

Φ Ρ Ο Ν Τ Ι Σ Τ Η Ρ Ι Α
Ο Μ Ο Κ Ε Ν Τ Ρ Ο
Α. Φλωρόπουλου
 για μαθητές με απαιτήσεις

30 ΧΡΟΝΙΑ ΑΞΙΟΤΗΤΙΑΣ

http://www.floropoulos.gr - email: info@floropoulos.gr

• ΚΕΝΤΡΟ ΑΘΗΝΑΣ: Βερανζέρου 6, Πλατεία Κάνιγγος, Τηλ.: 210-38.14.584, 38.02.012, Fax: 210-330.42.42
 • ΑΓ. ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ: Λ. Βουλιαγμένης 244 (μετρό Δάφνης), Τηλ.: 210-9.76.76.76, 9.76.76.77

ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ ΣΤΟ ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΑ ΦΥΣΙΚΗΣ ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΥ Β' ΛΥΚΕΙΟΥ

Κυριακή 3 Απριλίου 2016

ΘΕΜΑ Α

A1. δ A2. γ A3. β A4. β A5. β

ΘΕΜΑ Β

B1.

A. Σωστή είναι η επιλογή α.

B. Από το διάγραμμα πίεσης $P - \text{όγκου } V$ που δίνεται, μπορούμε να υπολογίσουμε το έργο (από το εμβαδό στο διάγραμμα $P - V$ μπορώ να υπολογίσω το έργο) Το έργο στην AB μεταβολή του ιδανικού αερίου είναι θετικό (έχουμε εκτόνωση) και ίσο με το εμβαδό ($ABCD$): $W_{AB} = E_{\mu\beta, ABFD} \Rightarrow W_{AB} = P_0 \cdot (4 \cdot V_0 - V_0) \Rightarrow W_{AB} = 3 \cdot P_0 \cdot V_0$. Το έργο στην CA μεταβολή του ιδανικού αερίου είναι αρνητικό (έχουμε συμπίεση) και ίσο με το εμβαδό ($CADF$): $W_{CA} = -E_{\mu\beta, CADF} \Rightarrow W_{CA} = -((P_0/2) + P_0) / 2 \cdot (4 \cdot V_0 - V_0) \Rightarrow W_{CA} = -(9/4) \cdot P_0 \cdot V_0$. Το πηλίκο W_{AB} / W_{CA} ισούται με: $W_{AB} / W_{CA} = (3 \cdot P_0 \cdot V_0) / (- (9/4) \cdot P_0 \cdot V_0) \Rightarrow W_{AB} / W_{CA} = -4/3$.

B2.

A. Σωστή η επιλογή γ.

B. Κάθε θερμική μηχανή έχει πάντα συντελεστή απόδοσης μικρότερο από τον συντελεστή απόδοσης της υποθετικής μηχανής Carnot: $e < e_c \Rightarrow (W / Q_h) < (W_c / Q_h) \Rightarrow W < W_c$. Ο ορισμός του συντελεστή απόδοσης, της υποθετικής μηχανής του Carnot: $e_c = W_c / Q_h \Rightarrow W_c = e_c \cdot Q_h \dots$ (I) Ο συντελεστής απόδοσης της υποθετικής μηχανής του Carnot: $e_c = 1 - (T_c / T_h) \dots$ (II). Η (I) με την βοήθεια της (II) γίνεται: $W_c = (1 - (T_c / T_h)) \cdot Q_h \Rightarrow W_c = (1 - (300 / 500)) \cdot 2000 \Rightarrow W_c = (2 / 5) \cdot 2000 \Rightarrow W_c = 800 \text{ joule}$. Ισχύει $W < W_c \Rightarrow W < 800 \text{ joule}$.

B3.

