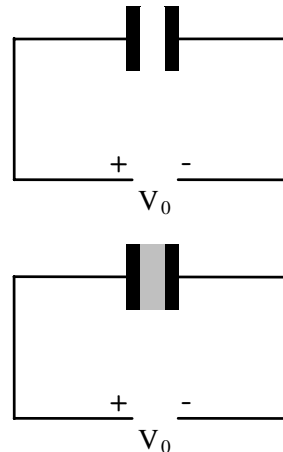
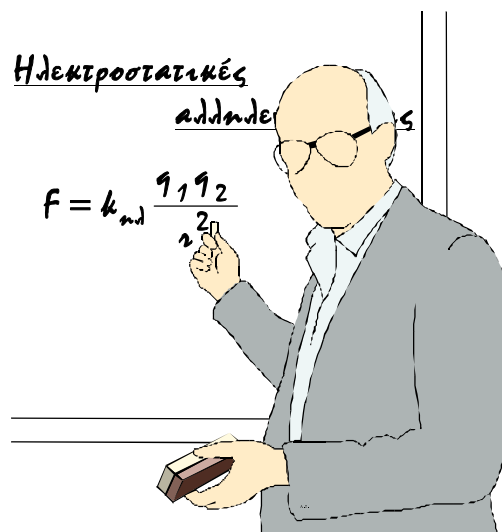


54. Επίπεδος πυκνωτής αέρα έχει χωρητικότητα  $C_0 = 2 \mu\text{F}$  και είναι συνδεδεμένος με πηγή τάσης  $V_0 = 40 \text{ V}$ . Γεμίζουμε το χώρο μεταξύ των οπλισμών του με υλικό διηλεκτρικής σταθεράς  $\epsilon = 10$ . Για τον πυκνωτή με διηλεκτρικό, να βρείτε
- την τάση  $V$  μεταξύ των οπλισμών του.
  - τη χωρητικότητα  $C$ .
  - το φορτίο  $Q$ .
  - την ηλεκτροστατική του ενέργεια  $U$ .
- [Απ. (α)  $40 \text{ V}$ , (β)  $20 \mu\text{F}$ , (γ)  $800 \mu\text{C}$ , (δ)  $16 \cdot 10^{-3} \text{ J}$ ]

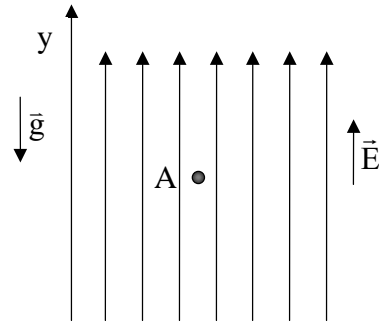


- \* 55. Επίπεδος πυκνωτής αέρα έχει χωρητικότητα  $C_0 = 1 \mu\text{F}$  και φορτίζεται από πηγή τάσης  $V_0 = 20 \text{ V}$ . Μετά τη φόρτιση αποσυνδέουμε τον πυκνωτή από την πηγή και διπλασιάζουμε την απόσταση μεταξύ των οπλισμών του. Να βρείτε τη μεταβολή
- του φορτίου του.
  - της χωρητικότητάς του.
  - της τάσης μεταξύ των οπλισμών του.
  - της ηλεκτροστατικής του ενέργειας.
- [Απ. (α)  $0$ , (β)  $-0,5 \mu\text{F}$ , (γ)  $20 \text{ V}$ , (δ)  $2 \cdot 10^{-4} \text{ J}$ ]

56. Επίπεδος πυκνωτής αέρα έχει χωρητικότητα  $C_0 = 1 \mu\text{F}$  και είναι συνδεδεμένος με πηγή τάσης  $V_0 = 20 \text{ V}$ . Διατηρούμε τη σύνδεση του πυκνωτή με την πηγή και διπλασιάζουμε την απόσταση μεταξύ των οπλισμών του. Να βρείτε τη μεταβολή
- της τάσης μεταξύ των οπλισμών του.
  - της χωρητικότητάς του.
  - του φορτίου του.
  - της ηλεκτροστατικής του ενέργειας.
- [Απ. (α)  $0$ , (β)  $-0,5 \mu\text{F}$ , (γ)  $-10 \mu\text{C}$ , (δ)  $-10^{-4} \text{ J}$ ]



49. Σε μια περιοχή του χώρου συνυπάρχουν ομογενές ηλεκτροστατικό πεδίο έντασης  $E = 2 \cdot 10^4 \text{ N/C}$  και το γήινο βαρυτικό πεδίο (το οποίο θεωρούμε επίσης ομογενές), όπως φαίνεται στο σχήμα. Στο σημείο A τοποθετούμε σημειακό αντικείμενο μάζας  $m = 0,04 \text{ kg}$  και φορτίου  $q = 2 \text{ } \mu\text{C}$ . Να βρείτε



- α. πόση δύναμη ασκεί το ηλεκτρικό πεδίο στο σημειακό αντικείμενο.  
β. πόση είναι η συνολική δύναμη που ασκείται στο αντικείμενο, εξαιτίας των δύο πεδίων.

γ. πόση είναι η επιτάχυνση που αποκτά το αντικείμενο όταν τοποθετηθεί στο σημείο A.

[Απ. (α)  $0,04 \text{ N}$ , (β)  $- 0,36 \text{ N}$ , (γ)  $- 9 \text{ m/s}^2$ ]

50. Σωματίδιο με φορτίο  $Q$  μετακινείται μεταξύ δύο σημείων A και B ηλεκτροστατικού πεδίου. Δίνεται ότι  $V_A = +20 \text{ V}$  και  $V_B = - 80 \text{ V}$ . Να βρείτε το έργο της δύναμης του πεδίου αν

α.  $Q = +2 \text{ } \mu\text{C}$ .

β.  $Q = - 1 \text{ } \mu\text{C}$ .

[Απ. (α)  $2 \cdot 10^{-4} \text{ J}$ , (β)  $- 10^{-4} \text{ J}$ ]

51. Πυκνωτής έχει χωρητικότητα  $C = 2 \text{ } \mu\text{F}$  και η διαφορά δυναμικού μεταξύ των οπλισμών του είναι  $V = 20 \text{ V}$ .

α. Πόσο είναι το φορτίο του πυκνωτή;

β. Πόση ενέργεια έχει αποθηκευτεί στον πυκνωτή;

γ. Πόσο πρέπει να αυξηθεί το φορτίο του πυκνωτή, ώστε να αυξηθεί η τάση του κατά  $10 \text{ V}$ ;

[Απ. (α)  $40 \text{ } \mu\text{C}$ , (β)  $4 \cdot 10^{-4} \text{ J}$ , (γ)  $20 \text{ } \mu\text{C}$ ]

52. Επίπεδος πυκνωτής αέρα έχει χωρητικότητα  $C_0 = 2 \text{ } \mu\text{F}$  και φορτίζεται από πηγή τάσης  $V_0 = 20 \text{ V}$ . Μετά τη φόρτιση αποσυνδέουμε τον πυκνωτή από την πηγή και γεμίζουμε το χώρο μεταξύ των οπλισμών του με διηλεκτρικό διηλεκτρικής σταθεράς  $\epsilon = 4$ . Για τον πυκνωτή με διηλεκτρικό να βρείτε

α. τη χωρητικότητα  $C$ .

β. το φορτίο  $Q$ .

γ. την τάση  $V$  μεταξύ των οπλισμών του.

δ. την ηλεκτροστατική του ενέργεια  $U$ .

[Απ. (α)  $8 \text{ } \mu\text{F}$ , (β)  $40 \text{ } \mu\text{C}$ , (γ)  $5 \text{ V}$ , (δ)  $10^{-4} \text{ J}$ ]

53. Οι οπλισμοί επίπεδου πυκνωτή αέρα έχουν εμβαδόν  $S = 10 \text{ cm}^2$  ο καθένας και απέχουν μεταξύ τους  $l = 8,85 \text{ mm}$ . Ο πυκνωτής συνδέεται με πηγή τάσης  $V = 100 \text{ V}$ .

α. Πόσο φορτίο αποκτά ο πυκνωτής;

β. Διατηρώντας τη σύνδεση με την πηγή, εισάγουμε στο χώρο μεταξύ των οπλισμών του διηλεκτρικό διηλεκτρικής σταθεράς  $\epsilon = 10$ . Πόση είναι η μεταβολή του φορτίου του πυκνωτή;

[Απ. (α)  $10^{-10} \text{ C}$ , (β)  $9 \cdot 10^{-10} \text{ C}$ ]

44. Έχουμε τέσσερις μικρές φορτισμένες σφαίρες Α, Β, Γ και Δ. Αν είναι γνωστό ότι η σφαίρα Α απωθεί τη σφαίρα Γ, η σφαίρα Β απωθεί τη σφαίρα Δ, η σφαίρα Β έλκει τη σφαίρα Γ και ότι η σφαίρα Α είναι θετικά φορτισμένη, να βρείτε το πρόσημο του φορτίου που φέρουν οι σφαίρες.

45. Η δύναμη που ασκείται σε σημειακό φορτίο  $q = 4 \mu\text{C}$ , που βρίσκεται σε σημείο Α ηλεκτροστατικού πεδίου, έχει μέτρο  $F = 6,4 \cdot 10^{-4} \text{ N}$ . Αν η κατεύθυνση της δύναμης συμπίπτει με τη θετική κατεύθυνση του άξονα  $x'x$ , να βρείτε

α. το μέτρο της έντασης του ηλεκτροστατικού πεδίου στο σημείο Α.

β. την κατεύθυνση του διανύσματος της έντασης στο σημείο Α.

[Απ. (α)  $160 \text{ N/C}$ , (β) η θετική κατεύθυνση του άξονα  $x'x$ ]

\* 46. Ένα σημειακό φορτίο  $Q = 1 \mu\text{C}$  βρίσκεται ακίνητο στην αρχή των συντεταγμένων ορθογωνίου συστήματος  $xOy$ . Να βρείτε την ένταση του ηλεκτρικού πεδίου

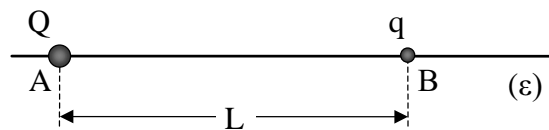
α. πάνω στον άξονα  $x$ , στο σημείο  $x_1 = 1 \text{ m}$ .

