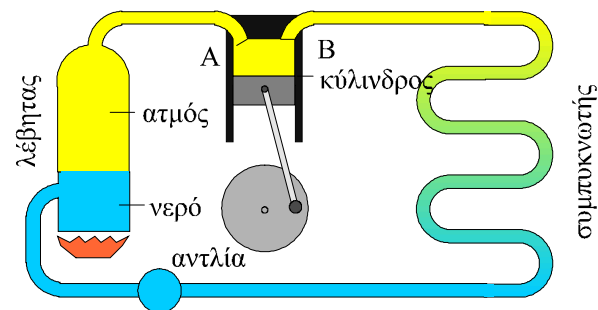
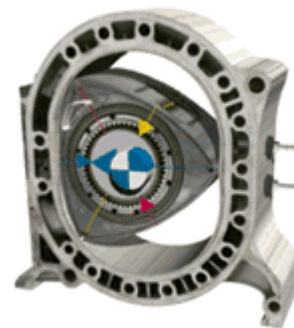
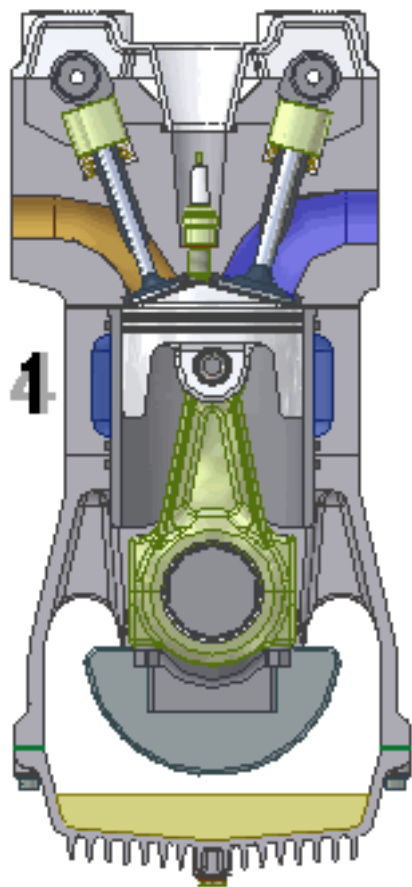


# Θερμικές Μηχανές - Κύκλος Carnot



# Θερμική Μηχανή

Θερμική μηχανή είναι μια διάταξη που μετατρέπει τη θερμότητα σε μηχανικό έργο. Υποβάλλει ένα αέριο σε κυκλική μεταβολή κατά την διάρκεια της οποίας:

α) Απορροφά θερμότητα  $Q_h$  από μια θερμή δεξαμενή θερμοκρασίας  $T_h$ .

β) Παράγει έργο  $W$  μετατρέποντας ένα μέρος της  $Q_h$ , σε μηχανική ενέργεια και

γ) Αποβάλλει θερμότητα  $Q_c$  (το υπόλοιπο της  $Q_h$ ) σε ψυχρή δεξαμενή θερμοκρασίας  $T_c < T_h$ .



**Συντελεστής απόδοσης (e)** ονομάζεται ο λόγος του έργου  $W$  που παράγει η μηχανή (ωφέλιμο έργο), προς το ποσό της θερμότητας  $Q_h$ , που απορροφά από τη θερμή δεξαμενή (δαπανώμενη ενέργεια), άρα:

