

**Θέμα 1**

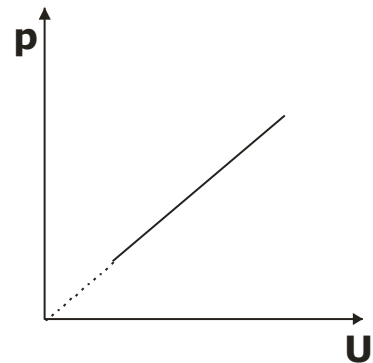
Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση:

1. Ο πρώτος θερμοδυναμικός νόμος είναι ισοδύναμος με
  - α) την αρχή διατήρησης της ενέργειας
  - β) την αρχή διατήρησης του φορτίου
  - γ) την αρχή διατήρησης της ορμής
  - δ) τον θεμελιώδη νόμο της μηχανικής

Μονάδες 5

2. Η μεταβολή AB ενός αερίου που παριστάνεται στο διάγραμμα πίεσης – εσωτερικής ενέργειας ( $p-U$ ) του σχήματος είναι

- α) ισόχωρη
- β) αδιαβατική
- γ) ισόθερμη
- δ) ισοβαρής



Μονάδες 5

3. Σε μια ισοβαρή μεταβολή αν διπλασιαστεί ο όγκος του αερίου τότε η θερμοκρασία του αερίου

- α) παραμένει σταθερή
- β) διπλασιάζεται
- γ) υποδιπλασιάζεται
- δ) τετραπλασιάζεται

Μονάδες 5

4. Σε μια αδιαβατική εκτόνωση ιδανικού αερίου η εσωτερική ενέργεια του αερίου

- α) ελαττώνεται
- β) αυξάνεται
- γ) είναι αρνητική
- δ) παραμένει σταθερή

Μονάδες 5

5. Η θερμοκρασία μιας ποσότητας ιδανικού αερίου αυξάνεται. Η εσωτερική ενέργεια του αερίου

- α) αυξάνεται
- β) μειώνεται
- γ) δεν επηρεάζεται από την μεταβολή της θερμοκρασίας
- δ) χρειάζονται και άλλα στοιχεία για να απαντήσουμε.

Μονάδες 5

**Θέμα 2:**

1. Να αποδειχθεί η σχέση  $C_p=C_v+R$

Μονάδες 5

2. Το ίδιο αέριο εκτελεί δύο ισοβαρείς εκτονώσεις μεταξύ των ίδιων ισόθερμων  $T_1, T_2$ . Κατά την πρώτη εκτόνωση η πίεση είναι  $p_1$  και το έργο  $W_1$  ενώ κατά την δεύτερη εκτόνωση το έργο είναι  $W_2$  και η πίεση  $p_2=2p_1$ . Για τα έργα  $W_1, W_2$  ισχύει

- α)  $W_1=2W_2$
- β)  $W_1=W_2/2$
- γ)  $W_1=W_2/4$
- δ)  $W_1=W_2$

Μονάδες 3

Δικαιολογείστε την απάντησή σας

Μονάδες 6

3. Μια μηχανή Carnot έχει συντελεστή απόδοσης  $e$ . Αν  $W_1$  είναι το έργο που παράγεται από το αέριο κατά την ισόθερμη εκτόνωση και  $W_2$  το έργο που καταναλώνει το αέριο κατά την ισόθερμη συμπίεση, τότε:

α.  $W_1 = W_2 (e+1)$

β.  $W_2 = W_1 (1-e)$

γ.  $|W_2| = eW_1$

δ.  $W_2 = W_1 (e-1)$

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση.

Μονάδες 3

Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας.

Μονάδες 8

**Θέμα 3:**

Μια ποσότητα  $\eta=4/R$  mole ιδανικού αερίου υφίσταται την κυκλική μεταβολή ΑΒΓΑ με :

ΑΒ αδιαβατική εκτόνωση από  $T_A=700K$  σε  $T_B=500K$

ΒΓ ισοβαρής ψύξη με  $T_\Gamma=300K$  και

ΓΑ ισόχωρη θέρμανση.

