

## ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΑ ΣΤΗ ΦΥΣΙΚΗ

Όν/μο:.....

Β' Λυκείου

Ύλη: Καμπυλόγραμμες κινήσεις –  
Κρούσεις – Θερμοδυναμική

Προσανατολισμού  
7-2-2016

### Θέμα 1<sup>ο</sup>:

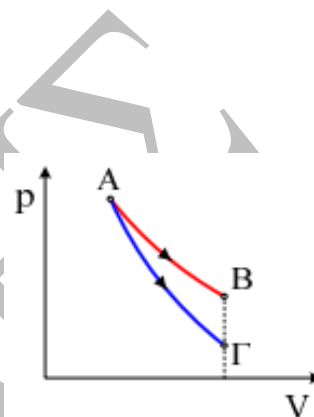
1) Μια ποσότητα μονοατομικού αερίου εκτονώνεται από μια αρχική κατάσταση Α σε όγκο  $V_1$  σε όγκο  $V_2$  ισόθερμα και αδιαβατικά όπως φαίνεται στο διπλανό σχήμα.

Αν το έργο κατά την διάρκεια της ΑΒ είναι 200 J, το έργο κατά την ΑΓ μπορεί να είναι:

- α) 200 J      β) 260 J      γ) 160 J      δ) 0

Να επιλέξετε την σωστή απάντηση.

(Μονάδες 5)



2) Σε μια αντιστρεπτή μεταβολή ορισμένης ποσότητας αερίου το μέγεθος που δεν εξαρτάται από την διαδρομή είναι:

- α) η θερμότητα  $Q$   
β) το έργο  $W$   
γ) η εσωτερική ενέργεια  $\Delta U$   
δ) όλα τα παραπάνω

Να επιλέξετε την σωστή απάντηση.

(Μονάδες 5)

3) Σε μια αδιαβατική μεταβολή ενός ιδανικού αερίου το ποσό θερμότητας που το αέριο ανταλλάσσει με το περιβάλλον είναι:

- α) θετικό  
β) αρνητικό  
γ) μηδέν  
δ) άλλοτε θετικό και άλλοτε αρνητικό ανάλογα με το εάν το αέριο συμπιέζεται ή εκτονώνεται

Να επιλέξετε την σωστή απάντηση.

(Μονάδες 5)

4) Ένα σώμα μάζας  $m = 2 \text{ kg}$  εκτελεί ομαλή κυκλική κίνηση με γραμμική ταχύτητα μέτρου  $10 \text{ m/s}$  σε κύκλο ακτίνας  $R = 1 \text{ m}$ . Εάν υποδιπλασιαστεί η γραμμική του ταχύτητα τότε η νέα κεντρομόλος δύναμη θα έχει μέτρο:

- α) 200 N      β) 50 N      γ) 100 N      δ) 250 N

Να επιλέξετε την σωστή απάντηση.

(Μονάδες 5)

5) Μια μπάλα μάζας  $m = 5 \text{ kg}$  κινούμενη οριζόντια με ταχύτητα  $U = 2 \text{ m/s}$ , προσπίπτει κάθετα σε κατακόρυφο τοίχο και ανακλάται με ταχύτητα ίσου μέτρου με την προσπίπτουσα. Το μέτρο της μεταβολής της ορμής είναι:

- α)  $10 \text{ kg} \cdot \text{m} / \text{s}$       β)  $20 \text{ kg} \cdot \text{m} / \text{s}$       γ) 0      δ)  $5 \text{ kg} \cdot \text{m} / \text{s}$

Να επιλέξετε την σωστή απάντηση.

