

Σχέσεις μεταξύ θερμοδυναμικών
παραμέτρων σε κλειστά συστήματα
σταθερής σύστασης

Κλειστό σύστημα σταθερής σύστασης

Η ενθαλπία θεωρούμενη ως συνάρτηση της θερμοκρασίας και της πίεσης, $H=H(T, p)$, δίνει :

Κλειστό σύστημα σταθερής σύστασης

Η ενθαλπία θεωρούμενη ως συνάρτηση της θερμοκρασίας και της πίεσης, $H=H(T, p)$, δίνει :

$$dH=(\partial H/\partial T)_p dT + (\partial H/\partial p)_T dp$$

Κλειστό σύστημα σταθερής σύστασης

Η ενθαλπία θεωρούμενη ως συνάρτηση της θερμοκρασίας και της πίεσης, $H=H(T, p)$, δίνει :

$$dH = \left(\frac{\partial H}{\partial T}\right)_p dT + \left(\frac{\partial H}{\partial p}\right)_T dp$$

Κλειστό σύστημα σταθερής σύστασης

Η ενθαλπία θεωρούμενη ως συνάρτηση της θερμοκρασίας και της πίεσης, $H=H(T, p)$, δίνει :

$$dH=(\partial H/\partial T)_p dT + (\partial H/\partial p)_T dp \Leftrightarrow$$
$$dH= C_p dT + (\partial H/\partial p)_T dp$$

Κλειστό σύστημα σταθερής σύστασης

Η ενθαλπία θεωρούμενη ως συνάρτηση της θερμοκρασίας και της πίεσης, $H=H(T, p)$, δίνει :

$$dH=(\partial H/\partial T)_p dT + (\partial H/\partial p)_T dp \Leftrightarrow$$
$$dH= C_p dT + (\partial H/\partial p)_T dp$$

?

$$(\partial H / \partial p)_T = ;$$

$$(\partial H / \partial p)_T = - (\partial H / \partial T)_p (\partial T / \partial p)_H \Leftrightarrow$$

$$(\partial H / \partial p)_T = ;$$

$$(\partial H / \partial p)_T = - (\partial H / \partial T)_p (\partial T / \partial p)_H \Leftrightarrow$$

$$(\partial H / \partial p)_T = - C_p$$

$$(\partial H / \partial p)_T = ;$$

$$(\partial H / \partial p)_T = - (\partial H / \partial T)_p (\partial T / \partial p)_H \Leftrightarrow$$

$$(\partial H / \partial p)_T = - C_p \mu_{JT}$$

Κλειστό σύστημα σταθερής σύστασης

Η ενθαλπία θεωρούμενη ως συνάρτηση της θερμοκρασίας και της πίεσης, $H=H(T, p)$, δίνει :

$$dH=(\partial H/\partial T)_p dT + (\partial H/\partial p)_T dp \Leftrightarrow$$
$$dH= C_p dT + (\partial H/\partial p)_T dp$$

?

Κλειστό σύστημα σταθερής σύστασης

Η ενθαλπία θεωρούμενη ως συνάρτηση της θερμοκρασίας και της πίεσης, $H=H(T, p)$, δίνει :

$$dH=(\partial H/\partial T)_p dT + (\partial H/\partial p)_T dp \Leftrightarrow$$

$$dH= C_p dT + (\partial H/\partial p)_T dp \Leftrightarrow$$

$$dH= C_p dT - C_p \mu_{JT} dp$$

Κλειστό σύστημα σταθερής σύστασης

Η ενθαλπία θεωρούμενη ως συνάρτηση της θερμοκρασίας και της πίεσης, $H=H(T, p)$, δίνει :

$$dH=(\partial H/\partial T)_p dT + (\partial H/\partial p)_T dp \Leftrightarrow$$

$$dH= C_p dT + (\partial H/\partial p)_T dp \Leftrightarrow$$

$$dH= C_p dT - C_p \mu_{JT} dp \Leftrightarrow$$

$$dH= C_p (dT - \mu_{JT} dp)$$

Κλειστό σύστημα σταθερής σύστασης

Ποιά είναι η εξάρτηση της ενθαλπίας από τη θερμοκρασία όταν ο όγκος παραμένει σταθερός ;

