ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΑ ΣΤΗ ΦΥΣΙΚΗ

Ον/μο:……………….. **Β΄ Λυκείου**

Ύλη: Αέρια **Τεχν-Θετ Κατ**

13-11-11

<u>Θέμα 1ο:</u>

Ποιά από τις παρακάτω προτάσεις είναι η σωστή;

1.Το έργο ενός αερίου είναι:

α)πάντα θετικό.

β)θετικό, όταν εκφράζει μεταφορά ενέργειας από το περιβάλλον στο αέριο.

γ)θετικό, όταν εκφράζει μεταφορά ενέργειας από το αέριο στο περιβάλλον.

δ)μονόμετρο μέγεθος και δεν έχει νόημα το πρόσημο.

(Μον. 5)

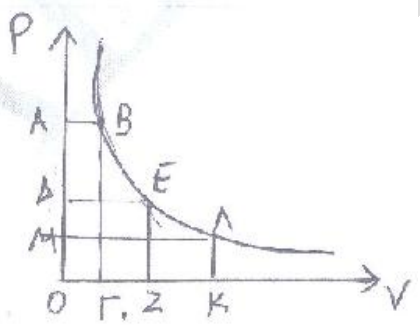
2.Μία ποσότητα ιδανικού αερίου υφίσταται ισόθερμη μεταβολή, η οποία απεικονίζεται στο παρακάτω διάγραμμα p-V. Για τα εμβαδά των τριών σκιασμένων ορθογωνίων ισχύει:

α) $E_{ΑΒΓΟ} > E_{ΔΕΖΟ} > E_{ΜΛΚΟ}$

β) $E_{ΑΒΓΟ} < E_{ΔΕΖΟ} > E_{ΜΛΚΟ}$

γ) $E_{ΑΒΓΟ} < E_{ΔΕΖΟ} < E_{ΜΛΚΟ}$

δ) $E_{ΑΒΓΟ} = E_{ΔΕΖΟ} = E_{ΜΛΚΟ}$



(Μον. 5)

3.Σε δύο δοχεία ίδιου όγκου βρίσκονται στην ίδια θερμοκρασία στο ένα 2 mol He και στο άλλο 1 mol Ar, που τα θεωρούμε ιδανικά αέρια. Ποιές από τις παρακάτω προτάσεις είναι σωστές; Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

α)Τα μόρια του He έχουν ίδια ενεργό ταχύτητα με τα μόρια του Ar.

β)Η μέση κινητική ενέργεια των μορίων είναι ίδια στα δύο δοχεία.

γ)Η πίεση είναι ίδια στα δύο δοχεία.
δ)Η πίεση στο δοχείο με το He είναι διπλάσια από την πίεση στο δοχείο με το Ar.

(Μον. 5)

4.Ποιές από τις επόμενες προτάσεις είναι σωστές και ποιές λανθασμένες; Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.
α)Σε όλες τις γνωστές εκτονώσεις έχουμε αύξηση της θερμοκρασίας.
β)Σε όλες τις γνωστές συμπιέσεις έχουμε μείωση της θερμοκρασίας.
γ)Κατά την αδιαβατική συμπίεση έχουμε αύξηση της θερμοκρασίας, γιατί το έργο που προσφέρουμε στο αέριο εμφανίζεται ως αύξηση της εσωτερικής του ενέργειας.
δ)Είναι δυνατό να αυξηθεί η θερμοκρασία μιας ποσότητας αερίου χωρίς να προσφερθεί σε αυτό θερμότητα.

(Μον. 5)

5.Μια θερμική μηχανή Carnot έχει συντελεστή απόδοσης e=0,4 και η απόλυτη θερμοκρασία της ψυχρής δεξαμενής είναι 300K. Το καθαρό ποσό θερμότητας που απορροφά το ιδανικό αέριο της μηχανής ισούται με 1000J. Να συμπληρώσετε τον παρακάτω πίνακα:

T_h	Q_h	$\lvert Q_c \rvert$	W

(Μον. 5)

<u>Θέμα 2^o:</u>

1.Να εφαρμόσετε τον πρώτο θερμοδυναμικό νόμο σε μια ισοβαρή αντιστρεπτή μεταβολή και να αποδείξετε τη σχέση $C_p=C_V+R$.