(Μονάδες 5)

### Θέμα 2<sup>ο</sup>:

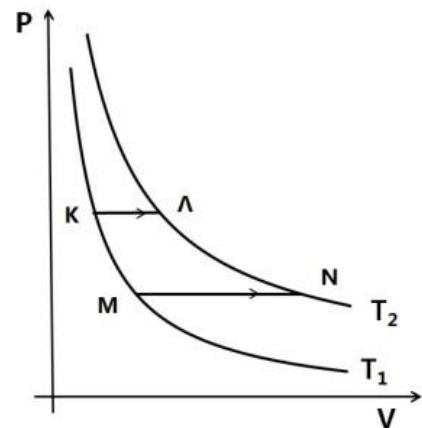
1) Στο διάγραμμα απεικονίζονται δύο ισόθερμες καμπύλες μιας ποσότητας ιδανικού αερίου.

Για τις ισοβαρείς μεταβολές ΚΛ και ΜΝ ισχύει:

α)  $W_{\text{ΚΛ}} > W_{\text{ΜΝ}}$

β)  $W_{\text{ΚΛ}} = W_{\text{ΜΝ}}$

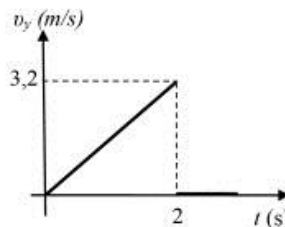
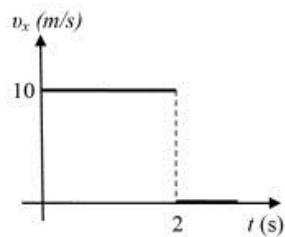
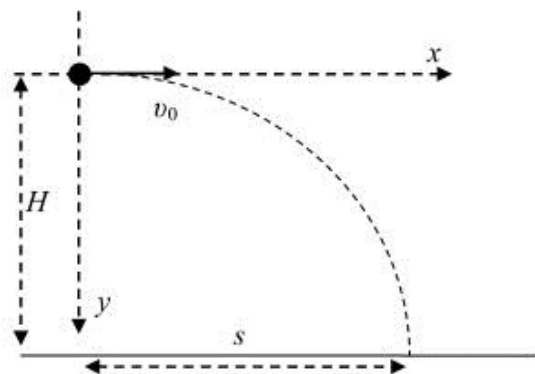
γ)  $W_{\text{ΚΛ}} < W_{\text{ΜΝ}}$



Να επιλέξετε την σωστή πρόταση και να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

(Μονάδες 8)

2) Τα διαγράμματα που ακολουθούν αναφέρονται στην περίπτωση μιας οριζόντιας βολής στη Σελήνη που γίνεται από ύψος  $H$ , και αφορούν τις συνιστώσες της ταχύτητας κατά μήκος των αξόνων  $x$  και  $y$ . Θεωρούμε ότι το σώμα που εκτελεί την οριζόντια βολή, ακινητοποιείται στιγμιαία μόλις φτάνει στο σεληνιακό έδαφος, όπως φαίνεται και από τα διαγράμματα.



Οι τιμές της επιτάχυνσης της βαρύτητας στην επιφάνεια της Σελήνης, του ύψους  $H$  και της οριζόντιας απόστασης  $S$  στην οποία το σώμα χτυπά στο έδαφος είναι αντιστοίχως:

- α)  $10 \text{ m/s}^2$ ,  $10 \text{ m}$ ,  $2 \text{ m}$
- β)  $1,6 \text{ m/s}^2$ ,  $3,2 \text{ m}$ ,  $20 \text{ m}$
- γ)  $1,6 \text{ m/s}^2$ ,  $2 \text{ m}$ ,  $10 \text{ m}$

Να επιλέξετε την σωστή πρόταση και να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

(Μονάδες 9)

3) Ένα σώμα μάζας  $m = 4 \text{ kg}$  διαγράφει κατακόρυφο κύκλο δεμένο στο άκρο νήματος μήκους  $l = 2 \text{ m}$ . Τη στιγμή που περνάει από το χαμηλότερο σημείο της τροχιάς του, έχει ταχύτητα μέτρου  $U = 10 \text{ m/s}$ .

