,02 = x_0 \sin \omega t$

$$a = -\omega^2 x_0 \sin \omega t \quad \text{ή } -8 = -\omega^2 x_0 \sin \omega t.$$

Από τις προηγούμενες εξισώσεις προκύπτει:

$$\omega = 20 \text{ rad/s, άρα } T = \frac{\pi}{10} \text{ s.}$$

B. $F = ma$ ή $F = -0,08 \text{ N}$.

6. Η περίοδος ταλάντωσης του δίσκου δίνεται από τη σχέση

$$T_1 = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}} \quad (1)$$

Όταν τεθούν σταθμά πάνω στο δίσκο η περίοδος ταλάντωσής

$$\text{του γίνεται } T_2 = 2\pi \sqrt{\frac{m + m'}{k}} \quad (2)$$

Διαιρούμε τις σχέσεις (1) και (2) και προκύπτει $\frac{T_1^2}{T_2^2} = \frac{m}{m+m'}$
και αντικαθιστώντας τα δεδομένα έχουμε $m = 0,5\text{kg}$.

7. Γνωρίζουμε ότι $F = -Dx$, άρα $D = 200\text{N/m}$.

Επίσης $D = m\omega^2$ ή $\omega = \sqrt{\frac{D}{m}}$ ή $\omega = 100\sqrt{2}\text{ rad/s}$.

Η ταχύτητα στη θέση αυτή είναι:

$$v = -\omega x_0 \eta \mu \omega t \quad \text{ή} \quad v = -100\sqrt{2} \cdot 0,3 \eta \mu 100\sqrt{2}t$$

Αλλά $x = x_0 \sigma \nu \omega t$ ή $0,1 = 0,3 \sigma \nu 100\sqrt{2}t$ ή $t = 0,5\text{s}$.

Άρα $v = 40\text{m/s}$.

8. Α. $D = m\omega^2$ ή $D = 4\pi^2 m f^2$ ή $D = 160\text{N/m}$.

Β. Ισχύει $U = \frac{1}{2}Dx^2$ ή $U = \frac{1}{2}D\left(\frac{F}{D}\right)^2$ ή $U = 1,25\text{J}$.

9. Α. $D = \frac{4\pi^2 m}{T^2}$ ή $D = 200\text{N/m}$.

Β. $U = \frac{1}{2}Dx_0^2$ ή $U = 1\text{J}$.

10. Η περίοδος του απλού εκκρεμούς είναι:

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{\ell}{g}} \quad \text{ή} \quad g = 4\pi^2 \frac{\ell}{T^2} \quad \text{ή} \quad g = 10\text{m/s}^2.$$

11. Η περίοδος του πρώτου εκκρεμούς είναι:

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{\ell}{g}} \quad \text{ή} \quad 2\text{s} = 2\pi\sqrt{\frac{1\text{m}}{g}} \quad (1)$$

Η περίοδος του δεύτερου εκκρεμούς είναι;

$$T' = 2\pi\sqrt{\frac{\ell'}{g}} \quad \text{ή} \quad \frac{60\text{s}}{20} = 2\pi\sqrt{\frac{\ell'}{g}} \quad (2)$$

Διαιρώντας τις σχέσεις (1) και (2) κατά μέλη προκύπτει:

$$\ell' = 2,25\text{m}$$

12. Η περίοδος του εκκρεμούς είναι

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{\ell}{g}}$$

Η νέα περίοδος του είναι

$$T' = 2\pi\sqrt{\frac{\ell'}{g}} \quad \text{ή} \quad \frac{T'}{T} = \sqrt{\frac{\ell'}{\ell}} \quad \text{ή} \quad \left(\frac{60/90}{60/60}\right)^2 = \frac{\ell'}{\ell} \quad \text{ή} \quad \frac{4}{9} = \frac{\ell'}{\ell}$$

Άρα το μήκος του εκκρεμούς πρέπει να ελαττωθεί κατά

$$\frac{\ell' - \ell}{\ell} \times 100 = \frac{4 - 9}{9} \times 100 = 55,5\%$$

13. Σε τυχαία θέση του σώματος ισχύει:

$\Sigma F = -(K_1 + K_2)x$, άρα εκτελεί αρμονική ταλάντωση.