β. πάνω στον άξονα  $y$ , στο σημείο  $y_1 = -3 \text{ m}$ .

γ. στο σημείο Α με συντεταγμένες  $x_2 = 4 \text{ m}$  και  $y_2 = 3 \text{ m}$ .

[Απ. (α)  $9 \cdot 10^3 \text{ N/C}$  κατά τη θετική φορά του άξονα  $x$ , (β)  $10^3 \text{ N/C}$  κατά την αρνητική φορά του άξονα  $y$ , (γ)  $360 \text{ N/C}$ ,  $\epsilon\phi\phi = 3/4$ ]

47. Δυο ακίνητα σημειακά φορτία  $Q$  και  $q$  απέχουν μεταξύ τους  $L = 20 \text{ cm}$  όπως φαίνεται στο σχήμα. Να βρείτε σε ποιο σημείο της ευθείας  $(\epsilon)$ , εκτός από το άπειρο, η συνισταμένη ένταση του ηλεκτροστατικού πεδίου είναι ίση με μηδέν, αν



α.  $Q = 9 \mu\text{C}$  και  $q = 4 \mu\text{C}$ .

β.  $Q = 9 \mu\text{C}$  και  $q = -4 \mu\text{C}$

[Απ. (α)  $12 \text{ cm}$  δεξιά του Α, (β)  $40 \text{ cm}$  δεξιά του Β]

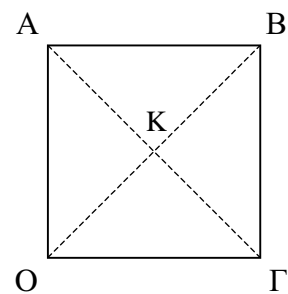
\* 48. Τα σημεία Ο, Α, Β και Γ του σχήματος είναι κορυφές τετραγώνου πλευράς  $a = 1 \text{ m}$ .

α. Τοποθετούμε ακλόνητο σημειακό φορτίο  $Q_1 = 0,01 \mu\text{C}$  στη κορυφή Ο. Πόση είναι η ένταση του ηλεκτροστατικού πεδίου στο κέντρο Κ του τετραγώνου;

β. Στην κορυφή Β τοποθετούμε ακλόνητο σημειακό φορτίο  $Q_2 = 0,01 \mu\text{C}$ . Πόση γίνεται τώρα η ένταση του ηλεκτροστατικού πεδίου που δημιουργούν τα δύο φορτία  $Q_1$  και  $Q_2$  στο σημείο Κ;

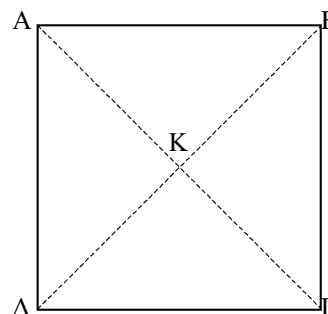
γ. Πόσο είναι το μέτρο της δύναμης που ασκείται μεταξύ των φορτίων  $Q_1$  και  $Q_2$ ;

δ. Πόση είναι η ένταση του ηλεκτροστατικού πεδίου που δημιουργούν τα δύο φορτία  $Q_1$  και  $Q_2$  στην κορυφή Γ του τετραγώνου;



[Απ. (α)  $180 \text{ N/C}$ ,  $\theta = 45^\circ$ , (β) 0, (γ)  $4,5 \cdot 10^{-7} \text{ N}$ , (δ)  $90\sqrt{2} \text{ N/C}$ ,  $\phi = 45^\circ$ ]

39. Τα σημεία A, B, Γ και Δ είναι κορυφές τετραγώνου πλευράς  $a = 1 \text{ m}$ . Στην κορυφή A τοποθετούμε ακλόνητο σημειακό φορτίο  $Q_A = +0,01 \mu\text{C}$ .



α. Πόση είναι η ένταση του ηλεκτρικού πεδίου στο κέντρο K του τετραγώνου;

β. Στην κορυφή Γ τοποθετούμε ένα δεύτερο ακλόνητο σημειακό φορτίο  $Q_\Gamma = -0,01 \mu\text{C}$ . Πόση γίνεται τώρα η ένταση του ηλεκτρικού πεδίου που δημιουργούν τα δύο φορτία  $Q_A$  και  $Q_\Gamma$  στο σημείο K;

γ. Στις κορυφές B και Δ τοποθετούμε δύο ακόμα ακλόνητα σημειακά φορτία  $Q_B = +0,01 \mu\text{C}$  και  $Q_\Delta = -0,01 \mu\text{C}$ . Να βρείτε την ένταση του ηλεκτρικού πεδίου που δημιουργεί το σύστημα των τεσσάρων φορτίων  $Q_A, Q_B, Q_\Gamma$  και  $Q_\Delta$  στο σημείο K.

[Απ. (α)  $E_1 = 180 \text{ N/C}$ , (β)  $E_2 = 360 \text{ N/C}$ , (γ)  $360\sqrt{2} \text{ N/C}$ ,  $\varphi = 45^\circ$  ως προς την ΑΓ]

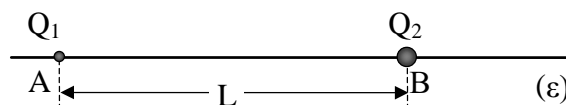
40. Δυο ακίνητα σημειακά φορτία απωθούνται μεταξύ τους με δύναμη μέτρου  $F = 18 \cdot 10^{-4} \text{ N}$ . Πόσο γίνεται το μέτρο της δύναμης αυτής, όταν η μεταξύ τους απόσταση  $r$

α. ελαττωθεί κατά  $r/2$ .

β. αυξηθεί κατά  $r/2$ .

[Απ. (α)  $72 \cdot 10^{-4} \text{ N}$ , (β)  $8 \cdot 10^{-4} \text{ N}$ ]

41. Δύο ακίνητα σημειακά φορτία  $Q_1 = 10 \mu\text{C}$  και  $Q_2 = 40 \mu\text{C}$  απέχουν μεταξύ τους  $L = 3 \text{ m}$ . Να βρείτε



α. το μέτρο της δύναμης που ασκεί το ένα φορτίο στο άλλο.

β. σε ποιο σημείο της ευθείας (ε) πρέπει να τοποθετηθεί σημειακό φορτίο  $q = -2 \mu\text{C}$ , ώστε η συνισταμένη δύναμη που ασκείται σ' αυτό να είναι ίση με μηδέν.

[Απ. (α)  $0,4 \text{ N}$ , (β) σε απόσταση  $1 \text{ m}$  δεξιά του A]

42. Δύο μικρές ακίνητες φορτισμένες σφαίρες απωθούνται μεταξύ τους με δύναμη μέτρου  $F = 12 \text{ N}$ . Να υπολογίσετε το μέτρο της απωστικής δύναμης μεταξύ τους, αν

α. διπλασιάσουμε το φορτίο κάθε σφαίρας.

β. διπλασιάσουμε το φορτίο της μιας σφαίρας διπλασιάζοντας ταυτόχρονα τη μεταξύ τους απόσταση.

[Απ. (α)  $48 \text{ N}$ , (β)  $6 \text{ N}$ ]

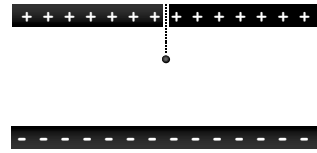
43. Δύο μικρές σφαίρες φορτίζονται με ίσα και ετερόνυμα φορτία και τοποθετούνται σε απόσταση  $L = 1,6 \text{ m}$  μεταξύ τους. Οι σφαίρες αλληλεπιδρούν με δύναμη μέτρου  $F = 3,6 \text{ N}$ . Να βρείτε

α. το φορτίο κάθε σφαίρας.

β. τον αριθμό των ηλεκτρονίων που πλεονάζουν στην αρνητικά φορτισμένη σφαίρα.

[Απ. (α)  $Q_1 = 32 \mu\text{C}$ ,  $Q_2 = -32 \mu\text{C}$ , (β)  $2 \cdot 10^{14}$  ηλεκτρόνια]

35. Αφήνουμε μια αρνητικά φορτισμένη σταγόνα μάζας  $m = 0,1 \text{ g}$  και φορτίου  $q = 1,2 \cdot 10^{-8} \text{ C}$ , να πέσει από μια μικρή οπή του πάνω οπλισμού ενός επίπεδου πυκνωτή κενού, όπως φαίνεται στο σχήμα. Η ένταση του ηλεκτρικού πεδίου ανάμεσα στους οπλισμούς του πυκνωτή είναι  $E = 80 \text{ kV/m}$  και η απόσταση μεταξύ των οπλισμών είναι  $L = 10 \text{ mm}$ . Να βρείτε



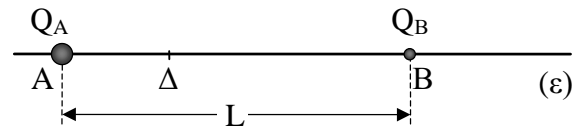
- την ηλεκτρική δύναμη που ασκείται στη σταγόνα.
  - την επιτάχυνση της σταγόνας.
  - τη μεταβολή της κινητικής ενέργειας της σταγόνας κατά την κίνησή της από τον πάνω μέχρι τον κάτω οπλισμό.
- ( $g = 10 \text{ m/s}^2$ )

[Απ. (α)  $9,6 \cdot 10^{-4} \text{ N}$ , (β)  $0,4 \text{ m/s}^2$ , (γ)  $4 \cdot 10^{-7} \text{ J}$ ]

36. Επίπεδος πυκνωτής, χωρητικότητας  $C = 10 \text{ }\mu\text{F}$ , φορτίζεται με φορτίο  $q = 30 \text{ }\mu\text{C}$  και μετά αποσυνδέεται από την πηγή που τον φόρτισε. Αν μετά τη φόρτισή του απομακρύνουμε τους οπλισμούς του στο διπλάσιο της αρχικής τους απόστασης, να βρείτε
- το φορτίο του πυκνωτή μετά την απομάκρυνση των οπλισμών.
  - τη νέα χωρητικότητα του πυκνωτή.
  - τη νέα διαφορά δυναμικού μεταξύ των οπλισμών του.
  - την αρχική ενέργεια του πυκνωτή.
  - την τελική ενέργεια του πυκνωτή.

