



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA



Dipartimento
di Ingegneria Industriale

I motori a combustione interna

Corso di Macchine 1

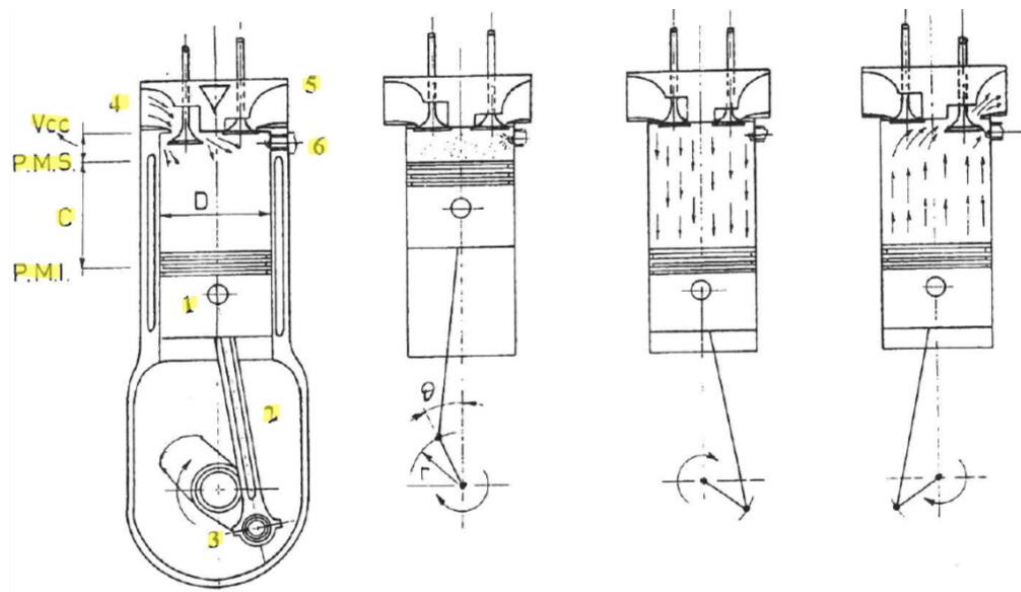
Agenda

- ▶ Aspetti generali sui motori a combustione interna
 - ▶ Definizione
 - ▶ Motori a combustione interna a 4 tempi
 - ▶ Motori a combustione interna a 2 tempi
 - ▶ Classificazione
- ▶ Il ciclo di un motore



Aspetti Generali sui motori a combustione interna

Definizione di motore a combustione interna



Schema semplificato del funzionamento di un motore a 4 tempi.

- 1: Pistone con fasce elastiche
- 2: Biella
- 3: Manovella, r : raggio di manovella
- 4: Valvola di aspirazione
- 5: Valvola di scarico
- 6: Candela
- ϑ : Angolo di manovella; C : corsa del pistone; D : alesaggio
- V_{cc} : volume della camera di combustione
- PMI : Punto morto inferiore; PMS : punto morto superiore

- «I motori a combustione interna sono **macchine termiche** in cui l'energia meccanica che si rende disponibile al giunto dell'albero motore è generata dal processo di combustione svolto **in seno al fluido operativo** che risulta quindi essere costituito dai prodotti di tale reazione»
- Questi motori sono inoltre macchine volumetriche che possono operare con moto sia alternativo (**Fig.**) sia rotativo (motori Wankel), con i primi che sono largamente i più diffusi