(Μον. 4)

2.Ένας εφευρέτης ισχυρίζεται ότι έφτιαξε μια θερμική μηχανή, η οποία αποδίδει ανά κύκλο στο περιβάλλον ωφέλιμο έργο $W_{ολ}$=500J και αποβάλλει ανά κύκλο θερμότητα Q_c=500J, λειτουργώντας μεταξύ των θερμοκρασιών T_h=1000K και T_c=600K. Είναι δυνατόν ο εφευρέτης να έφτιαξε μία τέτοια μηχανή; Να δικαιολογήσετε την απάντηση σας.

(Μον. 7)

3. Μία ποσότητα n moles ιδανικού μονοατομικού αερίου εκτονώνεται από την κατάσταση $A(p_A,V_A)$ στην κατάσταση $B\left(\frac{p_A}{2},2V_A\right)$.

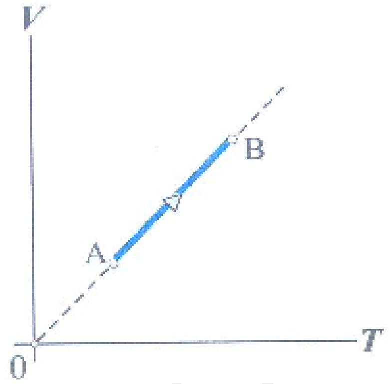
Να επιλέξετε τη σωστή πρόταση και να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.
Η εσωτερική ενέργεια του αερίου στην κατάσταση Β είναι:

α)διπλάσια από την εσωτερική ενέργεια στην κατάσταση Α.
β) ίση με την εσωτερική ενέργεια στην κατάσταση Α.
γ) ίση με το μισό της εσωτερικής ενέργειας στην κατάσταση Α.

(Μον. 7)

4.Ορισμένη ποσότητα ιδανικού αερίου υπόκειται στην αντιστρεπτή μεταβολή που φαίνεται στο παρακάτω διάγραμμα. Το πηλίκο του έργου W που αποδίδει το αέριο στο περιβάλλον προς τη θερμότητα Q που απορροφά ισούται με:

α) $\frac{W}{Q}=\gamma$ β) $\frac{W}{Q}=1-\frac{1}{\gamma}$ γ) $\frac{W}{Q}=\frac{1}{\gamma}$



Να επιλέξετε τη σωστή σχέση και να την αποδείξετε.

(Μον. 7)

<u>Θέμα 3^o:</u>

Ορισμένη ποσότητα ιδανικού αερίου βρίσκεται σε κατάσταση Α, πίεσης p_A=8atm, όγκου V_A=2L και θερμοκρασίας T_A=400K. Το αέριο υποβάλλεται στις παρακάτω διαδοχικές αντιστρεπτές μεταβολές:

Α→Β:Ισοβαρής εκτόνωση μέχρι να διπλασιαστεί ο όγκος του.
Β→Γ:Ισόθερμη εκτόνωση μέχρι να διπλασιαστεί ο όγκος του.
Γ→Δ:Ισόχωρη ψύξη μέχρι το αέριο να επανέλθει στην αρχική του θερμοκρασία.
Δ→Α:Ισόθερμη συμπίεση μέχρι το αέριο να επανέλθει στην αρχική του κατάσταση.

Να υπολογίσετε:

α)την πίεση, τον όγκο και την απόλυτη θερμοκρασία του αερίου στις καταστάσεις Β,Γ και Δ και να παραστήσετε γραφικά τις μεταβολές αυτές σε διαγράμματα p-V, p-T και V-T με βαθμολογημένους άξονες.

β)τη μεταφορική κινητική ενέργεια του συνόλου των μορίων του αερίου στην κατάσταση Β, καθώς και τον αριθμό των μορίων ανά μονάδα όγκου στην ίδια κατάσταση.

γ)τη συνολική θερμότητα και το συνολικό έργο που αντάλλαξε το αέριο με το περιβάλλον του.

δ)την απόδοση μιας θερμικής μηχανής που λειτουργεί με βάση τον παραπάνω κύκλο.