$$(\partial H / \partial T)_V = ?$$

Κλειστό σύστημα σταθερής σύστασης

Ποιά είναι η εξάρτηση της ενθαλπίας από τη θερμοκρασία όταν ο όγκος παραμένει σταθερός ;

$$(\partial H / \partial T)_V = ?$$

$$dH = C_p dT + (\partial H / \partial p)_T dp$$

Κλειστό σύστημα σταθερής σύστασης

Ποιά είναι η εξάρτηση της ενθαλπίας από τη θερμοκρασία όταν ο όγκος παραμένει σταθερός ;

$$(\partial H / \partial T)_V = ?$$

$$dH = C_p dT + (\partial H / \partial p)_T dp \Leftrightarrow$$
$$(\partial H / \partial T)_V = C_p + (\partial H / \partial p)_T (\partial p / \partial T)_V$$

Κλειστό σύστημα σταθερής σύστασης

Ποιά είναι η εξάρτηση της ενθαλπίας από τη θερμοκρασία όταν ο όγκος παραμένει σταθερός ;

$$(\partial H / \partial T)_V = ?$$

$$dH = C_p dT + (\partial H / \partial p)_T dp \Leftrightarrow$$
$$(\partial H / \partial T)_V = C_p + (\partial H / \partial p)_T (\partial p / \partial T)_V$$

$$\alpha\lambda\lambda\acute{\alpha} (\partial p / \partial T)_V = -(\partial V / \partial T)_p / (\partial V / \partial p)_T$$
$$= -\alpha V / (\partial V / \partial p)_T$$

$$\kappa\alpha\iota \kappa = -(1/V) (\partial V / \partial p)_T \Leftrightarrow (\partial V / \partial p)_T = -\kappa V$$

Κλειστό σύστημα σταθερής σύστασης

Ποιά είναι η εξάρτηση της ενθαλπίας από τη θερμοκρασία όταν ο όγκος παραμένει σταθερός ;

$$(\partial H / \partial T)_V = ?$$

$$\begin{aligned} \text{αλλά } (\partial p / \partial T)_V &= -(\partial V / \partial T)_p / (\partial V / \partial p)_T \\ &= -\alpha V / (\partial V / \partial p)_T \end{aligned}$$

$$\text{και } \kappa = -(1/V) (\partial V / \partial p)_T \Leftrightarrow (\partial V / \partial p)_T = -\kappa V$$

$$\text{άρα } (\partial p / \partial T)_V = -\alpha V / -\kappa V = \alpha / \kappa$$

Κλειστό σύστημα σταθερής σύστασης

Ποιά είναι η εξάρτηση της ενθαλπίας από τη θερμοκρασία όταν ο όγκος παραμένει σταθερός ;

$$(\partial H / \partial T)_V = ?$$

$$(\partial H / \partial T)_V = C_p + (\partial H / \partial p)_T (\partial p / \partial T)_V$$

αλλά $(\partial p / \partial T)_V = \alpha / \kappa$

οπότε $(\partial H / \partial T)_V = C_p + (\alpha / \kappa) (\partial H / \partial p)_T \Leftrightarrow$

$$(\partial H / \partial T)_V = C_p - (\alpha / \kappa) C_p \mu_{JT} \Leftrightarrow$$

$$(\partial H / \partial T)_V = C_p [1 - (\alpha / \kappa) \mu_{JT}]$$

Μεταβολές θερμοδυναμικών μεγεθών

$$(\partial U / \partial T)_V = C_V$$

$$(\partial U / \partial V)_T = 0 \text{ στα ιδανικά αέρια}$$

$$(\partial U / \partial T)_P = C_V + \alpha V (\partial U / \partial V)_T$$

$$(\partial V / \partial T)_P = \alpha V$$

$$(\partial V / \partial p)_T = -\kappa V$$

$$(\partial T / \partial p)_H = \mu_{JT}$$

$$(\partial H / \partial T)_p = C_p$$

$$(\partial H / \partial p)_T = -C_p \mu_{JT}$$

$$(\partial H / \partial T)_V = C_p [1 - (\alpha / \kappa) \mu_{JT}]$$

Εφαρμογή

Αν η καταστατική εξίσωση ενός συστήματος δίνεται από τον τύπο $p=p(T, V)$ δείξτε ότι $p \alpha_p = k \alpha_V$ όπου:

$$\alpha_p = (1/p) (\partial p / \partial T)_V$$

$$\alpha_V = (1/V) (\partial V / \partial T)_p$$

$$k = -V (\partial p / \partial V)_T$$

Η διαφορά ανάμεσα στις C_p και C_v

$$C_v =$$

$$C_p =$$

Η διαφορά ανάμεσα στις C_p και C_v

$$C_v = (\partial U / \partial T)_v$$

$$C_p = (\partial H / \partial T)_p$$

Η διαφορά ανάμεσα στις C_p και C_v

$$C_v = (\partial U / \partial T)_v$$

$$C_p = (\partial H / \partial T)_p$$

$$dU = (\partial U / \partial T)_v dT + (\partial U / \partial V)_T dV$$

Η διαφορά ανάμεσα στις C_p και C_v

$$C_v = (\partial U / \partial T)_v$$

$$C_p = (\partial H / \partial T)_p$$

$$dU = (\partial U / \partial T)_v dT + (\partial U / \partial V)_T dV \Leftrightarrow$$
$$(\partial U / \partial T)_v dT = dU - (\partial U / \partial V)_T dV$$

Η διαφορά ανάμεσα στις C_p και C_v

$$C_v = (\partial U / \partial T)_v$$

$$C_p = (\partial H / \partial T)_p$$

$$dU = (\partial U / \partial T)_v dT + (\partial U / \partial V)_T dV \Leftrightarrow$$

$$(\partial U / \partial T)_v dT = dU - (\partial U / \partial V)_T dV \Leftrightarrow$$

$$(\partial U / \partial T)_v = (\partial U / \partial T)_p - (\partial U / \partial V)_T (\partial V / \partial T)_p$$

Η διαφορά ανάμεσα στις C_p και C_v

$$C_v = (\partial U / \partial T)_v$$

$$C_p = (\partial H / \partial T)_p$$

$$dU = (\partial U / \partial T)_v dT + (\partial U / \partial V)_T dV \Leftrightarrow$$

$$(\partial U / \partial T)_v dT = dU - (\partial U / \partial V)_T dV \Leftrightarrow$$

$$(\partial U / \partial T)_v = (\partial U / \partial T)_p - (\partial U / \partial V)_T (\partial V / \partial T)_p \Leftrightarrow$$

$$C_v = (\partial U / \partial T)_p - (\partial U / \partial V)_T (\partial V / \partial T)_p$$

Η διαφορά ανάμεσα στις C_p και C_v

$$C_v = (\partial U / \partial T)_v$$

$$C_p = (\partial H / \partial T)_p$$

$$dU = (\partial U / \partial T)_v dT + (\partial U / \partial V)_T dV \Leftrightarrow$$

$$(\partial U / \partial T)_v dT = dU - (\partial U / \partial V)_T dV \Leftrightarrow$$

$$(\partial U / \partial T)_v = (\partial U / \partial T)_p - (\partial U / \partial V)_T (\partial V / \partial T)_p \Leftrightarrow$$

$$C_v = (\partial U / \partial T)_p - (\partial U / \partial V)_T (\partial V / \partial T)_p$$

Ισοβαρής μεταβολή : $dH = dU + p dV$

Η διαφορά ανάμεσα στις C_p και C_v

$$C_v = (\partial U / \partial T)_v$$

$$C_p = (\partial H / \partial T)_p$$

$$dU = (\partial U / \partial T)_v dT + (\partial U / \partial V)_T dV \Leftrightarrow$$

$$(\partial U / \partial T)_v dT = dU - (\partial U / \partial V)_T dV \Leftrightarrow$$

$$(\partial U / \partial T)_v = (\partial U / \partial T)_p - (\partial U / \partial V)_T (\partial V / \partial T)_p \Leftrightarrow$$

$$C_v = (\partial U / \partial T)_p - (\partial U / \partial V)_T (\partial V / \partial T)_p$$

Ισοβαρής μεταβολή : $dH = dU + p dV \Leftrightarrow$

$$(\partial H / \partial T)_p = (\partial U / \partial T)_p + p (\partial V / \partial T)_p$$

