

**ΦΥΣΙΚΗ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗΣ Β΄ ΛΥΚΕΙΟΥ****ΘΕΜΑ Α**

Στις ερωτήσεις Α1-Α4 να επιλέξετε τη σωστή απάντηση

**A1.** Μια ποσότητα ιδανικού αερίου θερμαίνεται από τη θερμοκρασία  $T_1$  μέχρι τη θερμοκρασία  $T_2$  με δύο τρόπους: τη μια φορά ισόχωρα και την άλλη ισοβαρώς. Για τη μεταβολή της εσωτερικής ενέργειας του αερίου μπορούμε να πούμε ότι:

- α. είναι μεγαλύτερη όταν η θέρμανση γίνεται ισόχωρα
- β. είναι μεγαλύτερη όταν η θέρμανση γίνεται ισοβαρώς
- γ. είναι ίδια και στις δύο περιπτώσεις
- δ. είναι και στις δύο περιπτώσεις μηδέν.

(5 Μονάδες )

**A2.** Η θερμοκρασία της ψυχρής δεξαμενής μιας μηχανής Carnot είναι  $10^\circ\text{C}$ . Αν ο συντελεστής απόδοσης της μηχανής είναι  $e_c = 0,5$ , τότε η θερμοκρασία της θερμής δεξαμενής, από την οποία αντλεί θερμότητα η μηχανή, είναι:

- α.  $273^\circ\text{C}$
- β.  $10^\circ\text{C}$
- γ.  $20^\circ\text{C}$
- δ.  $293^\circ\text{C}$

(5 Μονάδες )

**A3.** Σε μία αδιαβατική εκτόνωση

- α. η τελική θερμοκρασία είναι μικρότερη της αρχικής
- β. η εσωτερική ενέργεια του αερίου αυξάνεται
- γ. η θερμότητα που ανταλλάσσεται μεταξύ αερίου και περιβάλλοντος είναι θετική
- δ. ο όγκος του αερίου μειώνεται

(5 Μονάδες )

**A4.** Συγκεκριμένη ποσότητα ιδανικού αερίου βρίσκεται στην κατάσταση ισορροπίας  $A(p_A, V_A, T_A)$ . Τετραπλασιάζουμε την πίεση του αερίου υπό σταθερό όγκο. Για να επανέλθει το αέριο στην αρχική του πίεση, θα πρέπει υπό σταθερή θερμοκρασία να:

- α. διπλασιάσουμε τον όγκο
- β. δεκαεξαπλασιάσουμε τον όγκο
- γ. υποτετραπλασιάσουμε τον όγκο
- δ. τετραπλασιάσουμε τον όγκο

(5 Μονάδες )

**A5.** Να χαρακτηρίσετε τις παρακάτω προτάσεις σωστές ή λανθασμένες:

- α. Με βάση την κινητική θεωρία, οι κρούσεις των μορίων ιδανικού αερίου μεταξύ τους και με τα τοιχώματα των δοχείων που περικλείουν ένα ιδανικό αέριο, είναι απολύτως ελαστικές.
- β. Η μέση κινητική ενέργεια των μορίων του οξυγόνου είναι μεγαλύτερη από τη μέση κινητική ενέργεια των μορίων του υδρογόνου όταν τα αέρια βρίσκονται στην ίδια θερμοκρασία.
- γ. Είναι δυνατό να αυξηθεί η θερμοκρασία μιας ποσότητας αερίου χωρίς να προσφερθεί σε αυτό θερμότητα
- δ. Η θερμική μηχανή που ανακάλυψε και κατασκεύασε ο Carnot έχει την μεγαλύτερη απόδοση από οποιαδήποτε άλλη θερμική μηχανή που λειτουργεί μεταξύ των ίδιων θερμοκρασιών.
- ε. Έργα αδιαβατικών μεταξύ ίδιων ισοθέρμων είναι ίσα ή αντίθετα

(5×1 μονάδες)

### **ΘΕΜΑ Β**

**B1.** Το ίδιο αέριο εκτελεί δύο ισοβαρείς εκτόνωσεις μεταξύ των ίδιων ισοθέρμων  $T_1, T_2$ . Κατά τη πρώτη εκτόνωση η πίεση είναι  $P_1$  και το παραγόμενο έργο  $W_1$ , ενώ κατά τη δεύτερη εκτόνωση το έργο είναι  $W_2$  και η πίεση  $P_2 = 2P_1$ . Η σχέση των έργων  $W_1$  και  $W_2$  είναι:

