INTERNAL COMBUSTION ENGINES

Engine Classifications تصنيف المحركات

اولاً - تصنيف المحركات على اساس الموقع الذي يحترق فيه الوقود ..الى نوعين:

1-محركات الاحتراق الخارجي EXTERNAL COMBUSTION ENGINES

2-محركات الاحتراق الداخلي INTERNAL COMBUSTION ENGINES

ثانياً - تصنيف المحركات حسب نوع الوقود الذي يستخدم لتشغيلها ..الى ثلاث انواع:

1-محركات الكيروسين (النفط الابيض) Kerosene Engines

2-محركات البنزين Petrol Engines

3-محركات الديزل (زيت الغاز) Diesel Engines

ثالثاً – تصنيف محركات الاحتراق الداخلي حسب طرق حرق الوقود.. الى نوعين:

1- محركات الاحتراق بالشرارة Spark Ignition Engine

Gasoline engine

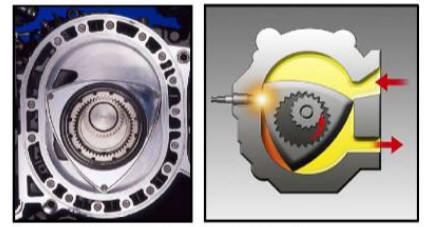
2 - محركات الاحتراق بالضغط Compression Ignition Engines

Diesel engine

رابعاً – تصنيف المحركات حسب طبيعة حركة الاجزاء المنتجة للطاقة.. الى نوعين:

1- المحركات الترددية Reciprocating Engines

2- المحركات الدورانية Rotational Engines



Rotary Engine (Wankel Engine)

خامساً – تصنيف المحركات الاحتراق على اساس الدورة الحرارية ..الى نوعين:

1-محركات ثنائية الاشواط Engines Two Stroke

2-محركات رباعية الاشواط Engines Four Stroke

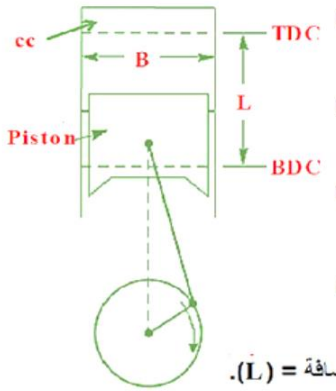
سادساً – تصنيف المحركات على اساس نوع التبريد ..الى نوعين:

1-محركات تبرد بالماء Engines Water Cooling

2-محركات تبرد بالهواء Engines Air Cooling

Reciprocating Engines Operation

قبل البدء بشرح آلية عمل محرك الاحتراق الداخلي يجب فهم المصطلحات التالية



النقطة الميتة العليا (TDC) : هي أقصى نقطة يصل إليها سطح المكبس العلوي أثناء حركته صعودا.

النقطة الميتة السفلى (BDC) : هي أدنى نقطة يصل إليها سطح المكبس العلوي أثناء حركته نزولا .

شوط المكبس (L) : هو المسافة بين النقطة الميتة العليا والنقطة الميتة السفلى.

حجم غرفة الاحتراق (cc) : الفراغ الموجود فوق المكبس عندما يكون في النقطة الميتة العليا.

قطر المكبس (B) : في بعض المحركات يكون مساوي للمسافة = (L).

حجم الاسطوانه(Vc): حاصل ضرب مساحة قاعدة الاسطوانه بشوط المكبس

حجم الإزاحة (سعة) للمحرك:

(**swept volume** (engine displacement, capacity Engine)

هو الحجم المزاح عن طريق جميع المكابس داخل الاسطوانات لمحرك الاحتراق الداخلي خلال (شوط) من النقطة الميتة العليا إلى النقطة الميتة السفلي. وهو في العادة يحدد بالسنتيمتر المكعب (cubic centimeter cc).

ويتم حسابه بالمعادلة الاتية:

الإزاحة = مساحة الاسطوانة × طول الشوط × عدد الاسطوانات

$$\text{displacement} = \frac{\pi}{4} \times \text{bore}^2 \times \text{stroke} \times \text{number of cylinders}$$

$$V_e = \frac{\pi}{4} \times D^2 \times L \times n = V_s \times n$$

D = قطر الاسطوانة L = طول الشوط n = عدد الاسطوانات

V_e = حجم الإزاحة للمحرك V_s = حجم الازاحة للأسطوانة

يعمل محرك الاحتراق الداخلي بدورة الاشواط الاربعة:

(١.سحب - ٢.انضغاط - ٣.قدرة - ٤.عادم)

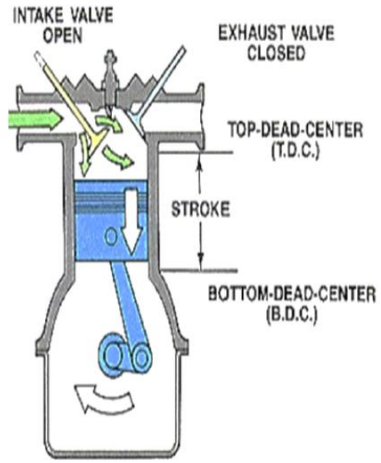
يتم فيها تحويل الحركة الترددية التي يتحركها المكبس إلى حركة دورانية بواسطة ذراع التوصيل وعمود المرفق وذلك عن طريق أشواط أربعة يتحركها المكبس بين النقطة الميتة العليا (TDC) والنقطة الميتة السفلى (BDC) صعودا ونزولا

يطلق اسم الشوط على المسافة التي يقطعها المكبس من النقطة الميتة العليا (TDC) إلى النقطة الميتة السفلى(BDC).