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{D}} \quad \text{ή} \quad T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k_1 + k_2}}$$

Κεφάλαιο 4.2

1. Α. Η εξίσωση του κύματος είναι:

$$c = \lambda f \text{ οπότε } \lambda = \frac{c}{f} \text{ ή } \lambda = 0,5\text{m.}$$

Β. $s = ct$ ή $s = 2,25\text{m.}$

2. Η συχνότητα της πηγής των κυμάτων είναι:

$$f = \frac{180}{60} \text{ Hz ή } f = 3\text{Hz}$$

$$c = \lambda f \text{ ή } c = 0,6\text{m/s.}$$

3. Είναι $t = \frac{T}{2}$ ή $T = \frac{30}{11}\text{s}$

Επίσης $x = 2\lambda$ ή $\lambda = 0,06\text{m.}$

Άρα $c = \lambda/T$ ή $c = 0,022\text{m/s.}$

4. Α. Είναι $\frac{\lambda}{2} = 0,1\text{m}$ ή $\lambda = 0,2\text{m.}$

Β. $c = \frac{\lambda}{T}$ ή $c = 1\text{m/s.}$

5. Η ταχύτητα του κύματος είναι:

$$c = \lambda f \text{ ή } \lambda = \frac{c}{f} \text{ ή } \lambda = 0,5\text{m.}$$

6. Ισχύει $2d = ct$ ή $d = \frac{ct}{2}$ ή $d = 510\text{m.}$

7. Α. Η ταχύτητα του κύματος είναι:

$$c = \frac{d}{t} \text{ ή } c = 2,5\text{m/s.}$$

Β. Είναι $\frac{\lambda}{2} = 0,1\text{m}$ ή $\lambda = 0,2\text{m.}$

$$c = \lambda f \text{ ή } f = \frac{c}{\lambda} \text{ ή } f = 12,5\text{Hz.}$$

$$\Gamma. v_0 = \omega \alpha \quad \text{ή} \quad v_0 = 2\pi f \alpha \quad \text{ή} \quad v_0 = 0,157 \text{ m/s}$$

$$8. \text{ A. Είναι } c = \lambda f \quad \text{ή} \quad \lambda = \frac{c}{f} \quad \text{ή} \quad \lambda = 2 \text{ m.}$$

$$\text{B. } T = \frac{1}{f} \quad \text{ή} \quad T = 2 \cdot 10^{-3} \text{ s.}$$

$$\omega = \frac{2\pi}{T} \quad \text{ή} \quad \omega = 3141 \text{ rad/s.}$$

$$\Gamma. v_0 = \omega x_0 \quad \text{ή} \quad v_0 = 157 \text{ m/s.}$$

9. Από τις εικόνες Α και Β φαίνεται ότι:

$$x_0^A = \frac{1}{2} x_0^B \quad \text{και}$$

$$\lambda_A = 20 \cdot 10^{-3} \text{ m}, \quad \lambda_B = 10 \cdot 10^{-3} \text{ m.}$$

Οπότε οι αντίστοιχες ταχύτητες διάδοσης κάθε κύματος είναι:

$$c_A = \lambda_A f \quad \text{ή} \quad c_A = 1 \text{ m/s} \quad \text{και}$$

$$c_B = \lambda_B f \quad \text{ή} \quad c_B = 0,5 \text{ m/s.}$$

$$\text{Επίσης } \frac{v_0^A}{v_0^B} = \frac{\omega x_0^A}{\omega x_0^B} \quad \text{ή} \quad \frac{v_0^A}{v_0^B} = \frac{1}{2}$$

$$10. \text{ Είναι } c = \lambda f \quad \text{ή} \quad f = \frac{c}{\lambda} \quad \text{ή} \quad f = 3 \cdot 10^{14} \text{ Hz.}$$

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Επιστημολογία των Φυσικών Επιστημών

Κάλφας Β.: (1997) *Επιστημονική Πρόοδος και Ορθολογικότητα*, Εκδόσεις Νήσος.