Motori a combustione interna a 4 tempi

ASPIRAZIONE



COMPRESSIONE



SCOPPIO

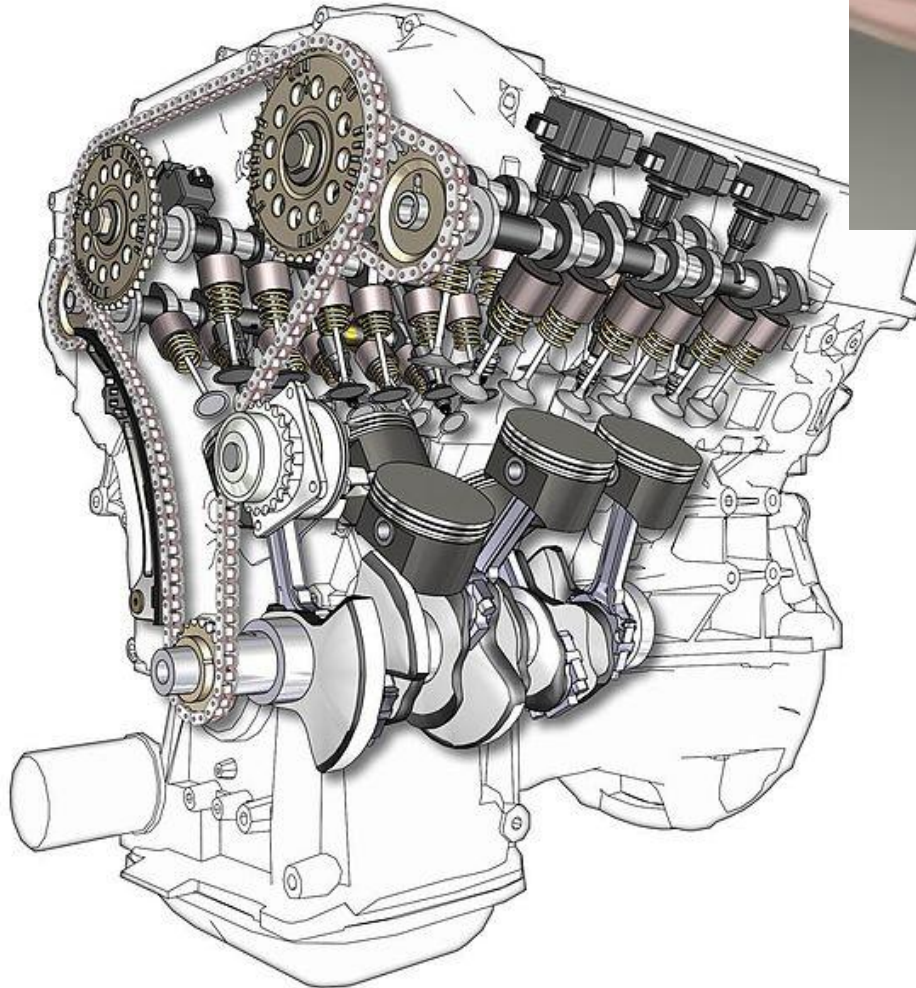


SCARICO

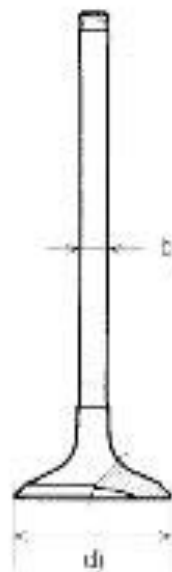
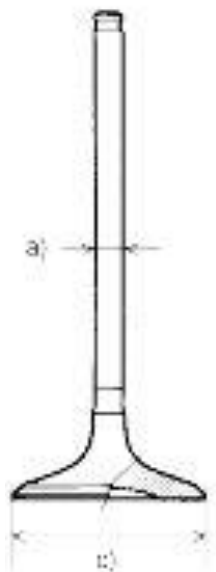


Fig. - Motore a 4 tempi ad accensione comandata (per scintilla elettrica)

