ΕΠΑΝΑΛΗΠΤΙΚΟ ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΑ ΦΥΣΙΚΗΣ Β΄ ΛΥΚΕΙΟΥ
ΘΕΤΙΚΗΣ-ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΗΣ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗΣ

ΘΕΜΑ 1^{Ο}

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση σε κάθε μία από τις ερωτήσεις **1-4** που ακολουθούν:

1. Η ενεργός ταχύτητα των μορίων ορισμένης ποσότητας ιδανικού αερίου είναι $\upsilon_{εν}$. Αν το αέριο ψυχθεί υπό σταθερό όγκο, ώστε η πίεση του να υποδιπλασιαστεί, η νέα τιμή της ενεργού ταχύτητας των μορίων του αερίου θα είναι:

α. $\dfrac{\upsilon_{εν}}{\sqrt{2}}$ β. $\upsilon_{εν}\sqrt{2}$ γ. $\dfrac{\upsilon_{εν}}{2}$ δ. $2\upsilon_{εν}$

(5 μονάδες)

2. Ένα ιδανικό αέριο υποβάλλεται σε αντιστρεπτή μεταβολή μέχρις ότου να διπλασιαστεί ο όγκος του. Το έργο που παράγεται από το αέριο θα είναι:

α. μεγαλύτερο, αν η μεταβολή είναι ισόθερμη παρά αδιαβατική.
β. μεγαλύτερο, αν η μεταβολή είναι αδιαβατική παρά ισόθερμη.
γ. το ίδιο είτε η μεταβολή είναι ισόθερμη είτε αδιαβατική.
δ. ίσο με τη μεταβολή της εσωτερικής ενέργειας του αερίου τόσο στην ισόθερμη όσο και στην αδιαβατική μεταβολή.

(5 μονάδες)

3. Η δυναμική ενέργεια του ατόμου του υδρογόνου, το οποίο αποτελείται από ένα πρωτόνιο (πυρήνας) και ένα ηλεκτρόνιο, που περιστρέφεται γύρω από τον πυρήνα είναι:
α. θετική
β. αρνητική
γ. μηδέν
δ. δεν γνωρίζουμε

(5 μονάδες)

4. Ένα φορτισμένο σωματίδιο τοποθετείται μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο χωρίς αρχική ταχύτητα. Τότε το σωματίδιο:
α. θα κάνει ευθύγραμμη ομαλή κίνηση.
β. θα κάνει ομαλή κυκλική κίνηση.
γ. θα παραμείνει ακίνητο.
δ. θα κάνει ευθύγραμμη ομαλά επιταχυνόμενη κίνηση.

(5 μονάδες)

5. Να χαρακτηρίσετε τις προτάσεις που ακολουθούν με το γράμμα **Σ**, αν είναι σωστές, και με το γράμμα **Λ** αν είναι λανθασμένες.

α. Ο πρώτος θερμοδυναμικός νόμος είναι η εφαρμογή της αρχής διατήρησης της ενέργειας στη θερμοδυναμική.
β. Ο συντελεστής απόδοσης μιας θερμικής μηχανής είναι πάντα μικρότερος από τη μονάδα.
γ. Σε ομογενές ηλεκτρικό πεδίο η ένταση παραμένει σταθερή.
δ. Η ηλεκτρική δυναμική ενέργεια ενός συστήματος δύο ομόσημων ηλεκτρικών φορτίων αυξάνεται πάντα όταν τα φορτία απομακρύνονται.
ε. Τα ηλεκτρόνια που εισέρχονται με διαφορετικές ταχύτητες κάθετα στις δυναμικές γραμμές ομογενούς μαγνητικού πεδίου διαγράφουν κυκλικές τροχιές, διαφορετικών περιόδων αλλά ίδιας ακτίνας.

(5 μονάδες)

ΘΕΜΑ 2$^{\text{Ο}}$

1. Τρία σημειακά φορτία $Q_1 = q$, $Q_2 = -2q$ και $Q_3 = 3q$ είναι ακλόνητα στερεωμένα σε οριζόντιο επίπεδο, που απεικονίζεται παρακάτω. Η συνολική ενέργεια του συστήματος U είναι ίση με:

α. $-4k\dfrac{q^2}{r}$ β. $-2k\dfrac{q^2}{r}$ γ. $-6k\dfrac{q^2}{r}$

(2 μονάδες)

Να δικαιολογήσετε την απάντηση σας.