Η διαφορά ανάμεσα στις C_p και C_v

$$C_v = (\partial U / \partial T)_v$$

$$C_p = (\partial H / \partial T)_p$$

$$dU = (\partial U / \partial T)_v dT + (\partial U / \partial V)_T dV \Leftrightarrow$$

$$(\partial U / \partial T)_v dT = dU - (\partial U / \partial V)_T dV \Leftrightarrow$$

$$(\partial U / \partial T)_v = (\partial U / \partial T)_p - (\partial U / \partial V)_T (\partial V / \partial T)_p \Leftrightarrow$$

$$C_v = (\partial U / \partial T)_p - (\partial U / \partial V)_T (\partial V / \partial T)_p$$

Ισοβαρής μεταβολή : $dH = dU + p dV \Leftrightarrow$

$$(\partial H / \partial T)_p = (\partial U / \partial T)_p + p (\partial V / \partial T)_p \Leftrightarrow$$

$$C_p = (\partial U / \partial T)_p + p (\partial V / \partial T)_p$$

Η διαφορά ανάμεσα στις C_p και C_v

$$C_p - C_v = (\partial U / \partial T)_p + p (\partial V / \partial T)_p - (\partial U / \partial T)_p + (\partial U / \partial V)_T (\partial V / \partial T)_p$$

Η διαφορά ανάμεσα στις C_p και C_v

$$C_p - C_v = (\partial U / \partial T)_p + p (\partial V / \partial T)_p - (\partial U / \partial T)_p +$$
$$(\partial U / \partial V)_T (\partial V / \partial T)_p \Leftrightarrow$$

$$C_p - C_v = p (\partial V / \partial T)_p + (\partial U / \partial V)_T (\partial V / \partial T)_p$$

Η διαφορά ανάμεσα στις C_p και C_v

$$C_p - C_v = (\partial U / \partial T)_p + p (\partial V / \partial T)_p - (\partial U / \partial T)_p + (\partial U / \partial V)_T (\partial V / \partial T)_p \Leftrightarrow$$

$$C_p - C_v = p (\partial V / \partial T)_p + (\partial U / \partial V)_T (\partial V / \partial T)_p \Leftrightarrow$$

$$C_p - C_v = (\partial V / \partial T)_p [p + (\partial U / \partial V)_T]$$

Η διαφορά ανάμεσα στις C_p και C_v

$$C_p - C_v = (\partial U / \partial T)_p + p (\partial V / \partial T)_p - (\partial U / \partial T)_p + (\partial U / \partial V)_T (\partial V / \partial T)_p \Leftrightarrow$$

$$C_p - C_v = p (\partial V / \partial T)_p + (\partial U / \partial V)_T (\partial V / \partial T)_p \Leftrightarrow$$

$$C_p - C_v = (\partial V / \partial T)_p [p + (\partial U / \partial V)_T] \Leftrightarrow$$

για ιδανικό αέριο :

$$C_p - C_v =$$

Η διαφορά ανάμεσα στις C_p και C_v

$$C_p - C_v = (\partial U / \partial T)_p + p (\partial V / \partial T)_p - (\partial U / \partial T)_p + (\partial U / \partial V)_T (\partial V / \partial T)_p \Leftrightarrow$$

$$C_p - C_v = p (\partial V / \partial T)_p + (\partial U / \partial V)_T (\partial V / \partial T)_p \Leftrightarrow$$

$$C_p - C_v = (\partial V / \partial T)_p [p + (\partial U / \partial V)_T] \Leftrightarrow$$

για ιδανικό αέριο :

$$C_p - C_v = n R$$

Αδιαβατικές μεταβολές, δυο λόγια παραπάνω

Μεταβολές της εσωτερικής ενέργειας

Η εσωτερική ενέργεια θεωρούμενη ως συνάρτηση της θερμοκρασίας και του όγκου, $U=U(T, V)$, δίνει :

$$dU=(\partial U/\partial T)_V dT + (\partial U/\partial V)_T dV \Leftrightarrow$$