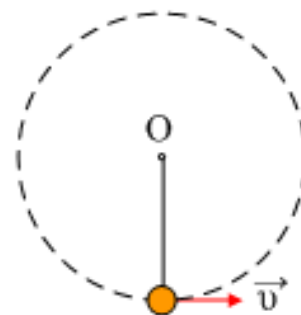
Δίνεται  $g = 10 \text{ m/s}^2$ .

Το μέτρο της τάσης του νήματος στο κατώτατο σημείο είναι:

- α)  $40 \text{ N}$
- β)  $140 \text{ N}$
- γ)  $240 \text{ N}$

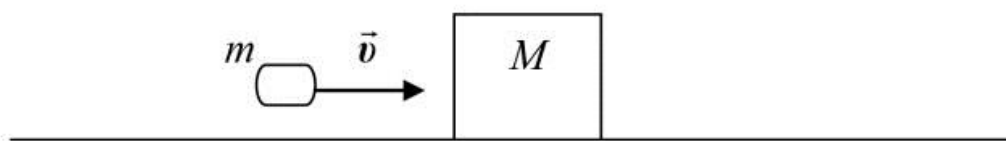
Να επιλέξετε την σωστή πρόταση και να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

(Μονάδες 8)



**Θέμα 3<sup>ο</sup>:**

Ένα κιβώτιο μάζας  $M = 970 \text{ g}$  βρίσκεται ακίνητο πάνω σε οριζόντιο δάπεδο με το οποίο εμφανίζει συντελεστή τριβής ολίσθησης  $\mu = 0,2$ . Βλήμα μάζας  $m = 30 \text{ g}$  κινείται με οριζόντια ταχύτητα μέτρου  $v = 200 \text{ m / s}$  συγκρούεται με το ακίνητο κιβώτιο και σφηνώνεται σ' αυτό, οπότε δημιουργείται συσσωμάτωμα.



α) Να υπολογίσετε το μέτρο της ταχύτητας με την οποία ξεκινά να κινείται το συσσωμάτωμα.

β) Να βρείτε το μέτρο της μέσης δύναμης  $F$  που ασκείται από το βλήμα στο κιβώτιο, αν το βλήμα ακινητοποιήθηκε μέσα στο κιβώτιο σε χρονικό διάστημα  $\Delta t = 0,01 \text{ s}$ .

γ) Να υπολογίσετε την απώλεια της κινητικής ενέργειας του συστήματος κιβώτιο – βλήμα λόγω της κρούσης.

δ) Να βρείτε το διάστημα που θα διανύσει το συσσωμάτωμα, αμέσως μετά την κρούση, μέχρι να σταματήσει.

Δίνεται η επιτάχυνση της βαρύτητας στην επιφάνεια της Γης  $g = 10 \text{ m / s}^2$ .

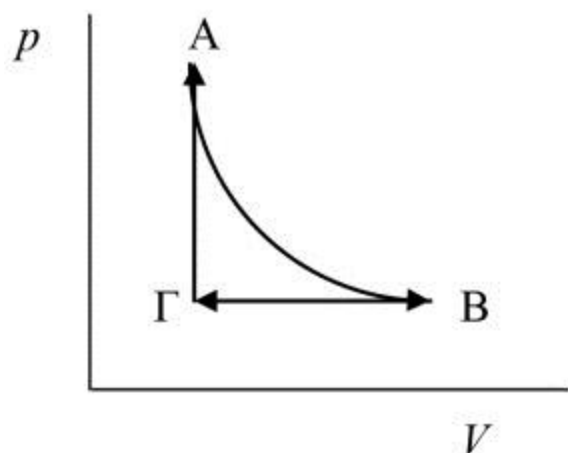
**(Μονάδες 25)**

**Θέμα 4<sup>ο</sup>:**

Ορισμένη ποσότητα ιδανικού αερίου υφίσταται τις παρακάτω αντιστρεπτές μεταβολές:  $A \rightarrow B$ : ισόθερμη εκτόνωση,  $B \rightarrow \Gamma$ : ισοβαρής συμπίεση και  $\Gamma \rightarrow A$ : ισόχωρη θέρμανση.