(6 μονάδες)

2. Ένα πρωτόνιο, με μάζα *m* και φορτίο *q* και ένα σωμάτιο *a*, με μάζα $m_a = 4m$ και φορτίο $q_a = 2q$, εκτοξεύεται σε ομογενές μαγνητικό πεδίο, κάθετα στις δυναμικές γραμμές του. Αν το πρωτόνιο εκτοξεύεται με ταχύτητα διπλάσιου μέτρου από την ταχύτητα του σωματιδίου *a* να υπολογίσετε:

α. Το λόγο των ακτινών $\dfrac{R_p}{R_a}$.

(1 μονάδες)

β. Το λόγο των συχνοτήτων περιστροφής στο μαγνητικό πεδίο $\frac{f_p}{f_a}$.

(1 μονάδες)

Να δικαιολογήσετε την απάντηση σας.

(7 μονάδες)

3. Σε μια αδιαβατική αντιστρεπτή μεταβολή μιας ορισμένης ποσότητας n mol ιδανικού αερίου από τη θερμοκρασία T_1 στη θερμοκρασία T_2 το έργο του αερίου μπορεί να υπολογιστεί από τη σχέση:

α. $\frac{nR(T_2 - T_1)}{\gamma - 1}$ β. $nR(\gamma - 1)(T_1 - T_2)$ γ. $nR(T_1 - T_2)$ δ. $\frac{nR(T_1 - T_2)}{\gamma - 1}$

(2 μονάδες)

Να αιτιολογήσετε την απάντηση σας.

(6 μονάδες)

ΘΕΜΑ 3Ο

Φορτίο $Q = 40\mu C$ είναι ακλόνητα στερεωμένο σε σημείο Α λείου οριζόντιου επιπέδου. Από πολύ μεγάλη απόσταση από αυτό εκτοξεύεται δεύτερο φορτίο $q = 1\mu C$, μάζας $m = 4g$ με ταχύτητα $\upsilon_0 = 30\frac{m}{s}$.

α. Να υπολογιστεί η ελάχιστη απόσταση r από το σημείο Α, στην οποία θα πλησιάσει το φορτίο q.

(8 μονάδες)

β. Πόση δύναμη δέχεται σε εκείνο το σημείο το φορτίο q από το Q;

(4 μονάδες)

γ. Στη συνέχεια το φορτίο q αρχίζει να κινείται προς την αντίθετη κατεύθυνση. Να υπολογίσετε την αρχική του επιτάχυνση και να περιγράψετε το είδος της κίνησης του.

(5 μονάδες)

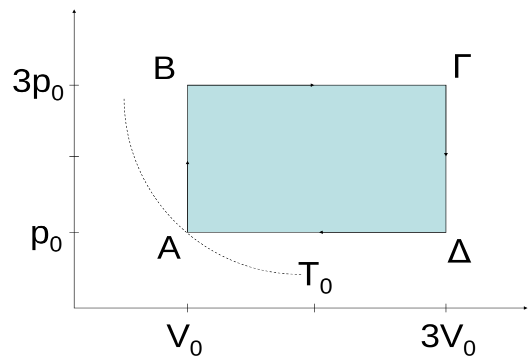
δ. Όταν το φορτίο q, καθώς απομακρύνεται από το ακλόνητο Q, απέχει από αυτό απόσταση $2r$, να υπολογιστεί η ταχύτητα του.

(8 μονάδες)

Δίνεται: η σταθερά $K_c = 9 \cdot 10^9 \dfrac{N \cdot m^2}{C^2}$

ΘΕΜΑ 4^{ο}

Ορισμένη ποσότητα ιδανικού αερίου, το οποίο βρίσκεται αρχικά στην κατάσταση $\mathrm{A}(p_0, V_0, T_0)$, εκτελεί την κυκλική αντιστρεπτή μεταβολή ΑΒΓΔΑ που απεικονίζεται στο διάγραμμα πίεσης (p) - όγκου (V) του σχήματος.



α. Να αποδείξετε ότι στις καταστάσεις Β και Δ το αέριο έχει την ίδια εσωτερική ενέργεια.

