



## ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ

### ΘΕΜΑ 1°

1) d      2) a      3) c      4) c

5) a) Λ,    b) Λ,    c) Σ,    d) Λ, e) Λ

### ΘΕΜΑ 2°

1) α) Σωστή απάντηση το (i)

Η μεταβολή είναι ισόχωρη και επομένως ισχύει ο νόμος του Charles, δηλ. η πίεση και η θερμοκρασία του αερίου μεταβάλλονται με ανάλογο τρόπο. Συνεπώς και η θερμοκρασία θα εννιαπλασιαστεί ή  $T' = 9T$ .

Όσον αφορά την μέση κινητική ενέργεια:

$$\frac{\bar{K}'_{\mu}}{\bar{K}_{\mu}} = \frac{\frac{3}{2}kT'}{\frac{3}{2}kT} = \frac{T'}{T} = 9 \Rightarrow \boxed{\bar{K}'_{\mu} = 9\bar{K}_{\mu}}$$

b) Σωστή απάντηση το (ii)

$$\frac{u'_{\varepsilon\nu}}{u_{\varepsilon\nu}} = \frac{\sqrt{\frac{3kT'}{m}}}{\sqrt{\frac{3kT}{m}}} = \sqrt{\frac{T'}{T}} = \sqrt{9} = 3 \Rightarrow \boxed{u'_{\varepsilon\nu} = 3u_{\varepsilon\nu}}$$

2) Σωστή απάντηση το (c)

Ισχύει ότι:

$$K_1 = 4K_2 \Rightarrow \frac{1}{2}m_1u_1^2 = 4 \cdot \frac{1}{2}m_2u_2^2 \xrightarrow{m_2=4m_1} \cancel{m_1}u_1^2 = 4 \cdot (4\cancel{m_1})u_2^2 \Rightarrow u_1^2 = 16u_2^2 \Rightarrow u_1 = 4u_2$$

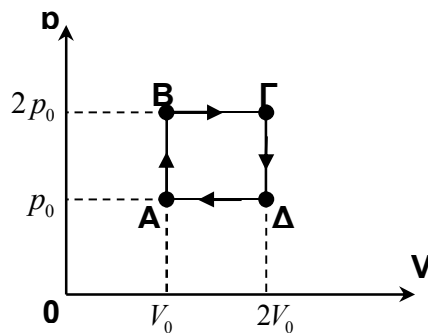
$$\text{Οπότε: } \frac{R_1}{R_2} = \frac{\frac{m_1u_1}{\cancel{Bq}}}{\frac{m_2u_2}{\cancel{Bq}}} = \frac{m_1}{m_2} \cdot \frac{u_1}{u_2} = \frac{1}{4} \cdot 4 \Rightarrow \boxed{\frac{R_1}{R_2} = 1}$$

### 3) Σωστή απάντηση το (a)

Καταρχάς για το αέριο ισχύει:  $C_p = C_v + R \Rightarrow \underline{C_p = 5R/2}$

Ο τύπος που δίνει την απόδοση θερμικής μηχανής είναι:  $e = \frac{W}{Q_H}$

Το έργο μιας αντιστρεπτής κυκλικής μεταβολής ισούται αριθμητικά με το εμβαδόν (ΑΒΓΔ) και επειδή η φορά της μεταβολής είναι ωρολογιακή θα είναι  $W > 0$ .



Έχουμε:  $W = E(\text{αριθμητικά}) = p_0 V_0$

Η θερμότητα που απορροφά η μηχανή σε έναν κύκλο ισούται με το άθροισμα  $Q_{AB}$  και  $Q_{B\Gamma}$ , δηλαδή των μεταβολών που απορροφά θερμότητα.

$$Q_{AB} = nC_v \Delta T_{AB} = \frac{3}{2} nR \Delta T_{AB} = \frac{3}{2} V_0 \Delta P_{AB} = \frac{3}{2} V_0 P_0$$

$$Q_{B\Gamma} = nC_p \Delta T_{B\Gamma} = \frac{5}{2} nR \Delta T_{B\Gamma} = \frac{5}{2} P_B \Delta V_{B\Gamma} = \frac{5}{2} (2P_0) \cdot V_0 = 5P_0 V_0$$

$$Q_H = Q_{AB} + Q_{B\Gamma} = \frac{3}{2} P_0 V_0 + 5P_0 V_0 = \underline{\underline{\frac{13}{2} P_0 V_0}}$$

$$e = \frac{W}{Q_H} = \frac{P_0 V_0}{\frac{13}{2} P_0 V_0} = \frac{2}{13} \Rightarrow \boxed{e = \frac{2}{13}}$$

