**ΘΕΡΜΟΔΥΝΑΜΙΚΗ - ΑΣΚΗΣΕΙΣ**

**1)** Ιδανικό μονοατομικό αέριο ποσότητας 1/*R* mol (το *R* είναι αριθμητικά ίσο με τη σταθερά των ιδανικών αερίων εκφρασμένη σε ) και θερμοκρασίας 27°C βρίσκεται σε κυλινδρικό δοχείο η πάνω επιφάνεια του οποίου φράσσεται από έμβολο μάζας *m* = 300 kg και επιφάνειας, εμβαδού *Α*= 100 cm2. Το έμβολο μπορεί να μετακινείται χωρίς τριβές και αρχικά ισορροπεί.

**Δ1)** Να υπολογίσετε την αρχική πίεση του αερίου.

Στη συνέχεια το αέριο θερμαίνεται αντιστρεπτά έως τη θερμοκρασία των 127°C .

**Δ2)**. Να υπολογίσετε τον τελικό όγκο του αερίου.

**Δ3)** Πόσο ανυψώθηκε το έμβολο ;

**Δ4)** Το έμβολο ακινητοποιείται (ασφαλίζεται) στη νέα αυτή θέση και το αέριο ψύχεται στην αρχική του θερμοκρασία. Να υπολογίσετε πόση θερμότητα ανταλλάσσεται μεταξύ αερίου και περιβάλλοντος.

Δίνεται η ατμοσφαιρική πίεση στην περιοχή που βρίσκεται το δοχείο *patm*= 105 Ν/m2 , η επιτάχυνση της βαρύτητας στην επιφάνεια της Γής *g* = 10 m/s2 και *Cv* = 3·*R*/2.

**2)** Ποσότητα μονατομικού ιδανικού αερίου βρίσκεται στην κατάσταση θερμοδυναμικής ισορροπίας Α (*p*0, *V*0, *T0*). Το αέριο εκτελεί αρχικά ισόθερμη αντιστρεπτή μεταβολή έως την κατάσταση θερμοδυναμικής ισορροπίας Β (*p*Β, 3·*V*0, *T*Β). Ακολούθως συμπιέζεται ισοβαρώς ως την κατάσταση θερμοδυναμικής ισορροπίας Γ (*p*Γ, *V*Γ, *T*Γ), ώστε κατόπιν εκτελώντας ισόχωρη αντιστρεπτή μεταβολή να επανέλθει στην κατάσταση Α.

**Δ1)** Να βρεθούν η πίεση *p*Β και η θερμοκρασία *Τ*Γ συναρτήσει των *p*0 και *Τ*0, με εφαρμογή των αντίστοιχων νόμων.

**Δ2)** Να γίνει η γραφική παράσταση των μεταβολών σε άξονες *p*-*V*, όπου θα φαίνονται οι τιμές της πίεσης, του όγκου και της θερμοκρασίας του αερίου στις καταστάσεις Α, Β και Γ, συναρτήσει των *p*0, *V*0, *T*0. (Οι τιμές της θερμοκρασίας θα σημειωθούν πάνω στις ισόθερμες καμπύλες που διέρχονται από τα Α, Β και Γ).

**Δ3)** Να υπολογιστεί ο λόγος των μεταβολών της εσωτερικής ενέργειας Δ*U*ΓΑ/Δ*U*ΒΓ του αερίου κατά τις μεταβολές ΓΑ και ΒΓ.

**Δ4)** Να υπολογιστεί το ολικό έργο του αερίου κατά την κυκλική μεταβολή, αν δίνεται ότι *p*0=3·105Ν/m2, *V*0 = 10-3 m3 και ln3 = 1,1.