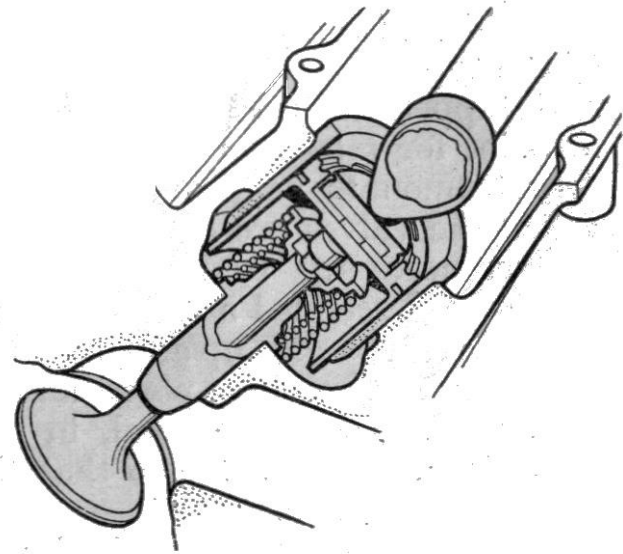
Motori a combustione interna a 4 tempi



Le valvole a fungo

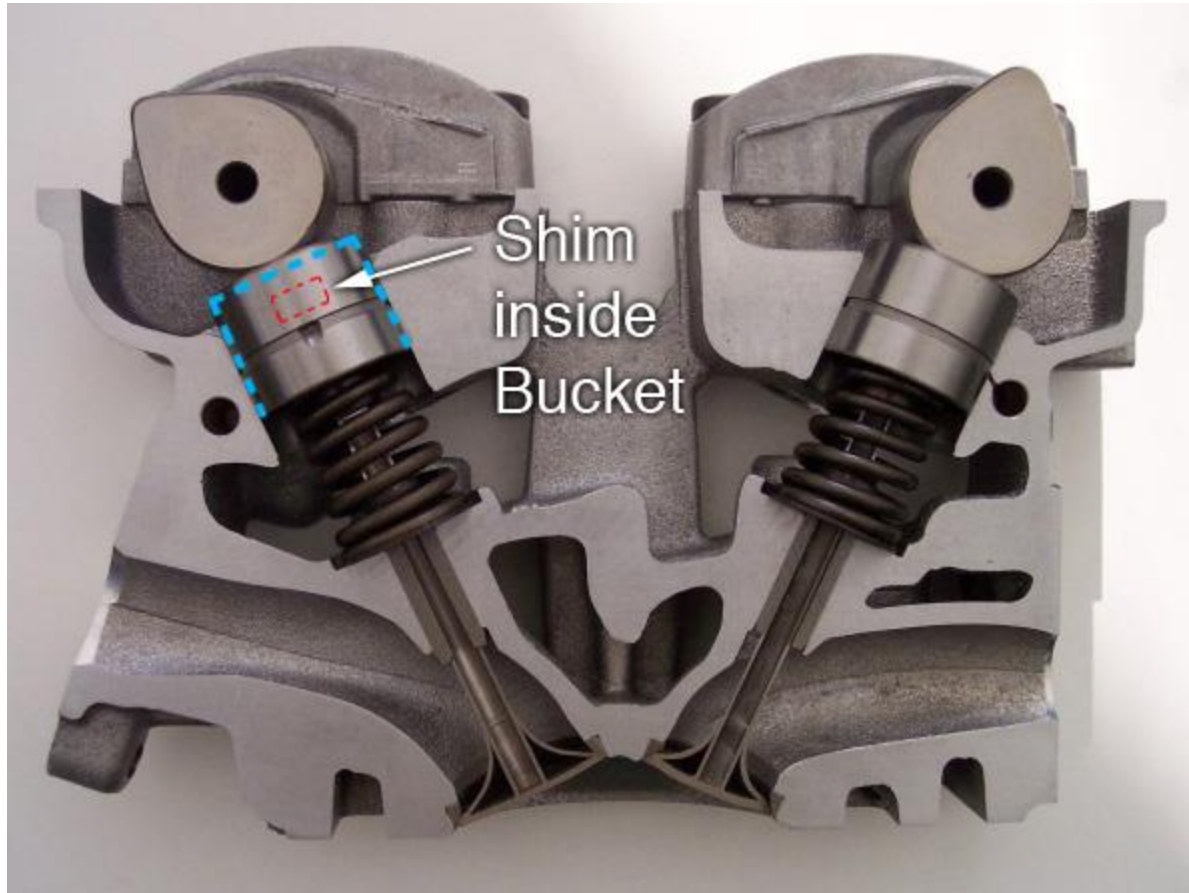


Albero a gomiti e albero a camme



albero a gomiti

Albero a gomiti e albero a camme