- α.  $W_1 = W_2$
- β.  $W_1 = 2W_2$
- γ.  $W_2 = 2W_1$

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση (1 Μονάδα )

Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας. (7 Μονάδες )

**B2.** Μία θερμική μηχανή λειτουργεί μεταξύ των ακραίων θερμοκρασιών  $T_h = 500\text{K}$  και  $T_c = 300\text{K}$ , απορροφά ποσό θερμότητας  $Q_h$ , αποδίδει ωφέλιμο έργο  $W = 600\text{J}$  και αποβάλλει στο περιβάλλον ποσό θερμότητας  $Q_c = 300\text{J}$ .

α. η απόδοση της θερμικής μηχανής ισούται με 0,4

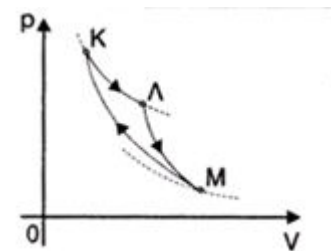
β. η απόδοση μιας θερμικής μηχανής Carnot που λειτουργεί μεταξύ αυτών των θερμοκρασιών ισούται με  $2/3$

γ. δεν είναι δυνατή η ύπαρξη αυτής της θερμικής μηχανής

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση (1 Μονάδα )

Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας. (7 Μονάδες )

**B3.** Έστω ότι το ιδανικό αέριο μιας θερμικής μηχανής εκτελεί την κυκλική μεταβολή ΚΛΜΚ του σχήματος . Οι καμπύλες ΜΚ και ΛΜ παριστάνουν αδιαβατικές μεταβολές, ενώ η καμπύλη ΚΛ παριστάνει ισόθερμη μεταβολή



α. Αυτός ο θερμοδυναμικός κύκλος παραβιάζει τον δεύτερο θερμοδυναμικό νόμο

β. Αυτός ο θερμοδυναμικός κύκλος δεν παραβιάζει τον δεύτερο θερμοδυναμικό νόμο

γ. Αυτός ο θερμοδυναμικός κύκλος παραβιάζει τον πρώτο θερμοδυναμικό νόμο

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση (1 Μονάδα )

Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας. (8 Μονάδες )

### **ΘΕΜΑ Γ**

Το ιδανικό αέριο μιας θερμικής μηχανής Carnot παθαίνει κυκλική μεταβολή (κύκλο) Carnot ΑΒΓΔ όπου ΑΒ είναι η ισόθερμη εκτόνωση. Αν δίνονται ότι:  $p_A = 64 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$ ,  $V_A = 10^{-3} \text{ m}^3$ ,  $T_A = 1200\text{K}$ ,  $V_B = 2 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$  και  $T_F = 300\text{K}$  :

**Γ1.** Να βρεθεί ο συντελεστής απόδοσης της θερμικής μηχανής

**Γ2.** Να υπολογίσετε το ολικό έργο που αποδίδει η μηχανή σε κάθε κύκλο.

**Γ3.** Αν η ενεργός ταχύτητα των μορίων του αερίου στην κατάσταση Α είναι  $u_A = 600 \text{ m/s}$ , να βρείτε την ενεργό ταχύτητα των μορίων στις καταστάσεις Β, Γ και Δ.

**Γ4.** Να βρεθεί η μεταβολή της εσωτερικής ενέργειας στη μεταβολή ΒΓ και το έργο στη μεταβολή ΔΑ.

Δίνονται :  $\kappa = 0,7$ ,  $\gamma = 5/3$

(  $3 \times 6 + 7$  Μονάδες )

**ΘΕΜΑ Δ**

Ιδανικό μονοατομικό αέριο ποσότητας  $n = 1/R \text{ mol}$  ( όπου  $R$  η παγκόσμια σταθερά των ιδανικών αερίων σε  $\text{J/mol.K}$ ), βρίσκεται σε κατάσταση Α, θερμοκρασίας  $T_A = 400 \text{ K}$ , όγκου  $V_A$  και πίεσης  $P_A = 2 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$ . Το αέριο υποβάλλεται στις παρακάτω διαδοχικές μεταβολές:

ί) Ισόχωρη θέρμανση, μέχρι η θερμοκρασία του να τριπλασιαστεί ( κατάσταση Β).

ίι) Ισόθερμη εκτόνωση (κατάσταση Γ).