[Απ. (α)  $30 \text{ }\mu\text{C}$ , (β)  $5 \text{ }\mu\text{F}$ , (γ)  $6 \text{ V}$ , (δ)  $4,5 \cdot 10^{-5} \text{ J}$ , (ε)  $9 \cdot 10^{-5} \text{ J}$ ]

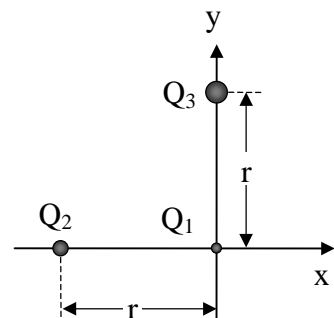
- \* 37. Δύο σημειακά φορτία  $Q_A = 4Q_0$  και  $Q_B = -Q_0$  ( $Q_0 > 0$ ) είναι τοποθετημένα στα σημεία A και B της ευθείας (ε). Η απόσταση μεταξύ των σημείων A και B είναι  $L = 30 \text{ cm}$ .



- Σε ποιο σημείο της ευθείας (ε), εκτός από το άπειρο, η ένταση του ηλεκτροστατικού πεδίου που δημιουργούν τα δύο φορτία είναι ίση με μηδέν;
- Στο σημείο Δ, που απέχει  $10 \text{ cm}$  από το A, τοποθετούμε ένα σημειακό φορτίο  $Q_0$ . Να βρείτε το λόγο των μέτρων των δυνάμεων που ασκούνται σ' αυτό από τα φορτία  $Q_A$  και  $Q_B$ .

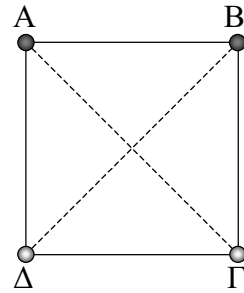
[Απ. (α)  $x = 30 \text{ cm}$  δεξιά του B, (β)  $F_A/F_B = 16$ ]

38. Τρία ακίνητα σημειακά φορτία  $Q_1 = 1 \text{ }\mu\text{C}$ ,  $Q_2 = 3 \text{ }\mu\text{C}$  και  $Q_3 = -4 \text{ }\mu\text{C}$  συγκρατούνται στις θέσεις που φαίνονται στο σχήμα. Δεδομένου ότι  $r = 3 \text{ m}$ , να βρείτε
- το μέτρο της δύναμης που ασκεί καθένα από τα φορτία  $Q_2$  και  $Q_3$  στο φορτίο  $Q_1$ .
  - τη συνολική δύναμη που δέχεται το φορτίο  $Q_1$ .



[Απ. (α)  $3 \cdot 10^{-3} \text{ N}$ ,  $4 \cdot 10^{-3} \text{ N}$ , (β)  $5 \cdot 10^{-3} \text{ N}$ ,  $\epsilon\phi\theta = 4/3$ ]

- \* 31. Τέσσερις όμοιες μικρές σφαίρες A, B, Γ και Δ βρίσκονται στις τέσσερις κορυφές ενός τετραγώνου πλευράς  $a$ . Καθεμιά από τις σφαίρες A και B έχει θετικό φορτίο  $2q$  ενώ οι σφαίρες Γ και Δ είναι αφόρτιστες. Φέρνουμε σε επαφή τις σφαίρες A και B με τις σφαίρες Δ και Γ, αντίστοιχα, και τις επαναφέρουμε στις αρχικές τους θέσεις.



α. Να βρείτε τη δύναμη που ασκείται στη σφαίρα Γ εξαιτίας της σφαίρας A.

β. Να συγκρίνετε τα μέτρα των δυνάμεων μεταξύ των σφαιρών A και B πριν και μετά την επαφή.

γ. Αν τριπλασιάσουμε την πλευρά του τετραγώνου μετά την επαφή, πόση θα γίνει η δύναμη μεταξύ των σφαιρών A και Δ;

[Απ. (α)  $k_c \frac{q^2}{2a^2}$ , κατά τη διεύθυνση της διαγωνίου, (β) 4/1 (γ) εννιά φορές μικρότερη]

32. Δυο μικρές σφαίρες απέχουν μεταξύ τους κατά 60 cm. Η πρώτη, η οποία έχει ηλεκτρικό φορτίο  $4 \mu\text{C}$  και βρίσκεται στο σημείο A, ασκεί δύναμη F στη δεύτερη, η οποία έχει φορτίο  $1 \mu\text{C}$  και βρίσκεται στο σημείο B.

α. Να υπολογίσετε τη δύναμη  $\vec{F}$ .

β. Θεωρώντας τη σφαίρα A ως πηγή του ηλεκτρικού πεδίου, να προσδιορίσετε την ένταση του ηλεκτρικού πεδίου στο σημείο B.

γ. Αν η σφαίρα στο B έχει μάζα 25 g και μπορεί να κινηθεί ελεύθερα, να υπολογίσετε την αρχική της επιτάχυνση.

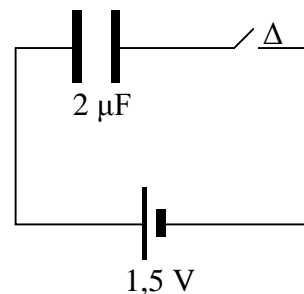
[Απ. (α) 0,1 N, (β)  $10^5 \text{ N/C}$ , (γ)  $4 \text{ m/s}^2$ ]

33. Στο κύκλωμα του διπλανού σχήματος ο πυκνωτής είναι αφόρτιστος.

α. Πόση είναι τάση στους οπλισμούς του πυκνωτή όταν το κύκλωμα είναι ανοιχτό;

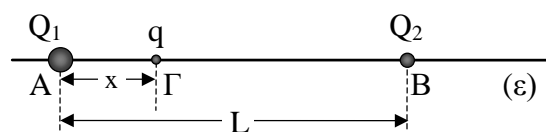
β. Όταν κλείσει ο διακόπτης Δ, ο πυκνωτής φορτίζεται. Πόση είναι η ενέργεια που μεταβιβάζεται στον πυκνωτή από την πηγή;

γ. Μετά τη φόρτιση, απομακρύνουμε την πηγή και βραχυκυκλώνουμε τους οπλισμούς του πυκνωτή με ένα μεταλλικό σύρμα. Αν η εκφόρτιση διαρκεί χρόνο  $0,01 \text{ s}$ , πόση είναι η μέση ισχύς που απέδωσε ο πυκνωτής;



[Απ. (α) 0, (β)  $2,25 \cdot 10^{-6} \text{ J}$ , (γ)  $2,25 \cdot 10^{-4} \text{ W}$ ]

34. Δυο ακίνητα σημειακά φορτία  $Q_1 = 4 \mu\text{C}$  και  $Q_2 = 2 \mu\text{C}$  απέχουν μεταξύ τους  $L = 0,9 \text{ m}$ . Ένα άλλο σημειακό φορτίο  $q = 1 \mu\text{C}$  τοποθετείται στο σημείο Γ, σε απόσταση  $x = 0,3 \text{ m}$  από το φορτίο  $Q_1$ . Να βρείτε

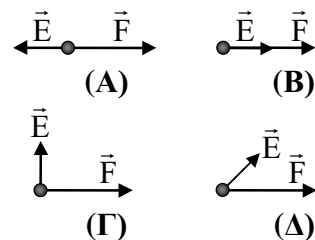


α. το μέτρο της δύναμης που ασκεί καθένα από τα φορτία  $Q_1$  και  $Q_2$  στο φορτίο q.

β. τη συνολική δύναμη που δέχεται το φορτίο q.

[Απ. (α) 0,4 N, 0,05 N, (β) 0,35 N ομόρροπη της  $\vec{F}_1$ ]

25. Να εξετάσετε αν ισχύει ο ισχυρισμός: “Αν αντικαταστήσουμε το διηλεκτρικό ενός πυκνωτή, με κάποιο άλλο μεγαλύτερης διηλεκτρικής σταθεράς, θα αυξηθεί η χωρητικότητά του και θα ελαττωθεί η τάση μεταξύ των οπλισμών του.” Να θεωρήσετε ότι το φορτίο του πυκνωτή δεν μεταβάλλεται με την εισαγωγή του διηλεκτρικού.
26. Στο μέσο της απόστασης μεταξύ δύο ίσων ετερόνυμων φορτίων  $q_A$  και  $q_B$  τοποθετούμε ένα τρίτο φορτίο  $q_\Gamma$ . Το φορτίο  $q_\Gamma$
- θα παραμείνει ακίνητο.
  - θα κινηθεί προς το ένα από τα δύο φορτία.
  - θα κινηθεί σε διεύθυνση κάθετη προς το ευθύγραμμο τμήμα που ενώνει τα δύο φορτία  $q_A$  και  $q_B$ .
- Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση και να τη δικαιολογήσετε.
27. Τρίβουμε ένα πλαστικό στυλό σε μεταξωτό ύφασμα και το βάζουμε δίπλα σε μια πυξίδα. Θα υπάρξει απόκλιση της βελόνας; Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας.
28. Οι οπλισμοί ενός επίπεδου πυκνωτή είναι συνδεδεμένοι με τους πόλους μιας μπαταρίας. Για να αυξήσουμε την ενέργεια του πυκνωτή, πρέπει να
- ελαττώσουμε την απόσταση μεταξύ των οπλισμών του.
  - ελαττώσουμε την επιφάνεια των οπλισμών του.
- Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση και να τη δικαιολογήσετε.
29. Φέρνουμε σε επαφή δυο σφαίρες, εκ των οποίων η μία είναι θετικά και η άλλη αρνητικά φορτισμένη. Μετά την επαφή και οι δυο σφαίρες είναι ουδέτερες. Ποιοι από τους παρακάτω ισχυρισμούς είναι σωστοί και ποιοι λανθασμένοι;
- Το ηλεκτρικό φορτίο εξαφανίστηκε.
  - Δεν ισχύει η διατήρηση του φορτίου.
  - Έγινε ανακατανομή των φορτίων στις δύο σφαίρες.
  - Μετακινήθηκαν πρωτόνια από τη μια σφαίρα στην άλλη.
- Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας.
30. Τα παρακάτω σχήματα δείχνουν τη δύναμη η οποία ασκείται από ηλεκτρικό πεδίο έντασης  $\vec{E}$ , σε κάποιο φορτίο το οποίο βρίσκεται μέσα στο πεδίο. Παριστάνονται τέσσερα διαφορετικές περιπτώσεις A, B, Γ και Δ.
- A. Στην περίπτωση A το φορτίο είναι
- θετικό.
  - αρνητικό.
- Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση και να τη δικαιολογήσετε.
- B. Σε ποιες περιπτώσεις είναι ασυμβίβαστα τα σχήματα με τον ορισμό της έντασης του ηλεκτρικού πεδίου; Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας.