Περί κατασκευής: Πρακτικά εργαστηρίου της ΕΜΕΑ Εκδόσεις Νήσος 1996

Bondi H.: (1990) *Σχετικότητα και Κοινή Λογική*, Εκδόσεις Τροχαλία.

Born Max: (1993) *Το Πείραμα και η Θεωρία στη Φυσική*, Εκδόσεις Τροχαλία

Brown H.: (1994) *Η Σοφία της Επιστήμης*, Εκδόσεις Διάυλος.

Brown H. I.: (1993) *Αντίληψη, Θεωρία και Δέσμευση*, Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Κρήτης.

Carnap R.: (1975), *Φιλοσοφία και λογική σύνταξη Μετάφραση* Ιωάννα Γόρδου. Επιμ. Ν. Αυγελής, Εκδόσεις Εγνατία

Einstein A., Infeld L.: (1978) *Η Εξέλιξη των Ιδεών στη Φυσική*, Μετάφραση - Συμπλήρωμα Ε. Μπιτσάκης, Εκδόσεις Δωδώνη.

Feyerabend P.: (1982) *Ενάντια στη Μέθοδο*, Μετάφραση Γρ. Κανκαλάς, Γ. Κουνταρούλης, Εκδόσεις Σύγχρονα Θέματα.

Foucault M.: (1986) *Οι λέξεις και τα πράγματα Μια αρχαιολογία των επιστημών του ανθρώπου* Μετάφραση Κωστής Παπαγιώργης Εκδόσεις "Γνώση"

Kraft V.: (1986) *Ο Κύκλος της Βιέννης και η Γέννηση του Νεοθετικισμού Slick Wittgenstein Carnap Popper* Μετάφραση Γιάννη Μανάκου "Γνώση"

Kuhn T.: (1987). *Η δομή των επιστημονικών επαναστάσεων* Μετάφραση Β. Κάλφας Σύγχρονα Θέματα

Lakatos I.: (1986) *Μεθοδολογία των Επιστημονικών Προγραμμάτων Επιστημονικής Έρευνας* Μετάφραση Αιμ. Μεταξόπουλος Εκδόσεις Σύγχρονα Θέματα

Rae Alastair: (1987) *Κβαντομηχανική: πλάνη ή πραγματικότητα*, Εκδόσεις Κάτοπτρο.

Ιστορία των Φυσικών Επιστημών

Αριστοτέλους: Φυσικής Ακρόασις (Τα φυσικά), Μετάφραση Κ.Δ. Γεωργούλη, Εκδόσεις Παπαδήμα. (1972)

Κέντρο Νεοελληνικών Ερευνών: Οι Επιστήμες στον Ελληνικό Χώρο (Πρακτικά συνεδρίου, Ιούνιος 1995), Εκδόσεις Τροχαλία.

Φάρρινγκτον Β.: (1969) *Η Επιστήμη στην Αρχαία Ελλάδα*, Μετάφραση Ραϊσής Ν., Εκδόσεις Κάλδος.

Asimov I.: (1998) *Το Χρονικό των Επιστημονικών Ανακαλύψεων*, Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Κρήτης.

Dampier W.C.: (1979) *A history of Science and its relations with Philosophy & Religion*, Cambridge University Press.

Grant E.: (1993) *Οι Φυσικές Επιστήμες τον Μεσαίωνα*. Μετ. Σαρίκας Ζ. Παν. Εκδόσεις Κρήτης.