ίiii) Ισοβαρή μεταβολή μέχρι την αρχική του κατάσταση (κατάσταση Α).

**Δ1.** Να υπολογίσετε τις τιμές του όγκου και της πίεσης σε κάθε κατάσταση.

**Δ2.** Να σχεδιάσετε τις παραπάνω διαδοχικές μεταβολές σε διαγράμματα  $P$ - $V$ ,  $P$ - $T$ ,  $V$ - $T$  με βαθμολογημένους άξονες..

**Δ3.** Να υπολογίσετε το ολικό έργο κατά την παραπάνω κυκλική μεταβολή.

Δίνεται :  $\ln 3 = 1,1$

**Δ4.** Να υπολογίσετε το συντελεστή απόδοσης του παραπάνω κύκλου

( $3 \times 6 + 7$  Μονάδες )

**ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΑ ΦΥΣΙΚΗΣ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗΣ**  
**Β' ΛΥΚΕΙΟΥ (ΒΙ2)**

**ΘΕΜΑ Α (Μονάδες 25)**

**A1.** Σε μια ισόχωρη ψύξη ιδανικού μονοατομικού αερίου αποδίδεται στο περιβάλλον ποσό θερμότητας ίσο με 80J. Το έργο κατά τη μεταβολή αυτή είναι :

- α) 80 J                      β) -80 J                      γ) 0 J                      δ) 160 J

Ποια από τις παραπάνω προτάσεις είναι σωστή;

**(Μονάδες 5)**

**A2.** Σε μια αδιαβατική εκτόνωση ιδανικού αερίου:

- α) η πίεση του αερίου αυξάνεται,  
β) η εσωτερική του ενέργεια παραμένει σταθερή,  
γ) το πηλίκο  $\frac{p \cdot V}{T}$  παραμένει σταθερό,  
δ) το παραγόμενο έργο είναι μηδέν.

Ποια είναι η σωστή απάντηση;

**(Μονάδες 5)**

**A3.** Όταν ένα σώμα συγκρούεται μετωπικά και ελαστικά με ένα δεύτερο σώμα ίσης μάζας που είναι ακίνητο, τότε :

- α) δε μεταβάλλεται η ορμή του.  
β) μέρος της κινητικής ενέργειας του μεταφέρεται στο δεύτερο σώμα.  
γ) τα σώματα ανταλλάσσουν ταχύτητες  
δ) δεν ανταλλάσσουν ορμές

Ποια είναι η σωστή απάντηση;

**(Μονάδες 5)**

**A4.** Σε μια αντιστρεπτή μεταβολή , ορισμένη ποσότητα αερίου απορροφά ποσό θερμότητας  $Q=1500$  J και παράγει έργο  $W=900$  J. Τότε η εσωτερική ενέργεια :

- α) αυξάνεται κατά 600 J ,  
β) αυξάνεται κατά 1500 J,  
γ) μειώνεται κατά 600 J,  
δ) μειώνεται κατά 900 J.

Ποια από τις παραπάνω προτάσεις είναι η σωστή;

**(Μονάδες 5)**

- A5.** Σε μια ελαστική κρούση δεν διατηρείται:
- α) η ολική κινητική ενέργεια του συστήματος.
  - β) η ορμή του συστήματος.
  - γ) η μηχανική ενέργεια του συστήματος.
  - δ) η κινητική ενέργεια κάθε σώματος.
- Ποια είναι η σωστή απάντηση;

(Μονάδες 5)

**ΘΕΜΑ Β (Μονάδες 25)**

- B1.** Μια μικρή σφαίρα μάζας  $m_1$  συγκρούεται μετωπικά και ελαστικά με ακίνητη μικρή σφαίρα μάζας  $m_2$ . Μετά τη κρούση οι σφαίρες κινούνται με αντίθετες ταχύτητες ίσων μέτρων. Ο λόγος  $\frac{m_1}{m_2}$  των δύο σφαιρών είναι:

α. 1      β.  $\frac{1}{3}$       γ.  $\frac{1}{2}$

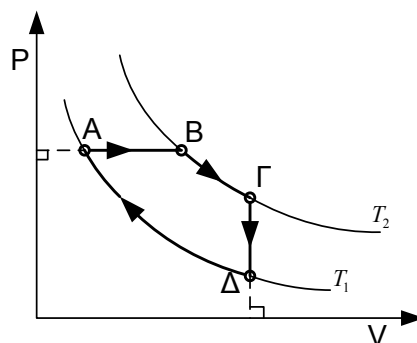
Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση.