Για κάθε μεταβολή να υπολογίσετε:

Α) Τη μεταβολή στην εσωτερική ενέργεια του αερίου

Μονάδες 5

Β) Το έργο και

Μονάδες 10

Γ) Τη θερμότητα.

Μονάδες 10

Δίνεται  $C_p/C_v=5/3$ .

**Θέμα 4:**

Ορισμένη ποσότητα ιδανικού αερίου, το οποίο έχει όγκο  $V_1=5m^3$  υπό πίεση  $P_1=4 \cdot 10^5 N/m^2$ , παθαίνει τις εξής αντιστρεπτές μεταβολές: 1. Εκτονώνεται ισόθερμα μέχρι διπλασιασμού του όγκου του. 2. Συμπιέζεται ισοβαρώς μέχρι να αποκτήσει τον αρχικό του όγκο. 3. Θερμαίνεται ισόχωρα μέχρι την αρχική του κατάσταση. Η μεταβολή της εσωτερικής ενέργειας του αερίου κατά την ισοβαρή συμπίεση είναι  $\Delta U=1500J$ . Ζητείται:

α) Να γίνει η γραφική παράσταση της κυκλικής μεταβολής σε διάγραμμα  $p-V$

Μονάδες 5

β) Να βρεθεί για καθεμία από τις τρεις μεταβολές του κύκλου η ενέργεια που ανταλλάσσει με το περιβάλλον μέσω ροής θερμότητας.

Μονάδες 15

γ) Να βρεθεί ο συντελεστής απόδοσης του κύκλου.

Μονάδες 5

Δίνεται  $\ln 2=0,7$

**ΦΥΣΙΚΗ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗΣ Β' ΛΥΚΕΙΟΥ****ΘΕΜΑ Α**

Στις ερωτήσεις Α1-Α4 να επιλέξετε τη σωστή απάντηση

**Α1.** Η θερμοκρασία ενός αερίου είναι  $\theta_1 = 127 \text{ }^\circ\text{C}$ . Θερμαίνουμε το αέριο υπό σταθερή

πίεση έως ότου ο όγκος του να διπλασιαστεί.

Η νέα θερμοκρασία του αερίου είναι

α.  $\theta_2 = 254 \text{ }^\circ\text{C}$ .

β.  $\theta_2 = 327 \text{ }^\circ\text{C}$ .

γ.  $\theta_2 = 527 \text{ }^\circ\text{C}$ .

δ.  $\theta_2 = 800 \text{ }^\circ\text{C}$ .

( 5 μονάδες )

**Α2.** Ορισμένη ποσότητα ιδανικού αερίου ψύχεται υπό σταθερή πίεση.

Η πυκνότητα του αερίου:

α. μένει σταθερή

β. αυξάνεται

γ. μειώνεται

δ. δεν μπορούμε να συμπεράνουμε

( 5 μονάδες )

**Α3.** 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 )

**Α4.** Σε δοχείο σταθερού όγκου  $V$  περιέχεται συγκεκριμένη μάζα ιδανικού αερίου. Αν τετραπλασιαστεί η πίεση του αερίου και συγχρόνως διπλασιασθεί η απόλυτη θερμοκρασία του, τότε η μάζα του θα πρέπει να:

α. διπλασιαστεί

β. υποδιπλασιαστεί

γ. υποτετραπλασιαστεί

δ. παραμείνει σταθερή

( 5 μονάδες )

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

α. Στα στερεά και τα υγρά σώματα η ειδική θερμότητα εξαρτάται μόνο από το υλικό τους. Στα αέρια η γραμμομοριακή ειδική θερμότητα εξαρτάται κάθε φορά και από τον τρόπο με τον οποίο θερμαίνεται το αέριο.

β. Η σχέση  $\Delta U = n C_V \Delta T$  ισχύει μόνο για την ισόχωρη μεταβολή.