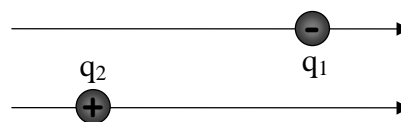


16. Ένας μαθητής τρίβει μια ράβδο με μάλλινο ύφασμα και μετά από κάποιο χρονικό διάστημα ελέγχει με τη βοήθεια ενός ηλεκτρικού εκκρεμούς, αν η ράβδος έχει ηλεκτρικό φορτίο. Διαπιστώνει ότι η ράβδος δεν είναι ηλεκτρισμένη. Να αναφέρετε πιθανές εξηγήσεις του παραπάνω φαινομένου.
17. Η μαγνητική βελόνα προσανατολίζεται κατά τη διεύθυνση Βορράς-Νότος. Υπήρχαν δύο εξηγήσεις για την ερμηνεία αυτού του φαινομένου.  
α. Ποιες ήταν αυτές;  
β. Ποια επικράτησε;
18. Η ένταση του ηλεκτρικού πεδίου σε κάποιο σημείο του είναι ανεξάρτητη του φορτίου και της δύναμης που ασκείται στο υπόθεμα. Πώς το εξηγείτε;
19. Η παράσταση ενός ηλεκτρικού πεδίου με ηλεκτρικές δυναμικές γραμμές οδηγεί σε ορισμένα συμπεράσματα.  
α. Ποια είναι τα συμπεράσματα αυτά;  
β. Πώς δημιουργούμε πειραματικά το φάσμα ενός ηλεκτρικού πεδίου;
20. Να επιβεβαιώσετε ή να διαψεύσετε τους παρακάτω συλλογισμούς:  
α. Το πρόσημο του δυναμικού σε κάποιο σημείο ενός ηλεκτροστατικού πεδίου εξαρτάται από το πρόσημο του φορτίου που φέρνουμε στο σημείο αυτό.  
β. Η τιμή του δυναμικού σε κάποιο σημείο ενός ηλεκτροστατικού πεδίου εξαρτάται από την πηγή του πεδίου.
21. Να περιγράψετε την πειραματική διαδικασία που ακολουθούμε, ώστε να απεικονίσουμε το φάσμα μαγνητικού πεδίου.
22. Να περιγράψετε τον τρόπο κατασκευής μιας πυξίδας, αν διαθέτετε μια βελόνα ραψίματος, ένα πόμα μπουκαλιού από φελλό, ένα ποτήρι με νερό και ένα μαγνήτη.
23. Υπεραπλουστεύοντας την πραγματική δομή των σωμάτων, υποθέτουμε ότι μια γυάλινη ράβδος έχει 100 ηλεκτρόνια και 100 πρωτόνια και το μάλλινο ύφασμα έχει 70 ηλεκτρόνια και 70 πρωτόνια. Μετά την τριβή, η γυάλινη ράβδος βρέθηκε με 20 ηλεκτρόνια λιγότερα από αυτά που είχε πριν την τριβή.  
α. Πόσα ηλεκτρόνια έχει το ύφασμα μετά την τριβή;  
β. Σε ποια θεμελιώδη αρχή βασιστήκατε για να απαντήσετε στο προηγούμενο ερώτημα;
24. Είναι γνωστό ότι η εικόνα στην τηλεόραση, δημιουργείται από σωματίδια που προσπίπτουν στο πίσω μέρος της οθόνης. Πώς μπορείτε να διαπιστώσετε αν τα σωματίδια αυτά είναι φορτισμένα;



10. Ένα ηλεκτροστατικό πεδίο δημιουργείται από δύο σημειακά αντικείμενα που φέρουν ίσα ετερόνυμα φορτία.
- Να σχεδιάσετε τις δυναμικές γραμμές του πεδίου.
  - Να σχεδιάσετε το διάνυσμα της έντασης του πεδίου σε δύο διαφορετικά σημεία της ίδιας δυναμικής γραμμής.
  - Είναι δυνατόν δύο δυναμικές γραμμές να τέμνονται; Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας.

11. Το παραπλεύρως σχήμα δείχνει δύο δυναμικές γραμμές ενός ομογενούς ηλεκτροστατικού πεδίου και δύο φορτία  $q_1$  και  $q_2$ , αρνητικό και θετικό αντίστοιχα. Τα φορτία αφήνονται ελεύθερα να κινηθούν.



Αγνοώντας τη μεταξύ τους αλληλεπίδραση

- να βρείτε προς τα πού θα κινηθεί το καθένα εξ αυτών, υπό την επίδραση της δύναμης του πεδίου.
- να επιβεβαιώσετε ή να διαψεύσετε τον ισχυρισμό: Το θετικό φορτίο θα κινηθεί προς την κατεύθυνση κατά την οποία το δυναμικό ελαττώνεται.
- να επιβεβαιώσετε ή να διαψεύσετε τον ισχυρισμό: Η κίνηση των φορτίων είναι ομαλά επιταχυνόμενη.

12. Ένα σημειακό φορτίο  $q$  δημιουργεί ηλεκτροστατικό πεδίο.
- Να κάνετε δύο σχήματα (για  $Q$  θετικό και για  $Q$  αρνητικό), στα οποία να φαίνονται το φορτίο και τα διανύσματα της έντασης σε δύο διαφορετικά σημεία του πεδίου.
  - Να γράψετε τη μαθηματική έκφραση της έντασης του πεδίου, συναρτήσει του  $Q$  και της απόστασης  $r$  του σημείου από το φορτίο.

13. Να εξηγήσετε τι εννοούμε λέγοντας ότι η διηλεκτρική αντοχή του χαλαζία είναι  $8 \text{ kV/mm}$ .

14. Να περιγράψετε τη διαδικασία με την οποία ένα σώμα αποκτά ηλεκτρικό φορτίο
- με τριβή,
  - με επαφή

Να εξηγήσετε το μηχανισμό της ηλεκτρίσης στις δυο αυτές περιπτώσεις.

15. Διαθέτουμε έξι φορτισμένα σώματα A, B, Γ, Δ, E και Z. Με βάση μια σειρά παρατηρήσεων, ένας μαθητής οδηγήθηκε στα εξής συμπεράσματα: i) τα σώματα A, B, και Γ ανά δύο έλκονται, ii) τα σώματα Δ, E και Z ανά δύο απωθούνται.
- Είναι λανθασμένο κάποιο από τα συμπεράσματα αυτά; Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας.
  - Αν το σώμα Δ έχει αρνητικό φορτίο, ποιο είναι το είδος του ηλεκτρικού φορτίου των σωμάτων E και Z;

### Ερωτήσεις ανοικτού τύπου

Σε κάθε περίπτωση να θεωρήσετε ότι

(α) η σταθερά του νόμου του Coulomb είναι  $k_C = 9 \cdot 10^9 \frac{N \cdot m^2}{C^2}$ ,

(β) η απόλυτη διηλεκτρική σταθερά του κενού είναι  $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \frac{C^2}{N \cdot m^2}$  και

(γ) το φορτίο του ηλεκτρονίου είναι (κατ' απόλυτο τιμή) ίσο με  $e = 1,6 \cdot 10^{-19} C$ .

1. Να περιγράψετε μια διάταξη, η οποία μας δίνει τη δυνατότητα να διαπιστώσουμε αν ένα σώμα είναι ηλεκτρισμένο ή όχι. Να τη σχεδιάσετε.
2. Ποια είναι η διαφορά μεταξύ μονωτών και αγωγών; Να αναφέρετε από ένα παράδειγμα υλικού για κάθε κατηγορία.
3. Πώς κατόρθωσε ο Coulomb να δημιουργήσει υποπολλαπλάσια μιας ποσότητας φορτίου;
4. Γιατί η έννοια της ποσότητας μαγνητισμού δεν χρησιμοποιείται πλέον;
5. Ένα πλοίο ταξιδεύει κατά τη διάρκεια μιας καταιγίδας. Θα επηρεαστεί η πυξίδα του πλοίου από κάποιον κοντινό κεραυνό; Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας.
6. Αν τοποθετήσουμε ένα μαγνήτη στην οθόνη μιας τηλεόρασης, παρατηρούμε ότι παραμορφώνεται η εικόνα. Να εξηγήσετε το φαινόμενο.
7. Ποιες είναι οι διαφορές μεταξύ της θεωρίας της “δράσης από απόσταση” και της “θεωρίας πεδίου”; Ποια από τις δύο είναι επικρατέστερη σήμερα;
8. Ποιος είναι ο ορισμός του πεδίου δυνάμεων; Να αναφέρετε ένα παράδειγμα πεδίου και να προσδιορίσετε την πηγή και το διανυσματικό μέγεθος που το περιγράφει.
9. Σε κάποιο σημείο ενός ηλεκτρικού πεδίου, φέρνουμε ένα φορτίο  $q$ . Να σχεδιάσετε τα διανύσματα της έντασης του ηλεκτρικού πεδίου στο σημείο αυτό και της δύναμης στο φορτίο, όταν το φορτίο είναι
  - α. θετικό.
  - β. αρνητικό.

## Ερωτήσεις συμπλήρωσης κενού

*Οδηγία:* Για να απαντήσετε στις παρακάτω ερωτήσεις αρκεί να γράψετε στο φύλλο απαντήσεων τον αριθμό της ερώτησης, το γράμμα που βρίσκεται σε παρένθεση στην αρχή κάθε διάστικτου και ό,τι λείπει.