Δίνονται για τις καταστάσεις θερμοδυναμικής ισορροπίας A και B:

$$P_A = 4 \cdot 10^5 \text{ N / m}^2, V_A = 2 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3, V_B = 4 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3.$$



α) Να βρείτε το έργο που ανταλλάσσεται μεταξύ αερίου και περιβάλλοντος για κάθε μία από τις παραπάνω αντιστρεπτές μεταβολές.

β) Για κάθε μία μεταβολή να βρείτε τη μεταβολή της εσωτερικής ενέργειας του αερίου και το ποσό θερμότητας που ανταλλάσσεται μεταξύ αερίου και περιβάλλοντος.

γ) Εάν μια μηχανή λειτουργεί με το ιδανικό αέριο που εκτελεί τον παραπάνω κύκλο, να βρείτε την απόδοση αυτής της μηχανής.

δ) Να βρεθεί η απόδοση μιας ιδανικής μηχανής Carnot η οποία λειτουργεί μεταξύ των ίδιων ακραίων θερμοκρασιών.

Δίνονται: Για το ιδανικό αέριο η γραμμομοριακή ειδική θερμότητα υπό σταθερό όγκο  $C_v = 3 \cdot R / 2$ ,  $\ln 2 = 0,7$ .

**(Μονάδες 25)**

**ΚΑΛΗ ΕΠΙΤΥΧΙΑ**

## Ενδεικτικές Απαντήσεις

### Θέμα 1<sup>ο</sup>:

- 1)  $\gamma$       2)  $\gamma$       3)  $\gamma$       4)  $\beta$       5)  $\beta$

### Θέμα 2<sup>ο</sup>:

1) Το έργο στην ΚΛ ισοβαρή μεταβολή :

$$W_{ΚΛ} = P_1 \cdot \Delta V_{ΚΛ} \Rightarrow W_{ΚΛ} = P_1 \cdot (V_{\Lambda} - V_{Κ}) \Rightarrow W_{ΚΛ} = P_1 \cdot V_{\Lambda} - P_1 \cdot V_{Κ} \Rightarrow$$

$$W_{ΚΛ} = n \cdot R \cdot T_{\Lambda} - n \cdot R \cdot T_{Κ} \Rightarrow W_{ΚΛ} = n \cdot R \cdot (T_2 - T_1) \text{ (I)}$$

Το έργο στην ΜΝ ισοβαρή μεταβολή :

$$W_{ΜΝ} = P_2 \cdot \Delta V_{ΜΝ} \Rightarrow W_{ΜΝ} = P_2 \cdot (V_{Ν} - V_{Μ}) \Rightarrow W_{ΜΝ} = P_2 \cdot V_{Ν} - P_2 \cdot V_{Μ} \Rightarrow$$

$$W_{ΜΝ} = n \cdot R \cdot T_{Ν} - n \cdot R \cdot T_{Μ} \Rightarrow W_{ΜΝ} = n \cdot R \cdot (T_2 - T_1) \text{ (II)}$$

Από τις σχέσεις (I) και (II) παρατηρούμε ότι  $W_{ΚΛ} = W_{ΜΝ}$ .

**Σωστο το β.**

2) Δίνονται τα διαγράμματα των συνιστωσών ταχυτήτων σε μια οριζόντια βολή που γίνεται σε ύψος  $H$  από την επιφάνεια της Σελήνης .

Από τα δύο διαγράμματα των  $v_x$  και  $v_y$  διαπιστώνουμε ότι ο χρόνος της οριζόντιας βολής είναι  $t = 2 \text{ s}$  .

