

ΘΕΜΑ 1ο

Στις ερωτήσεις 1-4 να γράψετε στο τετράδιό σας τον αριθμό της ερώτησης και δίπλα σε κάθε αριθμό το γράμμα που αντιστοιχεί στη σωστή απάντηση.

1. Από επίπεδη επιφάνεια που τέμνει τις δυναμικές γραμμές ομογενούς ηλεκτρικού πεδίου διέρχεται ηλεκτρική ροή $\Phi \neq 0$. Αν η ένταση του ηλεκτρικού πεδίου διπλασιαστεί, τότε η διερχόμενη από την επιφάνεια ηλεκτρική ροή θα είναι:

α. 4Φ , β. $\Phi/2$, γ. 2Φ , δ. $\Phi/4$.

Μονάδες 5

2. Ακλόνητο σημειακό θετικό φορτίο q δημιουργεί γύρω του ηλεκτρικό πεδίο. Το δυναμικό σε απόσταση r από το φορτίο είναι V . Σε απόσταση $2r$ το δυναμικό θα είναι:

α. $2V$, β. $4V$, γ. $V/2$, δ. $V/4$.

Μονάδες 5

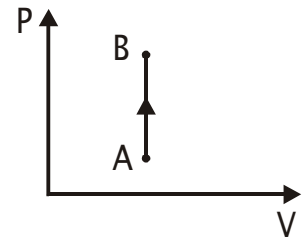
3. Ευθύγραμμος αγωγός απείρου μήκους διαρρέεται από ρεύμα έντασης I . Αν τριπλασιάσουμε την ένταση του ρεύματος, τότε το B του μαγνητικού πεδίου που δημιουργείται σε ορισμένη απόσταση r από τον αγωγό:

α. παραμένει σταθερό β. υποτριπλασιάζεται
γ. τριπλασιάζεται δ. εννεαπλασιάζεται.

Μονάδες 5

4. Η αντιστρεπτή θερμοδυναμική μεταβολή AB που παρουσιάζεται στο διάγραμμα πίεσης - όγκου (P - V) του σχήματος περιγράφει:

α. ισόθερμη εκτόνωση
β. ισόχωρη ψύξη
γ. ισοβαρή συμπίεση
δ. ισόχωρη θέρμανση.



Μονάδες 5

5. Να γράψετε στο τετράδιό σας το φυσικό μέγεθος από τη **Στήλη Α** και δίπλα το σύμβολο της μονάδας του μεγέθους από τη **Στήλη Β**, που αντιστοιχεί σωστά σ' αυτό.

Στήλη Α	Στήλη Β
Ηλεκτρική ροή	W (Watt)
Δυναμικό ηλεκτροστατικού πεδίου	N/C (Newton / Coulomb)
Εσωτερική ενέργεια αερίου	J (Joule)
Ένταση ηλεκτροστατικού πεδίου	N (Newton)
Δύναμη Lorentz	Nm ² /C (Newton-meter ² /Coulomb)
	V (Volt)

Μονάδες 5

ΑΠΑΝΤΗΣΗ

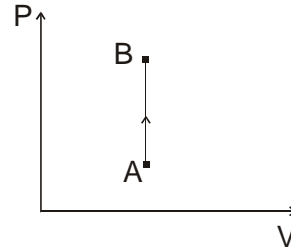
1. Από επίπεδη επιφάνεια που τέμνει τις δυναμικές γραμμές ομογενούς ηλεκτρικού πεδίου διέρχεται ηλεκτρική ροή $\Phi \neq 0$. Αν η ένταση του ηλεκτρικού πεδίου διπλασιαστεί, τότε η διερχόμενη από την επιφάνεια ηλεκτρική ροή θα είναι:

γ. 2Φ

2. Ακλόνητο σημειακό φορτίο q δημιουργεί γύρω του ηλεκτρικό πεδίο. Το δυναμικό σε απόσταση r από το φορτίο είναι V . Σε απόσταση $2r$ το δυναμικό θα είναι:
γ. $V/2$