كل شوط يعني حركة المكبس من النقطة الميتة العليا إلى النقطة الميتة السفلى ويساوي هذا١٨٠ درجة من درجات دوران عمود المرفق.

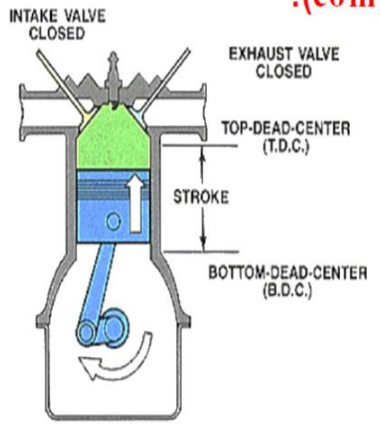
يدور عمود الكامات دورة واحدة ٣٦٠ درجة في حين يدور عامود المرفق دورتين ٧٢٠ درجة أي بنسبة نقل ١:٢ ويأتي ذلك باختلاف أقطار آلية التعشيق بين عامود الكامات وعمود المرفق.

١.شوط السحب (intake stroke):



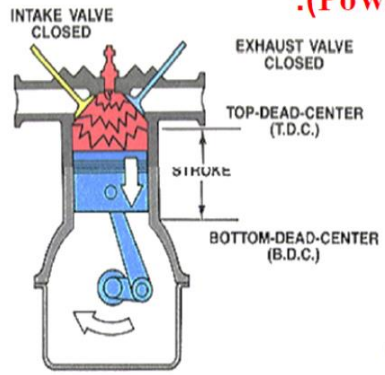
في هذا الشوط يتحرك المكبس في اتجاه النقطة الميتة السفلى ويكون صمام السحب مفتوحا حيث يدخل الخليط عبر صمامات السحب إلى داخل الاسطوانة ويبقى صمام العادم مغلقا .في هذه الحاله يكون عمود المرفق قد أتم نصف دورة (1/2 tour.180°).

٢.شوط الانضغاط (compression stroke):

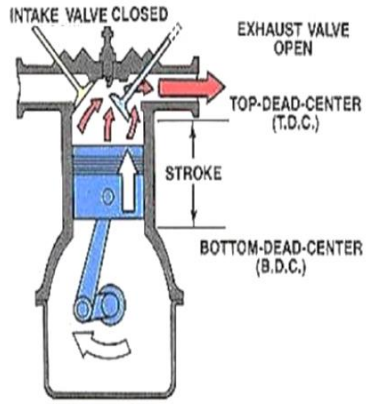


في هذا الشوط يتحرك المكبس في تجاه النقطة الميتة العليا ويكونا صماما السحب والعادم مغلقان ،حيث تضغط الغازات المحبوسة داخل غرفة الاحتراق وبالتالي يرتفع الضغط والحرارة من أجل تهيئة الخليط المكون من الهواء والوقود لبدء الاحتراق قبل أن يصل المكبس إلى النقطة الميتة العليا بقليل. في هذا الحالة يكون عمود المرفق قد أتم دورة

٣.شوط الاحتراق (القدرة)(Power stroke):



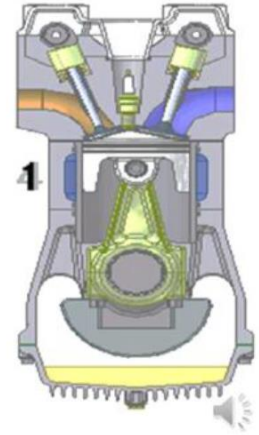
يشتعل خليط الوقود والهواء المضغوطين في غرفة الاحتراق بواسطة الشرارة الكهربائية المنتجة من شمعة االقدح(Plug)،تتمدد الغازات العادمة دافعة المكبس إلى الأسفل وبقوة كبيرة تنتقل إلى عمود المرفق بواسطة ذراع التوصيل لإعطاء شغل ميكانيكي يستفاد منه وباكتمال الشوط الثالث يكون عمود المرفق قد أتم دورة ونصف الدورة (1tour+1/2 tour) .



٤.شوط العادم (Exhaust stroke):

يتحرك المكبس في اتجاه النقطة الميت العليا في حين يكون صمام العادم مفتوحا فتخرج الغازات الموجودة في غرفة الاحتراق وعند وصول المكبس يبدأ صمام العادم بالإغلاق ، ويكون صمام السحب قد بدأ بالفتح وباكتمال الشوط يكون عمود المرفق قد أتم دورتين كاملتين (2tours) وبعد ذلك تبدأ الدورة الثانية.

١. السحب.
٢. الانضغاط.
٣. القدرة.
٤. العادم.



وتعرف دورة الاحتراق الداخلي بدورة أوتو otto cycle نسبة إلى مخترعها ولتقيل الاهتزازات الناتجة عن الاحتراق وجد أن أفضل ترتيب للإشعال هو ١-٢-٤-٣ أو كما في أغلب المحركات هو ١-٣-٤-٢ هذا بالنسبة للمحركات رباعية الاسطوانات والارقام انفة الذكر هي تسلسل اسطوانات المحرك اي تسلسل حدوث الشوط في الأسطوانات الاربعة.