A. Σωστή επιλογή είναι η β.

B. Η μεταβολή της εσωτερικής ενέργειας ΔU κατά την ισοβαρή μεταβολή: $\Delta U = n \cdot C_v \cdot \Delta T \dots$ (I). Η θερμότητα στην ισοβαρή μεταβολή: $Q_p = n \cdot C_p \cdot \Delta T \dots$ (II). Διαιρούμε κατά μέλη τις σχέσεις (I) και (II): $(I) / (II) \Rightarrow \Delta U / Q_p = n \cdot C_v \cdot \Delta T / (n \cdot C_p \cdot \Delta T) \Rightarrow \Delta U / Q_p = C_v / C_p \Rightarrow C_v / C_p = \Delta U / Q_p \Rightarrow C_v / C_p = 60 / 84 \Rightarrow C_v / C_p = 5 / 7 \Rightarrow C_p = (7 / 5) \cdot C_v \Rightarrow C_p / C_v = 7 / 5$.

Το αέριο δεν είναι μονοατομικό, για τα μονοατομικά ιδανικά αέρια ισχύει: $C_p / C_v = (5 \cdot R / 2) / (3 \cdot R / 2) \Rightarrow C_p / C_v = 5 / 3$.

ΘΕΜΑ Γ

Γ1. Καταστατική εξίσωση για την κατάσταση θερμοδυναμικής ισορροπίας A:

$$P_A \cdot V_A = n \cdot R \cdot T_A \Rightarrow V_A = n \cdot R \cdot T_A / P_A \Rightarrow V_A = 2 \cdot 100 / 2 \cdot 10^5 \Rightarrow V_A = 10^{-3} \text{ m}^3.$$

A → B: ισοβαρής θέρμανση ($P_A = P_B$):

$$V_A / T_A = V_B / T_B \Rightarrow T_B = T_A \cdot V_B / V_A \Rightarrow T_B = 100 \cdot 5 \cdot 10^{-3} / 10^{-3} \Rightarrow T_B = 500 \text{ K}.$$

B → Γ: ισόχωρη ψύξη ($V_B = V_\Gamma$):

$$P_B / T_B = P_\Gamma / T_\Gamma \Rightarrow P_\Gamma = P_B \cdot T_\Gamma / T_B \Rightarrow P_\Gamma = 2 \cdot 10^5 \cdot 100 / 500 \Rightarrow P_\Gamma = 0,4 \cdot 10^5 \text{ N / m}^2.$$

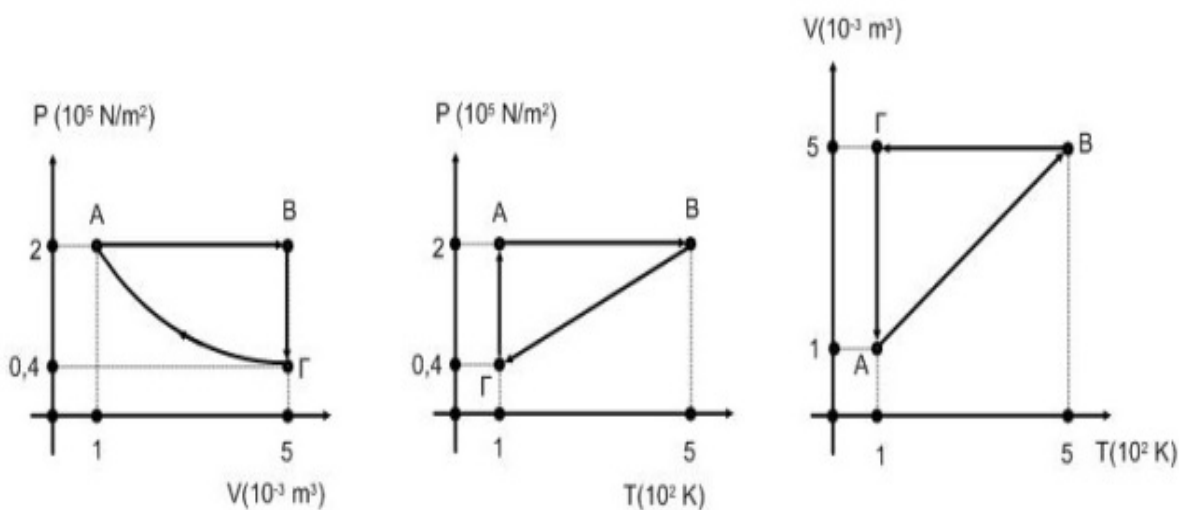
Γ → A: ισόθερμη συμπίεση ($T_\Gamma = T_A$):

$$P_\Gamma \cdot V_\Gamma = P_A \cdot V_A.$$

κατασκευάζουμε τον παρακάτω πίνακα τιμών:

	A	B	Γ
P	$2 \cdot 10^5$	$2 \cdot 10^5$	$0,4 \cdot 10^5$
V	$1 \cdot 10^{-3}$	$5 \cdot 10^{-3}$	$5 \cdot 10^{-3}$
T	100	500	100

Με βάση τις παραπάνω τιμές δημιουργούμε τα παρακάτω διαγράμματα:



Γ2. Τα ζητούμενα διαγράμματα φαίνονται στο παραπάνω σχήμα.

Γ3. Η θερμότητα στην AB ισοβαρής μεταβολή:

$$Q_{AB} = n \cdot C_p \cdot \Delta T_{AB} = (2 / R) \cdot (5 \cdot R / 2) \cdot (T_B - T_A) \Rightarrow Q_{AB} = 5 \cdot (500 - 100) = 2000 \text{ joule}.$$

Η θερμότητα στην BΓ ισόχωρη μεταβολή:

$$Q_{B\Gamma} = n \cdot C_v \cdot \Delta T_{B\Gamma} = (2 / R) \cdot (3 \cdot R / 2) \cdot (T_\Gamma - T_B) \Rightarrow Q_{B\Gamma} = 3 \cdot (100 - 500) = -1200 \text{ joule}.$$

Στην Γ → A ισόθερμη ισχύει ο 1ος θερμοδυναμικός Γ → A :

$$Q_{\Gamma A} = W_{\Gamma A} = n \cdot R \cdot T_A \cdot \ln (V_A / V_\Gamma) \Rightarrow Q_{\Gamma A} = 2 \cdot 100 \cdot \ln (10^{-3} / 5 \cdot 10^{-3}) \Rightarrow Q_{\Gamma A} = 200 \cdot (\ln 1 - \ln 5) \Rightarrow Q_{\Gamma A} = -200 \cdot 1,6 \Rightarrow Q_{\Gamma A} = -320 \text{ joule}.$$

Η συνολική θερμότητα στη διάρκεια του παραπάνω κύκλου:

$$\text{Άρα } Q_{\text{ολ}} = Q_{AB} + Q_{B\Gamma} + Q_{\Gamma A} = 2000 - 1200 - 320 = 480 \text{ joule}.$$

Γ4. Η μεταβολή της εσωτερικής ενέργειας στη μεταβολή $A \rightarrow B$ είναι:

$$\Delta U_{AB} = n \cdot C_V \cdot \Delta T_{AB} = (2/R) \cdot (3 \cdot R/2) \cdot (T_B - T_A) \Rightarrow \Delta U_{AB} = 3 \cdot (500 - 100) = 1200 \text{ joule.}$$

Η μεταβολή της εσωτερικής ενέργειας στη μεταβολή $B \rightarrow \Gamma$ είναι:

$$\Delta U_{B\Gamma} = n \cdot C_V \cdot \Delta T_{B\Gamma} = (2/R) \cdot (3 \cdot R/2) \cdot (T_\Gamma - T_B) \Rightarrow \Delta U_{B\Gamma} = 3 \cdot (100 - 500) = -1200 \text{ joule.}$$

Η μεταβολή της εσωτερικής ενέργειας στη μεταβολή $\Gamma \rightarrow A$ είναι:

$$\Delta U_{\Gamma A} = 0 \text{ γιατί η μεταβολή είναι ισόθερμη.}$$

ΘΕΜΑ Δ

Δ1. Η καταστατική εξίσωση:

$$P_A \cdot V_A = n \cdot R \cdot T_A \Rightarrow T_A = P_A \cdot V_A / n \cdot R \Rightarrow$$

$$T_A = 3,2 \cdot 10^5 \cdot 2 \cdot 10^{-3} / ((2/R) \cdot R) \Rightarrow T_A = 320 \text{ K.}$$