Harman M. P.: (1993) *Ενέργεια, Δύναμη και Ύλη Η εννοιολογική εξέλιξη της Φυσικής τον 19ο αιώνα* Επιστημονική επιμέλεια Κ. Γαβρόγλου Μετάφραση Τ. Τσιαντούλας Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Κρήτης

Leicester H.: (1993), *Ιστορία της Χημείας*, Εκδόσεις Τροχαλία.

Narlikar J.: (1999) *Η Ελαφρότητα της Βαρύτητας*, Εκδόσεις Τροχαλία

Prigogine Ilya: (1997), *Το τέλος της βεβαιότητας*, Εκδόσεις Κάτοπτρο.

Prigozin I., Stengers I.: (1986) «*Τάξη μέσα από το Χάος*» Μετάφραση Μ. Λογιωτάτου. Εκδόσεις Κέδρος.

Schrodinger E.: *Η φύση και οι Έλληνες. Ο κόσμος και η φυσική*. Πρώτη δημοσίευση 1954. Σχόλια και επεκτάσεις Michel Bitbol. 1992. Εκδόσεις Π. Τραυλός, Κωσταράκη Ε., 1995.

Weisskopf V.: (1994) *Η Κβαντική Επανάσταση*, Εκδόσεις Κάτοπτρο.

Παιδαγωγικά- Διδακτική

Κόκκοτας Π.: (2000) (Επιμ.) *Διδακτικές προσεγγίσεις στις φυσικές επιστήμες-Σύγχρονοι προβληματισμοί* Εκδόσεις τυπωθήτω.

Κόκκοτας Π.: (1998) *Σύγχρονες προσεγγίσεις στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών. – Η εποικοδομητική προσέγγιση της διδασκαλίας και της μάθησης*.

Κόκκοτας Π.: (1998) *Διδακτική των Φυσικών Επιστημών* Εκδόσεις Γρηγόρη .

Κουλαϊδής Β.: (1995) (Επιμ.) *Αναπαραστάσεις του φυσικού κόσμου* Εκδόσεις Gutenberg

Ματσαγγούρας Η.: (1995) (Επιμ.) *Η εξέλιξη της διδακτικής. Επιστημολογική θεώρηση* Εκδόσεις Gutenberg

Πατάπης Σ.: (1995) *Μεθοδολογία της διδασκαλίας της Φυσικής Β' Έκδοση*

Σταυρίδου Ε.: (1995) *Μοντέλα Φυσικών Επιστημών και διαδικασίες μάθησης* Εκδόσεις Σαββάλας

Τσαπαρλής Γ.: (1991) *Θέματα διδακτικής Φυσικής και Χημείας στη Μέση Εκπαίδευση* Εκδόσεις Γρηγόρης

Αrons A. B.: (1992) *Οδηγός διδασκαλίας της Φυσικής Μετάφραση Βαλαδάκης Ανδρέας* Εκδόσεις Τροχαλία

Bernstein B.: (1991) *Παιδαγωγικοί κώδικες και Κοινωνικός έλεγχος* Εισαγωγή -Μετάφραση -Σημειώσεις Ιωσήφ Σολομών Εκδόσεις Αλεξάνδρεια