توقيت المحرك

يفتح صمام السحب قبل النقطة الميتة العليا ويغلق بعد النقطة الميتة السفلى بعدة درجات وذلك ليتسنى دخول اكبر كمية خليط من الوقود والهواء إلى داخل.

تعطى الشرارة قبل النقطة الميتة العليا بعدة درجات أي في نهاية شوط الانضغاط حتى نحصل على أعلى ضغط من انفجار الخليط بعد النقطة الميتة العليا بعدة درجات أي أثناء حركة المكبس نزولا باتجاه النقطة الميتة السفلى.

رقم الشوط	اسم الشوط	دورة عمود المرفق	صمام السحب	صمام العادم
الشوط الأول	السحب	١/٢ دورة	مفتوح	مغلق
الشوط الثاني	الانضغاط	١ دورة	مغلق	مغلق
الشوط الثالث	الاحتراق القدرة	١.٥ دورة	مغلق	مغلق
الشوط الرابع	العادم	٢ دورة	مغلق	مفتوح

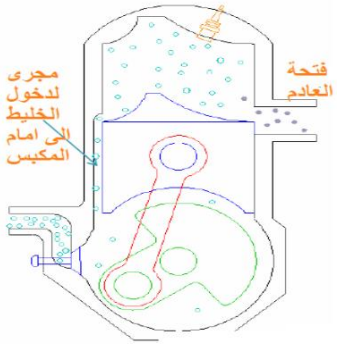
محركات ثنائية الاشواط

من مساوئ المحركات رباعية الأشواط آن ثلاثة من آشواطها وهي السحب والضغط والعادم مستهلكة للطاقة والشوط الوحيد المنتج لها هو شوط القدرة. بينما في المحركات ثنائية الاشواط هناك شوط قدرة منتج للطاقة وشوط واحد مستهلك لها.

اخترعت المحركات ثنائية الاشواط من قبل Clerk سنة 1881 وهي محركات تُكمل دورتها بدورة واحدة لعمود المرفق. زودت هذه المحركات في البداية بمضخة مكبسيه لإجبار الخليط على الدخول الى المحرك. إلا إن هذه المحركات حُورت من قبل Day سنة 1891 وذلك بالاستغناء عن مضخة الخليط والاستعاضة عنها باستخدام الفراغ الموجود

محركات ثنائية الأشواط

شوط القدرة: وهو حركة المكبس إلى النقطة الميتة السفلى بتأثير الضغط الذي تولد من انفجار الخليط وعند وصول المكبس تقريبا إلى النقطة الميتة السفلى:



1-يبتعد المكبس عن فتحة العادم فتخرج غازت العادم

2- يفتح المكبس مجرى دخول الخليط فيتدفق خليط الوقود أمام المكبس بفعل الضغط الذي ولده المكبس على الخليط في غرفة عامود المرفق

دورة محركات ثنائية الاشواط

عند صعود المكبس الى الاعلى يتخلل الضغط تحت المكبس ليصبح أقل من الضغط الجوي عندها يندفع الخليط (petrol-air mixture) الى الحيز الموجود تحت المكبس بواسطة الضغط الجوي ومن خلال فتحة الادخال (Inlet port). كما أن صعود المكبس الى الأعلى يغلق فتحة أدخال الخليط الى غرفة الاحتراق (transfer port) ويغلق فتحة اخراج العادم (exhaust port). وبصعوده أيضا الى الأعلى يزداد الضغط وترتفع درجة الحرارة وعندها تتولد الشرارة بواسطة شمعة القدح فيحترق الوقود ويرتفع الضغط فيندفع المكبس الى الأسفل.

وعندما يترل المكبس الى الأسفل تنكشف فتحة خروج العادم أولا فيندفع الى خارج الأسطوانة بتأثير الضغط المتبقي فيها نتيجة احتراق الوقود. وعند نزول المكبس الى الأسفل مسافة صغيرة أخرى ينفتح ممر تغذية الخليط الى غرفة الاحتراق

تتميز المحركات ثنائية الاشواط بصغر حجمها وبساطة تركيبها ونعومة عملها. فضلاً عن ذلك تنتج شوط قدرة واحد لكل دورة من دورات عمود المرفق مما يجعل عدد أشواط القدرة التي تنتجها هذه المحركات ضعف تلك التي تنتجها المحركات رباعية الاشواط عند تساوي السرعتين. وهذا يعني أن القدرة التي تنتجها هي ضعف تلك التي تنتجها المحركات رباعية الاشواط. إلا أن التجارب العملية لم تثبت ذلك إطلاقاً.

من عيوب هذا النوع من المحركات هو اختلاط العادم مع الخليط على الرغم من تزويد المكبس بجزء مرتفع لحرف الخليط بعيداً عن فتحة خروج العادم. تؤدي عملية الخلط الى زيادة حرارة الخليط مما يسبب زيادة حجمه وجعله يملأ حيزاً أكبر من الحيز الذي يفترض أن يملأه لو كانت حرارته منخفضة. فضلاً عن ذلك خروج جزء من الخليط مع العادم الى الخارج وهذا يقلل من الطاقة الناتجة من حرق الوقود لقلة كميته فضلاً عن زيادة استهلاك الوقود.