$$dU= C_V dT + (\partial U/\partial V)_T dV \Leftrightarrow$$

0 στα ιδανικά αέρια

$$dU= C_V dT$$

Έργο αδιαβατικής συμπίεσης/εκτόνωσης

$$dU = dw \Leftrightarrow$$

$$w = \int dU$$

Έργο αδιαβατικής συμπίεσης/εκτόνωσης

$$dU = dw \Leftrightarrow$$

$$w = \int dU$$

...για ιδανικό αέριο

$$w = \int C_V dT \Leftrightarrow$$

$$w = C_V \int dT \Leftrightarrow$$

$$w = C_V (T_T - T_A)$$

Έργο αδιαβατικής συμπίεσης/εκτόνωσης

$$dU = dw \Leftrightarrow$$

$$w = \int dU$$

...για ιδανικό αέριο

$$w = \int C_V dT \Leftrightarrow$$

$$w = C_V \int dT \Leftrightarrow$$

$$w = C_V (T_T - T_A)$$

$$w > 0 \rightarrow T_T - T_A > 0 \rightarrow \text{θέρμανση}$$

Έργο αδιαβατικής συμπίεσης/εκτόνωσης

$$dU = dw \Leftrightarrow$$

$$w = \int dU$$

...για ιδανικό αέριο

$$w = \int C_V dT \Leftrightarrow$$

$$w = C_V \int dT \Leftrightarrow$$

$$w = C_V (T_T - T_A)$$

$$w > 0 \rightarrow T_T - T_A > 0 \rightarrow \text{θέρμανση}$$

$$w < 0 \rightarrow T_T - T_A < 0 \rightarrow \text{ψύξη}$$

Έργο αδιαβατικής συμπίεσης/εκτόνωσης

$$dU = dw \Leftrightarrow$$

$$w = \int dU$$

...για ιδανικό αέριο

$$w = \int C_V dT \Leftrightarrow$$

$$w = C_V \int dT \Leftrightarrow$$

$$w = C_V (T_T - T_A)$$

συμπίεση ή εκτόνωση
αντιστρεπτή ή μη αντιστρεπτή
μεταβολή

Έργο αδιαβατικής συμπίεσης/εκτόνωσης

...για ιδανικό αέριο και αδιαβατική μεταβολή

$$w = C_V (T_T - T_A) = C_V \Delta T$$

...στη γενική περίπτωση όπου $p^{(e)}$ = σταθερή

$$w = - p^{(e)} \Delta V$$

Έργο αδιαβατικής συμπίεσης/εκτόνωσης

...για ιδανικό αέριο και αδιαβατική μεταβολή

$$w = C_V (T_T - T_A) = C_V \Delta T$$

...στη γενική περίπτωση όπου $p^{(e)}$ = σταθερή

$$w = - p^{(e)} \Delta V$$

$$C_V \Delta T = - p^{(e)} \Delta V \Leftrightarrow \Delta T = - (p^{(e)} / C_V) \Delta V$$

Έργο αδιαβατικής συμπίεσης/εκτόνωσης

...για ιδανικό αέριο και αδιαβατική μεταβολή

$$w = C_V (T_T - T_A) = C_V \Delta T$$

...στη γενική περίπτωση όπου $p^{(e)}$ = σταθερή

$$w = - p^{(e)} \Delta V$$

$$C_V \Delta T = - p^{(e)} \Delta V \Leftrightarrow \Delta T = - (p^{(e)} / C_V) \Delta V$$

Συμπίεση $\rightarrow \Delta V < 0$

Σχέση όγκου/θερμοκρασίας

...για ιδανικό αέριο και αδιαβατική μεταβολή

$$w = C_V (T_T - T_A) = C_V \Delta T$$

...στη γενική περίπτωση όπου $p^{(e)}$ = σταθερή

$$w = - p^{(e)} \Delta V$$

$$C_V \Delta T = - p^{(e)} \Delta V \Leftrightarrow \Delta T = - (p^{(e)} / C_V) \Delta V$$

Συμπίεση $\rightarrow \Delta V < 0 \rightarrow \Delta T > 0 \rightarrow$ θέρμανση

Σχέση όγκου/θερμοκρασίας

...για ιδανικό αέριο και αδιαβατική μεταβολή

$$w = C_V (T_T - T_A) = C_V \Delta T$$

...στη γενική περίπτωση όπου $p^{(e)}$ = σταθερή

$$w = - p^{(e)} \Delta V$$

$$C_V \Delta T = - p^{(e)} \Delta V \Leftrightarrow \Delta T = - (p^{(e)} / C_V) \Delta V$$

Συμπύεση $\rightarrow \Delta V < 0 \rightarrow \Delta T > 0 \rightarrow$ θέρμανση