Η εσωτερική ενέργεια στην κατάσταση ισορροπίας A:

$$U_A = (3/2) \cdot n \cdot R \cdot T_A \Rightarrow U_A = (3/2) \cdot (2/R) \cdot R \cdot 320 \Rightarrow U_A = 960 \text{ joule.}$$

Δ2. Οι μεταβολές: $A \rightarrow B$ ισοβαρή ψύξη ($P_A = P_B$):

$$V_A / T_A = V_B / T_B \dots (I).$$

$B \rightarrow \Gamma$ ισόθερμη εκτόνωση ($T_B = T_\Gamma$):

$$P_B \cdot V_B = P_\Gamma \cdot V_\Gamma \dots (II).$$

$\Gamma \rightarrow A$ αδιαβατική συμπίεση ($Q_{\Gamma A} = 0$):

$$P_\Gamma \cdot V_\Gamma^\gamma = P_A \cdot V_A^\gamma \Rightarrow P_\Gamma = P_A \cdot (V_A / V_\Gamma)^\gamma \Rightarrow P_\Gamma = 3,2 \cdot 10^5 \cdot (2 \cdot 10^{-3} / 16 \cdot 10^{-3})^{5/3} \Rightarrow$$

$$P_\Gamma = 3,2 \cdot 10^5 / ((2^3)^{5/3}) \Rightarrow P_\Gamma = 10^{-1} \cdot 10^5 \text{ N/m}^2.$$

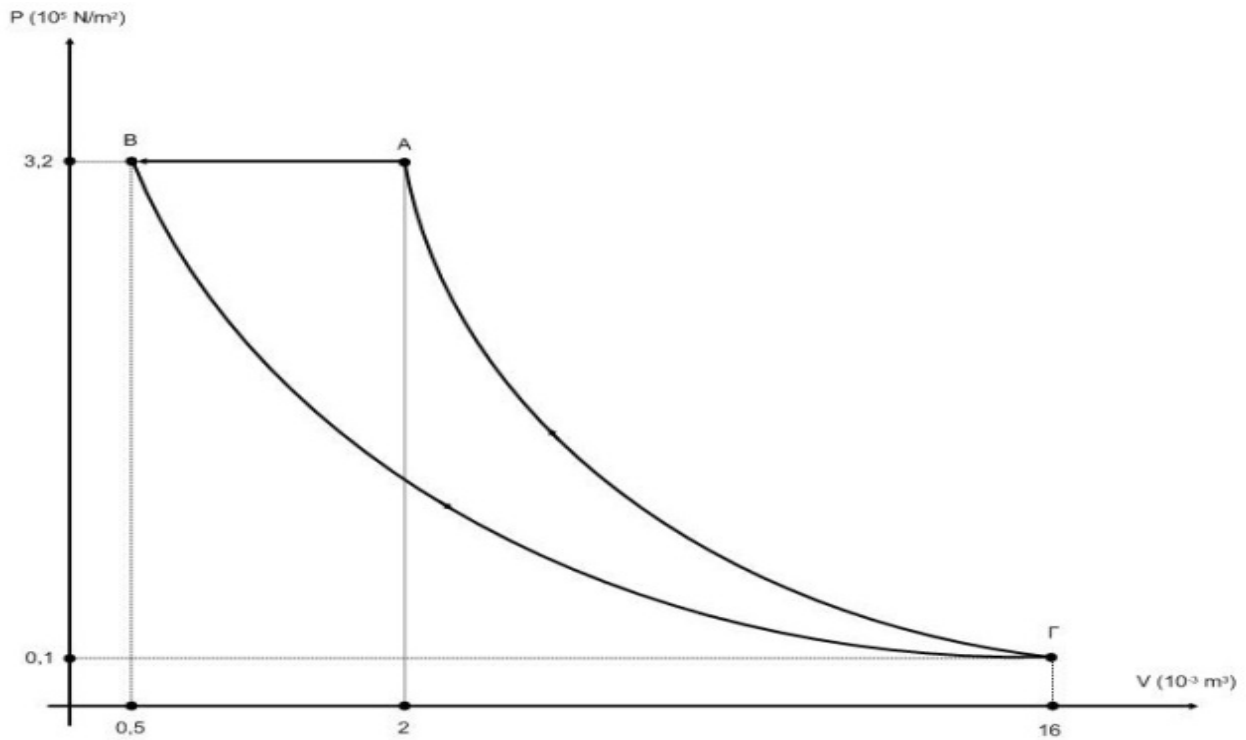
$$\text{Από την (II)} \Rightarrow V_B = V_\Gamma \cdot (P_\Gamma / P_B) \Rightarrow V_B = 16 \cdot 10^{-3} \cdot (10^{-1} \cdot 10^5 / 3,2 \cdot 10^5) \Rightarrow$$