مميزات محركات ثنائية الأشواط

- القدرة التي تتولد من هذه المحركات أعلى من محركات رباعية الأشواط حيث يحدث شوط القدرة كل دورة من دورات عامو د المرفق أي كل 360 درجة وليس كل 720 درجة كما في محركات رباعية الأشواط.
- سهولة تصميم الصمامات.

في هذه المحركات يتم إضافة زيت المحرك مع الوقود وبالتالي يتم حرق الزيت وهذه تعداحد عيوبه بالإضافة إلى الصوت المزعج

Engine

What is an engine ?

An engine is an device which is use to convert chemical energy into mechanical energy or work.

Engine

Chemical energy -> mechanical energy

Types of Engine

On the basis where combustion takes place, there are two types of engine-

1. External combustion engine (E.C. engine)
2. Internal combustion engine (I.C. engine)

External Combustion Engine

E.C. Engine - In external combustion engine the fuel is burn outside from the engine cylinder and the heat generated then transferred to the main working fluid to vaporises it, and a high pressure is generated which helps to move the piston.

Example - steam engine

Internal Combustion Engine

I.C. Engine - In internal combustion engine working fluid burns inside the cylinder and the heat generated due to burning is then help to move the piston

Example - Petrol engine,

Diesel engine

Difference between E.C and I.C

E.C. Engine

1. two working fluid in this type of engine.
2. combustion of the fluid take place out side the cylinder.
3. Large in size due to many accessories.
4. As we know that heat transfer take place from one fluid to the another so, heat losses in this type of engine is more.
5. example of such types of engines are
   - steam engine, steam turbine.

I.C. Engine

1. one working fluid in this type of engine
2. combustion of the fluid take place out side the cylinder
3. small and simple in size as compare to E.C. engine.
4. In this type of engine no heat transfer occurs, so the heat losses are less.
5. example of such type of engines are – S.I. engine, CI engine.

Engine's Main Parts

1. Cylinder block
2. Cylinder
3. Piston
4. Combustion chamber
5. Inlet manifold
6. Exhaust manifold
7. Inlet valve
8. Exhaust valve
9. Spark plug
10. Connecting rod
11. Crank shaft
12. Cam shaft
13. Piston rings
14. Gudgeon pins
15. Fly wheel

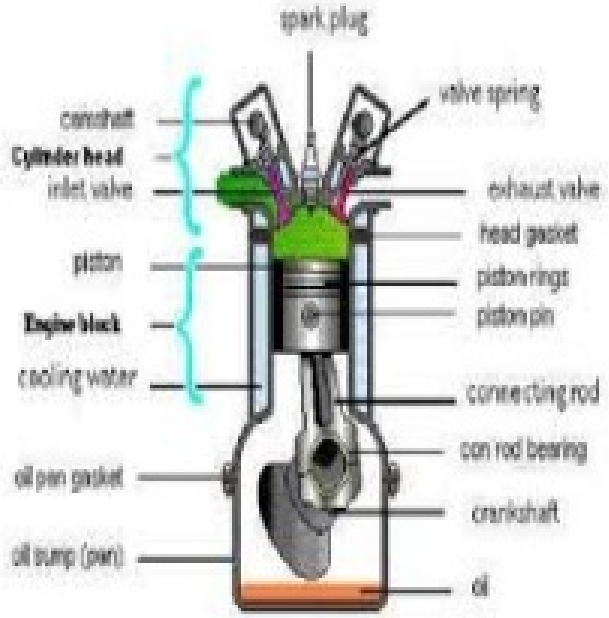


Figure 11

Classification of Heat Engine

1. **On the basis of operating cycle** – (i) SI Engine (Otto cycle engine)
(ii) CI engine (Diesel cycle engine)

2. **On the basis of ignition method -** (i) SI engine (ii) CI engine

3. **On the basis of working strokes -** (i) Four stroke engine (ii) Two stroke engine

4. **On the basis of fuel used -** (i) petrol or gasoline engine (ii) Diesel engine

5. **On the basis of cooling system -** (i) Air cooled engine (ii) Water cooled engine

6. **On the Basis of Cylinder Arrangement -** (i) Line Arrangement (ii) V-Engine
(iii) Radial engine (iv) Opposed cylinder engine

7. **On the Basis of Ignition System -** (i) Magneto ignition system engines (ii) Battery ignition system engine

Important terms used in Engine

1. **Cylinder bore (D) -** it is the nominal inner diameter of the working cylinder.

2. **piston area (A) -** it is the area of the circle of diameter equal to cylinder bore.

3. **stroke length (L) -** the nominal distance through which a working piston moves between two successive reversals of its direction of motion.

4. **Dead centre -** the position of the working piston and the moving parts which are mechanically connected to it at the moment when the direction of the piston motion is reversed (at either end point of the stroke).

Top dead centre - when the piston held at its top position in the cylinder then this top position is called top dead centre.

Bottom dead centre - when the piston position occurs at the lowest position of the motion then this lowest position is called bottom dead centre.

5. **Swept volume (Vs) -** the volume swept by piston while moving from top dead centre to bottom dead centre is called "swept volume".

6. **Clearance volume (Vc) -** The volume of the cylinder from its top most surface to top dead centre (T.D.C.) is called "clearance volume".