Εκτόνωση $\rightarrow \Delta V > 0 \rightarrow \Delta T < 0 \rightarrow$ ψύξη

Σχέση όγκου/θερμοκρασίας

...για ιδανικό αέριο και αδιαβατική μεταβολή

$$dw = C_v dT$$

...στην περίπτωση αντιστρεπτής μεταβολής

$$dw = - p dV$$

$$C_v dT = - p dV$$

Σχέση όγκου/θερμοκρασίας

...για ιδανικό αέριο και αδιαβατική μεταβολή

$$dw = C_v dT$$

...στην περίπτωση αντιστρεπτής μεταβολής

$$dw = - p dV$$

$$C_v dT = - p dV \Leftrightarrow C_v dT = - (nRT/V) dV \Leftrightarrow$$

Σχέση όγκου/θερμοκρασίας

...για ιδανικό αέριο και αδιαβατική μεταβολή

$$dw = C_v dT$$

...στην περίπτωση αντιστρεπτής μεταβολής

$$dw = - p dV$$

$$C_v dT = - p dV \Leftrightarrow C_v dT = - (nRT/V) dV \Leftrightarrow$$
$$C_v (dT/T) = - nR (dV/V) \Leftrightarrow$$

Σχέση όγκου/θερμοκρασίας

...για ιδανικό αέριο και αδιαβατική μεταβολή

$$dw = C_v dT$$

...στην περίπτωση αντιστρεπτής μεταβολής

$$dw = - p dV$$

$$C_v dT = - p dV \Leftrightarrow C_v dT = - (nRT/V) dV \Leftrightarrow$$

$$C_v (dT/T) = - nR (dV/V) \Leftrightarrow$$

$$C_v \int (dT/T) = - nR \int (dV/V) \Leftrightarrow$$

Σχέση όγκου/θερμοκρασίας

...για ιδανικό αέριο και αδιαβατική μεταβολή

$$dw = C_v dT$$

...στην περίπτωση αντιστρεπτής μεταβολής

$$dw = - p dV$$

$$C_v dT = - p dV \Leftrightarrow C_v dT = - (nRT/V) dV \Leftrightarrow$$

$$C_v (dT/T) = - nR (dV/V) \Leftrightarrow$$

$$C_v \int (dT/T) = - nR \int (dV/V) \Leftrightarrow$$

$$C_v/nR = c$$

Σχέση όγκου/θερμοκρασίας

...για ιδανικό αέριο και αδιαβατική μεταβολή

$$dw = C_v dT$$

...στην περίπτωση αντιστρεπτής μεταβολής

$$dw = - p dV$$

$$C_v dT = - p dV \Leftrightarrow C_v dT = - (nRT/V) dV \Leftrightarrow$$

$$C_v (dT/T) = - nR (dV/V) \Leftrightarrow$$

$$C_v \int (dT/T) = - nR \int (dV/V) \Leftrightarrow$$

$$c \ln(T_T/T_A) = \ln(V_A/V_T) \Leftrightarrow$$

Σχέση όγκου/θερμοκρασίας

...για ιδανικό αέριο και αδιαβατική μεταβολή

$$dw = C_v dT$$

...στην περίπτωση αντιστρεπτής μεταβολής

$$dw = - p dV$$

$$C_v dT = - p dV \Leftrightarrow C_v dT = - (nRT/V) dV \Leftrightarrow$$

$$C_v (dT/T) = - nR (dV/V) \Leftrightarrow$$

$$C_v \int (dT/T) = - nR \int (dV/V) \Leftrightarrow$$

$$c \ln(T_T/T_A) = \ln(V_A/V_T) \Leftrightarrow V_T T_T^c = V_A T_A^c \Leftrightarrow$$

Σχέση όγκου/θερμοκρασίας

...για ιδανικό αέριο και αδιαβατική μεταβολή

$$dw = C_v dT$$

...στην περίπτωση αντιστρεπτής μεταβολής

$$dw = - p dV$$

$$C_v dT = - p dV \Leftrightarrow C_v dT = - (nRT/V) dV \Leftrightarrow$$

$$C_v (dT/T) = - nR (dV/V) \Leftrightarrow$$

$$C_v \int (dT/T) = - nR \int (dV/V) \Leftrightarrow$$

$$c \ln(T_T/T_A) = \ln(V_A/V_T) \Leftrightarrow V_T T_T^c = V_A T_A^c \Leftrightarrow$$