Από το διάγραμμα  $v_x = f(t)$  βρίσκουμε ότι  $v_x = v_0 = 10 \text{ m / s}$  .

Το βεληνεκές (οριζόντια μετατόπιση) είναι :

$$S = v_0 \cdot t \Rightarrow S = 10 \cdot 2 \Rightarrow \mathbf{S = 20 \text{ m}}$$

Από το διάγραμμα  $v_y = f(t)$  έχουμε :

$v_y / t = 3,2 / 2 \Rightarrow v_y / t = 1,6 \text{ m / s}^2$  , η κλίση στο διάγραμμα αυτό είναι ίση με την επιτάχυνση της βαρύτητας στην επιφάνεια της Σελήνης.

Άρα  $\mathbf{g_{\Sigma} = 1,6 \text{ m / s}^2}$

Και για το ύψος  $H$  ισχύει η σχέση (κατακόρυφη μετατόπιση):

$$H = \frac{1}{2} \cdot g_{\Sigma} \cdot t^2 \Rightarrow H = \frac{1}{2} \cdot 1,6 \cdot 2^2 \Rightarrow H = 3,2 \text{ m}$$

**Σωστο το β.**

3) Οι δυνάμεις που ασκούνται στο σώμα είναι το βάρος και η τάση του νήματος, όπως στο σχήμα.

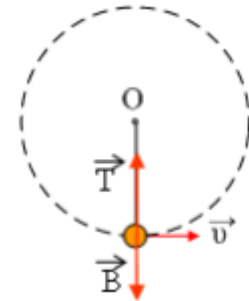
$$B = mg = 40 \text{ N}$$

Επειδή το σώμα εκτελεί κυκλική κίνηση:

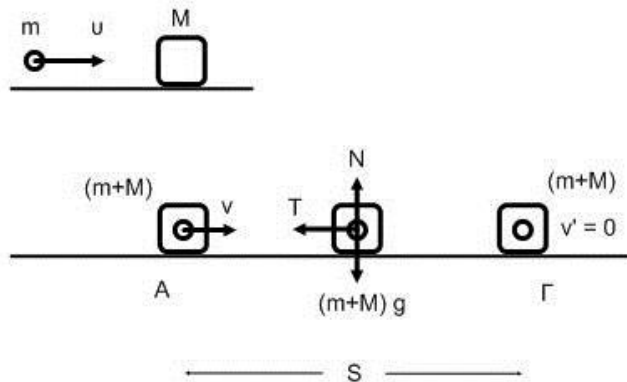
$$\Sigma F = F_{\text{κεντρ}} = mv^2 / R \text{ ή } T - B = mv^2 / R \text{ ή}$$

$$T = mg + mv^2 / R = 40 + 4 \cdot 100 / 2 = 240 \text{ N}$$

**Σωστο το γ.**



**Θέμα 3<sup>ο</sup>:**



α) Αρχή διατήρησης της ορμής στις θέσεις πριν και μετά την κρούση (δείτε στο σχήμα):

(διανυσματική σχέση που ισχύει σε μονωμένο σύστημα, όπου  $\Sigma F_{\epsilon\xi} = 0$ )

$$P_{\text{ολ,αρχ}} = P_{\text{ολ,τελ}} \Rightarrow m \cdot v + 0 = (m + M) \cdot v \Rightarrow v = m \cdot v / (M + m) \Rightarrow v = 6 \text{ m / s .}$$