1. Δυο μικρές σφαίρες έχουν ίσα φορτία και απέχουν απόσταση  $r$ . Αν διπλασιάσουμε την απόσταση μεταξύ τους, τότε η μεταξύ τους δύναμη θα (α).....  
Αν διπλασιάσουμε το φορτίο της κάθε σφαίρας, τότε η μεταξύ τους δύναμη θα (β) .....
2. Το δυναμικό του ηλεκτροστατικού πεδίου είναι ..... μέγεθος.
3. Στα πρώτα στάδια ανάπτυξης του ηλεκτρομαγνητισμού γινόταν δεκτό ότι υπάρχουν αντιστοιχίες μεταξύ ηλεκτροστατικού και μαγνητικού πεδίου. Με βάση τις αντιστοιχίες αυτές να συμπληρώσετε τα κενά του πίνακα:

<b>Ηλεκτροστατικό πεδίο</b>	ηλεκτρικό φορτίο	(α).....	αρνητικό φορτίο	E	(β).....	ηλεκτρικό φάσμα
<b>Μαγνητικό πεδίο</b>	(γ).....	βόρειος πόλος	(δ).....	(ε).....	$B = F/m$	(ζ).....

4. Ένα πεδίο λέγεται ομογενές, όταν σε όλα τα σημεία του ..... είναι σταθερή.
5. Τα δυο φυσικά μεγέθη που περιγράφουν τις ιδιότητες ενός ηλεκτρικού πεδίου είναι (α)..... και (β).....
6. Κάθε άτομο αποτελείται από σωματία τριών ειδών: ηλεκτρόνια, πρωτόνια και (α) ..... Το φορτίο του ηλεκτρονίου είναι ίσο, κατ' απόλυτη τιμή, με αυτό του (β).....
7. Συνδέουμε τους οπλισμούς ενός φορτισμένου πυκνωτή με μεταλλικό σύρμα. Τότε ο πυκνωτής (α)....., ενώ η τάση και το φορτίο του γίνονται (β).....
8. Οποιοσδήποτε μεταβολές και να συμβαίνουν σε ένα (α)..... σύστημα το ολικό φορτίο παραμένει, σε κάθε χρονική στιγμή, (β).....
9. Το ηλεκτρικό φορτίο υπάρχει μόνο σε ασυνεχείς ποσότητες. Για να περιγράψουμε αυτό το γεγονός, χρησιμοποιούμε τη διατύπωση “το ηλεκτρικό φορτίο είναι .....”.

## Ερωτήσεις αντιστοίχισης

*Οδηγία:* Για να απαντήσετε στις παρακάτω ερωτήσεις αρκεί να γράψετε στο φύλλο απαντήσεων τον αριθμό της ερώτησης και τα κατάλληλα ζεύγη κεφαλαίων-μικρών γραμμάτων.

1. Να αντιστοιχίσετε τα στοιχεία της αριστερής στήλης με αυτά της δεξιάς.

	<b>Πεδίο</b>		<b>Χαρακτηριστικό μέγεθος</b>
A.	Βαρυτικό	α.	$\vec{E}$
B.	Ηλεκτρικό	β.	$\vec{B}$
Γ.	Μαγνητικό	γ.	$\vec{g}$
		δ.	$\vec{F}$

2. Να αντιστοιχίσετε τα στοιχεία της αριστερής στήλης με αυτά της δεξιάς.

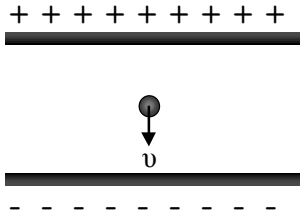
	<b>Βαρυτικό πεδίο</b>		<b>Ηλεκτρικό πεδίο</b>
A.	m	α.	$\vec{F}$
B.	$\vec{B}$	β.	q
Γ.	$\vec{g}$	γ.	$\vec{E}$
Δ.	G		

3. Να αντιστοιχίσετε τα στοιχεία της αριστερής στήλης με αυτά της δεξιάς.

	<b>Συσκευή / ιδέα - ανακάλυψη</b>		<b>Επιστήμονες</b>
A.	Καθοδικός σωλήνας	α.	Edison
B.	Το ηλεκτρόνιο υπάρχει σε όλα τα άτομα	β.	Crooks
Γ.	Όταν τα μέταλλα θερμαίνονται εκπέμπουν ηλεκτρόνια	γ.	J.J. Thomson
Δ.	Ανακάλυψη πρωτονίου		

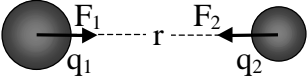
4. Να αντιστοιχίσετε τα φυσικά μεγέθη με τις μονάδες τους.

	<b>Φυσικά μεγέθη</b>		<b>Μονάδες</b>
A.	Ένταση ηλεκτρικού πεδίου	α.	C
B.	Δυναμικό	β.	N/C
Γ.	Δυναμική ενέργεια	γ.	V
Δ.	Φορτίο	δ.	J
		ε.	W

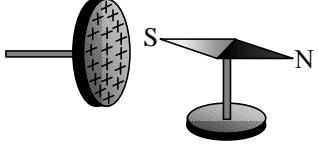
7. Σε κάποιο σημείο A ενός ηλεκτροστατικού πεδίου τοποθετούμε μικρό φορτίο q.
- Η ένταση του πεδίου στο σημείο A εξαρτάται από το φορτίο q.
  - Το δυναμικό του πεδίου στο σημείο A εξαρτάται από το φορτίο q.
  - Η δύναμη που ασκείται από το πεδίο στο φορτίο q εξαρτάται από το φορτίο q.
8. Η σταγόνα του σχήματος κινείται με ομαλή κίνηση, παράλληλα με τις δυναμικές γραμμές κατακόρυφου ηλεκτρικού πεδίου. Συνεπώς
- 
- το φορτίο της σταγόνας είναι αρνητικό.
  - στη σταγόνα ασκούνται δύο δυνάμεις.
  - το βάρος της σταγόνας είναι αμελητέο.
  - η συνισταμένη των δυνάμεων είναι διάφορη του μηδενός.
9. Οι μαγνητικές δυναμικές γραμμές βγαίνουν από το Νότιο Πόλο του μαγνήτη και εισέρχονται στο Βόρειο Πόλο του.
10. Είναι πιθανόν από ένα σημείο να διέρχονται περισσότερες από μία δυναμικές γραμμές.
11. Η πυκνότητα των δυναμικών γραμμών δείχνει το πόσο ισχυρό είναι το πεδίο.
12. Όλα τα φορτισμένα σώματα απωθούνται μεταξύ τους.
13. Οι μαγνήτες έλκουν μόνο σιδερένια αντικείμενα..
14. Ομογενές ονομάζεται κάθε πεδίο με χωρικά σταθερή ένταση.
15. Το δυναμικό σ' ένα σημείο ηλεκτροστατικού πεδίου είναι βαθμωτό (μονόμετρο) μέγεθος.
16. Το ηλεκτρονιοβόλτ είναι μονάδα μέτρησης φορτίου.
17. Το φορτίο ενός αντικειμένου μπορεί να είναι  $90,4e$ .
18. Η χωρητικότητα ενός πυκνωτή εξαρτάται από τη φύση του μετάλλου των δύο οπλισμών.
19. Κατά την πτώση των κεραυνών συμβαίνει σπάσιμο διηλεκτρικού.

## Ερωτήσεις του τύπου Σωστό /Λάθος

*Οδηγία:* Για να απαντήσετε στις παρακάτω ερωτήσεις αρκεί να γράψετε στο φύλλο απαντήσεων τον αριθμό της ερώτησης και δεξιά απ' αυτόν το γράμμα Σ αν την κρίνετε σωστή ή το γράμμα Λ αν την κρίνετε λανθασμένη.

- Μονωτής είναι
  - το ανθρώπινο σώμα.
  - το έδαφος.
  - το πλαστικό.
  - ο χαλκός.
- Το σχήμα απεικονίζει δυο ηλεκτρικά φορτία  $q_1$  και  $q_2$ , τη μεταξύ τους απόσταση  $r$  και τις δυνάμεις Coulomb.
  - Η δύναμη  $F_1$  ασκείται από το φορτίο  $q_1$ .
  - Η δύναμη  $F_2$  ασκείται από το φορτίο  $q_2$ .
  - Τα μέτρα  $F_1$  και  $F_2$  των δυνάμεων είναι ίσα.
  - Ένα από τα φορτία  $q_1$  και  $q_2$  είναι θετικό.
- Τρίβουμε μια γυάλινη ράβδο με μεταξωτό ύφασμα. Μετά τη φόρτισή της
  - η γυάλινη ράβδος είναι πηγή ηλεκτρικού πεδίου.
  - η ράβδος δέχεται δύναμη από το πεδίο του υφάσματος.
  - το ύφασμα δέχεται δύναμη από το πεδίο της ράβδου.
- Είναι γνωστό ότι το δυναμικό του ηλεκτροστατικού πεδίου σε κάποιο σημείο του ορίζεται από τη σχέση  $V = W/q$ .
  - Το δυναμικό αναφέρεται στο φορτίο  $q$ .
  - Το  $q$  είναι το φορτίο που δημιουργεί το πεδίο.
  - Η μονάδα του δυναμικού είναι το 1 A.
- Με βάση τα πειράματα που έγιναν με το σωλήνα καθοδικών ακτίνων και τις μεταγενέστερες μετρήσεις του J.J. Thomson βγήκαν τα παρακάτω συμπεράσματα:
  - Οι καθοδικές ακτίνες αποτελούνται από σωματίδια με αρνητικό φορτίο.
  - Τα σωματίδια της καθοδικής δέσμης έχουν θετικό φορτίο.
  - Τα σωματίδια δεν έχουν μάζα.
  - Ο λόγος  $q/m$  για όλα τα σωματίδια της δέσμης είναι σταθερός.
- Η ένταση του μαγνητικού πεδίου σε κάποιο σημείο του είναι κάθετη στις δυναμικές γραμμές.