Il pistone



Motori a combustione interna a 2 tempi

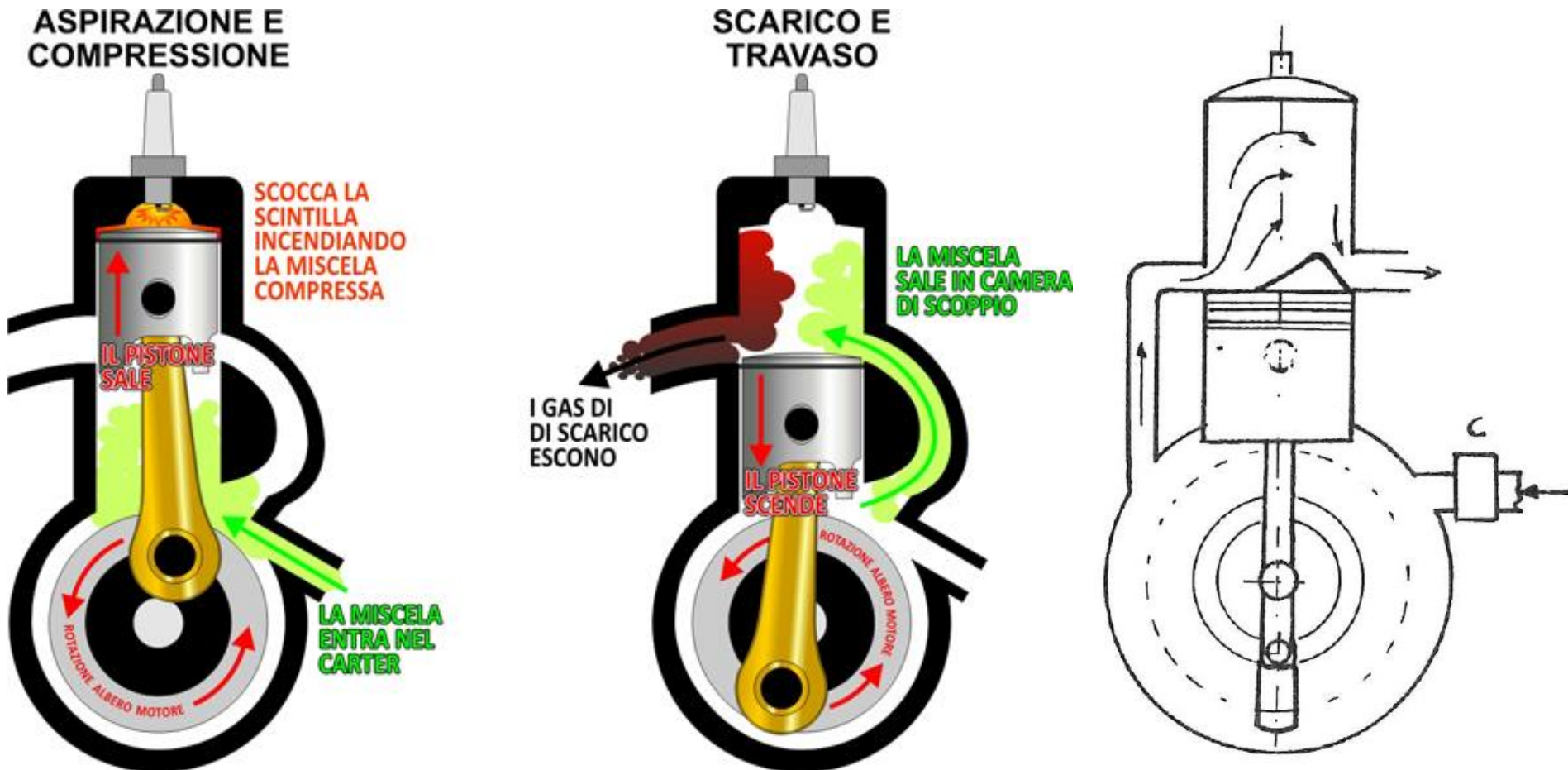


Fig. - Motore a 2 tempi ad accensione comandata (per scintilla elettrica) con soffiante di lavaggio nel carter; c: carburatore.