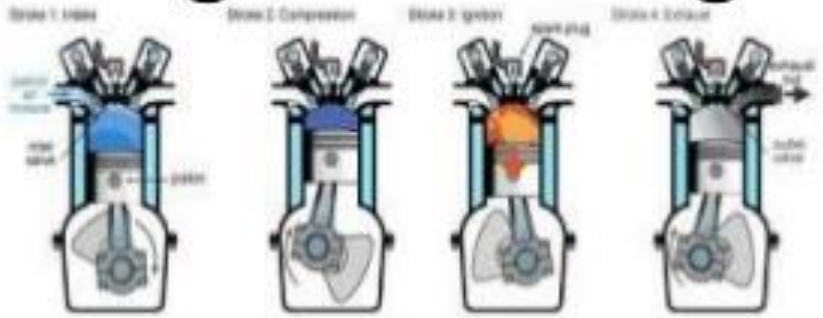
7. **Compression ratio (r) -** It is the ratio of total volume of the cylinder to the clearance volume.

4-stroke spark ignition engine

In four stroke cycle engine –

revolutions of the crankshaft - 2

crank rotation - 720 degree



1.Suction stroke - In this stroke the fresh charge come into the cylinder and the piston moves from top to bottom dead centre.

2.Compression stroke - in this stroke the movement of the piston from bottom dead centre to the top dead centre and thus the fresh charge get compressed. Both valves remain closed during this stroke.

3.Expansion or power stroke – In this stroke both valves remains closed and ignition of compressed charge takes place and power for wheels and for completion of rest of three stroke takes place. Piston moves from bottom to top dead centre.

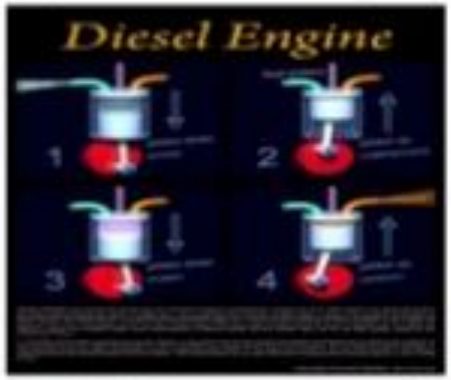
4.Exhaust stroke - In this stroke the piston moves from bottom dead centre to top dead centre. Thus the burnt charge sweeps out from cylinder to atmosphere.

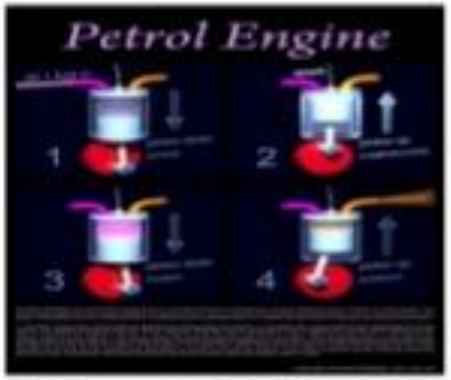
Four Stroke Compression Ignition Engine

In four stroke cycle engine –

revolutions of the crankshaft - 2

crank rotation - 720 degree





Get the posters! Click here. 23" x 35"

1.Suction stroke - in this stroke the fresh charge (air) come into the cylinder and the piston movement takes place from top to bottom dead centre. Only inlet valve opened in this stroke.

2.Compression stroke - in this stroke the movement of the piston from bottom dead centre to the top dead centre and thus the air get compressed. Both valve remains closed during this stroke.

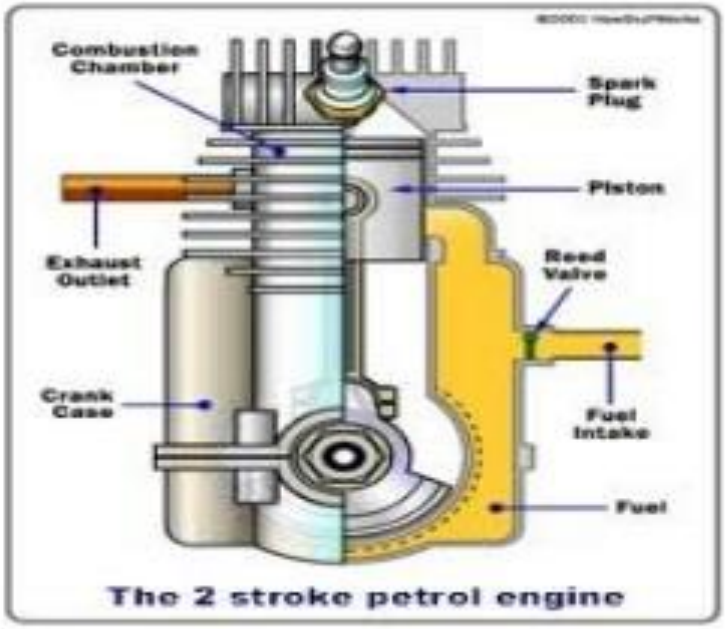
3.Expansion or power stroke – In this stroke at the end of compression stroke the injector inject diesel into the cylinder and thus ignition of the diesel takes place and power is obtained. Both valve remain closed in this stroke.

4.Exhaust stroke - In this stroke the piston moves from bottom dead centre to top dead centre. Thus the burnt charge sweeps out from cylinder to atmosphere. Only outlet valve opened in this stroke.