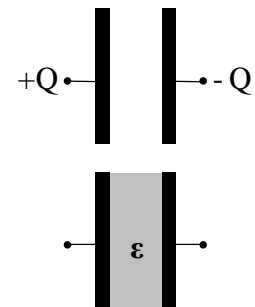
24. Οι δυναμικές γραμμές ενός ηλεκτροστατικού πεδίου
- α. είναι κλειστές.
  - β. είναι πάντοτε παράλληλες.
  - γ. δεν τέμνονται.
  - δ. ξεκινάνε από αρνητικά και καταλήγουν σε θετικά φορτία.
25. Το πεδίο Coulomb
- α. δημιουργείται από οποιοδήποτε ακίνητο φορτισμένο σώμα.
  - β. δημιουργείται από ακίνητο σημειακό φορτίο.
  - γ. είναι ομογενές.
  - δ. δημιουργείται μόνο από ακίνητα θετικά φορτισμένα σώματα.
26. Το δυναμικό  $\sigma'$  ένα σημείο A ηλεκτροστατικού πεδίου
- α. εκφράζει την ανά μονάδα φορτίου δύναμη.
  - β. εκφράζει την ανά μονάδα φορτίου δυναμική ενέργεια.
  - γ. αναφέρεται στο φορτισμένο σώμα που τοποθετείται στο σημείο A
  - δ. έχει πάντοτε θετική τιμή.
27. Κατά τη φορά μιας δυναμικής γραμμής ηλεκτροστατικού πεδίου το δυναμικό
- α. μένει σταθερό.
  - β. αυξάνεται.
  - γ. ελαττώνεται.
  - δ. ελαττώνεται μόνο στην περίπτωση που το πεδίο είναι ομογενές.
28. Ο πυκνωτής είναι
- α. συσκευή που παράγει ηλεκτρικά φορτία.
  - β. συσκευή που αποθηκεύει ηλεκτρικά φορτία.
  - γ. σύστημα δύο αγωγών σε επαφή.
  - δ. όργανο μέτρησης του ηλεκτρικού φορτίου.
29. Η χωρητικότητα ενός επίπεδου πυκνωτή
- α. είναι ανάλογη της απόστασης μεταξύ των οπλισμών του.
  - β. εξαρτάται από το φορτίο του.
  - γ. είναι ανεξάρτητη από το διηλεκτρικό που τοποθετούμε μεταξύ των οπλισμών του.
  - δ. είναι ανάλογη με το εμβαδόν των οπλισμών του.
30. Αν συνδέσουμε αγωγίμα (με καλώδιο) τους οπλισμούς ενός φορτισμένου πυκνωτή
- α. η τάση μεταξύ των οπλισμών του αυξάνεται.
  - β. η τάση μεταξύ των οπλισμών του μένει σταθερή.
  - γ. η ενέργεια του ηλεκτροστατικού πεδίου μεταξύ των οπλισμών του αυξάνεται.
  - δ. ο πυκνωτής εκφορτίζεται.

18. Ένα μεταλλικό νήμα θερμαίνεται σε υψηλή θερμοκρασία ώστε να πυρακτωθεί. Τα σωματίδια που εκπέμπονται είναι
- ηλεκτρόνια.
  - πρωτόνια και ηλεκτρόνια.
  - νετρόνια.
  - πρωτόνια και νετρόνια.
19. Μεταξύ του φορτισμένου δίσκου και της μαγνητικής βελόνας έχουμε αλληλεπίδραση
- όταν και τα δύο είναι ακίνητα.
  - μόνον όταν βρίσκονται σε σχετική κίνηση.
  - όταν απέναντι από το δίσκο βρίσκεται ο βόρειος πόλος της βελόνας.
  - όταν ο άξονας της βελόνας είναι κάθετος στον άξονα του δίσκου.
- 
20. Ηλεκτροστατικό πεδίο δημιουργείται από σημειακό φορτίο  $Q$ . Σ' ένα σημείο  $A$  του πεδίου
- η κατεύθυνση της έντασης εξαρτάται από το πρόσημο του φορτίου που θα τοποθετήσουμε στο σημείο  $A$ .
  - το μέτρο της έντασης αυξάνεται αν τοποθετήσουμε θετικό φορτίο στο σημείο  $A$ .
  - το μέτρο της έντασης ελαττώνεται αν τοποθετήσουμε θετικό φορτίο στο σημείο  $A$ .
  - το μέτρο της έντασης διπλασιάζεται, αν διπλασιάσουμε το φορτίο  $Q$ .
21. Δύο σημειακά φορτία απέχουν μεταξύ τους απόσταση  $r$  και αλληλεπιδρούν με δύναμη μέτρου  $F$ . Αν διπλασιάσουμε τη μεταξύ τους απόσταση, τότε η δύναμη γίνεται
- $2F$
  - $4F$
  - $F/4$
  - $F/2$
22. Κατά την ηλεκτρίση με τριβή μεταφέρονται από το ένα σώμα στο άλλο
- πρωτόνια.
  - ηλεκτρόνια.
  - νετρόνια.
  - ιόντα.
23. Επίπεδος πυκνωτής έχει φορτίο  $Q_0$  και μεταξύ των οπλισμών του υπάρχει αέρας. Αν γεμίσουμε το χώρο μεταξύ των οπλισμών του με κάποιο μονωτικό υλικό, διατηρώντας αμετάβλητο το φορτίο του, τότε, η διαφορά δυναμικού μεταξύ των οπλισμών του
- μένει σταθερή.
  - αυξάνεται.
  - ελαττώνεται.
  - μηδενίζεται.

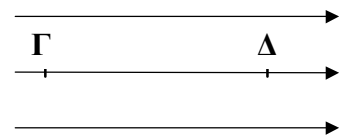


12. Το ηλεκτρονιοβόλτ είναι  
 α. σωματίδιο.  
 β. μονάδα τάσης.  
 γ. μονάδα ενέργειας.  
 δ. συστατικό του ατόμου.
13. Η χωρητικότητα ενός πυκνωτή με παράλληλες πλάκες  
 α. αυξάνεται όταν αυξάνεται το φορτίο του πυκνωτή.  
 β. μειώνεται όταν αυξάνεται η απόσταση μεταξύ των πλακών του.  
 γ. παραμένει σταθερή, όταν αυξήσουμε το εμβαδόν των πλακών.  
 δ. δεν επηρεάζεται αν εισαγάγουμε διηλεκτρικό μεταξύ των πλακών.
14. Για να διαπιστώσουμε ότι σε κάποιο σημείο υπάρχει πεδίο δυνάμεων, πρέπει στο σημείο αυτό να φέρουμε  
 α. μια μάζα.  
 β. ένα ηλεκτρικό φορτίο.  
 γ. ένα μαγνήτη.  
 δ. το κατάλληλο υπόθεμα.

15. Πυκνωτής έχει χωρητικότητα  $C_0$  και είναι φορτισμένος με φορτίο  $Q$ . Αν τοποθετήσουμε στο εσωτερικό του διηλεκτρικό, διηλεκτρικής σταθεράς  $\epsilon = 4$ , τότε  
 α. το φορτίο του θα γίνει  $4Q$   
 β. το φορτίο του θα γίνει  $Q/4$   
 γ. η χωρητικότητά του θα γίνει  $C_0/4$   
 δ. η χωρητικότητά του θα γίνει  $4C_0$

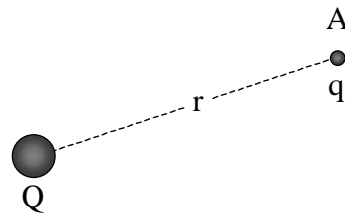


16. Για το ομογενές ηλεκτροστατικό πεδίο του σχήματος  
 α.  $V_\Gamma - V_\Delta = 0$   
 β.  $V_\Gamma - V_\Delta < 0$   
 γ.  $V_\Gamma - V_\Delta > 0$



- δ. Το πρόσημο της διαφοράς  $V_\Gamma - V_\Delta$  εξαρτάται από το πρόσημο του φορτίου που μετακινείται από το σημείο  $\Gamma$  στο σημείο  $\Delta$ .
17. Το πρόσημο της ηλεκτρικής δυναμικής ενέργειας ενός σημειακού φορτίου  $q$ , σ' ένα σημείο  $A$  ηλεκτροστατικού πεδίου  
 α. εξαρτάται μόνο από το πρόσημο του φορτίου  $q$ .  
 β. εξαρτάται μόνο από το πρόσημο του δυναμικού στο σημείο  $A$ .  
 γ. εξαρτάται από το πρόσημο του φορτίου  $q$  και από το πρόσημο του δυναμικού στο σημείο  $A$ .  
 δ. είναι πάντα θετικό.

6. Το δυναμικό ενός ηλεκτροστατικού πεδίου σ' ένα σημείο A είναι 5 V και σ' ένα άλλο σημείο B είναι 20 V. Η διαφορά δυναμικού  $V_{AB}$  είναι ίση με
- 15 V
  - 15 V
  - 25 V
  - 25 V
7. Η φράση “το ηλεκτρικό φορτίο είναι κβαντισμένο” σημαίνει ότι
- το φορτίο υπάρχει σε συνεχείς ποσότητες.
  - υπάρχει μια μέγιστη τιμή ηλεκτρικού φορτίου στη φύση.
  - η τιμή του ηλεκτρικού φορτίου παίρνει όλες τις πραγματικές τιμές.
  - το ηλεκτρικό φορτίο είναι ακέραιο πολλαπλάσιο μιας ελάχιστης ποσότητας ηλεκτρικού φορτίου.
8. Το μέτρο της έντασης του ηλεκτροστατικού πεδίου, που δημιουργεί σημειακό φορτίο Q σε κάποιο σημείο A, εξαρτάται
- μόνο από το φορτίο Q.
  - μόνο από την απόσταση r.
  - από το φορτίο Q και την απόσταση r.
  - από το φορτίο Q και το υπόθεμα q.



9. Όταν φορτίζουμε μια γυάλινη ράβδο, τρίβοντάς την με μάλλινο ύφασμα, η ράβδος φορτίζεται θετικά και το μάλλινο ύφασμα αρνητικά. Αυτό συμβαίνει διότι
- μεταφέρθηκαν ηλεκτρόνια από το γυαλί στο ύφασμα.
  - μεταφέρθηκαν πρωτόνια από το ύφασμα στο γυαλί.
  - δημιουργήθηκαν νέα φορτία.
  - μετακινήθηκαν πρωτόνια και ηλεκτρόνια.