- Bertrand Y.:** (1994) *Σύγχρονες Εκπαιδευτικές θεωρίες* Μετ. Σιπητάνου Α., Λινάρδου Ε. Εκδόσεις Ελληνικά Γράμματα
- Driver R., Guesne E., Timberghien A.:** (Eds) *Οι ιδέες των παιδιών στη Φυσική* Μετάφραση Κρητικός Θ., Σπηλιωτοπούλου-Παπαντωνίου Β., Σταυρόπουλος Α. ΕΝΩΣΗ ΕΛΛΗΝΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ, ΤΡΟΧΑΛΙΑ 1993
- Driver R., Squires A., Rushworth P., Wood-Robinson V.:** (1999). *Οικοδομώντας τις έννοιες των Φυσικών Επιστημών- Μια Παγκόσμια σύνοψη των ιδεών των μαθητών* Επιμ. Π. Κόκκοτας, Μετ. Μ. Χατζή, Εκδόσεις τυπωθήτω
- Hayes N.:** (1993) *Εισαγωγή στις Γνωστικές Λειτουργίες* Επιμ. Α. Κωσταράκου-Ευκλείδη Εκδόσεις ελληνικά γράμματα
- Lemeignan G., Weil-Barais A.:** (1997) *Η οικοδόμηση των εννοιών στη φυσική-Η διδασκαλία της μηχανικής* Επιμ.-Μεταφ. Δαπόντες Ν. Δημητράκοπούλου Α., Εκδόσεις τυπωθήτω
- Maturana H., Varela F.:** (1992) *Το δέντρο της γνώσης. Οι βιολογικές ρίζες της ανθρώπινης νόησης* Εκδόσεις Κατοπτρο

Φυσική

- Αλεξανδρόπουλος Ν. Γ., Θεοδορίδου - Καραδήμα Ε., συνεργασία Κώστη Κ. Θ.:** (1996) *Συμπυκνωμένη Ύλη και Ακτίνες Χ*, Ιωάννινα.
- Αλεξόπουλος Κ.Δ., Μαρίνος Δ. Ι.:** (1998) *Νεώτερα από τη Φυσική*, Εκδόσεις Σαββάλας.
- Αλεξόπουλος Κ.Δ., Μαρίνος Δ.Ι.:** (1980) *Φυσική*, τόμοι Α'-Β', Αθήνα.
- Αλεξόπουλος Κ.Δ.:** (1966) *Γενική Φυσική*, τόμοι 1-5. Αθήνα.
- Βαρώτσος Π., Αλεξόπουλος Κ. Δ.:** (1995) *Φυσική Στερεάς Κατάστασης*, Εκδόσεις Σαββάλας.
- Βλάχος Ι.:** (1990) *Μαθησιακές δραστηριότητες για την πρώτη Λυκείου: Γενικού-Πολυκλαδικού*, Εκδόσεις "Η έκφραση".
- Βλάχος Ι., Ζάχος Κ., Κόκκοτας Π., Τιμοθέου Γ.:** (1998) *Φυσική Γ' Λυκείου* Ο.Ε.Δ.Β.
- Δανέζης Μ., Θεοδοσίου Σ.:** (1999) *Το Σύμπαν που Αγάπησα-Εισαγωγή στην Αστροφυσική*, τόμοι Α', Β', Εκδόσεις Δίαυλος.
- Κόκκοτας Π., Κρέμος Δ.:** (1995) *Φυσική Α' Λυκείου*, Εκδόσεις Ο.Ε.Δ.Β.
- Μαυρίκης Χ., Τιμοθέου Γ.:** (1982) *Μεθοδολογία ασκήσεων Μηχανικής*, Εκδόσεις Αναστασάκη.
- Μπότσης Κ., Περιστερόπουλος Π., Σφαρνάς Ν.:** (1993) *Εγχειρίδιο Φυσικής Γ' Λυκείου*, Εκδόσεις Νέων Τεχνολογιών.
- Οικονόμου Ε. Ν.:** (1985) *Συμβίωση χωρίς μέλλον - Πυρηνικά Όπλα και Ανθρώπινο Πολιτισμοί*, Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Κρήτης.
- Οικονόμου Ε. Ν.:** (1991) *Η Φυσική Σήμερα (Οι Δέκα Κλίμακες της Ύλης)*, Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Κρήτης.

Περιστερόπουλος Π., Σκιαθίτης Εμ.: (1983) *Οδηγίες για τη διδασκαλία της Φυσικής στη Β' Λυκείου.*

Τιμοθέου Γ.: (1986) *Φυσική Γ' Λυκείου*, Εκδόσεις Παπαδημητρώπουλου.

Abbott A.: (1982) *Ordinary Level Physics*, Heinemann Ed. Books, third Edition.