Δίνονται:

$$1\text{atm} = 10^5 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}, k = 1{,}38 \cdot 10^{-23} \frac{\text{J}}{\text{K}}, \ln 2 = 0{,}7, C_V = \frac{3R}{2} \text{ και } C_p = \frac{5R}{2}.$$

(Μον. 25)

Θέμα 4^o:

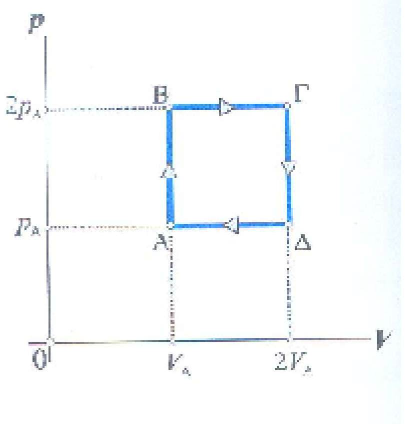
Θερμική μηχανή που χρησιμοποιεί ιδανικό μονοατομικό αέριο λειτουργεί με τον αντιστρεπτό κύκλο του παρακάτω διαγράμματος. Στην αρχική κατάσταση Α, η πίεση του αερίου είναι p_A=2atm και ο όγκος του είναι V_A=4L.

α)Να υπολογίσετε το ωφέλιμο έργο που αποδίδει το αέριο κατά τη διάρκεια ενός κύκλου.

β)Να αποδείξετε ότι στην κατάσταση Β και στην κατάσταση Δ το αέριο έχει την ίδια εσωτερική ενέργεια.

γ)Να υπολογίσετε το συντελεστή απόδοσης της θερμικής μηχανής.

δ)Να υπολογίσετε το ρυθμό με τον οποίο η θερμική μηχανή αποβάλλει θερμότητα, αν η συχνότητα λειτουργίας της ισούται με f=2Hz.



Δίνονται: $C_v = \frac{3R}{2}, C_p = \frac{5R}{2}$ και $1atm=10^5 \frac{N}{m^2}$.

(Μον. 25)

ΚΑΛΗ ΕΠΙΤΥΧΙΑ

ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ

Θέμα 1^{ο}:

1.γ

2.δ

3.α)Λ β)Σ γ)Λ δ)Σ

4.γ,δ

5.

T_h	Q_h	$\lvert Q_c \rvert$	W
500K	2500J	1500J	1000J

Θέμα 2^{ο}:

1. $Q = \Delta U + W \Rightarrow n \cdot C_p \cdot \Delta T = n \cdot C_v \cdot \Delta T + n \cdot R \cdot \Delta T \Rightarrow C_p = C_v + R$

2. $Q_h = W + \lvert Q_c \rvert \Rightarrow Q_h = 500 + 500 \Rightarrow Q_h = 1000\text{J}$ άρα $e = \dfrac{W}{Q_h} = \dfrac{500}{1000} = 0,5$

Όμως $e_c = 1 - \dfrac{T_c}{T_h} = 1 - \dfrac{600}{1000} = 1 - 0,6 = 0,4$. Δηλαδή $e_c < e$.

Αδύνατον να έφτιαξε αυτή τη μηχανή.

3.α)Η σωστή απάντηση είναι η β.

Ισχύει $P_A \cdot V_A = n \cdot R \cdot T_A \ (1)$ και $P_B \cdot V_B = n \cdot R \cdot T_B \ (2)$.

Διαιρώ κατά μέλη της 1,2 και έχουμε:

$$\frac{P_A \cdot V_A}{P_B \cdot V_B} = \frac{n \cdot R \cdot T_A}{n \cdot R \cdot T_B} \Rightarrow \frac{P_A \cdot V_A}{\frac{P_A}{2} \cdot 2V_A} = \frac{T_A}{T_B} \Rightarrow \frac{T_A}{T_B} = 1 \Rightarrow T_A = T_B.$$

Οπότε: $U_A = \dfrac{3}{2} n \cdot R \cdot T_A = \dfrac{3}{2} n \cdot R \cdot T_B = U_B$ άρα $U_A = U_B$.

4.Η σωστή απάντηση είναι το β.

Η μεταβολή είναι ισοβαρής άρα $\dfrac{W}{Q} = \dfrac{n \cdot R \cdot \Delta T}{n \cdot C_p \cdot \Delta T} = \dfrac{R}{C_p} \ (1)$.

Είναι $\gamma = \dfrac{C_p}{C_v} \Rightarrow \dfrac{1}{\gamma} = \dfrac{C_v}{C_p} \ (2)$.