10. Στα ελεύθερα ηλεκτρόνια οφείλεται η αγωγιμότητα
- των μετάλλων.
  - του πλαστικού.
  - των διαλυμάτων.
  - του γυαλιού

11. Σ' ένα σημείο A ομογενούς ηλεκτροστατικού πεδίου αφήνουμε ένα θετικά φορτισμένο σωματίδιο. Αν η επίδραση του βαρυτικού πεδίου είναι αμελητέα, το σωματίδιο
- θα παραμείνει ακίνητο.
  - θα εκτελέσει ευθύγραμμη ομαλά επιταχυνόμενη κίνηση.
  - θα εκτελέσει ευθύγραμμη ομαλή κίνηση.
  - θα διαγράψει κυκλική τροχιά.

## ΠΡΩΤΟ ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΗΛΕΚΤΡΟΣΤΑΤΙΚΕΣ ΑΛΛΗΛΕΠΙΔΡΑΣΕΙΣ

### Ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής

*Οδηγία:* Για να απαντήσετε στις παρακάτω ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής αρκεί να γράψετε στο φύλλο απαντήσεων τον αριθμό της ερώτησης και δεξιά απ' αυτόν το γράμμα που αντιστοιχεί στη σωστή απάντηση.

1. Ποιο από τα παρακάτω φαινόμενα δεν είναι ηλεκτρικό;
  - α. Η έλξη μικρών αντικειμένων από πλαστικό στυλό που έχουμε τρίψει στο πουλόβερ μας.
  - β. Ο προσανατολισμός της μαγνητικής βελόνας στη διεύθυνση Βορράς - Νότος.
  - γ. Τα μικρά τριξίματα (κτύποι) που ακούγονται μερικές φορές, όταν βγάζουμε ένα μάλλινο πουλόβερ.
  - δ. Το τίναγμα που νιώθουμε μερικές φορές όταν αγγίζουμε ένα αυτοκίνητο.
2. Λέγοντας ότι ένα σώμα είναι θετικά φορτισμένο, εννοούμε ότι
  - α. έχει μόνο θετικά φορτία.
  - β. έχει περισσότερα θετικά παρά αρνητικά φορτία.
  - γ. δεν έχει καθόλου αρνητικά φορτία.
  - δ. δεν έχει καθόλου ηλεκτρόνια.
3. Η ένταση ενός ηλεκτρικού πεδίου σε κάποιο σημείο του εξαρτάται από
  - α. το φορτίο που φέρνουμε στο σημείο αυτό.
  - β. τη δύναμη που ασκείται σε φορτίο που φέρνουμε στο σημείο αυτό.
  - γ. την πηγή του ηλεκτρικού πεδίου.
  - δ. τη μάζα που φέρνουμε στο σημείο αυτό.
4. Ποια από τις παρακάτω εκφράσεις είναι η σωστή;
  - α. Η ένταση ενός ηλεκτρικού φορτίου είναι διανυσματικό μέγεθος.
  - β. Η ένταση της πηγής του ηλεκτρικού πεδίου είναι διανυσματικό μέγεθος.
  - γ. Η ένταση ενός ηλεκτρικού πεδίου σε κάποιο σημείο του είναι διανυσματικό μέγεθος.
  - δ. Το δυναμικό ενός ηλεκτρικού πεδίου σε κάποιο σημείο του είναι διανυσματικό μέγεθος.
5. Ο νόμος του Coulomb ισχύει
  - α. για δύο ακίνητα σημειακά φορτία που βρίσκονται στο ίδιο διηλεκτρικό μέσο.
  - β. για δύο οποιαδήποτε φορτισμένα σώματα.
  - γ. μόνο αν τα φορτία που αλληλεπιδρούν είναι ομώνυμα.
  - δ. για δύο σημειακές μάζες  $m_1$  και  $m_2$ .



**ΦΥΣΙΚΗ**  
**ΓΕΝΙΚΗΣ ΠΑΙΔΕΙΑΣ**

Ελπίζουμε ότι το βιβλίο ανταποκρίνεται στις ανάγκες του διδακτικού έργου και στην απαίτηση για εγκυρότερη αξιολόγηση, σύμφωνα με τις προδιαγραφές που αυτή πρέπει να πληροί.

Ευχαριστούμε και από τη θέση αυτή, όλους όσους είχαν την πρωτοβουλία και τη διάθεση να διατυπώσουν προφορικά ή να στείλουν γραπτά στο Κ.Ε.Ε. τα σχόλια και τις παρατηρήσεις τους σχετικά με τα προηγούμενα τεύχη αξιολόγησης των μαθητών του Ενιαίου Λυκείου στη Φυσική και ευχόμαστε να συνεχιστεί η γόνιμη αυτή συνεργασία.

Αθήνα, Οκτώβριος 1999

Η συγγραφική ομάδα του Κ.Ε.Ε.

## ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΟ ΣΗΜΕΙΩΜΑ

Το βιβλίο που έχετε στα χέρια σας, αποτελεί συνέχεια των βιβλίων αξιολόγησης των μαθητών της Α΄ και Β΄ Λυκείου στο μάθημα της Φυσικής. Βασίζεται αποκλειστικά και περιορίζεται αυστηρά στα υπάρχοντα αναλυτικά προγράμματα και στα διδακτικά βιβλία Φυσικής της Β΄ Λυκείου του Ο.Ε.Δ.Β για το σχολικό έτος 1998-99, καθώς και στις οδηγίες του Παιδαγωγικού Ινστιτούτου και του Κ.Ε.Ε.

Κατά τη σύνταξή του είχαμε κατά νου την εικόνα ενός τυπικού δημόσιου Λυκείου. Λάβαμε υπόψη τις ανάγκες των διδασκόντων, αλλά κυρίως την ηλικία και το βαθμό ωριμότητας των μαθητών της δεύτερης τάξης. Επειδή οι ερωτήσεις και ασκήσεις που περιέχονται στο παρόν βιβλίο θα αποτελέσουν τον αρχικό πυρήνα της Τράπεζας Θεμάτων, ο καθορισμός του επιπέδου δυσκολίας τους αποτέλεσε αντικείμενο σοβαρού προβληματισμού.

Στόχοι της παρούσας εργασίας είναι:

- Η δημιουργία του αρχικού πυρήνα της Τράπεζας Θεμάτων.
- Η διαμόρφωση προτύπων σχεδιασμού ερωτήσεων και κριτηρίων αξιολόγησης.
- Η προσφορά βοήθειας προς τους συναδέλφους που διδάσκουν το μάθημα της Φυσικής.
- Η υποβοήθηση του έργου της Κεντρικής Επιτροπής διενέργειας των προαγωγικών εξετάσεων του Ιουνίου.

Οι ερωτήσεις που περιλαμβάνονται στο τεύχος αυτό, κατατάσσονται στις παρακάτω πέντε βασικές κατηγορίες:

- α. ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής,
- β. » του τύπου Σωστό/Λάθος,
- γ. » αντιστοίχισης,
- δ. » συμπλήρωσης κενού,
- ε. » ανοικτού τύπου.

Είναι σημαντικό να τονιστεί ότι:

- Στις ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής υπάρχει μόνο μια σωστή απάντηση.
- Οι ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής, καθώς και οι ερωτήσεις του τύπου Σωστό/Λάθος δεν απαιτούν πολύπλοκους υπολογισμούς.
- Στις ερωτήσεις συμπλήρωσης κενού υπάρχουν δυο το πολύ κενά σε κάθε ερώτηση.
- Το επίπεδο δυσκολίας των ασκήσεων και προβλημάτων είναι χαμηλότερο από εκείνο των διδακτικών βιβλίων. Χρησιμοποιήθηκε η τεχνική της ανάλυσης σε ενδιάμεσες ερωτήσεις για να διευκολύνεται ο μαθητής να ολοκληρώνει σταδιακά την απάντησή του.
- Στις ασκήσεις και στα προβλήματα οι αριθμητικές τιμές έχουν επιλεγεί έτσι ώστε να προκύπτουν “στρογγυλά” νούμερα. Με τον τρόπο αυτό ο μαθητής δεν θα αναλίσκεται σε πολύπλοκες αριθμητικές πράξεις. Καταβλήθηκε επίσης προσπάθεια ώστε οι αριθμητικές τιμές στα δεδομένα ή στα αποτελέσματα να αντιστοιχούν σε ρεαλιστικές τιμές.
- Οι ερωτήσεις δεν προορίζονται μόνο για την αξιολόγηση των μαθητών, αλλά έχουν και διδακτική αξία. Τονίζουμε όμως ότι δεν είναι ούτε σκόπιμο ούτε και επικτό να εξαντλήσουν οι συνάδελφοι όλες τις ερωτήσεις και ασκήσεις που περιέχονται στο παρόν βιβλίο. Ορισμένα άλλωστε από τα θέματα που περιλαμβάνονται σ’ αυτό, απευθύνονται **μόνο** σε μαθητές που έχουν ιδιαίτερο ενδιαφέρον για τη Φυσική (ασκήσεις με αστερίσκο).

κείνες που περιέχονται στα βιβλία του Κ.Ε.Ε. και στα σχολικά εγχειρίδια, διαφορετικές, όμως, ως προς το περιεχόμενό τους.

- Η χρησιμοποίηση, τέλος, των ερωτήσεων που περιέχονται στα παραπάνω βιβλία δεν αποκλείει ούτε εμποδίζει την αξιοποίηση των ερωτήσεων που περιλαμβάνονται στα σχολικά εγχειρίδια.

Για τη διεύρυνση της βοήθειας που φιλοδοξεί το Κ.Ε.Ε. να προσφέρει στους εκπαιδευτικούς στο κρίσιμο ζήτημα της αξιολόγησης των μαθητών, έχουν γίνει και οι εξής συμπληρωματικές ενέργειες: Τα παραδείγματα των ερωτήσεων που περιέχονται στα βιβλία αξιολόγησης έχουν καταχωρισθεί στη σελίδα που έχει δημιουργήσει το Κ.Ε.Ε. στο Internet (<http://www.kee.gr>), από την οποία μπορούν να τα αντλούν όσοι έχουν τη δυνατότητα πρόσβασης στο διαδίκτυο. Προωθείται, τέλος, η επανέκδοση όλων των ερωτήσεων που έχουν εκπονηθεί από το Κ.Ε.Ε. σε ηλεκτρονική μορφή (cd-rom).