β) Ο 2ος γενικευμένος νόμος του Newton για το κιβώτιο M:

$$\Sigma F = \Delta P / \Delta t \Rightarrow F = (M \cdot v - 0) / \Delta t \Rightarrow$$

$$F = (M \cdot v - 0) / \Delta t = (M \cdot v - 0) / \Delta t \Rightarrow F = (0,97 \cdot 6 / 0,01) \Rightarrow$$

$$F = 582 \text{ N}$$



γ) Η μεταβολή της κινητικής ενέργειας του συστήματος λόγω της κρούσης:

$$\Delta K_{\text{συστ}} = K_{\text{τελ}} - K_{\text{αρχ}} \Rightarrow \Delta K_{\text{συστ}} = \frac{1}{2} \cdot (m + M) \cdot v^2 - \frac{1}{2} \cdot m \cdot u^2 \Rightarrow$$

$$\Delta K_{\text{συστ}} = \frac{1}{2} \cdot (0,03 + 0,97) \cdot 6^2 - \frac{1}{2} \cdot 0,03 \cdot 200^2 \Rightarrow \Delta K_{\text{συστ}} = -582 \text{ joule} .$$

Το μείον εκφράζει την μείωση της κινητικής ενέργειας του συστήματος, στην εκφώνηση διατυπώνεται σαν απώλεια.

δ) Θεώρημα μεταβολής της κινητικής ενέργειας για το συσσωμάτωμα (m + M) μεταξύ των θέσεων Α και Γ του σχήματος:

$$K_{\text{τελ}}' - K_{\text{αρχ}}' = W_T \Rightarrow 0 - \frac{1}{2} \cdot (m + M) \cdot v^2 = -T \cdot S \Rightarrow$$

$$-\frac{1}{2} \cdot (m + M) \cdot v^2 = -\mu \cdot (M + m) \cdot S \Rightarrow S = \frac{v^2}{2 \cdot \mu \cdot g} \Rightarrow$$

$$S = 36 / 4 \Rightarrow S = 9 \text{ m}$$

#### Θέμα 4<sup>ο</sup>:

α) Οι νόμοι των αερίων σε όλες τις μεταβολές:

A → B ισόθερμη εκτόνωση ( $T_A = T_B$ ):

$$P_A \cdot V_A = P_B \cdot V_B \Rightarrow P_B = P_A \cdot V_A / V_B \Rightarrow P_B = 4 \cdot 10^5 \cdot 2 \cdot 10^{-3} / 4 \cdot 10^{-3} \Rightarrow$$

$$P_B = 2 \cdot 10^5 \text{ N / m}^2$$

B → Γ ισοβαρής συμπίεση ( $P_B = P_\Gamma$ ):

$$V_B / T_B = V_\Gamma / T_\Gamma \Rightarrow T_\Gamma = T_B \cdot V_\Gamma / V_B \Rightarrow T_\Gamma = T_A \cdot V_\Gamma / V_B \quad (1)$$

Γ → Α ισόχωρη θέρμανση ( $V_\Gamma = V_A$ ):

$$P_\Gamma / T_\Gamma = P_A / T_A$$

Η σχέση (1) γίνεται:  $T_\Gamma = T_A \cdot V_A / V_B \Rightarrow$

$$T_\Gamma = (2 \cdot 10^{-3} / 4 \cdot 10^{-3}) \cdot T_A \Rightarrow T_\Gamma = T_A / 2$$



Με τις παραπάνω τιμές δημιουργούμε τον πίνακα:

	A	B	Γ
P	$4 \cdot 10^5$	$2 \cdot 10^5$	$2 \cdot 10^5$
V	$2 \cdot 10^{-3}$	$4 \cdot 10^{-3}$	$2 \cdot 10^{-3}$
T	$T_A$	$T_A$	$T_A / 2$

Το έργο στη μεταβολή AB:

$$W_{AB} = n \cdot R \cdot T_A \cdot \ln(V_B / V_A) \Rightarrow W_{AB} = P_A \cdot V_A \cdot \ln(V_B / V_A)$$

$$\Rightarrow W_{AB} = 4 \cdot 10^5 \cdot 2 \cdot 10^{-3} \cdot \ln(4 \cdot 10^{-3} / 2 \cdot 10^{-3}) \Rightarrow W_{AB} = 800 \cdot \ln 2 = 560 \text{ joule}$$