Motori a combustione interna a 2 tempi

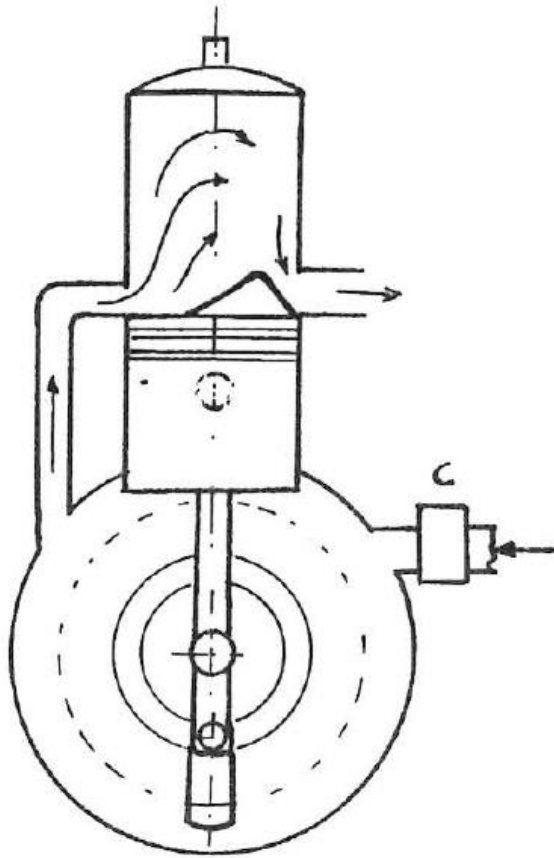


Fig. - Motore a 2 tempi ad accensione comandata;
C: carburatore.

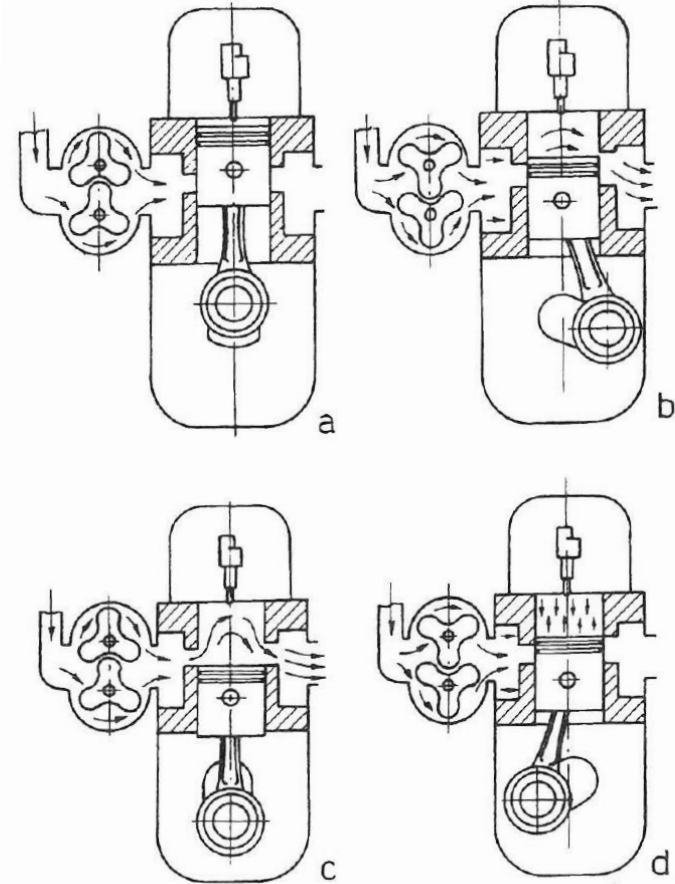


Fig.- Motore a 2 tempi ad accensione spontanea:
a) Inizia l'espansione; b) Il pistone scopre luci di scarico;
c) lavaggio; d) compressione.

