

# ΦΥΣΙΚΗ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗΣ Β΄

## ΑΣΚΗΣΕΙΣ

1. Μια ποσότητα ιδανικού αερίου βρίσκεται αρχικά σε όγκο  $V_1 = 2 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$  και πίεση  $P_1 = 4 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$ . Τα μόρια του αερίου έχουν ενεργό ταχύτητα  $u_{\text{rms}} = 2,5 \cdot 10^3 \text{ m/s}$ .
- A. Από το αέριο αφαιρούμε το 25% των μορίων του υπό σταθερή θερμοκρασία χωρίς να μειωθεί ο όγκος του. Για την ποσότητα του αερίου που έχει απομείνει, να υπολογιστούν:
- Η πίεση  $P_2$ .
  - Η ενεργός ταχύτητα των μορίων του.
- B. Η ποσότητα του αερίου που έχει απομείνει εκτελεί μια σοβαρή εκτόνωση κατά την οποία η ενεργός ταχύτητα των μορίων του τριπλασιάζεται. Στη συνέχεια το αέριο ψύχεται ισόχωρα μέχρι την αρχική θερμοκρασία του. Να υπολογιστούν:
- Το έργο της ισοβαρούς εκτόνωσης.
  - Η μεταβολή της ενεργού ταχύτητας των μορίων του αερίου κατά τη δεύτερη μεταβολή.

2. Μια ποσότητα  $n = 6/R$  moles ιδανικού αερίου καταλαμβάνει όγκο  $V_A = 10 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$  σε θερμοκρασία  $\Theta_1 = 27^\circ \text{C}$ . Το αέριο εκτονώνεται ισόθερμα μέχρι η πίεση του να γίνει ίση με το  $1/32$  της αρχικής του πίεσης. Στη συνέχεια συμπιέζεται ισοβαρώς και με αδιαβατική συμπίεση επανέρχεται στην αρχική του κατάσταση.
- Να συμπληρωθεί ο παρακάτω πίνακας. (Δίνονται :  $c_v = 3R/2$  και  $\ln 2 = 0,69$ ).

Μεταβολές	$\Delta T$	$\Delta V$	$\Delta P$	W	$\Delta U$	Q
Ισόθερμη						
Ισοβαρής						
Αδιαβατική						

3. Μια ποσότητα  $n = 3/(2R)$  moles ιδανικού αερίου βρίσκεται σε κατάσταση ισορροπίας A με  $P_A = 6 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$ ,  $V_A = 1 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$  και εκτελεί την εξής κυκλική μεταβολή:
- Ισοβαρή θέρμανση, μέχρι να τριπλασιαστεί ο όγκος του ( $V_B = 3V_A$ ).
- Ισόχωρη ψύξη μέχρι η πίεσή του να γίνει  $P_T = 2 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$ .
- Ισοβαρή ψύξη μέχρι ο όγκος του να γίνει  $V_\Delta = V_A$ .
- Ισόχωρη θέρμανση μέχρι την αρχική του κατάσταση.
- A. α) Να γίνει διάγραμμα της κυκλικής μεταβολής σε άξονες P - V και σε V - T.  
β) Να υπολογίσετε τη μεταβολή της εσωτερικής ενέργειας  $\Delta U_{AT}$  του αερίου κατά τη μεταβολή ABΓ.  
γ) Να υπολογίσετε το έργο της κυκλικής μεταβολής.
- B. Αν με τον κύκλο αυτό εργάζεται μια θερμική μηχανή, να υπολογίσετε:
- Την απόδοση της θερμικής μηχανής.
  - Την απόδοση μιας μηχανής Carnot που θα λειτουργούσε μεταξύ της μέγιστης και της ελάχιστης θερμοκρασίας του κύκλου. (Δίνονται:  $C_v = 3R/2$  και  $\gamma = 5/3$ )

4. 10 moles ιδανικού αερίου βρίσκονται σε πίεση  $P = 2 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$ , θερμοκρασία  $127^\circ \text{C}$  και εκτονώνονται μέχρι διπλασιασμού του όγκου τους:
- A) Ισοβαρώς. B) Ισόθερμα. Γ) Αδιαβατικά.
- Για κάθε μεταβολή να υπολογίσετε:
- Την τελική πίεση και θερμοκρασία.
  - Το ποσό θερμότητας που απορροφά το αέριο.
  - Τη μεταβολή της εσωτερικής ενέργειας του αερίου.
- (Δίνονται:  $c_p = 20,3 \text{ J/(mole}\cdot\text{K)}$ ,  $\ln 2 = 0,69$ ,  $\gamma = 1,7$  και  $2^{1,7} = 3,25$ ).