**3)** Ορισμένη ποσότητα μονοατομικού ιδανικού αερίου βρίσκεται στην κατάσταση θερμοδυναμικής ισορροπίας Α, όπου οι τιμές της πίεσης, του όγκου και της απόλυτης θερμοκρασίας του είναι αντίστοιχα *p*o=2∙105Ν/m2, *V*o= 10-3m3 και *T*o = 300 Κ. Στην συνέχεια το αέριο εκτελεί ισόθερμη αντιστρεπτή μεταβολή έως την κατάσταση θερμοδυναμικής ισορροπίας Β, όπου καταλαμβάνει όγκο 2*V*o. Ακολούθως θερμαίνεται ισόχωρα ως την κατάσταση Γ, όπου η πίεση είναι 2*p*o.

**Δ1)** Να υπολογιστούν η πίεση στην κατάσταση θερμοδυναμικής ισορροπίας Β και η απόλυτη θερμοκρασία στην κατάσταση θερμοδυναμικής ισορροπίας Γ.

**Δ2)** Να γίνει η γραφική παράσταση των αντιστρεπτών μεταβολών ΑΒ και ΒΓ σε βαθμολογημένους άξονες πίεσης – όγκου καθώς και σε άξονες όγκου - απόλυτης θερμοκρασίας.

**Δ3)** Να βρεθεί το έργο που παράγει το αέριο στη διάρκεια της συνολικής μεταβολής από την κατάσταση θερμοδυναμικής ισορροπίας Α έως την κατάσταση θερμοδυναμικής ισορροπίας Γ.

**Δ4)** Να βρεθεί η θερμότητα που προσφέρθηκε στο αέριο κατά τη διάρκεια της συνολικής μεταβολής από την κατάσταση θερμοδυναμικής ισορροπίας Α έως την κατάσταση θερμοδυναμικής ισορροπίας Γ.

**4)** Το ιδανικό αέριο μιας θερμικής μηχανής βρίσκεται στη κατάσταση A (*p*A, *V*A, *T*A). Το αέριο υποβάλλεται σε κυκλική αντιστρεπτή μεταβολή  όπου:

1.  ισόχωρη μεταβολή μέχρι να διπλασιαστεί η πίεση του

2. ισόθερμη εκτόνωση

3. ισοβαρής συμπίεση μέχρι την αρχική κατάσταση Α, στην οποία το αέριο απορροφά από το περιβάλλον ενέργεια με τη μορφή έργου 400 J.

**Δ1)** Να απεικονίσετε ποιοτικά τη παραπάνω μεταβολή σε διάγραμμα *p – V*.

**Δ2)** Να υπολογίσετε τη μεταβολή της εσωτερικής ενέργειας .

**Δ3)** Να υπολογίσετε το έργο που παράγει το αέριο στην ισόθερμη εκτόνωση.

**Δ4)** Να βρείτε το συντελεστή απόδοσης μιας θερμικής μηχανής της οποίας το ιδανικό αέριο εκτελεί αυτήν την κυκλική μεταβολή.

Δίνονται: η γραμμοριακή ειδική θερμότητα υπό σταθερό όγκο , *R* η σταθερά των ιδανικών αερίων στο S.I. και 

**5)** Ποσότητα αερίου υδρογόνου βρίσκεται στην ίδια θερμοκρασία με ποσότητα αερίου οξυγόνου (και τα δύο αέρια θεωρούνται ιδανικά).

**Δ1)** Ποιος είναι ο λόγος των μέσων μεταφορικών κινητικών ενεργειών των μορίων των δύο αερίων;

**Δ2)**  Ποιος είναι ο λόγος των ενεργών ταχυτήτων των μορίων των δύο αερίων ;

Στη συνέχεια χωρίς να μεταβληθεί η ποσότητα του υδρογόνου, συμπιέζεται ο όγκος του αερίου στο μισό (σε σχέση με τον αρχικό όγκο). Ποιος είναι ο λόγος των ενεργών ταχυτήτων των μορίων του υδρογόνου, πριν και μετά τη μεταβολή του όγκου του όταν αυτή η μεταβολή συντελείται:

**Δ3)** υπό σταθερή θερμοκρασία;

**Δ4)** υπό σταθερή πίεση;

Δίνεται οι γραμμομοριακές μάζες του υδρογόνου, *Μ*Η2 = 2·10-3 kg/mοℓ, και του οξυγόνου *Μ*Ο2 = 32·10-3 kg/mοℓ.