Classificazione

Con riferimento alle modalità
di accensione

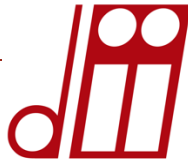
Motori ad
accensione comandata

Motori ad
accensione spontanea

Con riferimento al ciclo
funzionale

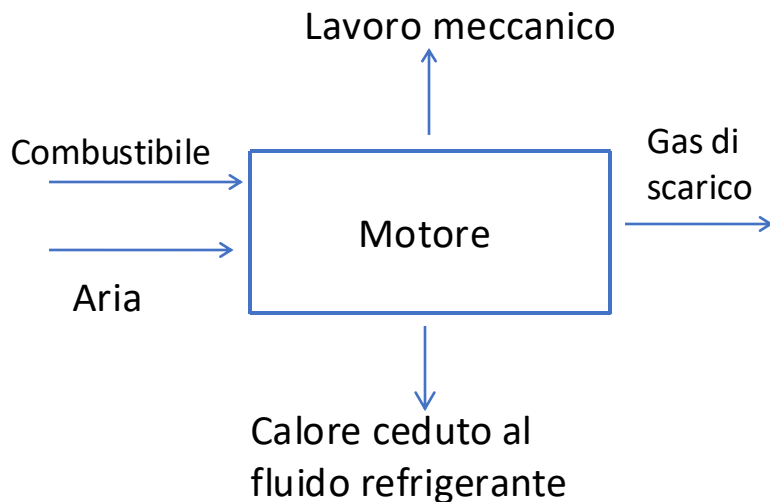
Motori a 4 tempi

Motori a 2 tempi



Il «ciclo» di un motore

Il “ciclo” di un motore



- Con riferimento allo schema semplificato, circa il $35 \div 45\%$ della potenza termica $Q_{m_c}H_u$ che si rende disponibile dalla combustione di Q_{m_c} kg/s di combustibile (H_u : potere calorifico inferiore, pari per la benzina a circa 44000 kJ/kg) viene convertito in potenza meccanica
- La parte rimanente, circa il 60% , viene in parte trasmessa al **fluido refrigerante**, e in parte dispersa all'esterno attraverso i **gas di scarico**

Il “ciclo” di un motore

Costruire un **modello fisico-matematico** che rappresenti il ciclo di funzionamento di un motore a combustione interna non è semplice:

- è improprio parlare di “ciclo” perché le trasformazioni del fluido operativo non si svolgono in un **circuito chiuso**
- nelle sezioni di ingresso ed uscita il regime di moto del fluido **non è permanente**
- Il fluido operativo subisce una **trasformazione chimica** durante il processo di combustione, e dunque non è più possibile parlare di **equilibrio termodinamico** venendo meno quello **chimico**:



difficoltà a descrivere il sistema per via termodinamica
(es. equazioni di stato caratteristiche dell'intero sistema)



Ipotesi semplificative



Ciclo ideale

Si comincia ad analizzare le prestazioni di un motore, considerandolo una **macchina ideale**

Ipotesi:

- il fluido operativo è **ideale e perfetto** (aviscoso, calore specifico indipendente dalla T)
- la fase di **combustione** è **esterna** al ciclo: il calore è trasmesso **senza perdite** al fluido attraverso un setto permeabile al calore. La fase di combustione avviene:
 - a volume costante: ciclo Otto
 - a pressione costante: ciclo Diesel
 - parte a volume e parte a pressione costante: ciclo misto
- la fase di compressione ed espansione sono **adiabatiche** ed **isoentropiche**
- durante la fase di aspirazione e scarico il fluido è **in perfetto equilibrio termodinamico** con l'ambiente esterno (pressione e temperatura dell'ambiente esterno)



Ciclo ideale

Si comincia ad analizzare le prestazioni di un motore, considerandolo una **macchina ideale**

Ipotesi:

- il fluido operativo è **ideale e perfetto** (aviscoso, calore specifico indipendente dalla T)
- la fase di **combustione** è **esterna** al ciclo: il calore è trasmesso **senza perdite** al fluido attraverso un setto permeabile al calore.



ciclo **ARIA-COMBUSTIBILE**: consente di valutare l'influenza della variabilità dei calori specifici e delle reazioni chimiche

- la fase di compressione ed espansione sono **adiabatiche** ed **isoentropiche**
- durante la fase di aspirazione e scarico il fluido è **in perfetto equilibrio termodinamico** con l'ambiente esterno (pressione e temperatura dell'ambiente esterno)

Ciclo ideale

Si comincia ad analizzare le prestazioni di un motore, considerandolo una **macchina ideale**

Ipotesi:

- il fluido operativo è ~~ideale e perfetto~~ (aviscoso, ~~calore specifico indipendente dalla T~~)
- la fase di ~~combustione~~ è ~~esterna~~ al ciclo: il calore è trasmesso ~~senza perdite~~ al fluido attraverso un setto permeabile al calore.
- la fase di compressione ed espansione sono ~~adiabatiche~~ ed **isoentropiche**
- durante la fase di aspirazione e scarico il fluido è **in perfetto equilibrio termodinamico** con l'ambiente esterno (pressione e temperatura dell'ambiente esterno)



Ciclo reale **INDICATO**: consente di valutare l'influenza della perdite e delle irreversibilità

Domande, Curiosità, Dubbi, Perplessità?