Avison J.: (1989) *The World of Physics*, Nelson.

Bausor J. et al.: (1978) *Advanced Physics project for Independent Learning* (APPIL) Units 1-10, John Murray (Publishers).

Born M.: (1951) *The restless Universe*, Dover Publications.

Breithaupt J.: (1994) *Physics*, Stanley Thornes (publishers) Ltd.

Breithaupt J.: (1997) *Key Science: Physics* (new edition), Stanley Thornes (publishers) Ltd.

Dorn F., Bader F.: (1985) *Φυσική*, τόμοι 1-4, Εκδόσεις Κτίστη, Αθήνα, (συνοδεύεται από βιβλίο για τον καθηγητή).

Epstein L.C.: (1989) *Thinking Physics - Practical lessons in critical thinking* (second edition), Insight Press.

Feynman R.: (1990) *Ο Χαρακτήρας του Φυσικού Νόμου*, Μετάφραση Ελένη Πιπίνη, Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Κρήτης.

Gamow G. and Cleveland J.M.: (1978) *Physics: foundations and frontiers* (third edition) Prentice-Hall of India.

Haber-Schaim U., Dodge J., Walter J.: (1990) *P.S.S.C Φυσική*, Μετάφραση Θ. Κωστίκας, Εκδόσεις Ίδρυμα Ευγενίδου.

Halliday D. Resnick R.: (1976) *Φυσική*, Μετάφραση Γ. Πνευματικός, Γ. Πεπονίδης τόμοι 1-2, Εκδόσεις Γ.Α. Πνευματικός.

Hecht E.: (1998) *Physics: Algebra/Trig* Vol. I & II., Brooks/Cole Publishing Company.

Hewitt P.: (1992) *Οι Έννοιες της Φυσικής*, Μετάφραση Ε. Σηφάκη, Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Κρήτης.

Hey I., Walters P.: (1992) *Το Κβαντικό σύμπαν*, Μετάφραση Νίκος Διλής, Εκδόσεις Κάτοπτρο.

Holtan G.: (1985) *Introduction to concepts and theories in Physical Science*, revised by Brush S. (second edition), Princeton University Press.

Johnson K.: (1996) *Physics for you, New National Curriculum Edition for GCSE*. Stanley Thornes (publishers) Ltd.

Landau L., Kitaigorodsky A.: (1980) *Physics for Everyone* vol. *Physical bodies*, (second edition), MIR Publishers Moscow.

Landau L.D., and Kitagorodsky A.I.: (1980) *Physics for everyone*, vol. *Molecules* (second edition) MIR Publishers Moscow.

Landau L.D., and Kitagorodsky A.I.: (1981) *Physics for everyone*, vol. *Electrons*, MIR Publishes Moscow.

MacDemmont L. C.: (1996) *Physics by Inquiry*, volumes 1-2, J. Willy & Sons.

March R.: (1996) *Φυσική για Ποιητές*, Μετάφραση Κ. Μεργιά, Εκδόσεις Δίαυλος.

Ohanian H.: (1991) *Φυσική*, τόμοι 1-2, Μετάφραση Α. Φίλιππα, Εκδόσεις Συμμετρία.

Pople S.: (1989) *Physics, Coordinated Science*, Oxford University Press.

Rogers E.M.: (1977) *Physics for the inquiring mind: the methods, nature and philosophy of physical science* (twelfth edition) Princeton University Press.

Rutherford F., Holton G., Watson F.: (1981) Harvard Project Physics, Εκδότες Holt, Rinehart, Winston Publishers.

Sang D.: (1995) *Nuclear and Particle Physics*, Nelson.

Serway R.: (1990) *Physics for Scientists and Engineers*, Μετάφραση Α. Ρεσβάνης, τόμος IV.

Serway R.: (1991) *Φυσική*, τόμοι 1-4, Έκδοση Α. Ρεσβάνη, Αθήνα.

