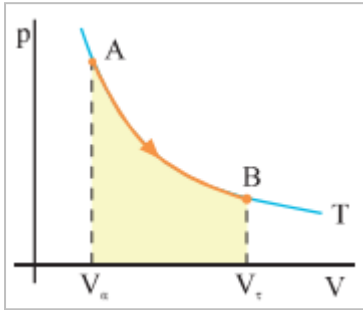


ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΟΥ ΠΡΩΤΟΥ ΘΕΡΜΟΔΥΝΑΜΙΚΟΥ ΝΟΜΟΥ ΣΕ ΕΙΔΙΚΕΣ ΠΕΡΙΠΤΩΣΕΙΣ

A) Ισόθερμη αντιστρεπτή μεταβολή



Επειδή η θερμοκρασία του αερίου δε μεταβάλλεται, $U_A = U_B$ επομένως $\Delta U = 0$, οπότε ο πρώτος θερμοδυναμικός νόμος, στην ισόθερμη μεταβολή, παίρνει τη μορφή :

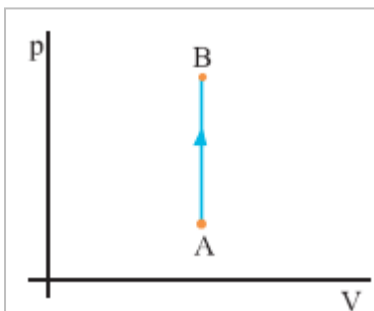
$$Q = \Delta U + W \rightarrow Q = W \quad \left(= nRT \cdot \ln \frac{V_{\text{τελικό}}}{V_{\text{αρχικό}}} \right)$$

Στο σχήμα, έχουμε εκτόνωση, οπότε το έργο έχει θετικό πρόσημο και η ισότητα επιβάλλει και η θερμότητα να έχει επίσης θετικό πρόσημο.

Ωστε : $Q^+ = W^+$, δηλαδή στην ισόθερμη εκτόνωση όλη η θερμότητα που λαμβάνει (+) το αέριο, επιστρέφεται (+) στο περιβάλλον σε μορφή έργου.

► Ποιο το μήνυμα αν έχουμε ισόθερμη συμπίεση, δηλαδή αν $Q^- = W^-$;

B) Ισόχωρη αντιστρεπτή μεταβολή



Εδώ είναι προφανές ότι $W = 0$ (Δεν έχουμε 'εμβαδόν' στο διάγραμμα!)

$$\text{Οπότε : } Q^+ = \Delta U^+ \quad (1) \quad \text{ή} \quad Q^- = \Delta U^- \quad (2)$$

Στο σχήμα, έχουμε ισόχωρη θέρμανση, δηλαδή ισχύει η (1) που λέει :

Στην ισόχωρη θέρμανση, όλη η θερμότητα που λαμβάνει (+) το αέριο μεταφράζεται σε αύξηση (+) της εσωτερικής του ενέργειας.

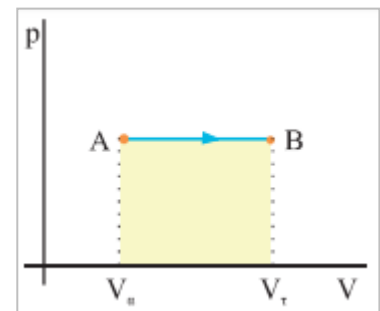
► Ποιο το μήνυμα της (2) ;

Γ) Ισοβαρής αντιστρεπτή μεταβολή

Στο σχήμα έχουμε μια ισοβαρή εκτόνωση. Αυτό σημαίνει ότι $W > 0$ αλλά και $\Delta U > 0$ αφού η κατάσταση B είναι πάνω σε μια ισόθερμη πιο απομακρυσμένη από την ισόθερμη πάνω στην οποία είναι το A. (δεν φαίνονται στο σχήμα)

$$\text{Επομένως και } Q > 0 \text{ λέει η σχέση } Q^+ = \Delta U^+ + W^+ \quad (1)$$

Η (1) λέει : Στην ισοβαρή εκτόνωση η απορροφημένη από το αέριο θερμότητα (+) μεταφράζεται εν μέρει σε αύξηση (+) της εσωτερικής ενέργειας και εν μέρει σε έργο που αποδίδει (+) το αέριο στο περιβάλλον του.



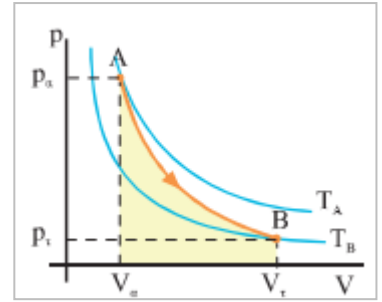
► Ποιο το μήνυμα της σχέσης $Q^- = \Delta U^- + W^-$; (2)

Δ) Αδιαβατική μεταβολή

Αδιαβατική ονομάζουμε τη αντιστρεπτή μεταβολή κατά την οποία δε ανταλλάσσεται θερμότητα μεταξύ συστήματος και περιβάλλοντος.

Για να έχουμε $Q=0$, πρέπει τα τοιχώματα του δοχείου να καλύπτονται από μονωτικό υλικό...

Θα αποδείξουμε ότι όταν ένα ιδανικό αέριο εκτονώνεται, ψύχεται !



$$Q = \Delta U + W \rightarrow 0 = \Delta U + W = 0 \rightarrow (\text{στην εκτόνωση } W > 0) \rightarrow 0 = \Delta U^- + W^+ \quad (1)$$

Στη σχέση (1) αφού το έργο είναι θετικό, υποχρεωτικά η μεταβολή της εσωτερικής ενέργειας θα είναι αντίθετη για να προκύψει το μηδέν!