$$V_B = 1/2 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3.$$

$$\text{Από την (I)} \Rightarrow T_B = T_A \cdot V_B / V_A \Rightarrow T_B = 320 \cdot 1/2 \cdot 10^{-3} / 2 \cdot 10^{-3} \Rightarrow T_B = 80 \text{ K.}$$

Τοποθετούμε τις παραπάνω τιμές σε ένα πίνακα:

	A	B	Γ
P	$3,2 \cdot 10^5$	$3,2 \cdot 10^5$	$0,1 \cdot 10^5$
V	$2 \cdot 10^{-3}$	$0,5 \cdot 10^{-3}$	$16 \cdot 10^{-3}$
T	320	80	80



Με τις παραπάνω τιμές του πίνακα, το ζητούμενο P - V διάγραμμα : Δ3.

Η BΓ είναι ισόθερμη εκτόνωση άρα $\Delta U_{B\Gamma} = 0$ και $Q_{B\Gamma} > 0$,

1ος Θ.Ν. στη BΓ:

$$Q_{B\Gamma} = W_{B\Gamma} + \Delta U_{B\Gamma} \Rightarrow Q_{B\Gamma} = W_{B\Gamma} \Rightarrow Q_{B\Gamma} = n \cdot R \cdot T_B \cdot \ln(V_B / V_\Gamma) \Rightarrow$$

$$Q_{B\Gamma} = P_B \cdot V_B \cdot \ln(V_\Gamma / V_B) \Rightarrow Q_{B\Gamma} = 3,2 \cdot 10^5 \cdot 0,5 \cdot 10^{-3} \cdot \ln(16 \cdot 10^{-3} / 0,5 \cdot 10^{-3}) \Rightarrow$$

$$Q_{B\Gamma} = 560 \text{ joule} .$$

Δ4. Το συνολικό έργο σε ένα κύκλο:

$$W_{ολ} = W_{AB} + W_{B\Gamma} + W_{\Gamma A} .$$

$$\text{όπου: } W_{AB} = P_A \cdot (V_B - V_A) \Rightarrow W_{AB} = 3,2 \cdot 10^5 \cdot (0,5 - 2) \cdot 10^{-3} \Rightarrow W_{AB} = - 480 \text{ joule} .$$

$$W_{B\Gamma} = Q_{B\Gamma} = 560 \text{ joule} .$$

$$W_{\Gamma A} = (P_A \cdot V_A - P_\Gamma \cdot V_\Gamma) / (1 - \gamma) \Rightarrow$$

$$W_{\Gamma A} = (3,2 \cdot 10^5 \cdot 2 \cdot 10^{-3} - 0,1 \cdot 10^5 \cdot 16 \cdot 10^{-3}) / (1 - (5 / 3)) \Rightarrow W_{\Gamma A} = - 720 \text{ joule} .$$

$$\text{Άρα : } W_{ολ} = W_{AB} + W_{B\Gamma} + W_{\Gamma A} \Rightarrow W_{ολ} = - 480 + 560 - 720 = - 640 \text{ joule} .$$