$$T_T = (V_A/V_T)^{1/c} T_A$$

Έργο αδιαβατικής συμπίεσης/εκτόνωσης

...για ιδανικό αέριο και αδιαβατική μεταβολή

$$w = C_V (T_T - T_A)$$

...για αντιστρεπτή μεταβολή

$$T_T = (V_A/V_T)^{1/c} T_A$$

Έργο αδιαβατικής συμπίεσης/εκτόνωσης

...για ιδανικό αέριο και αδιαβατική μεταβολή

$$w = C_V (T_T - T_A)$$

...για αντιστρεπτή μεταβολή

$$T_T = (V_A/V_T)^{1/c} T_A$$

$$w = C_V [(V_A/V_T)^{1/c} - 1] T_A$$

Έργο αδιαβατικής συμπίεσης/εκτόνωσης

...για ιδανικό αέριο και αδιαβατική μεταβολή

$$w = C_V (T_T - T_A)$$

...για αντιστρεπτή μεταβολή

$$T_T = (V_A/V_T)^{1/c} T_A$$

$$w = C_V [(V_A/V_T)^{1/c} - 1] T_A$$

$$C_p/C_V = \gamma$$

$$C_p - C_V = nR \Leftrightarrow \gamma - 1 = 1/c$$

$$w = C_V [(V_A/V_T)^{\gamma-1} - 1] T_A$$

Σχέση πίεσης-όγκου σε αδιαβατική, αντιστρεπτή μεταβολή ιδανικού αερίου

...για ιδανικό αέριο και αδιαβατική αντιστρεπτή
μεταβολή

$$\begin{aligned} T_T &= (V_A/V_T)^{1/c} T_A \Leftrightarrow T_A/T_T = (V_T/V_A)^{1/c} \Leftrightarrow \\ T_A/T_T &= (V_T/V_A)^{\gamma-1} \end{aligned} \quad (1)$$

Σχέση πίεσης-όγκου σε αδιαβατική, αντιστρεπτή μεταβολή ιδανικού αερίου

...για ιδανικό αέριο και αδιαβατική αντιστρεπτή
μεταβολή

$$\begin{aligned} T_T &= (V_A/V_T)^{1/c} T_A \Leftrightarrow T_A/T_T = (V_T/V_A)^{1/c} \Leftrightarrow \\ T_A/T_T &= (V_T/V_A)^{\gamma-1} \end{aligned} \quad (1)$$

$$p_A V_A = nR T_A \quad (2)$$

$$p_T V_T = nR T_T \quad (3)$$

Σχέση πίεσης-όγκου σε αδιαβατική, αντιστρεπτή μεταβολή ιδανικού αερίου

...για ιδανικό αέριο και αδιαβατική αντιστρεπτή
μεταβολή

$$T_T = (V_A/V_T)^{1/c} T_A \Leftrightarrow T_A/T_T = (V_T/V_A)^{1/c} \Leftrightarrow$$
$$T_A/T_T = (V_T/V_A)^{\gamma-1} \quad (1)$$

$$p_A V_A = nR T_A \quad (2)$$

$$p_T V_T = nR T_T \quad (3)$$

$$(2)/(3) \Leftrightarrow (p_A V_A)/(p_T V_T) = T_A/T_T \quad (4)$$

Σχέση πίεσης-όγκου σε αδιαβατική, αντιστρεπτή μεταβολή ιδανικού αερίου

...για ιδανικό αέριο και αδιαβατική αντιστρεπτή
μεταβολή

$$T_T = (V_A/V_T)^{1/c} T_A \Leftrightarrow T_A/T_T = (V_T/V_A)^{1/c} \Leftrightarrow$$
$$T_A/T_T = (V_T/V_A)^{\gamma-1} \quad (1)$$