(5 μονάδες)

β. Να υπολογίσετε τη θερμοκρασία του αερίου στις καταστάσεις Β και Γ, σε συνάρτηση με τη θερμοκρασία T_0.

(5 μονάδες)

γ. Αν τα ποσά θερμότητας που ανταλλάσσει το αέριο με το περιβάλλον κατά τις μεταβολές ΑΒ και ΒΓ συνδέονται με τη σχέση $Q_{\mathrm{AB}} = \dfrac{1}{4} Q_{\mathrm{B\Gamma}}$, να υπολογίσετε το λόγο $\gamma = \dfrac{C_p}{C_V}$.

(5 μονάδες)

δ. Να υπολογίσετε το συντελεστή απόδοσης του κύκλου.

(5 μονάδες)

ε. Να υπολογίσετε τη μέγιστη θεωρητικά απόδοση μιας θερμικής μηχανής που ακολουθεί τον παραπάνω κύκλο.

(5 μονάδες)

ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ ΘΕΜΑΤΩΝ

ΘΕΜΑ 1Ο

1. α. **2.** α. **3.** β. **4.** γ.

5. α. Σ β. Σ γ. Σ δ. Λ ε. Λ

ΘΕΜΑ 2Ο

1. α.

$$U = k\cdot\frac{Q_1\cdot Q_2}{r} + k\cdot\frac{Q_2\cdot Q_3}{2r} + k\cdot\frac{Q_3\cdot Q_1}{3r} \Rightarrow$$
$$\Rightarrow U = k\cdot\frac{q\cdot(-2q)}{r} + k\cdot\frac{(-2q)\cdot 3q}{2r} + k\cdot\frac{3q\cdot q}{3r} \Rightarrow$$
$$\Rightarrow U = -2\cdot k\cdot\frac{q^2}{r} - 3\cdot k\cdot\frac{q^2}{r} + k\cdot\frac{q^2}{r} \Rightarrow U = -4\cdot k\cdot\frac{q^2}{r}$$

2. α.

$$\left.\begin{aligned} R_p &= \frac{m\cdot\upsilon_p}{B\cdot|q|} \\ R_a &= \frac{4m\cdot\upsilon_a}{B\cdot|2q|}\end{aligned}\right\} \Rightarrow \frac{R_p}{R_a} = \frac{m\cdot\upsilon_p\cdot B\cdot|2q|}{B\cdot|q|\cdot 4m\cdot\upsilon_\alpha} \Rightarrow \frac{R_p}{R_a} = \frac{2\cdot\upsilon_\alpha}{2\cdot\upsilon_\alpha} \Rightarrow \frac{R_p}{R_a} = 1$$

β.

$$\left.\begin{aligned} f_p &= \frac{1}{T_p} = \frac{B\cdot|q|}{2\cdot\pi\cdot m} \\ f_a &= \frac{1}{T_a} = \frac{B\cdot|2q|}{2\cdot\pi\cdot 4m}\end{aligned}\right\} \Rightarrow \frac{f_p}{f_a} = \frac{2\cdot\pi\cdot 4m\cdot B\cdot|q|}{B\cdot|2q|\cdot 2\cdot\pi\cdot m} \Rightarrow \frac{f_p}{f_a} = 2$$

3. δ.

$$W = \frac{p_\tau\cdot V_\tau - p_a\cdot V_a}{1-\gamma} \Rightarrow W = \frac{n\cdot R\cdot T_\tau - n\cdot R\cdot T_a}{1-\gamma} \Rightarrow W = \frac{n\cdot R\cdot(T_\tau - T_a)}{1-\gamma} \Rightarrow$$
$$\Rightarrow W = \frac{n\cdot R\cdot(T_2 - T_1)}{1-\gamma} \Rightarrow W = \frac{n\cdot R\cdot(T_1 - T_2)}{\gamma - 1}$$