### ΘΕΜΑ 3°

- a) Μόλις φέρουμε τον μεταγωγό στη θέση Κ το πηνίο αρχίζει να διαρρέεται από ρεύμα, οπότε πάνω του εμφανίζεται ΗΕΔ λόγω αυτεπαγωγής. Σύμφωνα με τον κανόνα του Lenz η ΗΕΔ έχει αντίθετη πολικότητα από της πηγής και συγκεκριμένα τη χρονική στιγμή μηδέν είναι τόση ώστε το κύκλωμα στιγμιαία να μην διαρρέεται από ρεύμα (να έχει δηλαδή την ίδια τιμή όση και πριν την μετακίνηση του μεταγωγού). Συνεπώς θα πρέπει να είναι  $E_{\text{αυτ}} = 50V$  και αυτή είναι και η μέγιστη τιμή της.

b) i) Την στιγμή  $t_1$  σύμφωνα με το νόμο του Ohm για κλειστό κύκλωμα θα ισχύει:

$$E - E_{av\tau} = i_1(R+r) \Rightarrow E_{av\tau} = E - i_1(R+r) = 50 - 4 \cdot 4 \Rightarrow \boxed{E_{av\tau} = 34V}$$

ii) Μετά από κάποιο χρονικό διάστημα (χρόνος αποκατάστασης) το κύκλωμα θα διαρρέεται από σταθερό ρεύμα ίσο με:  $I = \frac{E}{R+r} = \frac{50}{4} \Rightarrow \underline{I = 12,5A}$ . Αυτή είναι και η μέγιστη τιμή που θα πάρει το ρεύμα στο κύκλωμα. Μέχρι εκείνη τη στιγμή το ρεύμα θα αυξάνεται και συνεπώς ο ρυθμός μεταβολής του θα είναι θετικός.

$$E_{av\tau} = \left| L \frac{di}{dt} \right| \Rightarrow \frac{di}{dt} = \frac{E_{av\tau}}{L} = \frac{34}{0,85} \Rightarrow \boxed{\frac{di}{dt} = +40A/sec}$$

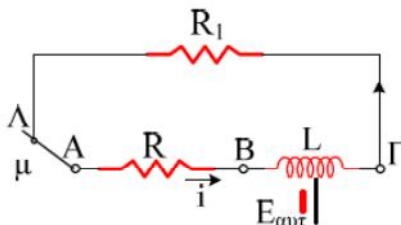
iii) Ο ρυθμός μεταβολής της ενέργειας του Μ/Π του πηνίου ισούται με την ισχύ του:

$$\frac{dU}{dt} = P_L = E_{av\tau} \cdot i_1 = 34 \cdot 4 \Rightarrow \boxed{\frac{dU}{dt} = +136J/sec}$$

Το θετικό πρόσημο αναφέρεται στην αύξηση της δυναμικής ενέργειας του πηνίου με το χρόνο

c) i) Η μέγιστη τιμή στην οποία σταθεροποιείται το ρεύμα έχει βρεθεί προηγουμένως και είναι ίση με **I = 12,5A**

Φέρνοντας τον μεταγωγό στη θέση Λ, το κύκλωμα είναι πλέον αυτό που φαίνεται στο παρακάτω σχήμα.



Το πηνίο, λόγω αυτεπαγωγής, συνεχίζει να διαρρέεται από ρεύμα της ίδιας φοράς και συγκεκριμένα τη στιγμή  $t_2$  θα είναι και της ίδιας έντασης, δηλ. 12,5A. Από τη στιγμή αυτή και μετά το ρεύμα θα αρχίσει να μειώνεται και επομένως η μέγιστη τιμή που λαμβάνει η ΗΕΔ είναι τη στιγμή  $t_2$  και συγκεκριμένα από το νόμο του Ohm:

$$E_{av\tau} = I(R + R_1) = 12,5 \cdot 10 \Rightarrow \boxed{E_{av\tau} = 125V}$$

ii) Ο ρυθμός μεταβολής της ενέργειας του μαγνητικού πεδίου του πηνίου είναι ίσος με το ρυθμό που η ΗΕΔ από αυτεπαγωγή προσφέρει ενέργεια στο κύκλωμα και επομένως ίση με το ρυθμό μετατροπή της σε θερμότητα πάνω στις αντιστάσεις.

$$\text{Άρα: } \left| \frac{dU}{dt} \right| = E_{av\tau} \cdot i_2 = i_2^2 (R + R_1) = 16 \cdot 10 = 160J/s.$$

Εφόσον η ένταση του ρεύματος μειώνεται συνεχώς, το ίδιο συμβαίνει και με το ρυθμό μεταβολής της ενέργειας του πηνίου.