$$e = \frac{W}{Q_h}$$

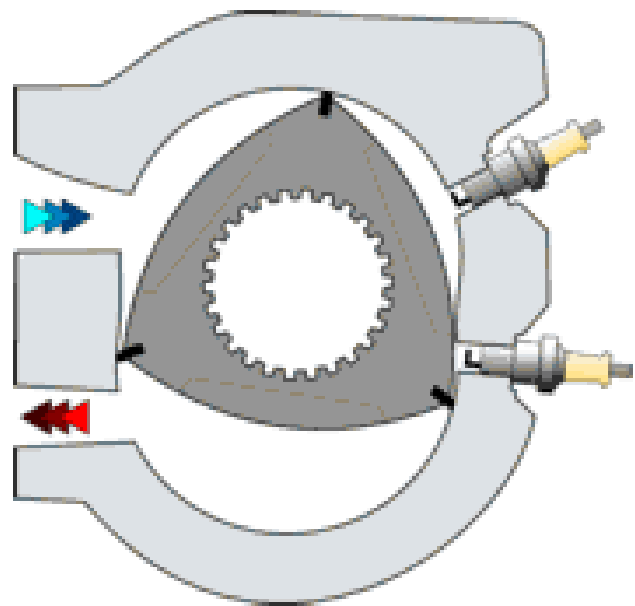
$$Q_h = W + |Q_c|$$

$$e = \frac{Q_h - |Q_c|}{Q_h} \Rightarrow e = 1 - \frac{|Q_c|}{Q_h}$$

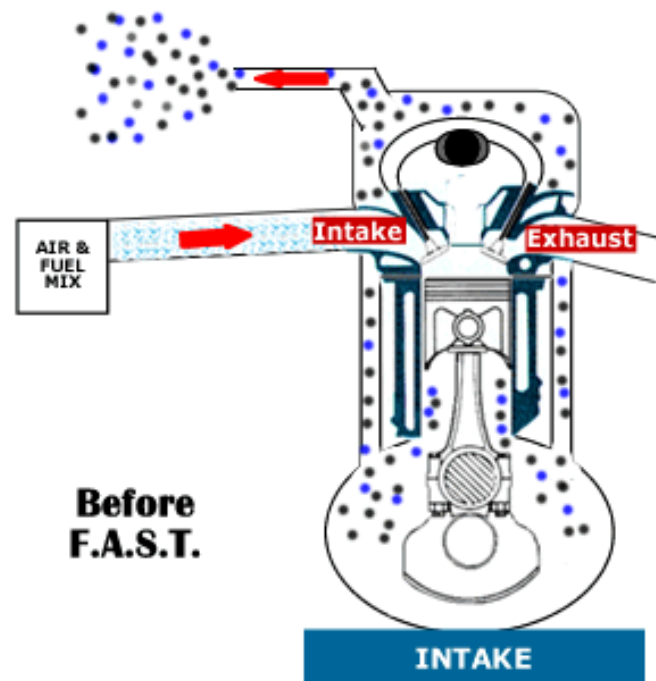


<http://www.youtube.com/watch?v=VIGVNSFv6uU>

## Κινητήρας Wankel



## Κινητήρας Diesel



## ΔΕΥΤΕΡΟΣ ΘΕΡΜΟΔΥΝΑΜΙΚΟΣ ΝΟΜΟΣ

**1) Διατύπωση Kelvin και Planck που αναφέρεται στις θερμικές μηχανές.**

Είναι αδύνατο να κατασκευαστεί θερμική μηχανή που να μετατρέπει εξ' ολοκλήρου τη θερμότητα, που απορροφά από μια θερμή δεξαμενή, σε ωφέλιμο έργο.

**2) Διατύπωση Clausius που αναφέρεται στις ψυκτικές μηχανές (μηχανές που μεταφέρουν θερμότητα από ένα ψυχρό σώμα προς ένα θερμό, όπως π.χ. το ψυγείο).**

Είναι αδύνατο να κατασκευαστεί μηχανή που να μεταφέρει θερμότητα από ένα ψυχρό σώμα σε ένα θερμότερο χωρίς να προσφέρεται ενέργεια από το εξωτερικό περιβάλλον.