**6)** Μια ποσότητα ιδανικού μονοατομικού αερίου μιας θερμικής μηχανής εκτελεί κυκλική θερμοδυναμική μεταβολή ΑΒΓΑ, ως εξής: από την κατάσταση θερμοδυναμικής ισορροπίας Α με  *pA* = 10•105 N/m2 και *VA* = 1 L, εκτονώνεται ισοβαρώς στην κατάσταση Β με *VΒ* = 2 L , από την Β εκτονώνεται αδιαβατικά στην κατάσταση Γ με *VΓ* = 4$\sqrt{2}$ L και τέλος από την κατάσταση Γ επανέρχεται ισόθερμα στην κατάσταση Α.

Δ1) Να απεικονίσετε τη κυκλική μεταβολή σε διάγραμμα *p-V* και να σημειώσετε όσα δεδομένα γνωρίζετε.

Δ2) Να υπολογίσετε, για κάθε επιμέρους μεταβολή, τη θερμότητα *Q,*το έργο *W* και τη μεταβολή της εσωτερικής ενέργειας Δ*U.*

Δ3) Να υπολογίσετε τον συντελεστή απόδοσης της θερμικής αυτής μηχανής καθώς επίσης και τον συντελεστή απόδοσης μιας μηχανής Carnot που θα λειτουργούσε μεταξύ των ίδιων ακραίων θερμοκρασιών της παραπάνω κυκλικής μεταβολής.

Δ4) Εάν η μηχανή πραγματοποιεί 120 κύκλους σε 1 λεπτό να υπολογίσετε την μηχανική ενέργεια που αποδίδει η μηχανή σε 10 λεπτά.

Δίνονται: *γ* = 5/3, *ln*2 ≈ 0,7 → *ln*4$\sqrt{2}$ = $\frac{5}{2}$ • 0,7

**7)**

Γ

P (105 N/m2)

 10

 5

T1 2T1 T

A

B

Μια ποσότητα ιδανικού μονοατομικού αερίου μιας θερμικής μηχανής εκτελεί την κυκλική θερμοδυναμική μεταβολή ΑΒΓΑ που φαίνεται στο παραπάνω διάγραμμα *P-T*.

Δ1) Να υπολογίσετε, για κάθε επιμέρους μεταβολή, τη θερμότητα *Q,*το έργο *W* και τη μεταβολή της εσωτερικής ενέργειας Δ*U*, εάν το έργο κατά την μεταβολή ΓΑ είναι *WΓ→Α* = - 700 J.

Δ2) Να υπολογίσετε τον συντελεστή απόδοσης της θερμικής αυτής μηχανής καθώς επίσης και τον συντελεστή απόδοσης μιας μηχανής Carnot που θα λειτουργούσε μεταξύ των ίδιων ακραίων θερμοκρασιών της παραπάνω κυκλικής μεταβολής.

Δ3) Εάν η μηχανή πραγματοποιεί 120 κύκλους σε 1 λεπτό να υπολογίσετε την μηχανική ισχύ που αποδίδει η μηχανή.

Δ4) Εάν αυτή η θερμική μηχανή κινεί όχημα μάζας *m* = 600 kg, πόσος χρόνος θα χρειαστεί το όχημα ξεκινώντας από την ακινησία να αποκτήσει ταχύτητα 72 km/h;

Να θεωρήσετε οτι όλη η μηχανική ενέργεια που αποδίδει η μηχανή μετατρέπεται σε κίνηση του οχήματος χωρίς περαιτέρω απώλειες. Δίνονται: *γ* = 5/3 , *ln*2 ≈ 0,7