5. Ορισμένη ποσότητα ιδανικού αερίου διαγράφει τις μεταβολές που φαίνονται στο διπλανό σχήμα. Κατά τη μεταβολή ABΓ το αέριο παράγει έργο 50 J και απορροφά θερμότητα 80 J. Το έργο κατά την κλειστή διαδρομή ABΓΔA = - 40 J.
- Να υπολογιστούν:
- Η μεταβολή της εσωτερικής ενέργειας του αερίου κατά τη μεταβολή ΑΓ.
  - Η θερμότητα κατά τη μεταβολή ΓΔA.
  - Το έργο κατά τη μεταβολή ΑΓ.

6. Μια ιδανική θερμική μηχανή πραγματοποιεί έναν κύκλο Carnot. Η μηχανή απορροφά από τη θερμή δεξαμενή θερμότητα  $Q_1 = 360 \text{ J}$  σε θερμότητα  $T_1 = 600\text{K}$ . Η μηχανή δίνει στην ψυχρή δεξαμενή το 75% της θερμότητας που παίρνει από τη θερμή δεξαμενή.
- A. Να σχεδιαστεί ο κύκλος σε άξονες P - V και να υπολογιστούν:
- Η θερμοκρασία της ψυχρής δεξαμενής.
  - Ο συντελεστής απόδοσης της μηχανής.
  - Το έργο που παράγει η μηχανή.
- B. Αν η θερμοκρασία της θερμής δεξαμενής αυξηθεί κατά 20% και της ψυχρής ελατωθεί κατά 20%, να υπολογιστεί ο νέος συντελεστής απόδοσης της μηχανής.
7. Μια μηχανή του Carnot, της οποίας η ψυχρή δεξαμενή είναι στους 250 K έχει απόδοση 40%. Αντίθετα σε ένα μηχανικό η αύξηση της απόδοσής της σε 50%.
- A) Κατά πόσους βαθμούς πρέπει να αυξηθεί η θερμοκρασία της θερμής δεξαμενής αν η θερμοκρασία της ψυχρής δεξαμενής παραμένει σταθερή;
- B) Κατά πόσους βαθμούς πρέπει να ελατωθεί η θερμοκρασία της ψυχρής δεξαμενής αν παραμείνει σταθερή η θερμοκρασία της θερμής δεξαμενής;
8. Ποσότητα ιδανικού αερίου  $n = \frac{n}{R}$  mole βρίσκεται στην κατάσταση  $A(P_0, V_0, T_0)$  και εκτελεί την κυκλική μεταβολή ΑΒΓΑ. Δίνεται ότι κατά τις μεταβολές:
- ΑΒ: το αέριο τριπλασιάζει τον όγκο του ώστε ο λόγος  $\frac{P}{V}$  να διατηρείται σταθερός και απορροφά θερμότητα :  $Q_{AB} = 16P_0V_0$ .
- ΒΓ: ισόχωρη μεταβολή, επιστρέφει στην αρχική του πίεση  $P_0$ .
- ΓΑ: ισοβαρής συμπίεση, επιστρέφει στην αρχική του κατάσταση Α.  
Να βρείτε:
- Τον αδιαβατικό συντελεστή  $\gamma$  του αερίου.
  - Το συντελεστή απόδοσης  $\epsilon$  μιας θερμικής μηχανής που λειτουργεί με τον παραπάνω κύκλο.
  - Το λόγο των ποσών θερμότητας  $Q_{BG} / Q_{GA}$   
(Δίνεται  $R$ , η παγκόσμια σταθερά των ιδανικών αερίων).
9. Στις κορυφές Α,Β ενός τετραγώνου ΑΒΓΔ πλευράς  $a=30\text{cm}$  είναι τοποθετημένα τα σημειακά φορτία  $Q_A=2\mu\text{C}$  και  $Q_B=2\sqrt{2}\mu\text{C}$  με μάζες  $m_A=0,1\text{mg}$  και  $m_B = 0,2\text{mg}$  αντίστοιχα.
- A. Να υπολογιστούν:
- Το φορτίο που πρέπει να τοποθετηθεί στην κορυφή Γ, ώστε το δυναμικό στην κορυφή Δ να είναι ίσο με μηδέν.
  - Η δυναμική ενέργεια του συστήματος των τριών φορτίων.
- B. Αφαιρούμε το φορτίο  $Q_G$  και αφήνουμε τα φορτία  $Q_A$  και  $Q_B$  να κινηθούν ελεύθερα. Να υπολογιστούν:
- Η ταχύτητα του φορτίου  $Q_A$  όταν η μεταξύ τους απόσταση είναι  $r = 2a$ .
  - Η δυναμική ενέργεια του συστήματος όταν το μέτρο της ταχύτητας του  $Q_A$  είναι  $u_A = 60\text{m/s}$ .
  - Οι ταχύτητες των φορτίων όταν πάψουν να αλληλεπιδρούν.  
Τα βάρη των σημειακών φορτίων θεωρούνται αμελητέα.  
(Δίνονται  $k\eta\lambda=9 \cdot 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2$ ,  $\sqrt{2} = 1,4$ ,  $^4\sqrt{8} = 1,7$ )
10. Δύο αντίθετα ηλεκτρισμένα σωματίδια Α, Β εισέρχονται ταυτόχρονα με την ίδια ταχύτητα  $u_0$  από το ίδιο σημείο, σε ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης  $B= 5 \cdot 10^{-2} \text{ T}$ , κάθετα στις δυναμικές γραμμές του. Το μαγνητικό πεδίο εκτείνεται σε περιοχή πλάτους  $d = 30\text{cm}$ . Αν το μέτρο της ταχύτητας κάθε σωματιδίου είναι:
- A.  $u_0 = 1 \cdot 10^4 \text{ m/s}$ .                      B.  $u_0' = 4 \cdot 10^4 \text{ m/s}$ .
- Να υπολογιστούν:
- Το μέτρο της δύναμης Lorentz που ασκείται σε κάθε σωματίδιο.
  - Η περίοδος της κυκλικής τροχιάς κάθε σωματιδίου.
  - Η ακτίνα της κυκλικής τροχιάς κάθε σωματιδίου.
  - Η απόσταση των σημείων εξόδου των δύο σωματιδίων, από το μαγνητικό πεδίο.
  - Η διαφορά χρόνου που τα σωματίδια εξέρχονται από το πεδίο.  
(Δίνονται:  $m_A = 1 \cdot 10^{-12} \text{ Kg}$ ,  $m_B = 2 \cdot 10^{-12} \text{ Kg}$ ,  $q_A = +2\mu\text{C}$ ,  $q_B = -2\mu\text{C}$ ,  $7=2,6$ ,  $55=7,4$ ).