2-STROKE ENGINE

Revolution of the Crankshaft - one

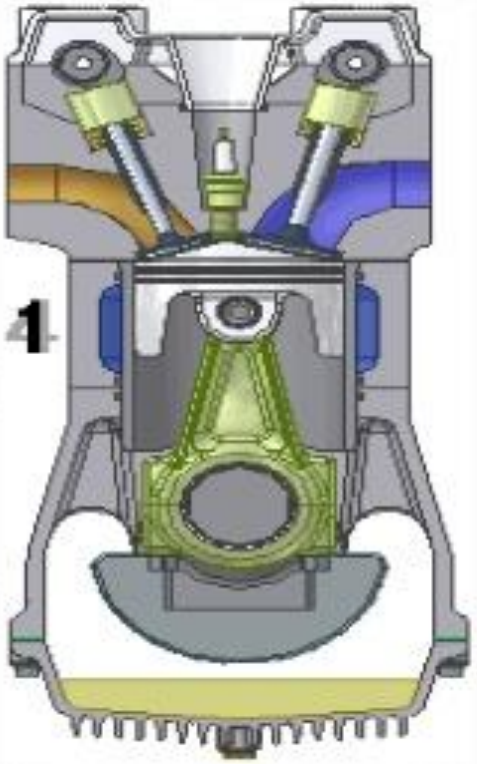
Crank rotation - 360 degree



In two stroke engine suction and compression stroke occurs together and expansion and exhaust strokes occurs together. when the piston is at its bottom dead centre then fuel comes in the cylinder through the port, when piston moves upward the fuel get compressed and thus we obtain high pressure and temperature. After the ignition of the fuel a high pressure will occurs on the piston head and piston moves downward, this stroke is known as power stroke. With this stroke the exhaust stroke also occurs.

RECIPROCATING

Engine has one or more cylinders in which pistons reciprocating back and forth. The combustion chamber is located in the closed end of each cylinder. Power is delivered to a rotating shaft output crankshaft by mechanical linkage with the pistons.



AIR INTAKE PROCESS

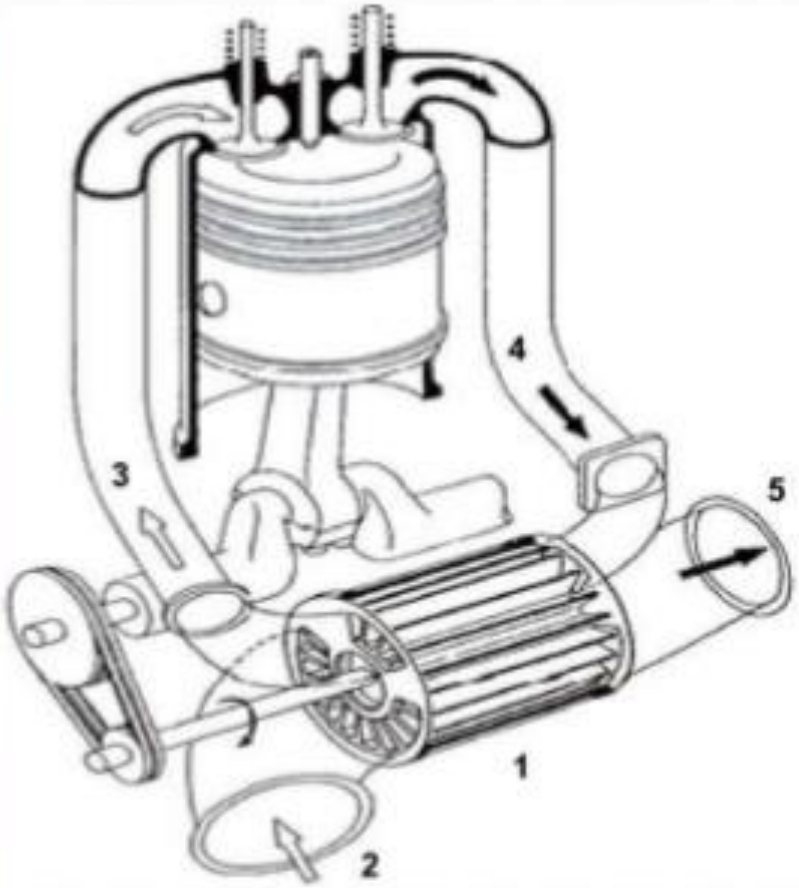
- Naturally Aspirated
- Supercharged
- Turbocharged
- Crankcase Compressed

