

ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΕΣ ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ

α) Από τον πρώτο νόμο της θερμοδυναμικής, για ανοικτά συστήματα, έχουμε:

$$Q = \Delta H$$

$$\Delta h = q$$

$$h_2 - h_1 = q$$

$$1280 \text{ KJ/kg} - 430 \text{ KJ/kg} = q$$

$$q = \mathbf{850 \text{ KJ/kg}}$$

$$\mathbf{\beta)} \quad Q = m \cdot q$$

$$m = \frac{Q}{q}$$

$$m = \frac{2975 \text{ KJ}}{850 \text{ KJ/kg}}$$

$$\mathbf{m = 3.5 \text{ kg}}$$

ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΕΣ ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ

α) Από τη σχέση $T = t^{\circ} + 273^{\circ}$ μετατρέπουμε σε βαθμούς Κέλβιν

$$T_1 = 353 + 273 \Rightarrow T_1 = \mathbf{626 \text{ K}}$$

Για τη θερμοκρασία των 104°F , από τη σχέση $\frac{C}{5} = \frac{F-32}{9}$

μετατρέπουμε τη θερμοκρασία 104°F αρχικά σε βαθμούς Κελσίου

$$\frac{C}{5} = \frac{104-32}{9} \Rightarrow \frac{C}{5} = \frac{72}{9}, \text{ από την οποία προκύπτει ότι } t_2 = 40^{\circ}\text{C}$$

από τη σχέση $T = t^{\circ} + 273^{\circ}$ μετατρέπουμε σε βαθμούς Κέλβιν

$$T_2 = 40 + 273 \Rightarrow T_2 = \mathbf{313 \text{ K}}$$

β) Ο θερμικός βαθμός απόδοσης της μηχανής υπολογίζεται από τη σχέση

$$\eta_{\theta} = 1 - \frac{T_2}{T_1} \Rightarrow \eta_{\theta} = 1 - \frac{313}{626} \Rightarrow \eta_{\theta} = 1 - 0.5 \Rightarrow \mathbf{\eta_{\theta} = 0.5}$$

ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΕΣ ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ

α) Τα τοιχώματα του δοχείου είναι αμετακίνητα, συνεπώς έχουμε ισόχωρη μεταβολή

P_1 : η αρχική πίεση = 1 bar, P_2 : η τελική πίεση,

Αρχική θερμοκρασία = 22 °C, Τελική θερμοκρασία = 199 °C

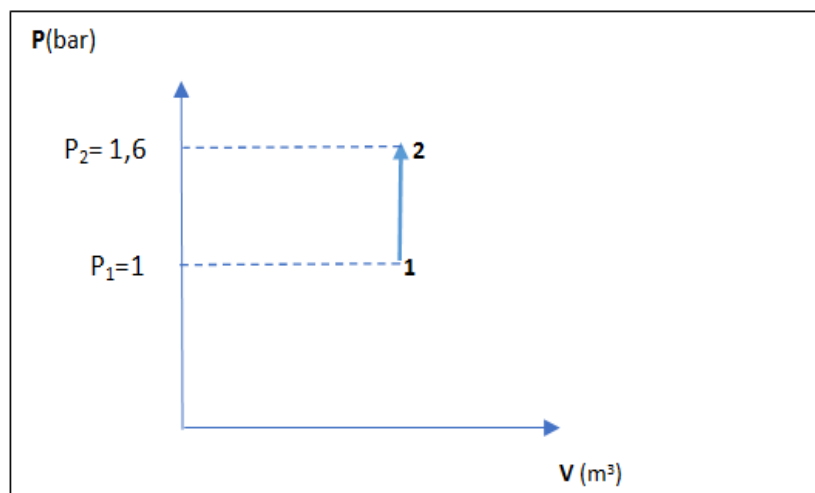
Μετατρέπουμε πρώτα τις θερμοκρασίες σε τιμές Kelvin, με βάση τη σχέση $T = t^\circ + 273^\circ$:

$T_1 = 22 + 273 = 295 \text{ K}$, $T_2 = 199 + 273 = 472 \text{ K}$

Πρόκειται για ισόχωρη μεταβολή, οπότε :