ΘΕΜΑ 3ο

α. Θ.Μ.Κ.Ε. (για το m,q από το άπειρο μέχρι την ελάχιστη απόσταση r)

$$\Delta K = \Sigma W \Rightarrow K_{\tau\varepsilon\lambda} - K_{\alpha\rho\chi} = W_{\infty \to B}^{F_{\eta\lambda}} \Rightarrow 0 - \frac{1}{2} \cdot m \cdot \upsilon_0^2 = q \cdot (V_\infty - V_B) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow -\frac{1}{2} \cdot m \cdot \upsilon_0^2 = q \cdot \left(0 - k_c \frac{Q}{r}\right) \Rightarrow -\frac{1}{2} \cdot m \cdot \upsilon_0^2 = -k_c \cdot \frac{Q \cdot q}{r} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow r = \frac{2 \cdot k_c \cdot Q \cdot q}{m \cdot \upsilon_0^2} \Rightarrow r = \frac{2 \cdot 9 \cdot 10^9 \cdot 4 \cdot 10^{-5} \cdot 10^{-6}}{4 \cdot 10^{-3} \cdot 9 \cdot 10^2} \Rightarrow r = 2 \cdot 10^{-1} m$$

β. Η $F_{\eta\lambda}$ σε αυτή τη θέση είναι:

$$F_{\eta\lambda} = k_c \cdot \frac{|Q \cdot q|}{r^2} \Rightarrow F_{\eta\lambda} = 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{|4 \cdot 10^{-5} \cdot 10^{-6}|}{4 \cdot 10^{-2}} \Rightarrow F_{\eta\lambda} = 9N$$

γ. Η επιτάχυνση σε αυτή τη θέση είναι:

$$a = \frac{F_{\eta\lambda}}{m} \Rightarrow a = \frac{9}{4 \cdot 10^{-3}} \Rightarrow a = 2{,}25 \cdot 10^3 \frac{m}{s^2}$$

Θα εκτελέσει επιταχυνόμενη κίνηση με επιτάχυνση η οποία συνεχώς μειώνεται, διότι η απόσταση r αυξάνεται άρα η $F_{\eta\lambda}$, οπότε και η a μειώνεται.

δ. Θ.Μ.Κ.Ε. (για το m,q από την απόσταση r μέχρι την απόσταση 2r)

$$\Delta K = \Sigma W \Rightarrow K_{\tau\varepsilon\lambda} - K_{\alpha\rho\chi} = W_{\mathrm{B} \to \Gamma}^{F_{\eta\lambda}} \Rightarrow \frac{1}{2} \cdot m \cdot \upsilon^2 = q \cdot (V_{\mathrm{B}} - V_\Gamma) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{1}{2} \cdot m \cdot \upsilon^2 = q \cdot \left(k_c \cdot \frac{Q}{r} - k_c \frac{Q}{2r}\right) \Rightarrow \frac{1}{2} \cdot m \cdot \upsilon^2 = k_c \cdot \frac{Q \cdot q}{2 \cdot r} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \upsilon = \sqrt{\frac{k_c \cdot Q \cdot q}{m \cdot r}} \Rightarrow \upsilon = \sqrt{\frac{9 \cdot 10^9 \cdot 4 \cdot 10^{-5} \cdot 10^{-6}}{4 \cdot 10^{-3} \cdot 2 \cdot 10^{-1}}} \Rightarrow \upsilon = \sqrt{450} \Rightarrow \upsilon = 15 \cdot \sqrt{2} \frac{m}{s}$$

ΘΕΜΑ 4ο

	Α	Β	Γ	Δ
p(N/m²)	p_0	$3p_0$	$3p_0$	p_0
V(m³)	V_0	V_0	$3V_0$	$3V_0$
T(K)	T_0	$3T_0$	$9T_0$	$3T_0$

$\mathrm{A} \to \mathrm{B} : \mathrm{I}\sigma\acute{o}\chi\omega\rho\eta,\quad \mathrm{N}.Charles$

$$\frac{p_A}{T_A} = \frac{p_B}{T_B} \Rightarrow \frac{p_0}{T_0} = \frac{3p_0}{T_B} \Rightarrow T_B = 3T_0$$

$\mathrm{B} \to \Gamma : \mathrm{I}\sigma o\beta\alpha\rho\acute{\eta}\varsigma,\quad \mathrm{N}.Gay-Lussac$

$$\frac{V_\mathrm{B}}{T_\mathrm{B}} = \frac{V_\Gamma}{T_\Gamma} \Rightarrow \frac{V_0}{3T_0} = \frac{3V_0}{T_\Gamma} \Rightarrow T_\Gamma = 9T_0$$