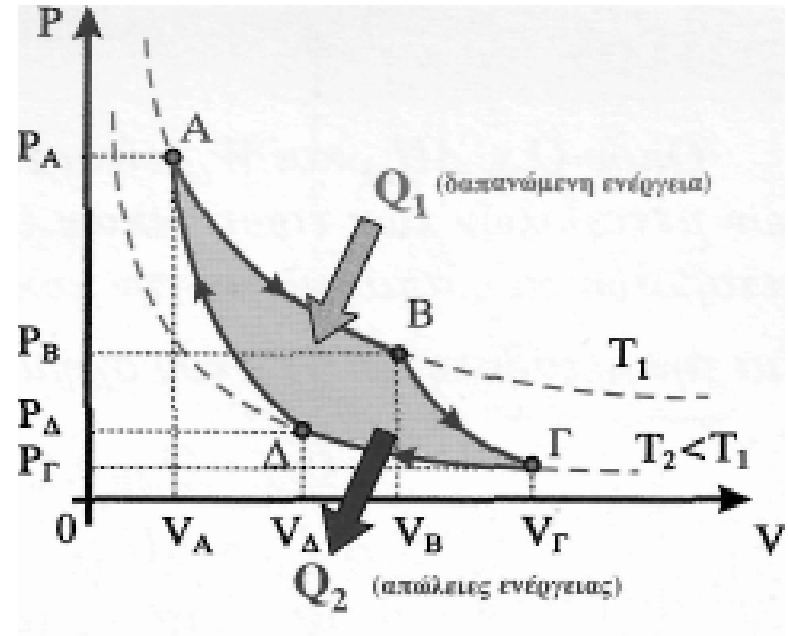
# Κύκλος Carnot

## 1) ΙΣΟΘΕΡΜΗ ΕΚΤΟΝΩΣΗ $A \rightarrow B$

Το αέριο βρίσκεται σε επαφή με θερμή δεξαμενή θερμοκρασίας  $T_1$ . Στη μεταβολή αυτή το αέριο απορροφά θερμότητα  $Q_1$  από τη θερμή δεξαμενή και παράγει έργο  $W_1$  ενώ  $\Delta U=0$  διότι  $T_1=\text{σταθερή}$ .

## 2) ΑΔΙΑΒΑΤΙΚΗ ΕΚΤΟΝΩΣΗ $B \rightarrow \Gamma$

Το αέριο είναι θερμικά μονωμένο και εκτονώνεται μέχρις ότου η θερμοκρασία του γίνει  $T_2 < T_1$ . Στη μεταβολή αυτή το αέριο παράγει έργο  $W_2$ , σε βάρος της εσωτερικής ενέργειας  $\Delta U < 0$  ( $T_2 < T_1$ ), ενώ  $Q=0$ .



### 3) ΙΣΟΘΕΡΜΗ ΣΥΜΠΙΕΣΗ    Γ → Α

Το αέριο βρίσκεται σε επαφή με ψυχρή δεξαμενή θερμοκρασίας  $T_2 < T_1$ . Στη μεταβολή αυτή το αέριο καταναλώνει έργο  $W_3$  το οποίο αποδίδει με μορφή θερμότητας  $Q_2$  στην ψυχρή δεξαμενή, ενώ  $\Delta U = 0$  διότι  $T_2 = \text{σταθερή}$ .

### 4) ΑΔΙΑΒΑΤΙΚΗ ΣΥΜΠΙΕΣΗ    Δ → Α

Το αέριο είναι θερμικά μονωμένο και συμπιέζεται μέχρις ότου επανέλθει στην αρχική του κατάσταση Α. Στην μεταβολή αυτή το αέριο καταναλώνει έργο  $W_4$ , και αυξάνει την εσωτερική του ενέργεια  $\Delta U > 0$  ( $T_1 > T_2$ ), ενώ  $Q = 0$ .



## ΘΕΩΡΗΜΑ CARNOT

Δεν μπορεί να υπάρξει θερμική μηχανή που να έχει μεγαλύτερη απόδοση από μια μηχανή Carnot η οποία λειτουργεί ανάμεσα στις ίδιες θερμοκρασίες.

### ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΜΗΧΑΝΗΣ CARNOT

Στον κύκλο Carnot ισχύει:

$$\frac{|Q_c|}{Q_h} = \frac{T_c}{T_h}$$

οπότε ο συντελεστής απόδοσης της μηχανής Carnot είναι:

$$e_c = 1 - \frac{|T_c|}{T_h}$$