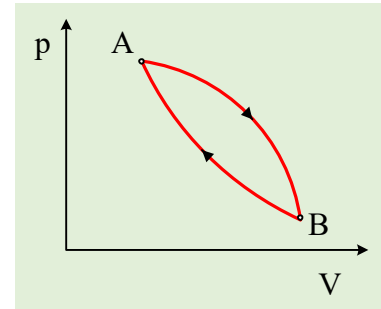


Μια ειδική θερμική μηχανή.

Το αέριο μιας θερμικής μηχανής διαγράφει τον αντιστρεπτό κύκλο του σχήματος, ο οποίος αποτελείται από δυο κλάδους, όπου η μεταβολή BA είναι αδιαβατική. Το έργο που παράγει η μηχανή σε κάθε κύκλο είναι $W_1=20J$, ενώ η απόδοσή της είναι 20%.



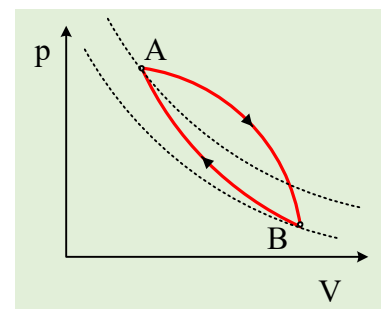
- i) Να εξηγήσετε γιατί η θερμοκρασία στην κατάσταση A είναι μεγαλύτερη από την θερμοκρασία στην κατάσταση B.
- ii) Να υπολογιστεί η θερμότητα Q_1 την οποία **ανταλλάσσει** το αέριο με το περιβάλλον του σε κάθε κύκλο.
- iii) Να εξηγήσετε γιατί το παραπάνω ποσό Q_1 δεν είναι ίσο με την θερμότητα που **απορροφά** το αέριο κατά την μεταβολή AB.
- iv) Πόση θερμότητα απορροφά το αέριο κατά την μεταβολή AB και πόση θερμότητα αποβάλλει επίσης σε άλλο τμήμα της ίδιας μεταβολής;

Απάντηση:

- i) Εφαρμόζοντας τον 1^ο θερμοδυναμικό νόμο για την αδιαβατική συμπίεση BA παίρνουμε:

$$Q_{BA} = \Delta U_{BA} + W_{BA} \rightarrow 0 = \Delta U_{BA} + W_{BA} \rightarrow \Delta U_{BA} = -W_{BA}$$

Όμως κατά την συμπίεση $\Delta V < 0$ και $W_{BA} < 0$, οπότε $\Delta U > 0$ και αφού έχουμε αύξηση της εσωτερικής ενέργειας του αερίου θα έχουμε και αύξηση της θερμοκρασίας. Με άλλα λόγια το αέριο κατά την αδιαβατική συμπίεση «θερμαίνεται», χωρίς θερμότητα! Στο διπλανό σχήμα έχουν σχεδιαστεί οι ισόθερμες που διέρχονται από τις καταστάσεις A και B.



- ii) Εφαρμόζοντας τώρα τον 1^ο θερμοδυναμικό νόμο για την κυκλική μεταβολή παίρνουμε:

$$Q_{ολ} = \Delta U_{ολ} + W_{ολ} \rightarrow Q_1 = 0 + W_1 \rightarrow Q_1 = 20J.$$

- iii) Στην διάρκεια της αδιαβατικής συμπίεσης BA, το αέριο δεν ανταλλάσσει θερμότητα με το περιβάλλον του. Αν τώρα σε όλη τη διάρκεια της μεταβολής AB το αέριο απορροφούσε θερμότητα, τότε θα είχαμε παραβίαση του 2^{ου} θερμοδυναμικού νόμου, αφού στη διάρκεια του κύκλου, το αέριο θα απορροφούσε θερμότητα, την οποία θα μετέτρεπε εξολοκλήρου σε έργο, χωρίς να αποδίδει κάποιο ποσό θερμότητας, σε δεξαμενή χαμηλής θερμοκρασίας!!! Κάτι τέτοιο δεν μπορεί να γίνει.

Άρα έτσι καταλήγουμε ότι στη διάρκεια της μεταβολής AB θα πρέπει να συμβούν και τα δύο. Σε κάποιο μέρος της μεταβολής το αέριο προσλαμβάνει και σε κάποιο άλλο μέρος, αποβάλλει θερμότητα.

- iv) Αν σε ένα μέρος της μεταβολής AB το αέριο απορροφά θερμότητα Q_h (από την δεξαμενή υψηλής θερμοκρασίας), τότε από την απόδοση της θερμικής μηχανής θα έχουμε:

$$e = \frac{W_l}{Q_h} \rightarrow Q_h = \frac{W_l}{e} = \frac{20J}{0,2} = 100J$$

Αλλά αν σε ένα τμήμα της AB απορροφά το παραπάνω ποσό θερμότητας, τότε στο υπόλοιπο θα πρέπει να αποβάλλει θερμότητα Q_c , αφού:

$$Q_l = Q_h - |Q_c| = W_l \rightarrow$$
$$|Q_c| = Q_h - Q_l = 100J - 20J = 80J$$

dmargaris@gmail.com