Άρα θα έχουμε ότι:  $\frac{dU}{dt} = -160J/s$

#### ΘΕΜΑ 4<sup>ο</sup>

a) Εφόσον η διάμετρος της κυκλικής τροχιάς είναι η  $(\Delta M) = (\Delta \Delta)/2$  τότε θα είναι  $R = 5cm$

b) Χρησιμοποιώντας ΘΜΚΕ για την κίνηση του φορτίου μέσα στο Η/Π θα έχουμε:

$$qV = \frac{1}{2}mu^2 \Rightarrow u^2 = \frac{2qV}{m} \Rightarrow u = \sqrt{\frac{2qV}{m}} \quad (1)$$

Για την ακτίνα της κυκλικής τροχιάς θα ισχύει:

$$R = \frac{mu}{Bq} \Rightarrow R = \frac{m}{Bq} \cdot \sqrt{\frac{2qV}{m}} \Rightarrow R^2 = \frac{m^2}{B^2q^2} \cdot \frac{2qV}{m} \Rightarrow R^2 = \frac{2mV}{B^2q} \Rightarrow V = \frac{R^2 B^2 q}{2m} = \frac{25 \cdot 10^{-4}}{2} \cdot 16 \cdot 10^4 \Rightarrow V = 200Volt$$

c) Αν το νέο σωματίδιο εξέρχεται από το Ν, τότε η ακτίνα του πλέον είναι ίση με  $(\Delta M)$  και άρα διπλασιάστηκε. Από το συσχετισμό των ακτίνων θα έχουμε:

$$R' = 2R \Rightarrow R'^2 = 4R^2 \Rightarrow \frac{2m'V}{B^2q'} = 4 \cdot \frac{2mV}{B^2q} \Rightarrow \left(\frac{m'}{q'}\right) = 4 \left(\frac{m}{q}\right) \Rightarrow \left(\frac{q'}{m'}\right) = \frac{1}{4} \cdot \left(\frac{q}{m}\right) \Rightarrow$$

$$\frac{q'}{m'} = 4 \cdot 10^4 C/kg$$

d) Το πρώτο φορτίο κάνει ημικύκλιο και επομένως ο χρόνος παραμονής του στο πεδίο θα ισούται με  $T_1/2$ , ενώ το δεύτερο κάνει τεταρτοκύκλιο και ο χρόνος παραμονής του θα ισούται με  $T_2/4$ .

Συνεπώς:

$$\frac{t_1}{t_2} = \frac{T_1/2}{T_2/4} = 2 \cdot \frac{T_1}{T_2} = 2 \cdot \frac{\frac{2\pi m}{Bq}}{\frac{2\pi m'}{Bq'}} = 2 \cdot \frac{m/q}{m'/q'} = 2 \cdot \frac{1}{4} \Rightarrow \frac{t_1}{t_2} = \frac{1}{2}$$

e) Για να εκτελέσει το σωματίδιο ΕΟΚ θα πρέπει οι δύο δυνάμεις που θα δέχεται να έχουν ίσα μέτρα και αντίθετη κατεύθυνση. Εφόσον η  $F_L$  έχει κατεύθυνση προς τα κάτω θα πρέπει η  $F_{ηλ}$  να έχει κατεύθυνση προς τα πάνω, το ίδιο και η  $\vec{E}$  εφόσον  $\vec{E} \nearrow \nearrow \vec{F}_{ηλ}$  για θετικό φορτίο. Θα ισχύει:

$$F_{ηλ} = F_L \Rightarrow E \cdot q = Buq \Rightarrow E = Bu \Rightarrow E = B \cdot \sqrt{\frac{2qV}{m}} = \sqrt{2 \cdot 200 \cdot 16 \cdot 10^4} = \sqrt{4 \cdot 16 \cdot 10^6} = \\ = 2 \cdot 4 \cdot 10^3 \Rightarrow \boxed{E = 8 \cdot 10^3 \text{ N/C}}$$

ΟΡΟΣΗΜΟ