3. Ευθύγραμμος αγωγός απείρου μήκους διαρρέεται από ρεύμα έντασης I . Αν τριπλασιάσουμε την ένταση του ρεύματος, τότε το B του μαγνητικού πεδίου που δημιουργείται σε ορισμένη απόσταση r από τον αγωγό:
γ. τριπλασιάζεται

4. Η αντιστρεπτή θερμοδυναμική μεταβολή AB που παρουσιάζεται στο διάγραμμα πίεσης - όγκου (P - V) του σχήματος περιγράφει:
δ. ισόχωρη θέρμανση



5.

Στήλη A	Στήλη B
Ηλεκτρική ροή	Nm^2 / C (Newton · meter ² / Coulomb)
Δυναμικό ηλεκτροστατικού πεδίου	V (Volt)
Εσωτερική ενέργεια αερίου	J (Joule)
Ένταση ηλεκτροστατικού πεδίου	N / C (Newton / Coulomb)
Δύναμη Lorentz	N (Newton)

ΘΕΜΑ 2ο

2.A Ακίνητο σημειακό θετικό ηλεκτρικό φορτίο q βρίσκεται στο σημείο M του χώρου.

2.A.1 Να σχεδιάσετε τις δυναμικές γραμμές του ηλεκτροστατικού πεδίου που δημιουργεί το φορτίο.

Μονάδες 3

2.A.2 Να αποδείξετε ότι η ένταση του ηλεκτροστατικού πεδίου σε απόσταση r από το σημείο M δίνεται από τη σχέση $E = k \cdot q/r^2$ (όπου $k=K_c$ ή $k=1/4\pi\epsilon_0$).

Μονάδες 5

2.B Ποσότητα ιδανικού μονοατομικού αερίου βρίσκεται αρχικά σε κατάσταση θερμοδυναμικής ισορροπίας και καταλαμβάνει όγκο V_0 . Με κατάλληλη αντιστρεπτή μεταβολή ο όγκος του αερίου διπλασιάζεται, ενώ η μέση κινητική ενέργεια των ατόμων του αερίου παραμένει σταθερή.

2.B.1 Να μεταφέρετε στο τετράδιό σας την πρόταση που ακολουθεί συμπληρωμένη σωστά.

Η θερμοκρασία του αερίου στη νέα κατάσταση είναι:

- α.** ίση με την αρχική
- β.** διπλάσια της αρχικής
- γ.** ίση με το μισό της αρχικής.

Μονάδες 2

Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας.

Μονάδες 2

2.Β.2 Να μεταφέρετε στο τετράδιό σας την πρόταση που ακολουθεί συμπληρωμένη σωστά.

Η πίεση του αερίου στη νέα κατάσταση είναι:

- α.** ίση με την αρχική
- β.** διπλάσια της αρχικής
- γ.** ίση με το μισό της αρχικής.

Μονάδες 2

Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας.

Μονάδες 3

2.Γ Να γράψετε στο τετράδιό σας το γράμμα που αντιστοιχεί στη σωστή πρόταση.

Δίνονται δύο σημειακά ηλεκτρικά φορτία $+q$ και $-q$. Η ολική ηλεκτρική ροή που διέρχεται από μία σφαιρική επιφάνεια είναι διάφορη του μηδενός όταν η σφαιρική επιφάνεια:

- α.** περιβάλλει και τα δύο φορτία
- β.** δεν περιβάλλει κανένα φορτίο
- γ.** περιβάλλει μόνο το ένα από τα φορτία.

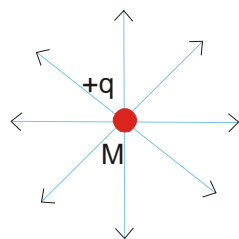
Μονάδες 3

Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας.