Το έργο στη μεταβολή ΒΓ:

$$W_{BG} = P_B \cdot (V_G - V_B) \Rightarrow W_{BG} = 2 \cdot 10^5 \cdot (2 \cdot 10^{-3} - 4 \cdot 10^{-3}) \Rightarrow W_{BG} = -400 \text{ joule}$$

Το έργο στη μεταβολή ΓΑ:

$$W_{GA} = 0 \text{ η μεταβολή είναι ισόχωρη}$$

**β)** Η μεταβολή της εσωτερικής ενέργειας στην AB:

$$\Delta U_{AB} = 0 \text{ γιατί είναι ισόθερμη μεταβολή}$$

Η μεταβολή της εσωτερικής ενέργειας στην ΒΓ:

$$\Delta U_{BG} = n \cdot C_v \cdot \Delta T_{BG} \Rightarrow \Delta U_{BG} = n \cdot 3 \cdot R / 2 \cdot (T_G - T_B) \Rightarrow$$

$$\Delta U_{BG} = 3 / 2 \cdot (P_G \cdot V_G - P_B \cdot V_B) \Rightarrow$$

$$\Delta U_{BG} = 3 / 2 \cdot (2 \cdot 10^5 \cdot 2 \cdot 10^{-3} - 2 \cdot 10^5 \cdot 4 \cdot 10^{-3}) \Rightarrow \Delta U_{BG} = -600 \text{ joule}$$

Η μεταβολή της εσωτερικής ενέργειας στην ΓΑ:

$$\Delta U_{GA} = n \cdot C_v \cdot \Delta T_{GA} \Rightarrow \Delta U_{GA} = n \cdot 3 \cdot R / 2 \cdot (T_A - T_G) \Rightarrow$$

$$\Delta U_{GA} = 3 / 2 \cdot (P_A \cdot V_A - P_G \cdot V_G) \Rightarrow$$

$$\Delta U_{GA} = 3 / 2 \cdot (4 \cdot 10^5 \cdot 2 \cdot 10^{-3} - 2 \cdot 10^5 \cdot 2 \cdot 10^{-3}) \Rightarrow$$

$$\Delta U_{GA} = 3 / 2 \cdot (800 - 400) = 600 \text{ joule}$$

1ος Θ.Ν. στην  $A \rightarrow B$  :

$$Q_{AB} = \Delta U_{AB} + W_{AB} \Rightarrow Q_{AB} = 0 + 560 = 560 \text{ joule}$$

1ος Θ.Ν. στην  $B \rightarrow \Gamma$  :

$$Q_{B\Gamma} = \Delta U_{B\Gamma} + W_{B\Gamma} \Rightarrow Q_{B\Gamma} = -600 - 400 = -1000 \text{ joule}$$

1ος Θ.Ν. στην  $\Gamma \rightarrow A$  :

$$Q_{\Gamma A} = \Delta U_{\Gamma A} + W_{\Gamma A} \Rightarrow Q_{\Gamma A} = 600 + 0 = 600 \text{ joule}$$

γ) Η θερμότητα της θερμής δεξαμενής  $Q_h$  :

$$Q_h = Q_{\Gamma A} + Q_{AB} \Rightarrow Q_h = 600 + 560 \Rightarrow Q_h = 1160 \text{ joule}$$

$$Q_c = Q_{B\Gamma} = -1000 \text{ joule}$$

Η απόδοση της θερμικής μηχανής:

$$e = 1 - (|Q_c| / Q_h) \Rightarrow e = 1 - (1000 / 1160) = 1 - 0,86 \Rightarrow e = 0,14$$

δ) Η απόδοση της μηχανής Carnot είναι:

$$e_c = 1 - (T_c / T_h) \Rightarrow e_c = 1 - ((T_A / 2) / T_A) \Rightarrow e_c = 1 - 1/2 \Rightarrow e_c = 1/2$$