$\Gamma \to \Delta : \mathrm{I}\sigma\acute{o}\chi\omega\rho\eta,\quad \mathrm{N}.Charles$

$$\frac{p_\Gamma}{T_\Gamma} = \frac{p_\Delta}{T_\Delta} \Rightarrow \frac{3p_0}{9T_0} = \frac{p_0}{T_\Delta} \Rightarrow T_\Delta = 3T_0$$

α. $T_\mathrm{B} = T_\Delta = 3T_0$, άρα θα ισχύει και $U_\mathrm{B} = U_\Delta$.

β. $T_\mathrm{B} = 3T_0$, $T_\Gamma = 9T_0$.

γ.

$$Q_{\mathrm{AB}} = \frac{1}{4} \cdot Q_{\mathrm{B}\Gamma} \Rightarrow n \cdot C_v \cdot \Delta T_{\mathrm{AB}} = \frac{1}{4} \cdot n \cdot C_p \cdot \Delta T_{\mathrm{B}\Gamma} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow C_v \cdot (T_\mathrm{B} - T_\mathrm{A}) = \frac{1}{4} \cdot C_p \cdot (T_\Gamma - T_\mathrm{B}) \Rightarrow C_v \cdot (3T_0 - T_0) = \frac{1}{4} \cdot C_p \cdot (9T_0 - 3T_0) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 2 \cdot C_v \cdot T_0 = \frac{1}{4} \cdot C_p \cdot 6 \cdot T_0 \Rightarrow \frac{C_p}{C_v} = \frac{4}{3}$$

δ. $e = \dfrac{W}{Q_h}$

Το έργο το υπολογίζουμε από το εμβαδόν:

$$W = +E_{o\rho\theta} = +\beta \cdot \upsilon = +2 \cdot V_0 \cdot 2 \cdot p_0 = +4 \cdot p_0 \cdot V_0$$

Το ποσό θερμότητας που απορροφά η θερμική μηχανή είναι:

$$Q_h = Q_{\mathrm{AB}} + Q_{\mathrm{B}\Gamma} = \frac{1}{4} \cdot Q_{\mathrm{B}\Gamma} + Q_{\mathrm{B}\Gamma} = \frac{5}{4} \cdot Q_{\mathrm{B}\Gamma} = \frac{5}{4} \cdot n \cdot C_p \cdot \Delta T_{\mathrm{B}\Gamma} \quad (1)$$

$$C_p = C_v + R \Rightarrow \frac{C_p}{C_p} = \frac{C_v}{C_p} + \frac{R}{C_p} \Rightarrow 1 = \frac{3}{4} + \frac{R}{C_p} \Rightarrow \frac{R}{C_p} = 1 - \frac{3}{4} \Rightarrow \frac{R}{C_p} = \frac{1}{4} \Rightarrow C_p = 4 \cdot R$$

$$Q_h = \frac{5}{4} \cdot n \cdot C_p \cdot \Delta T_{\mathrm{B}\Gamma} \Rightarrow Q_h = \frac{5}{4} \cdot n \cdot 4 \cdot R \cdot (T_\Gamma - T_\mathrm{B}) \Rightarrow Q_h = 5 \cdot n \cdot R \cdot (9 \cdot T_0 - 3 \cdot T_0) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow Q_h = 5 \cdot n \cdot R \cdot 6 \cdot T_0 \Rightarrow Q_h = 30 \cdot n \cdot R \cdot T_0 \Rightarrow Q_h = 30 \cdot p_0 \cdot V_0$$

Ο συντελεστής απόδοσης της θερμικής μηχανής είναι:

$$e = \frac{W}{Q_h} \Rightarrow e = \frac{4 \cdot p_0 \cdot V_0}{30 \cdot p_0 \cdot V_0} \Rightarrow e = \frac{2}{15}$$

ε. Η μέγιστη θεωρητικά απόδοση είναι:

$$e_{Carnot} = 1 - \frac{T_c}{T_h} \Rightarrow e_{Carnot} = 1 - \frac{T_0}{9 \cdot T_0} \Rightarrow e_{Carnot} = \frac{8}{9}$$