11. Δύο παράλληλοι και οριζόντιοι αγωγοί Αχ και Γψ έχουν αμελητέα αντίσταση και τα άκρα τους Α και Γ συνδέονται μέσω αντίστασης  $R_1 = 2\Omega$ . Κάθετα προς τους αγωγούς Αχ και Γψ γλιστράει, με την επίδραση δύναμης μέτρου  $F = 10\text{N}$ , αγωγός ΚΛ που έχει μήκος  $\ell = 1\text{m}$ , μάζα  $m = 2\text{kg}$  και αντίσταση  $R_2 = 3\Omega$ , έτσι ώστε τα άκρα του Κ, Λ να εφάπτονται συνεχώς στους αγωγούς Αχ και Γψ αντίστοιχα. Το σύστημα των αγωγών βρίσκεται σε κατακόρυφο ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης  $B = 1\text{T}$ .
- Α. Να περιγράψετε την κίνηση που θα εκτελέσει ο αγωγός ΚΛ.  
 Β. Να αναφέρετε ποιοτικά τις ενεργειακές μεταβολές που συμβαίνουν στις διάφορες φάσεις της κίνησης.  
 Γ. Όταν η ταχύτητα της ράβδου ΚΛ έχει μέτρο  $u = 10\text{ m/s}$ , να υπολογίσετε :  
 α) Την ένταση του ρεύματος που διαρρέει το κύκλωμα.  
 β) Το μέτρο της επιτάχυνσης του αγωγού ΚΛ.  
 γ) Την τάση  $V_{\text{ΚΛ}}$  στα άκρα του αγωγού ΚΛ.  
 Δ. Όταν η ράβδος αποκτήσει οριακή ταχύτητα, να υπολογίσετε :  
 α) Την οριακή ταχύτητα  $u_{\text{ορ}}$ .  
 β) Την τάση  $V_{\text{ΚΛ}}$  στα άκρα του αγωγού ΚΛ.  
 γ) Την ισχύ που μετατρέπεται σε θερμότητα στην αντίσταση  $R_1$ .  
 δ) Τον ρυθμό με τον οποίο παρέχει ενέργεια η εξωτερική δύναμη  $F$ .  
 Τριβές δεν υπάρχουν. (Δίνεται  $g = 10\text{ m/s}^2$ ).
12. Σε ένα σημείο Α βρίσκεται ακίνητο φορτίο  $Q = +10\mu\text{C}$ . Από σημείο Β που απέχει  $r_1 = 0,2\text{m}$  από το Α εκτοξεύεται φορτισμένο σωματίδιο μάζας  $m = 1\text{gr}$  και φορτίου  $q = -1\mu\text{C}$ .
- Α) Αν το σωματίδιο εκτοξευτεί με ταχύτητα  $u_0 = 20\text{ m/sec}$  να υπολογίσετε την απόσταση στην οποία θα μηδενιστεί η ταχύτητα.  
 Β) Να βρεθεί ο λόγος της ταχύτητας  $u_0$  προς την ταχύτητα  $u_0$  με την οποία πρέπει να εκτοξευθεί το σωματίδιο ώστε να μην έλκεται πλέον από το φορτίο  $Q$ .  
 (Δίνεται η ηλεκτρική σταθερά  $k_0 = 9 \cdot 10^9\text{ Nm}^2/\text{C}^2$ ).