γ. Το πηλίκο του όγκου προς την απόλυτη θερμοκρασία ορισμένης μάζας ιδανικού αερίου είναι ανάλογο της πίεσης

δ. Θα αυξηθεί το ίδιο η θερμοκρασία δεδομένης ποσότητας ιδανικού αερίου, αν τριπλασιαστεί ο όγκος της, υπό σταθερή πίεση, ή τριπλασιαστεί η πίεσή της υπό σταθερό όγκο

ε. Η σχέση  $\frac{P_1}{V_1} = \frac{P_2}{V_2}$  αντιπροσωπεύει το νόμο του Boyle

( 5 × 1 μονάδες )

### **ΘΕΜΑ Β**

**B1.** Η ρίζα της μέσης τιμής των τετραγώνων των ταχυτήτων των μορίων ιδανικού αερίου είναι 1000 m/s. Η παραπάνω ταχύτητα, αν το αέριο υποτετραπλασιάσει την πίεσή του, υπό σταθερό όγκο θα γίνει ίση με:

α. 500 m/s

β. 2000 m/s

γ. 250 m/s

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση (1 Μονάδα )

Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας. (5 Μονάδες )

**B2.** Το ίδιο αέριο εκτελεί δύο ισοβαρείς εκτονώσεις μεταξύ των ίδιων ισοθέρμων  $T_1, T_2$ . Κατά την 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.  $W_1 = W_2$

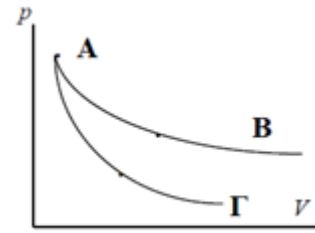
β.  $W_1 = 2W_2$

γ.  $W_1 = W_2/2$

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση (1 Μονάδα )

Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας. (5 Μονάδες )

**B3.** Το διπλανό διάγραμμα πίεσης - όγκου (  $p$ - $V$ ), αναφέρεται σε ορισμένη ποσότητα ιδανικού αερίου. Το σημείο Α απεικονίζει μια κατάσταση θερμοδυναμικής ισορροπίας του αερίου, ενώ τα Β , Γ καταστάσεις στις οποίες το αέριο μπορεί να βρεθεί μετά από ισόθερμη αντιστρεπτή εκτόνωση ΑΒ και μετά από αδιαβατική αντιστρεπτή εκτόνωση ΑΓ, αντίστοιχα.



Για τις εσωτερικές ενέργειες  $U_B$  και  $U_\Gamma$  ισχύει:

α.  $U_B > U_\Gamma$     β.  $U_B < U_\Gamma$     γ.  $U_B = U_\Gamma$

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση (1 Μονάδα )

Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας. (5 Μονάδες )

**B4.**

Δοχείο περιέχει ποσότητα μίγματος He και Ne σε θερμική ισορροπία. Η μέση κινητική ενέργεια για ένα μόριο He είναι  $6 \cdot 10^{-21} \text{ J}$ . Αν η μάζα του μορίου του Ne είναι τετραπλάσια από τη μάζα του μορίου του He η μέση κινητική ενέργεια του μορίου του Ne είναι:

α.  $24 \cdot 10^{-21} \text{ J}$

β.  $6 \cdot 10^{-21} \text{ J}$

γ.  $1,5 \cdot 10^{-21} \text{ J}$

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση (1 Μονάδα )

Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας. (6 Μονάδες )

### ΘΕΜΑ Γ

Ιδανικό αέριο ποσότητας  $n = 1/R \text{ mol}$  ( όπου R η παγκόσμια σταθερά των ιδανικών αερίων σε  $\text{J/mol}\cdot\text{K}$ ), βρίσκεται σε κατάσταση Α, θερμοκρασίας  $T_A = 400 \text{ K}$ , όγκου

$V_A$  και πίεσης  $P_A = 2 \text{ atm}$ . Το αέριο υποβάλλεται στις παρακάτω διαδοχικές μεταβολές:

ί) Ισόχωρη θέρμανση, μέχρι η θερμοκρασία του να αποκτήσει τιμή  $T_B = 1200 \text{ K}$  (κατάσταση Β).