Silberberg M.: (1996) *Chemistry: the molecular nature of matter and change*, Mosby.

Skinner B.J. and Porter P.C.: (1987) *Physical Geology*, John Wiley & Sons.

Tillery B.W.: (1996) *Physical Science* (third edition), W.C.M. Publishers.

Wenham E., Dorling G., Snell J., Taylor B.: (1972) *Physics, Concepts and Models*, Addison – Wesley Publishers limited.

Whelan P., Hodgson M.: (1979) *Questions on Principles of Physics*, John Murray.

Young H.: (1994) *Φυσική*, τόμοι 1-2, Μετάφραση Ε. Αναστασάκης, Σ. Δ. Π. Βλασσόπουλος, Ε. Δρης, Η. Σ. Ζουμπούλης, Η. Κ. Κατσούφης, Γ. Κουρούκλης, Ε. Μάνεσης, Κ. Ε. Παρασκευαΐδης, Μ. Πιλάνιας, Κ. Χριστοδουλίδης, Εκδόσεις Παπαζήση.

Zitewits P.W. et. al.: (1995) *Merril Physics, Principles and Problems*, Glencoe/Mc Graw Hill.

Εργαστήριο-Πειράματα

Καρυώτογλου Π. κ.ά.: (1989) *Το Κυκλικό Εργαστήριο*, τόμοι Α-Β, Εκδόσεις Γ. Πνευματικός.

Καραπαναγιώτης Β., Παπασταματίου Ν., Φέρτης Α., Χαλέτσος Χ.: *Εργαστηριακός Οδηγός Β΄ Γυμνασίου*, Ο.Ε.Δ.Β

Καραπαναγιώτης Β.: (1989) *Το Σχολικό Εργαστήριο Φυσικών Επιστημών*, Εκδόσεις Γρηγόρη.

Κόκκοτας Π., Καραπαναγιώτης Β. κ.ά.: (1998) *Πειράματα Φυσικής*, Εκδόσεις Γρηγόρη.

Κόκκοτας Π., Καραπαναγιώτης Β., Αρναουτάκης Ι., Καρανίκας Ι., Κουρέλης Ι.: *Πειράματα Φυσικής*, Εκδόσεις Γρηγόρη, Αθήνα.

Μπουρούτης Ι., Μητσιάδης Σ., Βρέτταρος Γ.: *Ο Καθοδικός Παλμογράφος*, Εκδόσεις ΥΠΕΠΘ.

Μπουρούτης Ι.: (1988) *Πειράματα Φυσικής*, τόμοι Α-Β, Εκδόσεις Ο.Ε.Δ.Β. (γ' έκδοση 1993).

Μπουρούτης Ι.: *Πειράματα Φυσικής*, τόμοι Α-Β, Εκδόσεις Ο.Ε.-Δ.Β

Ορφανουδάκης Γ.: *Εργαστηριακές Ασκήσεις Φυσικής*, Εκδόσεις Gutenberg, Αθήνα.

Παπασταματίου Ν.: *Εργαστηριακές Ασκήσεις Β' και Γ' Γυμνασίου*, Αθήνα.

Armitage E.: *Practical Physics in SI*, J. Murray, Hong Kong.

Avison J.: *The World of Physics*, Nelson, Hong Kong.

Freier G. - Anderson F.: *A Demonstration Handbook for Physics*, American Association of Physics Teachers, N. York.

Haber-Schaim U. et al.: *Φυσική PSSC Εργαστηριακός Οδηγός* (Μετάφραση Ν. Παπασταματίου), Ίδρυμα Ευγενίδου.

Leybold - Heraus : *Physics Catalogue of Experiments*, Kuln, Germany.

Moss G.: *Ordinary Level Practical Physics*, Heinemann, London.

Murphy J. - Doyle J.: *Laboratory Physics*, C.E. Merrill, Columbus Ohio.

Tillery Bill W.: *Laboratory Manual in Conceptual Physics*, W.C. Brown Boston, Chicago, London.