$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{T_1}{T_2} \Rightarrow P_2 = \frac{P_1 \cdot T_2}{T_1} \Rightarrow P_2 = \frac{1 \text{ bar} \times 472 \text{ K}}{295 \text{ K}} \Rightarrow \mathbf{P_2 = 1.6 \text{ bar}}$$

β) Στο διάγραμμα P-V, η μεταβολή απεικονίζεται με ένα ευθύγραμμο τμήμα κάθετο στον άξονα των όγκων, δεδομένου ότι ο όγκος παραμένει σταθερός. Η μεταβολή γίνεται από κατάσταση με χαμηλότερη πίεση προς κατάσταση με υψηλότερη πίεση.



γ) Η αλλαγή είναι ισόχωρη, οπότε δεν υπάρχει έργο ογκομεταβολής. Το έργο είναι **0** (μηδέν).

ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΕΣ ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ

2.1

1. δ

2. γ

3. β

2.2

1 – δ

2 – γ

3 – β

4 – α

ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΕΣ ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ

2.1

α) 1-α, 2-δ, 3-στ, 4-γ. Περισσεύουν το β και το ε

β) 1-β, 2-στ, 3-α, 4-γ, 5-ε. Περισσεύει το δ

2.2

α) Οι μονάδες αυτές μετρούν το μέγεθος της Πίεσης.

β) Μονάδα του S.I. είναι το N/m^2 που ονομάζεται Πασκάλ Pa (Pascal)

γ) Η σχέση που συνδέει τις δύο μονάδες είναι $1 \text{ bar} = 10^5 \text{ N/m}^2 = 10^5 \text{ Pa}$

β) Το κύριο πλεονέκτημα της χρήσης της μονάδας bar είναι ότι η τιμή της είναι περίπου ίση με την ατμοσφαιρική πίεση.

(1 κανονική ατμόσφαιρα = 1,01325 bar)

ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΕΣ ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ:

Θέμα 2^ο

2.1.

α-Σωστό, β -Λάθος, γ-Λάθος

2.2.

1- γ, 2-α, 3-δ, 4-β

ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΕΣ ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ:

Θέμα 2^ο

2.1.

α. Λάθος, **β.** Σωστό, **γ.** Σωστό, **δ.** Λάθος

2.2.

1- β, 2-γ, 3-δ

ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΕΣ ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ

Θέμα 2^ο

2.1.

α. Λάθος, **β.** Σωστό, **γ.** Σωστό

2.2.

1- β, 2-γ, 3-δ, 4-α

ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΕΣ ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ

Θέμα 2^ο

2.1.

1) β

2) Στη μεταβολή που απεικονίζεται, παραμένει σταθερή η πίεση. Αυτό συμβαίνει στην ισοβαρή μεταβολή.

2.2.

1) α

2) Στην ισόθερμη μεταβολή, η εσωτερική ενέργεια παραμένει σταθερή. Από τον πρώτο θερμοδυναμικό νόμο $Q = \Delta U + W$, για $\Delta U = 0$ προκύπτει $Q = W$, δηλαδή η προσφερόμενη θερμότητα ισούται με το έργο που αποδίδεται στο περιβάλλον.

ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΕΣ ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ:

ΘΕΜΑ 4^ο

4.1.

$$W = F \cdot l \cdot \sigma\upsilon\nu\alpha \Rightarrow W = 100N \cdot 2000m \cdot \sigma\upsilon\nu60^0 \Rightarrow$$

$$W = 200.000Nm \cdot \frac{1}{2} \Rightarrow W = 100.000 J \Rightarrow W = 100KJ$$

4.2.

$$P_{\alpha\tau\rho} = 2\pi nM \Rightarrow P_{\alpha\tau\rho} = 2 \cdot 3,14 \cdot 10 \frac{\sigma\tau\rho\omicron\phi\acute{\epsilon}\varsigma}{s} \cdot 500 Nm \Rightarrow$$

$$P_{\alpha\tau\rho} = 31400 \frac{Nm}{s} \Rightarrow P_{\alpha\tau\rho} = 31400 W \Rightarrow P_{\alpha\tau\rho} = 31,4 KW$$

ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΕΣ ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ:

ΘΕΜΑ 4^ο :

4.1. Μετατρέπουμε τις θερμοκρασίες σε απόλυτες θερμοκρασίες (Κέλβιν)

$$T_1 = t^\circ + 273 \Rightarrow T_1 = 27 + 273 \Rightarrow T_1 = 300 \text{ K}$$

$$T_2 = t^\circ + 273 \Rightarrow T_2 = 177 + 273 \Rightarrow T_2 = 450 \text{ K}$$

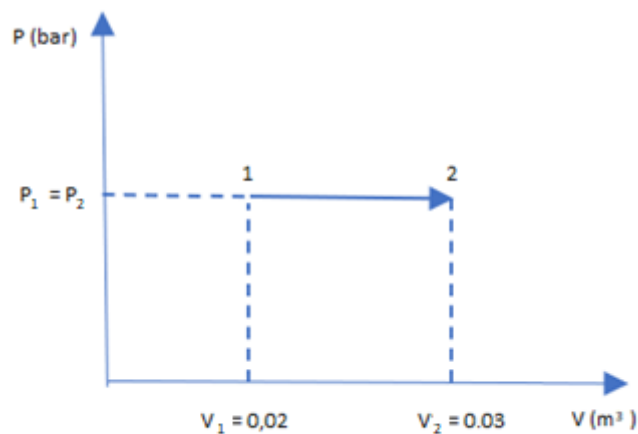
Λόγω του ότι η μεταβολή είναι ισοβαρής, ισχύει η σχέση

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2} \Rightarrow V_2 = V_1 \cdot \frac{T_2}{T_1} \Rightarrow V_2 = 0,02 \text{ m}^3 \cdot \frac{450 \text{ K}}{300 \text{ K}} \Rightarrow$$

$$V_2 = 0,02 \text{ m}^3 \cdot 1,5 \Rightarrow V_2 = 0,03 \text{ m}^3$$

4.2. Η εσωτερική ενέργεια θα μεταβληθεί καθώς οι θερμοκρασίες της αρχικής και τελικής κατάστασης διαφέρουν. Η εσωτερική ενέργεια θα είναι μεγαλύτερη στην τελική κατάσταση.

4.3. Στο διάγραμμα P-V, η μεταβολή απεικονίζεται με ένα οριζόντιο ευθύγραμμο τμήμα καθώς η πίεση παραμένει σταθερή. Η φορά του ευθύγραμμου τμήματος είναι προς τα δεξιά καθώς ο όγκος αυξάνεται.



ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΕΣ ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ

Θέμα 2^ο

2.1

α. Λάθος

β. Σωστό

γ. Σωστό

2.2

1 – β

2 – δ

3 – α

4 – γ

ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΕΣ ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ

Θέμα 2^ο

2.1

α. Λάθος

β. Σωστό

γ. Σωστό

2.2

1 – δ

2 – γ

3 – α

4 – β

ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΕΣ ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ

Θέμα 4^ο

α) Από τη σχέση του έργου επιτάχυνσης για $V_1 = 0$, υπολογίζεται η ταχύτητα V_2

$$W = \frac{1}{2} m (V_2^2 - V_1^2) \Rightarrow 2W = mV_2^2 \Rightarrow V_2^2 = \frac{2W}{m} \Rightarrow$$

$$V_2^2 = \frac{2 \cdot 300 \text{ KJ}}{1500 \text{ kg}} \Rightarrow V_2^2 = \frac{2 \cdot 300 \cdot 1000 \text{ J}}{1500 \text{ kg}} \Rightarrow V_2 = \sqrt{\frac{6000 \text{ m}^2}{15 \text{ s}^2}} \Rightarrow \mathbf{V_2 = 20 \frac{m}{s}}$$

β) Ο χρόνος t υπολογίζεται από τη σχέση της ισχύος επιτάχυνσης

$$P_{\text{ΕΠ}} = \frac{W_{\text{ΕΠ}}}{t} \Rightarrow t = \frac{W_{\text{ΕΠ}}}{P_{\text{ΕΠ}}} \Rightarrow t = \frac{300 \text{ KJ}}{25 \text{ KW}} \Rightarrow \mathbf{t = 12 \text{ sec}}$$

ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΕΣ ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ

Θέμα 4°

α) Από τη σχέση $\frac{C}{5} = \frac{F-32}{9}$, μετατρέπουμε αρχικά τη θερμοκρασία 149 °F σε βαθμούς Κελσίου:

$$\frac{C}{5} = \frac{149-32}{9} \Rightarrow \frac{C}{5} = \frac{117}{9}, \text{ από την οποία προκύπτει ότι } t_2 = 65 \text{ }^{\circ}\text{C}.$$

Από τη σχέση $T = t^{\circ} + 273^{\circ}$ μετατρέπουμε σε κλίμακα Κέλβιν

$$T_2 = 65 + 273 \Rightarrow T_2 = \mathbf{338 \text{ K}}$$

β) Η θερμοκρασία T_1 υπολογίζεται από τη σχέση:

$$n_{\theta} = 1 - \frac{T_2}{T_1} \Rightarrow \frac{T_2}{T_1} = 1 - n_{\theta} \Rightarrow T_1 = \frac{T_2}{1 - n_{\theta}} \Rightarrow$$

$$T_1 = \frac{338 \text{ K}}{1 - 0.8} \Rightarrow T_1 = \mathbf{1690 \text{ K}}$$

ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΕΣ ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ:

Θέμα 2^ο

2.1.

α. Λάθος, **β.** Σωστό, **γ.** Σωστό

2.2.

α) Μπορεί να εφαρμοστεί η περίπτωση του σχήματος 2, γιατί ισχύει ο 1^{ος} Θερμοδυναμικός νόμος: καθώς η μεταβολή της εσωτερικής ενέργειας είναι μηδέν (το ρευστό διαγράφει θερμοδυναμικούς κύκλους), η θερμότητα Q_1 που έλαβε το ρευστό μετατράπηκε κατά ένα ποσοστό σε έργο W και η υπόλοιπη θερμότητα Q_2 απορρίφθηκε στο περιβάλλον.

$$Q_1 - Q_2 = W$$

Επίσης ισχύει και ο 2^{ος} Θερμοδυναμικός νόμος καθώς η θερμότητα Q_1 μετατρέπεται κατά ένα μόνο ποσοστό σε έργο W , δηλαδή σε ενέργεια ανώτερης ποιότητας, καθώς η υπόλοιπη θερμότητα Q_2 αποβάλλεται σε ένα πιο ψυχρό περιβάλλον ($T_1 > T_2$).

β) Δεν μπορεί να εφαρμοστεί η περίπτωση του σχήματος 2, γιατί έρχεται σε αντίθεση με τον 1^ο Θερμοδυναμικό νόμο καθώς η συγκεκριμένη μηχανή παράγει θερμότητα και έργο από το μηδέν δηλ. $Q_1 + Q_2 + W = 0$

ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΕΣ ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ:

Θέμα 4^ο

4.1. $T_1 = 273 + ^\circ\text{C} \Rightarrow T_1 = 273 + 100 \Rightarrow T_1 = 373 \text{ K}$

$T_2 = 273 + ^\circ\text{C} \Rightarrow T_2 = 273 + 10 \Rightarrow T_2 = 283 \text{ K}$

Ο βαθμός απόδοσης της 1^{ης} Θερμικής μηχανής θα υπολογιστεί από τη σχέση:

$$n_{\theta 1} = 1 - \frac{T_2}{T_1} \Rightarrow n_{\theta 1} = 1 - \frac{283 \text{ K}}{373 \text{ K}} \Rightarrow n_{\theta 1} = 1 - 0,75 \Rightarrow n_{\theta 1} = 0,25$$

Ο βαθμός απόδοσης της 2^{ης} Θερμικής μηχανής θα υπολογιστεί από τη σχέση:

$$n_{\theta 2} = 1 - \frac{Q_2}{Q_1} \Rightarrow n_{\theta 2} = 1 - \frac{3240 \text{ KJ}}{7200 \text{ KJ}} \Rightarrow n_{\theta 2} = 1 - 0,45 \Rightarrow n_{\theta 2} = 0,65$$