Στην αδιαβατική εκτόνωση, το αέριο προσφέρει (+) έργο στο περιβάλλον, μειώνοντας (-) ισόποσα την εσωτερική του ενέργεια.

Τι σημαίνει μείωση της εσωτερικής ενέργειας του αερίου ; Προφανέστατα ψύξη, λέει η $U = \frac{3}{2}nRT$

ΣΗΜΕΙΩΣΗ : Όταν ένα αέριο εκτονώνεται αδιαβατικά, ψύχεται είπαμε. Δηλαδή από μια κατάσταση A θερμοκρασίας T_A θα κατέβει σε μια κατάσταση B χαμηλότερης θερμοκρασίας T_B . Επομένως θα 'κόψει' τις ενδιάμεσες ισόθερμες καμπύλες και αυτό σημαίνει ότι η αδιαβατική καμπύλη είναι πιο απότομη από την ισόθερμη.

Πρόσθετα στοιχεία για την αδιαβατική μεταβολή

✓ Ποια είναι η εξίσωση της αδιαβατικής μεταβολής ; $PV^\gamma = \text{σταθ.}$ Νόμος Poisson , με $\gamma=3/2$ για τα ιδανικά αέρια...

✓ Πόσο είναι το 'εμβαδόν' στο P-V (δηλαδή πόσο είναι το έργο) ; $W = \frac{P_\tau V_\tau - P_\alpha V_\alpha}{1-\gamma}$

Όπου (τ) η τελική κατάσταση και (α) η αρχική κατάσταση. Η εξίσωση 'γεννά' πρόσημο !

Αξίζει να το διαβάσετε...

Στην πράξη όταν ένα αέριο συμπιέζεται (ή εκτονώνεται) πολύ γρήγορα, πολύ μικρό ποσό θερμότητας μετακινείται από το αέριο προς το περιβάλλον ή αντίστροφα. Η διεργασία αυτή είναι **σχεδόν** αδιαβατική. Τέτοιες διεργασίες συμβαίνουν στον κύλινδρο του βενζινοκινητήρα, στα σύννεφα που βλέπουμε να γίνονται ξαφνικά εκεί στα ψηλά βουνά,...

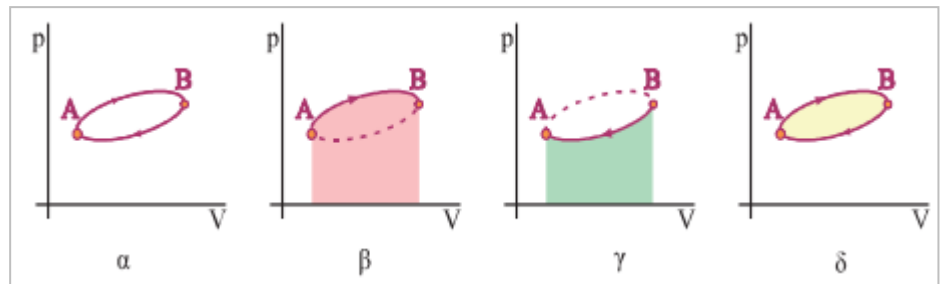
Συνέχεια στη κυκλική μεταβολή...

E) Κυκλική αντιστρεπτή μεταβολή

Κυκλική ονομάζουμε μια μεταβολή στην οποία το σύστημα μετά από μια διεργασία επιστρέφει στην ίδια κατάσταση.

Το σχήμα α παριστάνει γραφικά μια αντιστρεπτή κυκλική μεταβολή.

Το εμβαδόν της χρωματισμένης επιφάνειας στο σχήμα β δίνει το έργο του αερίου κατά τη μεταβολή A→B.



Το έργο κατά τη μεταβολή B→A είναι κατ' απόλυτη τιμή ίσο με το εμβαδόν της χρωματισμένης επιφάνειας στο σχήμα γ, η αλγεβρική του τιμή όμως είναι αρνητική.

Το συνολικό έργο προκύπτει αν από το εμβαδόν του σχήματος β αφαιρέσουμε το εμβαδόν του σχήματος γ. Από την αφαίρεση αυτή προκύπτει το εμβαδόν που περικλείει η γραμμή του διαγράμματος (σχ. δ).

Συνοψίζουμε :

- Το εμβαδόν που περικλείει η δεξιόστροφη κυκλική μεταβολή είναι το αλγεβρικό άθροισμα των επί μέρους έργων.
- Το εν λόγω εμβαδόν εκφράζει το κέρδος (την ωφέλεια) που είχε το περιβάλλον σε έργο όταν το αέριο πραγματοποίησε μια φορά τον κύκλο
- Αφού η αρχική κατάσταση (έστω ότι αυτή είναι η A) συμπίπτει με την τελική σε ένα κύκλο, προφανώς $\Delta U = 0$ οπότε ο 1^{ος} θερμοδυναμικός νόμος επιβάλλει : $\Sigma Q^+ = \Sigma W^+ = \text{'εμβαδόν'}$ σε δεξιόστροφο κύκλο τα δυο μέλη έχουν πρόσημο θετικό στην διπλανή εξίσωση και αυτό σημαίνει **σε κυκλική μεταβολή το αέριο μετατρέπει όλη την ωφέλεια που έχει σε θερμότητα, σε προσφερόμενη ωφέλεια έργου για το περιβάλλον.**

► Υπάρχει αριστερόστροφη κυκλική μεταβολή ; Τι εκφράζει το εμβαδόν που περικλείει ο κύκλος στο P-V ; Ποια συσκευή –στο σπίτι μας- υποψιάζεστε ότι κάνει αριστερόστροφη μεταβολή;