Μονάδες 2

Να αιτιολογήσετε

Μονάδες 6

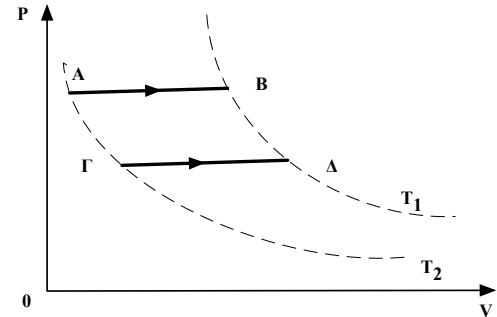
- B2.** Για τις μεταβολές του σχήματος να συμπληρωθεί ο πίνακας με τα πρόσημα των μεγεθών για κάθε μεταβολή. (Μονάδες 9)



Μεταβολή	$\Delta T$	$\Delta V$	$\Delta P$	Q	W	$\Delta U$
AB	+					
BΓ						
ΓΔ						
ΔΑ						

**B3.** Ορισμένη ποσότητα αερίου υπόκειται στις ισοβαρείς μεταβολές AB και ΓΔ του διπλανού σχήματος. Για τα ποσά θερμότητας  $Q_{AB}$  και  $Q_{\Gamma\Delta}$  και για τα έργα  $W_{AB}$  και  $W_{\Gamma\Delta}$ , που ανταλλάσει το αέριο με το περοβάλλον στις μεταβολές AB και ΓΔ αντίστοιχα, ισχύει:

- α.  $Q_{AB} > Q_{\Gamma\Delta}$     β.  $Q_{AB} = Q_{\Gamma\Delta}$   
 γ.  $W_{AB} > W_{\Gamma\Delta}$     δ.  $W_{AB} = W_{\Gamma\Delta}$



Ποιες από τις προηγούμενες σχέσεις είναι σωστές (Σ) και ποιες λανθασμένες (Λ);

**Μονάδες 2**

Να αιτιολογήσετε.

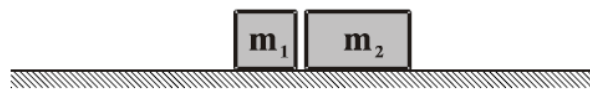
**Μονάδες 6**

### **ΘΕΜΑ Γ (Μονάδες 25)**

Σώμα μάζας  $m_1$  κινούμενο σε οριζόντιο επίπεδο συγκρούεται με ταχύτητα μέτρου

$v_1 = 15 \frac{m}{s}$  κεντρικά και ελαστικά με ακίνητο σώμα μάζας  $m_2$ . Η χρονική διάρκεια της

κρούσης θεωρείται αμελητέα.



Αμέσως μετά την κρούση, το σώμα μάζας  $m_1$  κινείται αντίρροπα με ταχύτητα

μέτρου  $v_1' = 9 \frac{m}{s}$ .

**Γ1.** Να προσδιορίσετε το λόγο των μαζών  $\frac{m_1}{m_2}$ .

**Μονάδες 6**

Γ2. Να βρεθεί το μέτρο της ταχύτητας του σώματος μάζας  $m_2$  αμέσως μετά την κρούση.

**Μονάδες 6**

Γ3. Να βρεθεί το ποσοστό της αρχικής κινητικής ενέργειας του σώματος μάζας  $m_1$  που μεταβιβάστηκε στο σώμα μάζας  $m_2$  λόγω της κρούσης.

**Μονάδες 6**

Γ4. Να υπολογισθεί πόσο θα απέχουν τα σώματα όταν σταματήσουν.

**Μονάδες 7**

Ο συντελεστής τριβής ολίσθησης μεταξύ του επιπέδου και κάθε σώματος είναι  $\mu=0,1$ .

Δίνεται  $g=10 \frac{m}{s^2}$ .