ίι) Ισόθερμη εκτόνωση (κατάσταση Γ).

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

**Γ1.** Να υπολογίσετε τις τιμές του όγκου και της πίεσης σε κάθε κατάσταση

**Γ2.** Να σχεδιάσετε τις παραπάνω διαδοχικές μεταβολές σε διαγράμματα P-V, P-T, V-T με βαθμολογημένους άξονες.

**Γ3.** Να υπολογίσετε το λόγο των μέσων κινητικών ενεργειών των μορίων του αερίου στις καταστάσεις A και B.

**Γ4.** Να υπολογίσετε το λόγο των ενεργών ταχυτήτων των μορίων του αερίου στις καταστάσεις Γ και A ( 6+6+6+7 μονάδες )

Δίνεται:  $1 \text{ atm} = 10^5 \text{ N/m}^2$

### **ΘΕΜΑ Δ**

Ιδανικό μονατομικό αέριο πραγματοποιεί την ακόλουθη κυκλική αντιστρεπτή μεταβολή. Από την κατάσταση θερμοδυναμικής ισορροπίας A, όπου  $p_A = 32 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$ ,  $V_A = 4 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$  και  $T_A = 600 \text{ K}$  εκτονώνεται ισόθερμα στην κατάσταση B. Στη συνέχεια ψύχεται ισόχωρα μέχρι την κατάσταση Γ, στην οποία η πίεση είναι  $p_\Gamma = 10^5 \text{ N/m}^2$  και τέλος συμπιέζεται αδιαβατικά μέχρι την αρχική κατάσταση.

**Δ1.** Να σχεδιάσετε σε διάγραμμα p-V ποιοτικά (χωρίς αριθμούς) την κυκλική μεταβολή.

**Δ2.** Να υπολογίσετε την πίεση, τον όγκο και την θερμοκρασία του αερίου στις καταστάσεις Γ και B.

**Δ3.** Να υπολογίσετε την μεταβολή της εσωτερικής ενέργειας του αερίου κατά την ισόχωρη ψύξη.

**Δ4.** Να υπολογίσετε τη θερμότητα κατά την κυκλική μεταβολή, και να αιτιολογήσετε αν αυτή την απορροφά το αέριο ή αν την αποδίδει στο περιβάλλον.

Δίνεται η γραμμομοριακή ειδική θερμότητα υπό σταθερό όγκο  $C_V = (3/2)R$  και  $\ell n = 0,7$

( 6+6+6+7 μονάδες )

**Διαγώνισμα Β' Λυκείου Κατεύθυνσης 14/02/2016**

**ΟΛΑ ΜΕ ΑΙΤΙΟΛΟΓΗΣΗ**

**ΘΕΜΑ Α**

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

**A1.** Σε μια μηχανή Carnot:

**α.** ισχύει:  $e_{carnot} = \frac{Q_h}{W_{ολικό}}$

**β.** ισχύει:  $e_{carnot} = 1 - \frac{T_h}{T_c}$

**γ.** το αέριο εκτελεί κυκλική μεταβολή που αποτελείται από δύο ισόθερμες και δύο ισοβαρείς μεταβολές.

**δ.** ισχύει:  $e_{carnot} = 1 - \frac{T_c}{T_h}$

**Μονάδες 5**

**A2.** Ιδανικό αέριο βρίσκεται σε θερμοκρασία  $T$ . Αν η θερμοκρασία του αερίου τετραπλασιαστεί, τότε η ενεργός ταχύτητα των μορίων του αερίου:

**α.** θα παραμείνει η ίδια

**β.** θα διπλασιαστεί

**γ.** θα τετραπλασιαστεί

**δ.** θα υποδιπλασιαστεί.

**Μονάδες 5**

**A3.** Σύμφωνα με τον δεύτερο θερμοδυναμικό νόμο σε μια θερμική μηχανή:

**α.** η θερμότητα μπορεί να μετατραπεί εξ' ολοκλήρου σε μηχανικό έργο.

**β.** η θερμότητα μπορεί να μεταφερθεί από ένα ψυχρό σώμα σε ένα θερμότερο χωρίς την δαπάνη ενέργειας.

**γ.** μπορούμε να έχουμε απόδοση 100%.

**δ.** τίποτε από τα παραπάνω.

**Μονάδες 5**

**A4.** Σε μια αδιαβατική εκτόνωση ορισμένης ποσότητας ιδανικού αερίου:

**α.** Η θερμοκρασία του αερίου αυξάνεται.

**β.** Το αέριο αποβάλλει θερμότητα στο περιβάλλον.

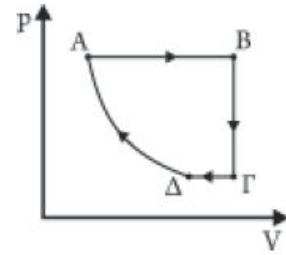
**γ.** Η μέση κινητική ενέργεια των μορίων του αερίου μειώνεται.

**δ.** Η πίεση του αερίου αυξάνεται.

**Μονάδες 5**

A5

Μια ποσότητα ιδανικού αερίου πραγματοποιεί τις μεταβολές του διαγράμματος, για το οποίο γνωρίζουμε ότι  $T_A = T_\Delta$ .



α. Να ονομαστούν πλήρως οι παραπάνω μεταβολές

Μονάδες 2

β. Να αντιγράψετε στο τετράδιό σας τον παρακάτω πίνακα και να τον συμπληρώσετε:

	A	B	Γ	Δ
Πίεση	$2P_1$			$P_1$
Όγκος	$V_1$			
Θερμοκρασία	$T_1$	$4T_1$		

Μονάδες 7

### ΘΕΜΑ Β

**B.1** Διαθέτουμε ορισμένη ποσότητα ιδανικού αερίου το οποίο βρίσκεται αρχικά σε απόλυτη θερμοκρασία  $T$ .

**A)** Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση.

Αν τετραπλασιαστεί ταυτόχρονα η πίεση και ο όγκος του αερίου (χωρίς να μεταβληθεί η ποσότητα του), τότε η απόλυτη θερμοκρασία του:

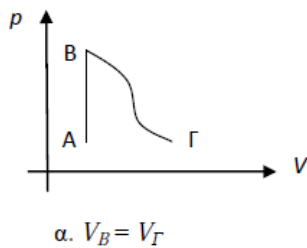
- θα παραμείνει σταθερή
- θα τετραπλασιαστεί
- θα δεκαεξαπλασιαστεί

Μονάδες 4

**B)** Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

Μονάδες 8

**B.2** Ορισμένη ποσότητα ιδανικού αερίου, υποβάλλεται στην μεταβολή  $A \rightarrow B \rightarrow \Gamma$  που περιγράφεται στο παρακάτω διάγραμμα πίεσης ( $p$ ) – όγκου ( $V$ ). Η μεταβολή  $A \rightarrow B$  είναι ισόχωρη θέρμανση με  $T_B = 2T_A$ , ενώ ισχύει επίσης ότι  $p_\Gamma = p_A$ ,  $V_A = V_B$  και  $T_\Gamma = 3T_B/2$ .



**A)** Να επιλέξετε τη σωστή πρόταση.

α.  $V_B = V_\Gamma$

β.  $V_\Gamma = 6V_A$

γ.  $V_\Gamma = 3V_B$

*Μονάδες 4*

**B)** Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας .

*Μονάδες 9*

### **ΘΕΜΑ Γ**

Ορισμένη ποσότητα ιδανικού αερίου υφίσταται αντιστρεπτή κυκλική μεταβολή, η οποία αποτελείται από τις παρακάτω αντιστρεπτές μεταβολές: Αρχικά ισόχωρη μεταβολή κατά την οποία προσφέρεται στο αέριο θερμότητα 200 J, στη συνέχεια ισόθερμη μεταβολή κατά την οποία το αέριο παράγει έργο 150 J και τελικά επιστρέφει στην αρχική κατάσταση μέσω μιας ισοβαρούς μεταβολής αποδίδοντας στο περιβάλλον θερμότητα 250 J.