Μονάδες 5

ΑΠΑΝΤΗΣΗ

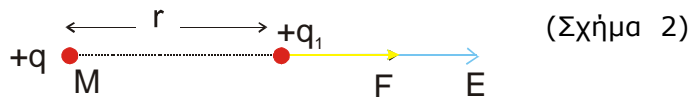
2.Α.1.



(Σχήμα 1)

2.Α.2. Θεωρώ υπόθεμα $+q_1$ σε απόσταση r από το $+q$. Από νόμο Coulomb το q_1

δέχεται δύναμη $F = K \cdot \frac{q \cdot q_1}{r^2}$.



Με βάση τον ορισμό της έντασης του ηλεκτρικού πεδίου $\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q_1}$ ή

$$E = \frac{K \cdot q \cdot q_1}{r^2 \cdot q_1} \text{ οπότε } E = K \cdot \frac{q}{r^2} \text{ με φορά ομόρροπη της } F.$$

2.Β.

2.Β.1. Η θερμοκρασία του αερίου στη νέα κατάσταση είναι ίση με την αρχική

(Σωστό το α)

Δικαιολόγηση

Επειδή $\bar{E}_K = \frac{3}{2}kT$ και η $\bar{E}_K = \text{σταθ.}$ προκύπτει ότι $T = \text{σταθερή.}$

2.Β.2.

Η πίεση του αερίου στη νέα κατάσταση είναι ίση με το μισό της αρχικής.
(Σωστό το γ)

Δικαιολόγηση

Επειδή $T = \text{σταθερή}$ και ο όγκος αυξάνεται, η μεταβολή είναι ισόθερμη εκτόνωση. Οπότε: $P_0 \cdot V_0 = P_1 \cdot V_1$ ή $P_0 \cdot V_0 = P_1 \cdot 2V_0$

Άρα: $P_1 = \frac{P_0}{2}.$

2.Γ. (Σωστό το γ)

Δικαιολόγηση

Θεωρώ σφαιρική επιφάνεια Gauss που περιβάλλει το ένα από τα δύο φορτία. Με βάση το νόμο Gauss ισχύει:

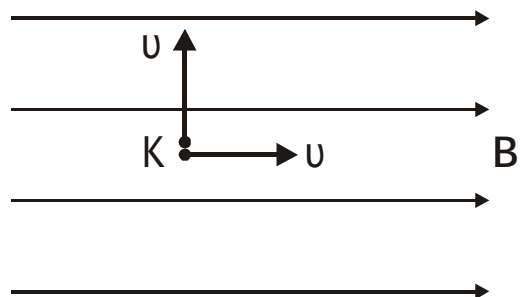
$$\Phi_{ολ} = \frac{\pm q}{\epsilon_0} \neq 0$$

Σημείωση: Αν περιβάλλει και τα δύο φορτία ή αν δεν περιέχει κανένα φορτίο τότε:

$$\Phi_{ολ} = \frac{q_{ολ}}{\epsilon_0} = 0$$

ΘΕΜΑ 3ο

Θεωρούμε σημείο K μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο μεγάλης έκτασης με $B = \pi \cdot 10^{-6}$ T. Από το σημείο K εκτοξεύονται ταυτόχρονα, με την ίδια κατά μέτρο ταχύτητα $u = \pi \cdot 10^4$ m/s, δύο όμοια φορτισμένα σωματίδια, που έχουν λόγο φορτίου προς μάζα $q/m = 5 \cdot 10^{11}$ C/Kg. Το ένα εκτοξεύεται παράλληλα προς τις δυναμικές γραμμές του πεδίου και το άλλο κάθετα προς αυτές, όπως φαίνεται στο σχήμα. (Η επίδραση του πεδίου βαρύτητας και οι ηλεκτροστατικές αλληλεπιδράσεις δεν λαμβάνονται υπόψη).



3.A Να δικαιολογήσετε ποιο σωματίδιο εκτελεί ομαλή κυκλική κίνηση και ποιο ευθύγραμμη ομαλή κίνηση.