4.2. Η 2^η Θερμική μηχανή έχει μεγαλύτερο βαθμό απόδοσης καθώς

$$n_{\theta 2} = 0,65 > n_{\theta 1} = 0,25$$

ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΕΣ ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ:

Θέμα 4^ο

α) Η προσφερόμενη θερμότητα Q ισούται:

$$Q = m \cdot q \Rightarrow Q = 8 \text{ Kg} \cdot 15 \frac{\text{KJ}}{\text{Kg}} \Rightarrow Q = 120 \text{ KJ}$$

β) Η μεταβολή της εσωτερικής ενέργειας ΔU του συστήματος ισούται:

$$Q = \Delta U + W \Rightarrow \Delta U = Q - W \Rightarrow \Delta U = 120 \text{ KJ} - 75 \text{ KJ} \Rightarrow \Delta U = 45 \text{ KJ}$$

γ) Εάν το σύστημα είναι μονωμένο τότε το $Q=0$, άρα η μεταβολή της εσωτερικής ενέργειας ισούται:

$$Q = \Delta U + W \Rightarrow \Delta U = Q - W \Rightarrow \Delta U = -W \Rightarrow \Delta U = -75 \text{ KJ}$$

Το αρνητικό αποτέλεσμα σημαίνει ότι η εσωτερική ενέργεια μειώνεται.

ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΕΣ ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ:

Θέμα 2^ο

2.1.

α. Λάθος, **β.** Σωστό, **γ.** Σωστό

2.2.

1 -β , 2 -γ , 3 -δ , 4 -α.

ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΕΣ ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ

Θέμα 2°

2.1

α. Σωστό

β. Σωστό

γ. Λάθος

Σε μια αδιαβατική εκτόνωση ενός αερίου ισχύει ότι $W = -\Delta U$

Άρα $W > 0 \Rightarrow \Delta U < 0 \Rightarrow C_V \cdot (T_2 - T_1) < 0 \Rightarrow T_2 < T_1$

Συνεπώς η θερμοκρασία μειώνεται.

2.2

α) Λιγότερη θερμότητα θα χρειαστεί να προσφέρουμε μέσω μιας **ισόχωρης μεταβολής**.

β) Στην ισόχωρη μεταβολή η προσφερόμενη θερμότητα, ανά μονάδα μάζας, είναι:

$C_V \cdot (T_2 - T_1)$ και η συνολική θερμότητα: $Q_v = m \cdot C_V \cdot (T_2 - T_1)$

Αντίστοιχα, στην ισοβαρή μεταβολή η συνολική θερμότητα είναι: $Q_p = m \cdot C_p \cdot (T_2 - T_1)$

Γνωρίζοντας ότι $C_p > C_V$, έχουμε: **$Q_p > Q_v$**

ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΕΣ ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ

Θέμα 2°

2.1

α. κατεύθυνση

β. ισορροπίας

γ. χαμηλή

δ. μεγαλύτερης

2.2

α) Ο δεύτερος νόμος της θερμοδυναμικής εισήγαγε το θερμοδυναμικό μέγεθος, εντροπία (S).

β) Η εντροπία μας δίνει πληροφορίες, για την κατεύθυνση και τον τρόπο που μπορεί να εξελιχθεί ένα φαινόμενο στο χώρο, σε συνάρτηση με το χρόνο, ποια ήταν η κατάστασή του πριν από κάποια χρονική στιγμή και ποια μετά. Μπορεί να δείξει εάν μια μεταβολή μπορεί να πραγματοποιηθεί ή δεν μπορεί να πραγματοποιηθεί.

ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΕΣ ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ:

Θέμα 2^ο

2.1.

α. Λάθος, **β.** Σωστό, **γ.** Λάθος

2.2.

1 -κατεύθυνση, **2** -κατώτερης, **3** –ισορροπίας , **4** –καταστατικό.

ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΕΣ ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ:

Θέμα 4^ο

α) $d = 200 \text{ mm} = 20 \text{ cm}$, $l = 100 \text{ mm} = 10 \text{ cm}$

$$V = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot l \Rightarrow V = \frac{3,14 \cdot (20 \text{ cm})^2}{4} \cdot 10 \text{ cm} \Rightarrow V = \frac{3,14 \cdot 400 \text{ cm}^2}{4} \cdot 10 \text{ cm} \Rightarrow$$
$$V = 3,14 \cdot 100 \text{ cm}^2 \cdot 10 \text{ cm} \Rightarrow V = 3140 \text{ cm}^3$$

β) $V_1 = 3250 \text{ cm}^3$

$$V_1 = V + V_2 \Rightarrow V_2 = V_1 - V \Rightarrow V_2 = 3250 \text{ cm}^3 - 3140 \text{ cm}^3 \Rightarrow$$
$$V_2 = 110 \text{ cm}^3$$

γ) $\varepsilon = \frac{V_1}{V_2} \Rightarrow \varepsilon = \frac{3250 \text{ cm}^3}{110 \text{ cm}^3} \Rightarrow \varepsilon = 29,5$

ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΕΣ ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ:

Θέμα 4°

α) $t = 1 \text{ λεπτό} = 60 \text{ s}$

$L = 10 \text{ mm} = 0,01 \text{ m}$

$\theta_1 = 100 \text{ }^\circ\text{C} = 373 \text{ K}, \theta_2 = 20 \text{ }^\circ\text{C} = 293 \text{ K}$

$\Delta\theta = \theta_1 - \theta_2 = 373 \text{ K} - 293 \text{ K} = 80 \text{ K}$

$$Q = \lambda \cdot t \cdot \frac{A}{L} \cdot (\theta_1 - \theta_2) \Rightarrow Q = 58 \frac{W}{m \cdot K} \cdot 60 \text{ s} \cdot \frac{2 \text{ m}^2}{0,01 \text{ m}} \cdot 80 \text{ K} \Rightarrow$$

$$Q = 55.680.000 \text{ W} \cdot \text{s} \Rightarrow Q = 55.680 \text{ KW} \cdot \text{s} \Rightarrow Q = 55.680 \text{ KJ}$$

β) $\dot{Q} = \frac{Q}{t} \Rightarrow \dot{Q} = \frac{55680 \text{ KJ}}{60 \text{ s}} = \frac{55680 \text{ KW} \cdot \text{s}}{60 \text{ s}} \Rightarrow \dot{Q} = 928 \text{ KW}$

ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΕΣ ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ

Θέμα 4°

α) Αρχικά από τη σχέση $T = t^{\circ} + 273^{\circ}$ μετατρέπουμε τους 27°C σε κλίμακα Κέλβιν

$$T_1 = 27 + 273 \Rightarrow T_1 = 300 \text{ K}$$

Από την καταστατική εξίσωση των αερίων υπολογίζουμε την πίεση

$$P \cdot v = R \cdot T \Rightarrow P = \frac{R \cdot T}{v} \Rightarrow$$

$$P = \frac{287 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}} \cdot 300 \text{ K}}{1 \frac{\text{m}^3}{\text{kg}}} \Rightarrow P = \frac{287 \frac{\text{N} \cdot \text{m}}{\text{kg} \cdot \text{K}} \cdot 300 \text{ K}}{1 \frac{\text{m}^3}{\text{kg}}} \Rightarrow P = 86100 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$$

β) Πρόκειται για ισόθερμη εκτόνωση μέχρι να υποδιπλασιαστεί η πίεση του αέρα, δηλαδή:

$$P_2 = \frac{P_1}{2}$$

Για την ισόθερμη μεταβολή ισχύει:

$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{v_2}{v_1} \Rightarrow v_2 = \frac{P_1 \cdot v_1}{P_2} \Rightarrow v_2 = 2 \cdot v_1 \Rightarrow v_2 = 2 \cdot 1 \frac{\text{m}^3}{\text{kg}} \Rightarrow v_2 = 2 \frac{\text{m}^3}{\text{kg}}$$

γ) Σε μία ισόθερμη μεταβολή η εσωτερική ενέργεια παραμένει σταθερή. Συνεπώς, η μεταβολή της εσωτερικής ενέργειας είναι **μηδέν** ($\Delta U = 0$).