Τελειώνοντας, αισθάνομαι την ανάγκη να ευχαριστήσω τους επιστημονικούς συνεργάτες του Κ.Ε.Ε. για την εργασία τους καθώς και τους εκπαιδευτικούς των Ενιαίων Λυκείων για τα σχόλια που μας έστειλαν και τις υποδείξεις τους. Εύχομαι τα νέα βιβλία να αποδειχθούν, όπως και τα προηγούμενα, πολύτιμο εργαλείο στην προσπάθεια βελτίωσης του τρόπου αξιολόγησης των μαθητών του Ενιαίου Λυκείου.

Οκτώβριος 1999  
Ο Πρόεδρος του Κ.Ε.Ε.

Καθηγητής Μιχάλης Κασσωτάκης



## ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Το Κέντρο Εκπαιδευτικής Έρευνας (Κ.Ε.Ε.), συνεχίζοντας την προσπάθεια υποβοήθησης των εκπαιδευτικών στο δύσκολο έργο τους, αναμόρφωσε τα βιβλία που αναφέρονται στην αξιολόγηση των μαθητών των Α΄ και Β΄ τάξεων του Ενιαίου Λυκείου (Ε.Λ.). Κατά την αναμόρφωσή τους έχουν ληφθεί υπόψη οι παρατηρήσεις και υποδείξεις των εκπαιδευτικών που τα χρησιμοποίησαν κατά τα σχολικά έτη 1997-98 και 1998-99 και οι διαπιστώσεις που προέκυψαν από έρευνες του Κ.Ε.Ε. σχετικές με την αξιοποίηση των βιβλίων αυτών στη σχολική πράξη.

Με την ευκαιρία της επανέκδοσης των παραπάνω βιβλίων θα ήθελα να επαναλάβω ακόμη μία φορά τα κύρια σημεία του τρόπου χρησιμοποίησής τους.

- Οι ερωτήσεις που περιλαμβάνονται στα βιβλία αξιολόγησης των μαθητών *έχουν ενδεικτικό χαρακτήρα*. Οι εκπαιδευτικοί δεν είναι υποχρεωμένοι να τις χρησιμοποιούν αυτούσιες. *Έχουν τη δυνατότητα να τις τροποποιούν, έτσι ώστε να ανταποκρίνονται στις ιδιαιτερότητες των μαθητών τους, να τις απλουστεύουν, εφόσον τις θεωρούν δύσκολες, να παραλείπουν όσες κρίνουν πως δεν αντιστοιχούν στο επίπεδο των μαθητών τους ή στους διδακτικούς στόχους, τους οποίους οι ίδιοι θέτουν*. Τα παραδείγματα αυτά επιδιώκουν να βοηθήσουν τους διδάσκοντες να εκπονούν *οι ίδιοι δικές τους ερωτήσεις*. Πρόθεσή μας δεν είναι να περιορίσουμε την ελευθερία και την παιδαγωγική αυτονομία του εκπαιδευτικού, αλλά να του προσφέρουμε ιδέες που θα τον βοηθήσουν να αυξήσει τα περιθώρια της πρωτοβουλίας του και να βελτιώσει την αποτελεσματικότητα της διδασκαλίας του.
- Η προσπάθεια ορισμένων εκπαιδευτικών να αναθέτουν στους μαθητές τους την επεξεργασία όλων των ερωτήσεων που περιέχονται στα βιβλία του Κ.Ε.Ε. οδήγησε κατά το πρόσφατο παρελθόν σε σημαντική αύξηση της εργασίας των μαθητών. Η τακτική αυτή, της οποίας οι αρνητικές συνέπειες είναι προφανείς, οφείλεται σε παρεξήγηση και σε μη ορθή κατανόηση του σκοπού, τον οποίο υπηρετεί το παραπάνω παιδαγωγικό υλικό. Οι Ομάδες Εργασίας του Κ.Ε.Ε. εκπόνησαν για κάθε ενότητα της διδακτέας ύλης ικανό αριθμό ερωτήσεων, επειδή στόχος τους ήταν:  
α) να καλύψουν ευρύ φάσμα διδακτικών στόχων, β) να ικανοποιήσουν ποικίλα επίπεδα απαιτήσεων και γ) να αξιοποιήσουν τα θετικά στοιχεία διαφορετικών τύπων ερωτήσεων. Επιδίωξαν, με άλλα λόγια, να διευρύνουν, μέσα από την παροχή πολλών παραδειγμάτων, τη δυνατότητα επιλογής ερωτήσεων από τους διδάσκοντες και να καλύψουν, στο βαθμό του δυνατού, όλες τις πιθανές ανάγκες τους. *Ποτέ, όμως, και για κανένα λόγο, δεν ζητήθηκε από τους εκπαιδευτικούς ούτε να εξαντλούν τα σχετικά παραδείγματα, ούτε να περιορίζονται αποκλειστικά σ' αυτά. Κάτι τέτοιο και αντιπαιδαγωγικό είναι και αντίθετο προς το πνεύμα της εκπαιδευτικής μεταρρύθμισης. Οι διδάσκοντες πρέπει να επιλέγουν από κάθε ενότητα μικρό αριθμό ερωτήσεων, οι οποίες ανταποκρίνονται στους διδακτικούς στόχους που επιδιώκουν και στα κριτήρια που οι ίδιοι θέτουν, και αυτές θα αξιοποιούν στο πλαίσιο της διδακτικής πράξης*.
- Τα θέματα και οι ερωτήσεις που περιλαμβάνονται στα βιβλία αξιολόγησης δεν προορίζονται μόνο για εργασίες των μαθητών στο σπίτι ή για την εκπόνηση ολιγόλεπτων και ωριαίων διαγωνισμάτων. Πολλά από τα θέματα και τα ερωτήματα αυτά μπορούν και πρέπει να αξιοποιούνται στο πλαίσιο της καθημερινής σχολικής εργασίας. Αυτό ισχύει ιδιαίτερα για τα ζητήματα εκείνα που, κατά την κρίση του εκπαιδευτικού, παρουσιάζουν δυσκολίες για το μέσο μαθητή.
- Οι εκπαιδευτικοί πρέπει ακόμη να έχουν υπόψη τους ότι καμιά από τις ερωτήσεις που περιέχονται στα βιβλία αξιολόγησης δεν θα χρησιμοποιηθεί αυτούσια στις προαγωγικές εξετάσεις. Στις εξετάσεις αυτές τίθενται ερωτήσεις ανάλογες προς ε-



## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ.....	5
ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΟ ΣΗΜΕΙΩΜΑ .....	7

### Φυσική Γενικής Παιδείας

ΠΡΩΤΟ ΚΕΦΑΛΑΙΟ: ΗΛΕΚΤΡΟΣΤΑΤΙΚΕΣ ΑΛΛΗΛΕΠΙΔΡΑΣΕΙΣ.....	11
ΔΕΥΤΕΡΟ ΚΕΦΑΛΑΙΟ: ΤΟ ΗΛΕΚΤΡΙΚΟ ΡΕΥΜΑ.....	31
ΤΡΙΤΟ ΚΕΦΑΛΑΙΟ: ΜΑΓΝΗΤΙΚΕΣ ΑΛΛΗΛΕΠΙΔΡΑΣΕΙΣ.....	57
ΤΕΤΑΡΤΟ ΚΕΦΑΛΑΙΟ: ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΚΗ ΕΠΑΓΩΓΗ. ....	81

### Φυσική Θετικής και Τεχνολογικής κατεύθυνσης

ΠΡΩΤΟ ΚΕΦΑΛΑΙΟ: ΕΡΓΟ-ΕΝΕΡΓΕΙΑ.....	99
ΔΕΥΤΕΡΟ ΚΕΦΑΛΑΙΟ: ΟΡΜΗ-ΚΡΟΥΣΗ.....	121
ΤΡΙΤΟ ΚΕΦΑΛΑΙΟ: ΠΕΔΙΑ ΔΥΝΑΜΕΩΝ.....	149
ΤΕΤΑΡΤΟ ΚΕΦΑΛΑΙΟ: ΚΙΝΗΣΕΙΣ ΣΕ ΠΕΔΙΑ ΔΥΝΑΜΕΩΝ.....	165
ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ .....	192
ΟΙ ΣΥΝΘΕΤΙΚΕΣ ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΚΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ ΣΤΗ ΦΥΣΙΚΗ .....	203

Η συγγραφική ομάδα του Κ.Ε.Ε.

- Αρναουτάκης Ιωάννης, Φυσικός, M.Sc., M.Ed., Σχολικός Σύμβουλος Φυσικών
- Δρ. Στεφανίδης Κων/νος, Φυσικός, Σχολικός Σύμβουλος Φυσικών
- Κουσίδης Σταύρος, Φυσικός, καθηγητής Β/θμιας Εκπ/σης
- Ντούβαλης Γεώργιος, Φυσικός - Ρ/Η, καθηγητής Β/θμιας Εκπ/σης
- Δρ. Ορφανόπουλος Βασίλειος, Φυσικός, καθηγητής Β/θμιας Εκπ/σης
- Δρ. Χαρακόπουλος Καλλίνικος, Φυσικός, καθηγητής Β/θμιας Εκπ/σης
- Χατζής Ιωάννης, Φυσικός, καθηγητής Β/θμιας Εκπ/σης

Copyright (C) 1999: Κέντρο Εκπαιδευτικής Έρευνας  
Αδριανού 91, 10556 Αθήνα

---

Απαγορεύεται η αναδημοσίευση ή ανατύπωση ή φωτοτύπηση μέρους ή όλου του παρόντος βιβλίου, καθώς και η χρησιμοποίηση των ερωτήσεων, ασκήσεων και προβλημάτων που περιέχονται σ' αυτό σε σχολικά βοηθήματα ή για οποιοδήποτε άλλο σκοπό, χωρίς τη γραπτή άδεια του Κέντρου Εκπαιδευτικής Έρευνας

**ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΕΘΝΙΚΗΣ ΠΑΙΔΕΙΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ  
ΚΕΝΤΡΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ**

**ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ  
ΤΩΝ ΜΑΘΗΤΩΝ ΤΗΣ Β' ΛΥΚΕΙΟΥ  
ΣΤΟ ΜΑΘΗΜΑ ΤΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ**

**ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΚΛΕΙΣΤΟΥ ΚΑΙ ΑΝΟΙΚΤΟΥ ΤΥΠΟΥ  
ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ  
ΘΕΜΑΤΑ ΕΡΓΑΣΙΩΝ**

**ΑΘΗΝΑ 1999**