Μονάδες 5

3.Β Να υπολογίσετε την ακτίνα της παραπάνω κυκλικής τροχιάς.

Μονάδες 6

3.Γ Να υπολογίσετε την περίοδο της παραπάνω ομαλής κυκλικής κίνησης.

Μονάδες 6

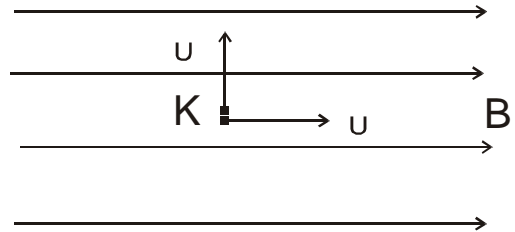
3.Δ Πόση θα είναι η απόσταση των δύο σωματιδίων τη στιγμή που το ένα σωματίδιο έχει συμπληρώσει $N=100$ πλήρεις περιφορές;

Μονάδες 8

ΑΠΑΝΤΗΣΗ

3.Α. Το σωματίδιο που εκτοξεύεται παράλληλα προς τις δυναμικές γραμμές του πεδίου δεν δέχεται F_L , επειδή $F_L = Bv\eta\mu 0 = 0$. Έτσι εκτελεί ευθύγραμμη ομαλή κίνηση κατά μήκος των δυναμικών γραμμών.

Αντίθετα αυτό που εκτοξεύεται κάθετα προς αυτές δέχεται $F_L = Bv\eta\mu 90 = Bvq$, η οποία παίζει ρόλο κεντρομόλου δύναμης. Οπότε, εκτελεί ομαλή κυκλική κίνηση σε επίπεδο κάθετο σ' αυτό που ορίζεται από τα διανύσματα B και u .



3.Β. Ισχύει $F_L = F_K$ ή $Buq = \frac{mu^2}{R}$ ή $R = \frac{mu}{qB}$ (1) άρα $R = 0,02m$ ^(SI)

3.Γ. Στην ομαλή κυκλική κίνηση ισχύει: $T = \frac{2\pi R}{u}$ (2)

Από (1) και (2) προκύπτει: $T = \frac{2\pi m}{qB}$ ^(SI) $= 4 \cdot 10^{-6} s$

3.Δ. Όταν το σωματίδιο που εκτελεί ομαλή κυκλική κίνηση έχει διαγράψει $N=100$ στροφές έχει παρέλθει χρόνος $t = 100T$ (3). Σ' αυτό το χρονικό διάστημα, το άλλο απομακρύνεται ευθύγραμμα ομαλά και διανύει απόσταση $x = u \cdot t$ (4).

Από (2), (3), (4) προκύπτει ότι: $x = u \cdot 100 \cdot \frac{2\pi m}{qB}$ ^(SI) $= 4\pi m$

ΘΕΜΑ 4ο

Ιδανικό μονοατομικό αέριο εκτελεί κυκλική θερμοδυναμική μεταβολή που αποτελείται από τις εξής αντιστρεπτές μεταβολές:

- α' από την κατάσταση θερμοδυναμικής ισορροπίας 1, με $P_1 = 3 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$ και $V_1 = 4 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$ εκτονώνεται ισοβαρώς στην κατάσταση 2, με $V_2 = 3V_1$,
β' από την κατάσταση 2 ψύχεται ισόχωρα στην κατάσταση 3, και

γ' από την κατάσταση 3 συμπιέζεται ισόθερμα στη θερμοκρασία T_1 , στην αρχική κατάσταση 1.