**1)** Να κατασκευάσετε ποιοτικά διαγράμματα (δηλαδή χωρίς αριθμούς)  $p-V$  και  $V-T$

*Μονάδες 7*

**2)** Υπολογίστε το συνολικό μηχανικό έργο που αποδίδει το αέριο σε αυτή την κυκλική μεταβολή.

*Μονάδες 6*

**3)** Υπολογίστε το συνολικό ποσό θερμότητας που αποβάλλει το αέριο στο περιβάλλον σε αυτή την κυκλική μεταβολή.

*Μονάδες 6*

**4)** Υπολογίστε το συντελεστή απόδοσης μιας θερμικής μηχανής η οποία θα λειτουργούσε με βάση τον παραπάνω αντιστρεπτό κύκλο.

*Μονάδες 6*

## **ΘΕΜΑ Δ**

Ποσότητα  $n=1/R$  mol ιδανικού αερίου (όπου  $R$  η παγκόσμια σταθερά των αερίων σε μονάδες SI), βρίσκεται σε κατάσταση θερμοδυναμικής ισορροπίας A, όπου καταλαμβάνει όγκο  $V_A = 2 \text{ L}$  και ασκεί πίεση  $p_A = 4 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$ . Το αέριο, εκτελεί κυκλική μεταβολή που αποτελείται από τις παρακάτω διαδοχικές αντιστρεπτές μεταβολές:

- α) Αδιαβατική εκτόνωση από την κατάσταση A μέχρι την κατάσταση B στην οποία ο όγκος είναι  $V_B=8V_A$ .
- β) Ισόθερμη συμπίεση από την κατάσταση B μέχρι την κατάσταση Γ.
- γ) Ισόχωρη θέρμανση από την κατάσταση Γ μέχρι την κατάσταση A.

A. 1. Να παραστήσετε γραφικά (ποιοτικά) την παραπάνω κυκλική μεταβολή σε άξονες  $p$ - $V$  (πίεσης – όγκου).

**Μονάδες 2**

2. Να βρείτε τις τιμές πίεσης ( $p$ ), όγκου ( $V$ ) και απόλυτης θερμοκρασίας ( $T$ ) των καταστάσεων A, B, και Γ.

**Μονάδες 8**

3. Να υπολογίσετε την εσωτερική ενέργεια του αερίου στην κατάσταση Γ.

**Μονάδες 4**

B. Μια ιδανική θερμική μηχανή λειτουργεί με μέσο το παραπάνω αέριο, που εκτελεί το θερμοδυναμικό κύκλο ABΓA. Να υπολογίσετε το συντελεστή απόδοσης  $e$  της θερμικής μηχανής.

**Μονάδες 7**

Γ. Μια θερμική μηχανή Carnot έχει συντελεστή απόδοσης  $e_c = \frac{5}{4}e$  και λειτουργεί μεταξύ των απόλυτων θερμοκρασιών  $T_C$  και  $T_h$ , όπου  $T_C$  και  $T_h$  οι θερμοκρασίες της ψυχρής και της θερμής δεξαμενής της αντίστοιχα. Αν η  $T_C$  είναι ίση με την ελάχιστη θερμοκρασία του κύκλου ABΓA, να υπολογίσετε την τιμή της  $T_h$  της μηχανής Carnot.

**Μονάδες 4**

Δίνεται ότι για το παραπάνω αέριο, η ειδική γραμμομοριακή θερμότητα υπό σταθερό όγκο είναι  $C_V = \frac{3}{2}R$  και  $\ln 2 = 0,7$ .