NATURALLY ASPIRATED

No intake air pressure boost system

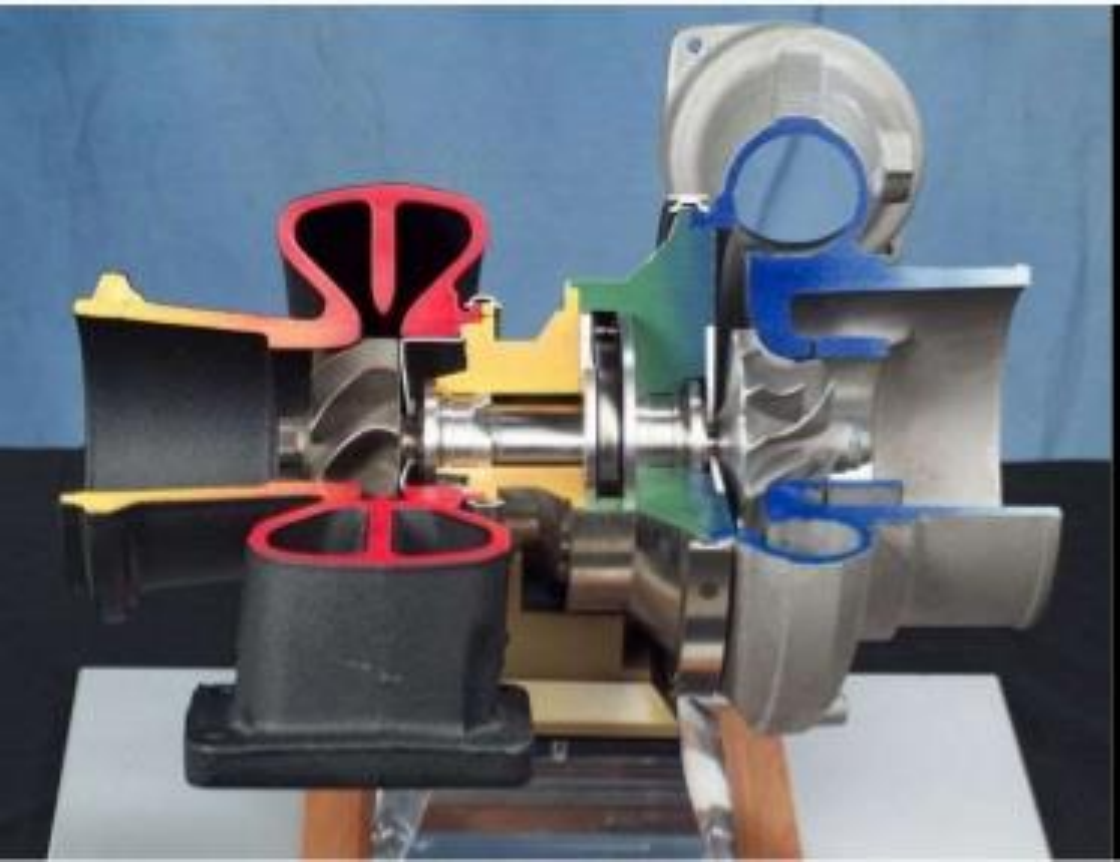
SUPERCHARGER

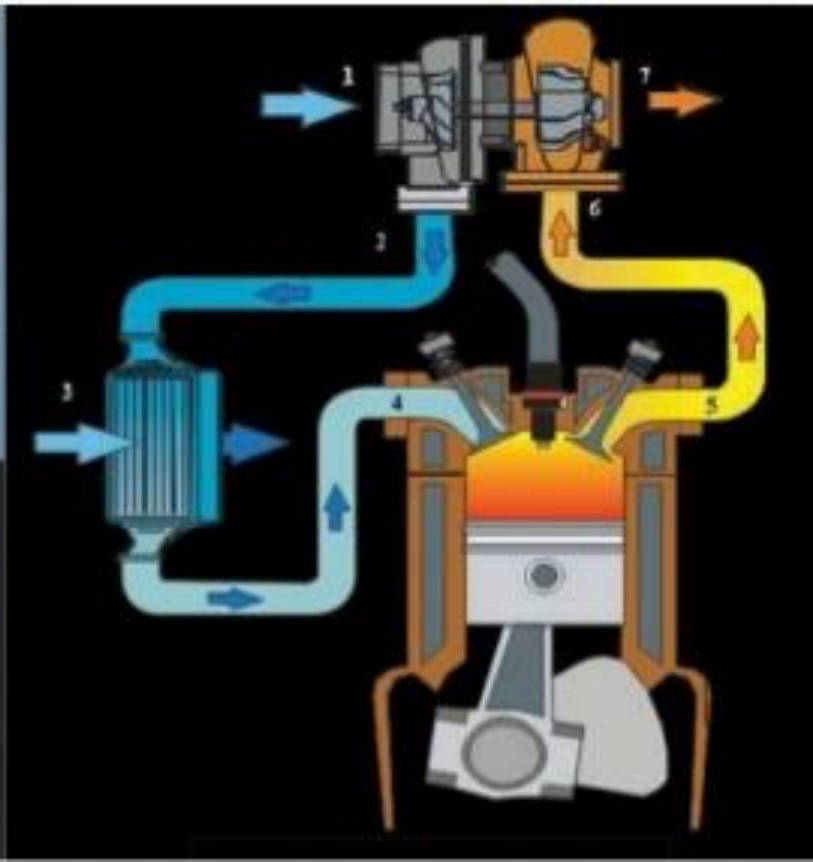
Intake air pressure increased with the compressor driven off of the engine crankshaft.