Αν η ποσότητα του αερίου είναι $n=3/R$ mol, όπου R είναι η παγκόσμια σταθερά των ιδανικών αερίων σε $J/(mol \cdot K)$, ζητείται:

- 4.Α** Να παρασταθούν γραφικά οι παραπάνω μεταβολές σε διάγραμμα πίεσης - όγκου (P-V). Μονάδες 5
- 4.Β** Να βρεθεί ο λόγος ($\Delta U_{1 \rightarrow 2} / \Delta U_{2 \rightarrow 3}$) της μεταβολής της εσωτερικής ενέργειας του αερίου κατά την ισοβαρή εκτόνωση προς τη μεταβολή της εσωτερικής του ενέργειας κατά την ισόχωρη ψύξη. Μονάδες 6
- 4.Γ** Να βρεθεί ο συντελεστής απόδοσης ιδανικής μηχανής Carnot που θα λειτουργούσε μεταξύ των ίδιων ακραίων θερμοκρασιών της παραπάνω κυκλικής μεταβολής. Μονάδες 6
- 4.Δ** Να βρεθεί το ολικό ποσό θερμότητας που ανταλλάσσει το αέριο με το περιβάλλον κατά τη διάρκεια μιας τέτοιας κυκλικής μεταβολής, αν το ποσό του έργου κατά την ισόθερμη συμπίεση του αερίου είναι $W_{3 \rightarrow 1} = -1318$ Joule. Μονάδες 8

ΑΠΑΝΤΗΣΗ

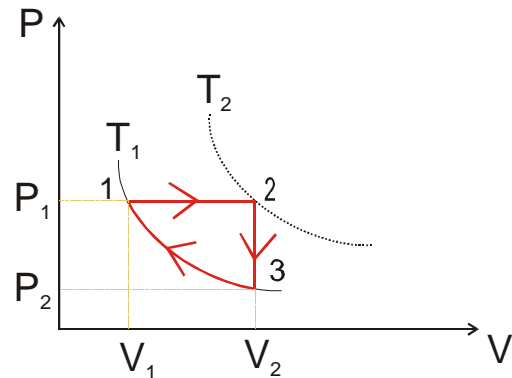
4.Α. $P_1 = 3 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$

$V_1 = 4 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$

$V_2 = 3V_1 = 12 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$

ενώ $P_2 \cdot V_2 = P_1 \cdot V_1$

οπότε $P_2 = \frac{P_1}{3} = 10^5 \text{ N/m}^2$



4.Β. Στη μεταβολή $1 \rightarrow 2$ ισχύει:

$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$ οπότε $T_2 = 3T_1$ (1)

Επειδή $\Delta U_{1 \rightarrow 2} = nC_V(T_2 - T_1) \stackrel{(1)}{=} 2nC_V T_1$

και $\Delta U_{2 \rightarrow 3} = nC_V(T_1 - T_2) \stackrel{(1)}{=} -2nC_V T_1$

} Προκύπτει $\frac{\Delta U_{1 \rightarrow 2}}{\Delta U_{2 \rightarrow 3}} = -1$

- 4.Γ.** Μία ιδανική θερμική μηχανή Carnot, η οποία λειτουργεί μεταξύ των παραπάνω θερμοκρασιών έχει συντελεστή απόδοσης:

$$\alpha = 1 - \frac{T_1}{T_2} = 1 - \frac{T_1}{3T_1} = \frac{2}{3}$$

- 4.Δ.** Ισχύει $W_{ολ} = W_{1 \rightarrow 2} + W_{2 \rightarrow 3} + W_{3 \rightarrow 1} = nR(T_2 - T_1) + 0 + W_{3 \rightarrow 1} =$
 $= 2nRT_1 + W_{3 \rightarrow 1} \quad (1)$

Στην κατάσταση 1 ισχύει $P_1V_1 = nRT_1$ ή $T_1 = \frac{P_1V_1^{(SI)}}{nR} = 400K \quad (2)$

Από (1) και (2) έχω : $W_{ολ} = 2400 - 1318 = 1082J$

Επειδή $\Delta U_{ολ} = 0$ στην κυκλική μεταβολή έχω $Q_{ολ} = W_{ολ} = 1082J$