$$p_A V_A = nR T_A \quad (2)$$

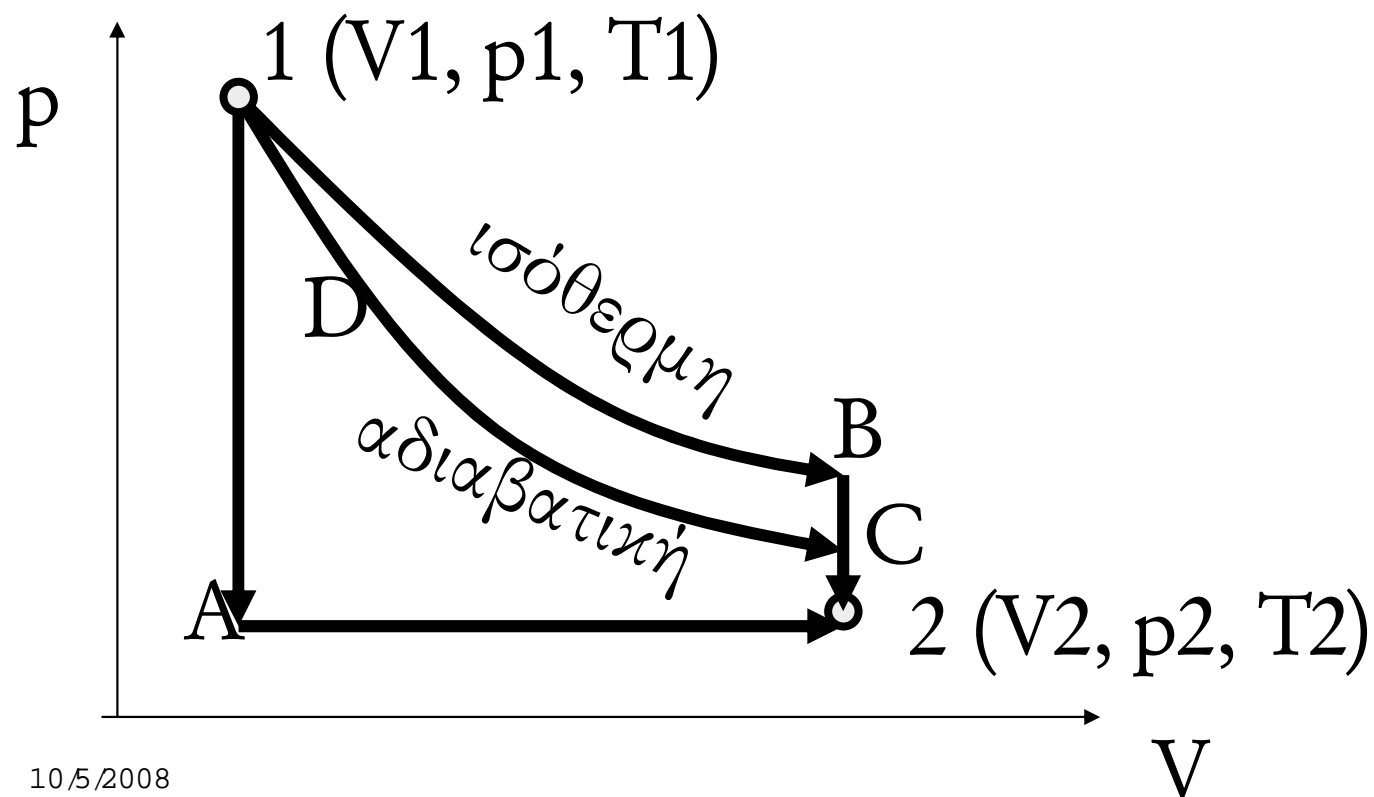
$$p_T V_T = nR T_T \quad (3)$$

$$(2)/(3) \Leftrightarrow (p_A V_A)/(p_T V_T) = T_A/T_T \quad (4)$$

$$(1), (4) \Leftrightarrow p_A V_A^\gamma = p_T V_T^\gamma$$

Εφαρμογή 4

Η μεταβολή ενός ιδανικού αερίου από την αρχική κατάσταση (p_1, V_1, T_1) στην τελική κατάσταση (p_2, V_2, T_2) μπορεί να γίνει με τρεις διαφορετικές αντιστρεπτές μεταβολές: (i) 1A2, (ii) 1B2, (iii) 1DC2.



Εφαρμογή 4

Η μεταβολή ενός ιδανικού αερίου από την αρχική κατάσταση (p_1, V_1, T_1) στην τελική κατάσταση (p_2, V_2, T_2) μπορεί να γίνει με τρεις διαφορετικές αντιστρεπτές μεταβολές: (i) $1A2$, (ii) $1B2$, (iii) $1DC2$.

Ποιά είναι η μεταβολή της εσωτερικής ενέργειας για τη μεταβολή $1-2$;

Ποιο είναι το ποσό της θερμότητας και του έργου που ανταλλάσσεται σε κάθε μια από αυτές τις μεταβολές ;