### **ΘΕΜΑ Δ (Μονάδες 25)**

Ιδανικό μονοατομικό αέριο ποσότητας  $n = \frac{2}{R}$  mol (όπου  $R$  η παγκόσμια σταθερά των αερίων σε  $J/mol \cdot K$ ) βρίσκεται σε κατακόρυφο κυλινδρικό δοχείο, που κλείνει το αέριο με έμβολο από πάνω, σε θερμοκρασία  $\theta_A = 27^\circ C$  (κατάσταση θερμοδυναμικής ισορροπίας Α). Το έμβολο έχει βάρος  $w = 200N$  και εμβαδόν  $S = 20cm^2$ . Η ατμοσφαιρική πίεση ισούται με  $P_{ατμ} = 1atm$ . Το αέριο μεταβαίνει από την κατάσταση Α στην κατάσταση Β εκτελώντας ισοβαρή αντιστρεπτή μεταβολή με τον όγκο του αερίου στην κατάσταση Β να είναι διπλάσιος του αρχικού όγκου Α. Στη συνέχεια στερεώνουμε το έμβολο ώστε να μη μπορεί να κινηθεί και ψύχουμε πολύ αργά μέχρι την κατάσταση Γ όπου το αέριο έχει την αρχική του θερμοκρασία. Στη συνέχεια τοποθετούμε το δοχείο σε λουτρό νερού σταθερής θερμοκρασίας και μετακινούμε πολύ αργά το έμβολο μέχρι το αέριο να βρεθεί στην αρχική του κατάσταση.

Γ1. Να υπολογίσετε την πίεση του αερίου στην κατάσταση Α.

**Μονάδες 4**

Γ2. Να υπολογίσετε το λόγο  $\frac{\Delta U_{A \rightarrow B}}{\Delta U_{B \rightarrow \Gamma}}$ .

**Μονάδες 4**

Γ3. Να σχεδιάσετε διάγραμμα P-V σε βαθμολογημένους άξονες.

**Μονάδες 7**

**Γ4.** Αν η παραπάνω κυκλική μεταβολή παριστάνει θερμοδυναμικό κύκλο μιας θερμικής μηχανής, τότε:

**i)** Να υπολογίσετε το συντελεστή απόδοσης αυτής της μηχανής.

**Μονάδες 7**

**ii)** Το αποτέλεσμα που βρήκατε για το συντελεστή απόδοσης συμφωνεί με το θεώρημα Carnot;

Δίνονται:  $1\text{atm}=10^5\text{N/m}^2$ ,  $\ln 2=0,7$ .

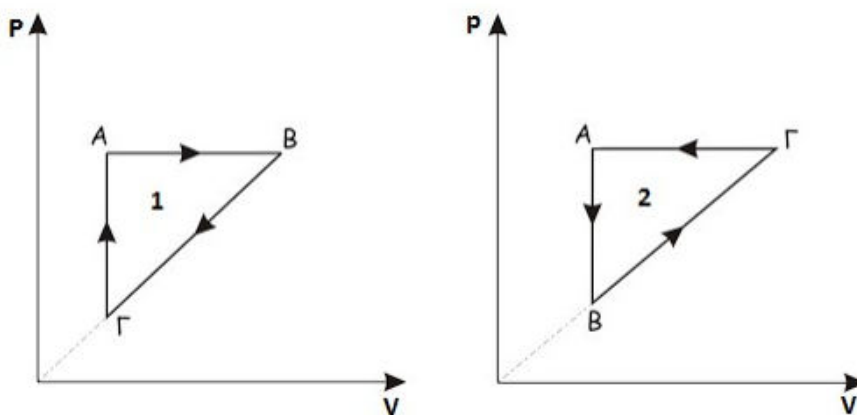
**Καλή επιτυχία!**

**ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΑ ΦΥΣΙΚΗΣ**  
**Β' ΛΥΚΕΙΟΥ**  
**23/02/2019**

**Θέμα 1**

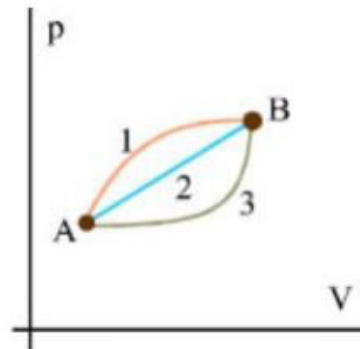
Στις ημιτελείς προτάσεις A.1 - A.4 να γράψετε στο τετράδιο σας τον αριθμό της πρότασης και, δίπλα, το γράμμα που αντιστοιχεί στη φράση η οποία τη συμπληρώνει σωστά. **[4 × 5 = 20 μονάδες]**

**A.1.** Για τι παρακάτω μεταβολές ισχύει ότι:



- (α) Το έργο της μεταβολής 1 είναι θετικό, ενώ το έργο της μεταβολής 2 είναι αρνητικό.
- (β) Το έργο της μεταβολής 2 είναι θετικό, ενώ το έργο της μεταβολής 1 είναι αρνητικό.
- (γ) τα έργα και των δυο μεταβολών είναι θετικά.
- (δ) δεν επαρκούν τα δεδομένα για να καθοριστεί το πρόσημο των έργων.