Tyler F.: *A Laboratory Manual of Physics*, E. Arnold, London.

Unesco: (1994) *Οδηγός του Εκπαιδευτικού*, Μετάφραση Α. Βεκιαρέλη - Ε. Παπαγκίκα, Επιμ. Ι. Αντωνίου κ.α., Εκδόσεις UNESCO/RED - T - POINT.

Unesco: *New Unesco Source Book for Science Teaching*, Unesco, Paris.

Williams J. et. al.: *Excercises and Experiments in Physics*, Holt Reinhart and Winston.

Κατάλογοι οργάνων

Μητσιάδης Σ: Εικονογραφημένος Κατάλογος Εποπτικών Μέσων Διδασκαλίας, Εκδόσεις Ο.Ε.Δ.Β.

Colatex Didactic: *Physic Technik Hauptkatalog*, Lehrmittelhaus, Innsbruck.

Leybold - Heraus: *Physics Apparatus for Teaching Purposes*, Koln Germany “Επιστημονικά Όργανα”, Σολωμού 16, Αθήνα.

Philip Harris: *Physical Science, Life Science, Technologie*, Staffordshire England, “Νοομ Ηλεκτρονική ΕΠΕ”, Βουλής 18, Αθήνα.

PHYWE: *Physics - Main Catalogue*, Gøfttingen, Germany, anro α.ε., Λεωφ. Συγγρού 44, Αθήνα.

ΣΗΜΕΙΩΣΕΙΣ-ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ

Στις επόμενες σελίδες υπάρχει χώρος όπου μπορείτε να καταγράψετε σχόλια, να κρατήσετε σημειώσεις ή απλά να σημειώσετε “τι να μην ξεχάσω” την επόμενη φορά που διδάξετε τις διάφορες διδακτικές ενότητες.

3.1 Δυνάμεις μεταξύ ηλεκτρικών φορτίων

Διδακτική ενότητα 1η: Νόμος του Coulomb (3.1.1).

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Διδακτική ενότητα 2η: Ηλεκτρικό πεδίο (3.1.2), δυναμικές γραμμές (3.1.3).

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Διδακτική ενότητα 3η: Διαφορά δυναμικού (3.1.4).

.....

.....

.....

Ηλεκτρεγερτική δύναμη πηγής (3.2.2), Ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος (3.2.3).

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Διδακτική ενότητα 2η: Νόμος του Ohm (3.2.4) Παράγοντες από τους οποίους εξαρτάται η αντίσταση (3.2.5), Όργανα ηλεκτρικών μετρήσεων. Αμπερόμετρα και βολτόμετρα (3.2.6), Η έννοια του ηλεκτρικού κυκλώματος (3.2.7).

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Διδακτική ενότητα 3η: Το θερμικό αποτέλεσμα του ηλεκτρικού ρεύματος - Νόμος του Joule (3.2.8). Ισχύς του ηλεκτρικού ρεύματος (3.2.9).

.....

.....

.....

.....

.....

.....
.....
.....
.....
.....
.....

Διδακτική ενότητα 4η: Μαγνήτιση υλικών και ερμηνεία του μαγνητισμού (3.3.6).

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

Διδακτική ενότητα 5η: Ηλεκτρομαγνητική δύναμη Laplace (3.3.7)

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

Διδακτική ενότητα 6η: Ηλεκτρικός κινητήρας (αρχή). (3.3.8), Αρχή λειτουργίας των αμπερομέτρων και βολτομέτρων (3.3.9).

.....
.....

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

Διδακτική ενότητα 7η: Το φαινόμενο της ηλεκτρομαγνητικής επαγωγής (3.3.10).

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

Διδακτική ενότητα 8η: Ο κανόνας του Lenz (3.3.11).

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

Διδακτική ενότητα 9η: Αρχή λειτουργίας των ηλεκτρικών γεννητριών (δυναμό) (3.3.12)

.....