Όμως $C_p = C_v + R \Rightarrow \dfrac{C_p}{C_p} = \dfrac{C_v}{C_p} + \dfrac{R}{C_p} \Rightarrow 1 = \dfrac{C_v}{C_p} + \dfrac{R}{C_p} \overset{(2)}{\Rightarrow} 1 = \dfrac{1}{\gamma} + \dfrac{R}{C_p} \Rightarrow$

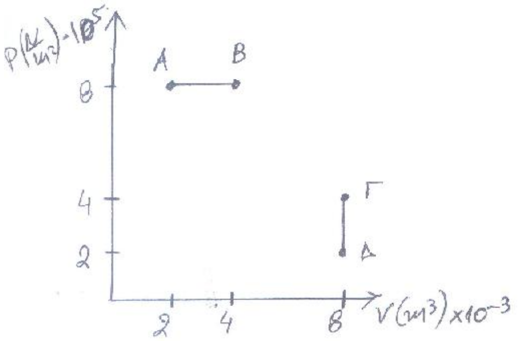
$$\frac{R}{C_p} = 1 - \frac{1}{\gamma} \ (3)$$

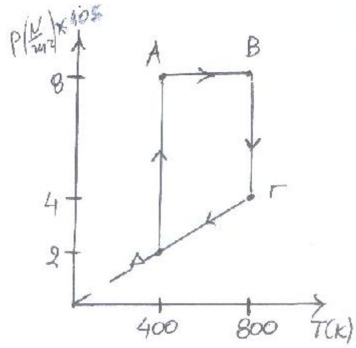
Η (1) από (3) γίνεται $\frac{W}{Q} = 1 - \frac{1}{\gamma}$.

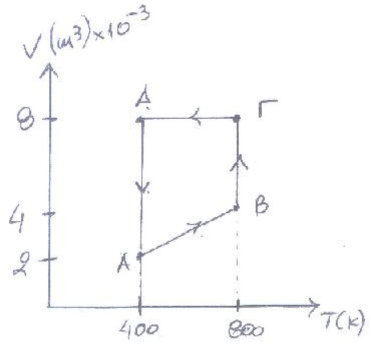
Θέμα 3ο:

α) Υπολογίζουμε τις τιμές των μεγεθών p, V, T στις καταστάσεις Β, Γ και Δ. Έτσι προκύπτουν:

	Α	**Β**	**Γ**	**Δ**
$P\left(\frac{N}{m^2}\right)$	$8 \cdot 10^5$	$8 \cdot 10^5$	$4 \cdot 10^5$	$2 \cdot 10^5$
$V(m^3)$	$2 \cdot 10^{-3}$	$4 \cdot 10^{-3}$	$8 \cdot 10^{-3}$	$8 \cdot 10^{-3}$
T(K)	400	800	800	400







β) Η μεταφορική κινητική ενέργεια του συνόλου των μορίων του αερίου είναι η εσωτερική ενέργεια του αερίου. Δηλαδή

$U_B = \frac{3}{2} nRT_B$ ή $U_B = \frac{3}{2} p_B V_B$ ή $E_{\kappa(o\lambda,B)} = U_B = 4800J$.

Από τη σχέση $pV = nKT$ έχουμε $\frac{N}{V} = \frac{p}{KT}$.

Επομένως $\frac{N}{V_B} = \frac{p_B}{KT_B}$ ή $\frac{N}{V_B} = 7,25 \cdot 10^{25}$ μόρια/m^3.

γ) $Q_{ολ} = W_{ολ} = W_{AB} + W_{BΓ} + W_{ΓΔ} + W_{ΔA}$.

Υπολογίζουμε: $W_{AB} = p_A\left(V_B - V_A\right)$ ή $W_{AB} = +1600J$

$$W_{BΓ} = nRT_B \ln\frac{V_Γ}{V_B} \text{ ή } W_{BΓ} = p_B V_B \ln\frac{V_Γ}{V_B} \text{ ή } W_{BΓ} = +2240J$$

$$W_{ΓΔ} = 0 \text{ και } W_{ΔA} = p_A V_A \ln\frac{V_A}{V_Δ} \text{ ή } W_{ΔA} = -2240J$$

Άρα $Q_{ολ}$=$W_{ολ}$=1600J.

δ)Είναι $e = \dfrac{W_{ολ}}{Q_{ολ}}$ ή e=$\dfrac{W_{ολ}}{Q_{AB} + Q_{BΓ}}$.