**A.2.** Για τις παρακάτω μεταβολές ενός αερίου ισχύει ότι η θερμότητα που απορροφά το αέριο είναι :



- (α) μεγαλύτερη στη μεταβολή 1.
- (β) μεγαλύτερη στη μεταβολή 2.
- (γ) μεγαλύτερη στη μεταβολή 3.
- (δ) η ίδια σε όλες τις μεταβολές.

**A.3.** Για τις θερμικές μηχανές γνωρίζουμε ότι :

- (α) Ο συντελεστής απόδοσης μιας θερμικής μηχανής είναι το πηλίκο της ωφέλιμης ενέργειας που μας δίνει η μηχανή προς το ποσό θερμότητας που αποβάλλεται από τη μηχανή κατά τη λειτουργία της.
- (β) Σε μια ιδανική θερμική μηχανή χωρίς τριβές ο συντελεστής απόδοσης είναι ίσος με 1.
- (γ) Την θερμική μηχανή Carnot την κατασκεύασε πρώτος ο Carnot και για αυτό πήρε το όνομά του.
- (δ) Κάθε θερμική μηχανή πρέπει να λειτουργεί ανάμεσα σε μια υψηλότερη και σε μια χαμηλότερη θερμοκρασία

**A.4.** Αν τετραπλασιαστεί η απόλυτη θερμοκρασία ενός ιδανικού αερίου, τότε η ενεργός ταχύτητα των μορίων του θα :

- (α) παραμένει ίδια.
- (β) τετραπλασιαστεί.
- (γ) διπλασιαστεί.
- (δ) υποτετραπλασιαστεί.

## Θέμα 2

A)

Ποσότητα ιδανικού αερίου βρίσκεται σε κατάσταση θερμοδυναμικής ισορροπίας A. Μπορούμε να διπλασιάσουμε τον όγκο του αερίου υποβάλλοντας το σε μια ισόθερμη αντιστρεπτή μεταβολή  $A \rightarrow B$  ή μια ισοβαρή αντιστρεπτή μεταβολή  $A \rightarrow \Gamma$ .

A) Να επιλέξετε τη σωστή πρόταση: Το έργο του αερίου θα είναι

α. μεγαλύτερο κατά τη μεταβολή  $A \rightarrow B$

β. μεγαλύτερο κατά τη μεταβολή  $A \rightarrow \Gamma$

γ. το ίδιο όποια από τις δύο μεταβολές και αν εκτελέσει.

B) Να σχεδιάσετε ποιοτικά στο ίδιο σύστημα αξόνων πίεσης-όγκου τις δύο αναφερόμενες μεταβολές και με τη βοήθεια αυτού του διαγράμματος να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

B)

Μία θερμική μηχανή σε κάθε κύκλο λειτουργίας της αποβάλλει θερμότητα προς την ψυχρή δεξαμενή ίση με 1500 J.

A) Να επιλέξετε τη σωστή πρόταση.

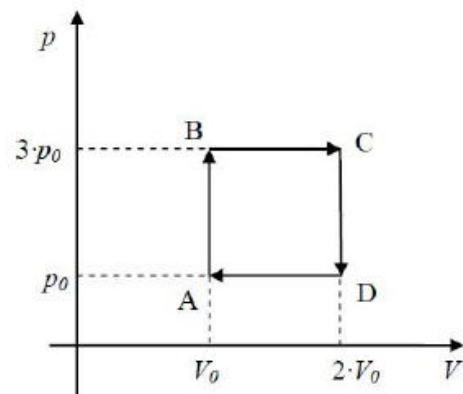
Εάν το ωφέλιμο έργο που αποδίδει ανά κύκλο είναι 500 J, ο συντελεστής απόδοσης της μηχανής ισούται με:

α. 1/4    β. 1/3    γ. 1/2

Γ)

Η απόδοση μίας θερμικής μηχανής Carnot που λειτουργεί μεταξύ των ίδιων ακραίων τιμών θερμοκρασίας με το ιδανικό αέριο που πραγματοποιεί τον κύκλο του σχήματος είναι:

α. 0,83    β. 0,5    γ. 0,75



### Θέμα 3

Ορισμένη ποσότητα ιδανικού αερίου μιας θερμικής μηχανής  $M$ , υποβάλλεται στην αντιστρεπτή κυκλική μεταβολή  $1 \rightarrow 2 \rightarrow 3 \rightarrow 4 \rightarrow 1$ . Το αέριο ξεκινά από την κατάσταση θερμοδυναμικής ισορροπίας 1, όπου  $V_1 = 2 \text{ L}$  και  $p_1 = 8 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$ ,  $T_1 = 600 \text{ K}$ , ακολουθεί μια ισόθερμη εκτόνωση  $1 \rightarrow 2$  μέχρι ο όγκος να γίνει  $V_2 = 8 \text{ L}$ , και στην συνέχεια υφίσταται μια ισόχωρη ψύξη  $2 \rightarrow 3$  μέχρι τη θερμοκρασία  $T_3 = 300 \text{ K}$ . Η επόμενη μεταβολή είναι μια ισόθερμη συμπίεση  $3 \rightarrow 4$ , μέχρι ο όγκος να γίνει  $V_4$ , και ο κύκλος ολοκληρώνεται με μια ισόχωρη θέρμανση μέχρι την αρχική κατάσταση 1.

1) Να υπολογιστεί η πίεση του αερίου στις καταστάσεις 4 και 2.

*Μονάδες 5*

2) Να σχεδιαστεί σε διάγραμμα  $p - V$  η κυκλική μεταβολή λαμβάνοντας υπόψη τις τιμές των μεγεθών  $p$  και  $V$  που υπολογίσατε.

*Μονάδες 7*

3) Να υπολογιστεί το ποσό της θερμότητας που μεταφέρθηκε από το περιβάλλον στο αέριο στην ισόχωρη μεταβολή  $4 \rightarrow 1$ .

*Μονάδες 7*

4) Να υπολογιστεί ο συντελεστής απόδοσης της ιδανικής θερμικής μηχανής Carnot που λειτουργεί μεταξύ των θερμοκρασιών  $T_1$  και  $T_3$ . Χωρίς να υπολογίσετε την απόδοση της μηχανής  $M$ , να εξηγήσετε αν είναι μικρότερη ή μεγαλύτερη από την απόδοση της προηγούμενης μηχανής Carnot.

*Μονάδες 6*

Δίνονται   $1 \text{ L} = 10^{-3} \text{ m}^3$ .

#### Θέμα 4

Σωματίδιο μάζας  $m = 3,2 \cdot 10^{-16}$  kg και ηλεκτρικού φορτίου  $q = 1,6 \cdot 10^{-19}$  C επιταχύνεται από τάση  $V = 4000$  V.

Δ1) Να υπολογίσετε την ταχύτητα που απέκτησε το σωματίδιο εξαιτίας της τάσης  $V$ .

*Μονάδες 4*

Στη συνέχεια, το σωματίδιο εισέρχεται στο ομογενές ηλεκτρικό πεδίο, που δημιουργείται μεταξύ των οριζόντιων πλακών ενός επίπεδου πυκνωτή, κάθετα στις δυναμικές γραμμές του πεδίου. Οι οπλισμοί του πυκνωτή έχουν μήκος  $L$ , απέχουν απόσταση  $d = 0,4$  m, και η διαφορά δυναμικού μεταξύ τους είναι  $V_C = 2000$  V. Το σωματίδιο διαγράφει την τροχιά που φαίνεται στο παρακάτω σχήμα. Το σημείο εισόδου του σωματιδίου είναι στη μέση της απόστασης των δύο οπλισμών. Το σημείο εξόδου είναι εφαπτομενικά στο άκρο του κάτω οπλισμού.



Να υπολογίσετε:

Δ2) Το μέτρο της επιτάχυνσης που αποκτά το σωματίδιο κατά την κίνησή του μέσα στο ομογενές ηλεκτρικό πεδίο.

*Μονάδες 6*

Δ3) Το μήκος  $L$  των οπλισμών του πυκνωτή.

*Μονάδες 8*

Δ4) Την ταχύτητα εξόδου του σωματιδίου σε μέτρο και κατεύθυνση.

*Μονάδες 7*

Να θεωρήσετε τις βαρυτικές δυνάμεις και την αντίσταση του αέρα αμελητέες.