13. Ένας αντιστάτης καταναλώνει ισχύ  $1000\text{W}$  όταν συνδέεται με συνεχή τάση  $200\text{V}$ . Η ίδια συσκευή τροφοδοτείται με εναλλασσόμενο ρεύμα, το οποίο παριστάνει γραφικά στο διπλανό διάγραμμα.
- Α. Να γράψετε τις εξισώσεις της έντασης του ρεύματος και της τάσης στα άκρα του αντιστάτη, σε συνάρτηση με τον χρόνο.  
 Β. Να υπολογίσετε:  
 α) Την ενεργό ένταση και την ενεργό τάση.  
 β) Την θερμότητα που αναπτύσσεται στον αντιστάτη σε χρόνο  $1\text{ min}$ .  
 Γ. Τις χρονικές στιγμές  $t_1 = 2,5\text{ ms}$  και  $t_2 = 12,5\text{ ms}$  να υπολογίσετε:  
 α) Τη φάση της τάσης και της έντασης του ρεύματος.  
 β) Την τιμή της έντασης και της τάσης.  
 γ) Τη στιγμιαία ισχύ που καταναλώνει ο αντιστάτης. Δίνεται :  $\eta\mu \frac{\pi}{4} = \frac{\sqrt{2}}{2}$
14. Ένα πηνίο  $\text{P}_1$  έχει μήκος  $\ell_1 = 0,2\text{ m}$ ,  $N_1 = 5000$  σπείρες εμβαδού  $A_1 = 2 \cdot 10^{-4}\text{m}^2$  η κάθεμία. Ένα δεύτερο μικρότερο πηνίο  $\text{P}_2$  μήκους  $\ell_2 = 0,1\text{ m}$  έχει  $N_2 = 100$  σπείρες εμβαδού  $A_2 = 1 \cdot 10^{-4}\text{ m}^2$  η κάθεμία. Το πηνίο  $\text{P}_2$  τοποθετείται στο εσωτερικό του πηνίου  $\text{P}_1$  έτσι ώστε, οι άξονες των δύο πηνίων να συμπίπτουν. Τα άκρα του πηνίου  $\text{P}_2$  συνδέονται μέσω αντίστασης έτσι ώστε να σχηματίζεται κλειστό κύκλωμα συνολικής αντίστασης  $R = 10\Omega$ . Το πηνίο  $\text{P}_1$  διαρρέεται από ρεύμα έντασης  $i = 2\text{ A}$ , το οποίο σε χρόνο  $\Delta t = 2 \cdot 10^{-2}\text{s}$  μηδενίζεται. Να υπολογιστούν :
- α) Ο συντελεστής αυτεπαγωγής κάθε πηνίου.  
 β) Ο συντελεστής αμοιβαίας επαγωγής του συστήματος των δύο πηνίων.  
 γ) Η ΗΕΔ που αναπτύσσεται από αυτεπαγωγή στο πηνίο  $\text{P}_1$ .  
 δ) Η ΗΕΔ που αναπτύσσεται από αμοιβαία επαγωγή στο πηνίο  $\text{P}_2$ .  
 ε) Η ένταση του ρεύματος που διαρρέει το πηνίο  $\text{P}_2$ .  
 στ) Η ενέργεια μαγνητικού πεδίου που αποθηκεύεται στο πηνίο  $\text{P}_2$ .  
 (Δίνεται  $k_\mu = 10^{-7}\text{ N/A}^2$ ).