Είναι $\dfrac{Q_{AB}}{W_{AB}} = \dfrac{C_p}{R}$ ή $Q_{AB} = 4000J$ και $Q_{BΓ} = W_{BΓ} = 2240J$.

Άρα e=0,256.

<u>Θέμα 4ο:</u>

α)Το εμβαδόν του ορθογωνίου ΑΒΓΔ ισούται με την απόλυτη τιμή του ολικού έργου της κυκλικής μεταβολής. Επειδή η μεταβολή είναι δεξιόστροφη, το έργο είναι θετικό. Άρα:

$$W_{ολ} = +Εμβ_{(ΑΒΓΔ)} \text{ ή } W_{ολ} = +(AΔ)\cdot(AB) \text{ ή } W_{ολ} = +\left(2V_A - V_A\right)\cdot\left(2p_A - p_A\right)$$

$$\text{ή } W_{ολ} = p_A \cdot V_A = 2\cdot 10^5 \frac{N}{m^2}\cdot 4\cdot 10^{-3} m^3 \text{ ή } W_{ολ} = +800J$$

β)Η εσωτερική ενέργεια ενός ιδανικού μονοατομικού αερίου σε μία κατάσταση ισορροπίας θερμοκρασίας Τ υπολογίζεται από τον τύπο:

$$U = \frac{3}{2} nRT$$

Για να αποδείξουμε ότι το αέριο στην κατάσταση Β και Δ έχει την ίδια εσωτερική ενέργεια, πρέπει να αποδείξουμε ότι στις καταστάσεις αυτές έχει την ίδια θερμοκρασία. Εφαρμόζουμε την καταστατική εξίσωση:

<u>Για την κατάσταση Β:</u> $p_B V_B = nRT_B$ ή $T_B = \dfrac{p_B V_B}{nR}$ ή $T_B = \dfrac{2p_A V_A}{nR}$ (1)

<u>Για την κατάσταση Β:</u> $p_Δ V_Δ = nRT_Δ$ ή $T_Δ = \dfrac{p_Δ V_Δ}{nR}$ ή $T_Δ = \dfrac{2p_A V_A}{nR}$ (2)

Από τις (1) και (2) συμπεραίνουμε ότι T_B=$T_Δ$ και κατά συνέπεια U_B=$U_Δ$.

γ) Ο συντελεστής απόδοσης της θερμικής μηχανής υπολογίζεται από τη σχέση $e = \frac{W_{ολ}}{Q_h}$, όπου η Q_h η θερμότητα που απορροφά το αέριο σ' έναν κύκλο. Το αέριο απορροφά θερμότητα στην ισόχωρη θέρμανση Α→Β και στην ισοβαρή θέρμανση Β→Γ. Επομένως:

$Q_h = Q_{AB} + Q_{B\Gamma} = nC_v(T_B - T_A) + nC_p(T_\Gamma - T_B)$ ή

$Q_h = n\frac{3R}{2}(T_B - T_A) + n\frac{5R}{2}(T_\Gamma - T_B)$ ή

$Q_h = \frac{3}{2}(p_B V_B - p_A V_A) + \frac{5}{2}(p_\Gamma V_\Gamma - p_B V_B)$ ή $Q_h = \frac{13}{2} p_A V_A$.

Με αντικατάσταση των τιμών των μεγεθών προκύπτει:

$Q_h = \frac{13}{2} \cdot 2 \cdot 10^5 \frac{N}{m^2} \cdot 4 \cdot 10^{-3} m^{-3} = 5200J$

Επομένως: $e = \frac{W_{ολ}}{Q_h} = \frac{800J}{5200J} = 0{,}1538$

δ) Ο ρυθμός με τον οποίο η μηχανή αποβάλλει θερμότητα υπολογίζεται από τον τύπο: $P_{αποβ} = \frac{|Q_c|}{T}$.

Επειδή $T = \frac{1}{f}$, έχουμε: $P_{αποβ} = \frac{|Q_c|}{\frac{1}{f}}$ ή $P_{αποβ} = f \cdot |Q_c|$.

Η θερμότητα που αποβάλλεται $|Q_c|$ μπορεί να υπολογιστεί από τη σχέση:

$W_{ολ} = Q_h - |Q_c| \Rightarrow |Q_c| = Q_h - W_{ολ} \Rightarrow |Q_c| = 4400J$.

Επομένως: $P_{αποβ} = 2Hz \cdot 4400J \Rightarrow P_{αποβ} = 8800W$.