TURBOCHARGER

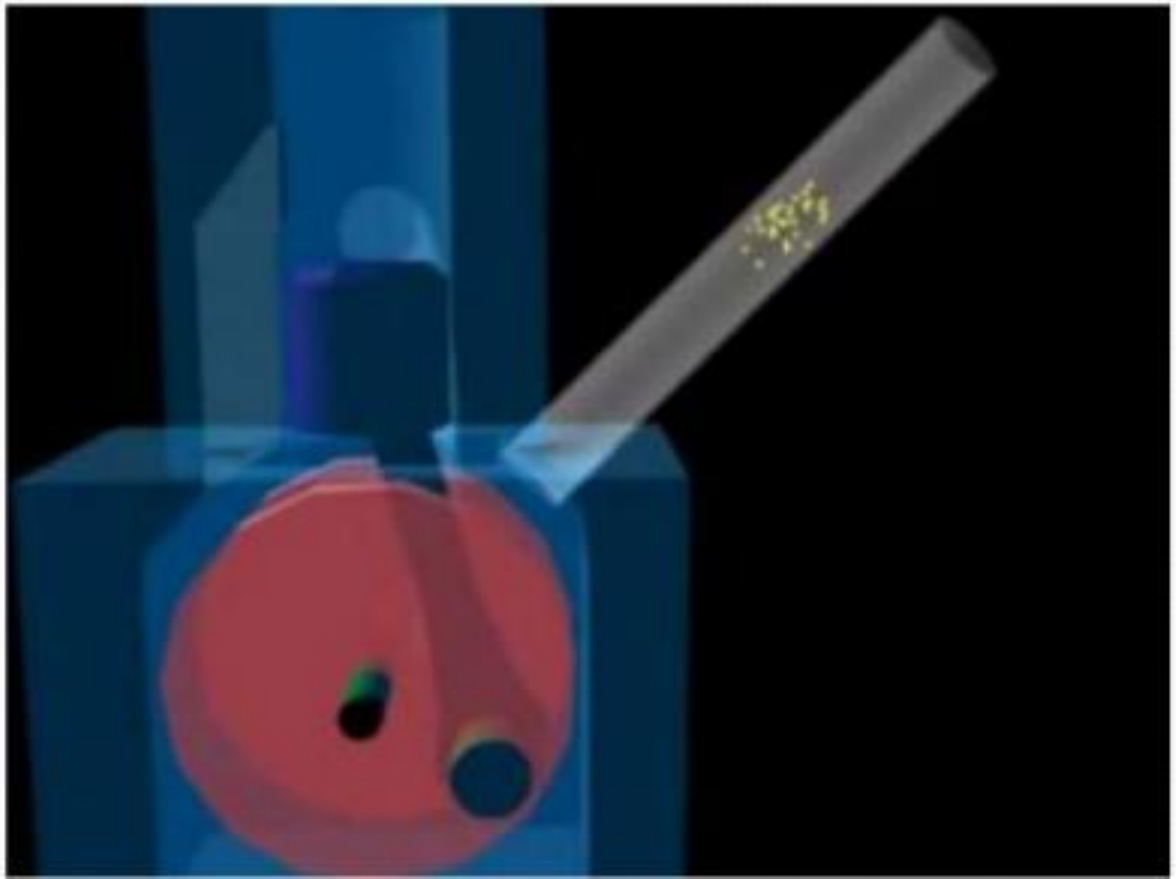
Intake air pressure increased with the turbine-compressor driven by the engine exhaust gas.





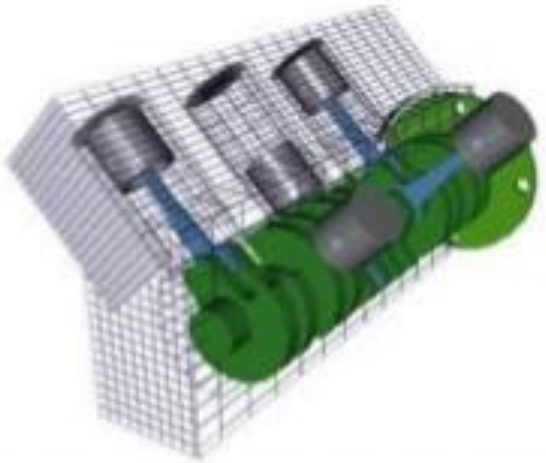
CRANKCASE COMPRESSED

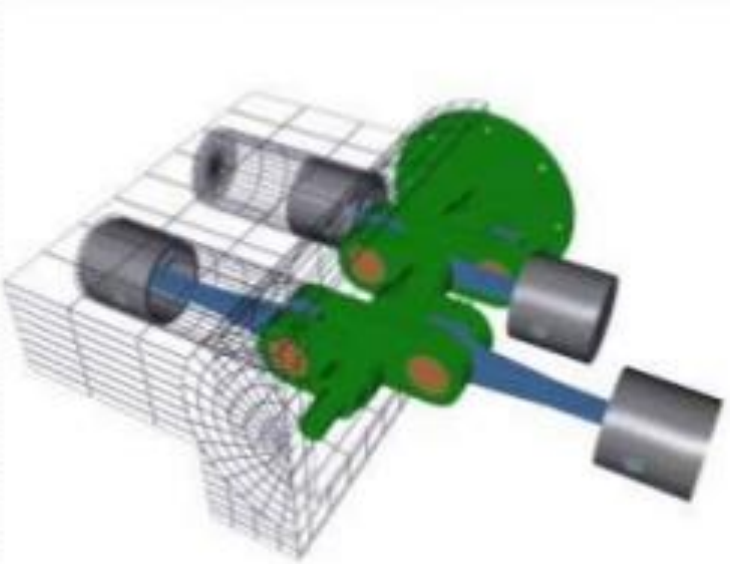
Two-stroke cycle engine which uses the crankcase as the intake air compressor.



POSITION & NUMBER OF CYLINDERS OF RECIPROCATING ENGINES

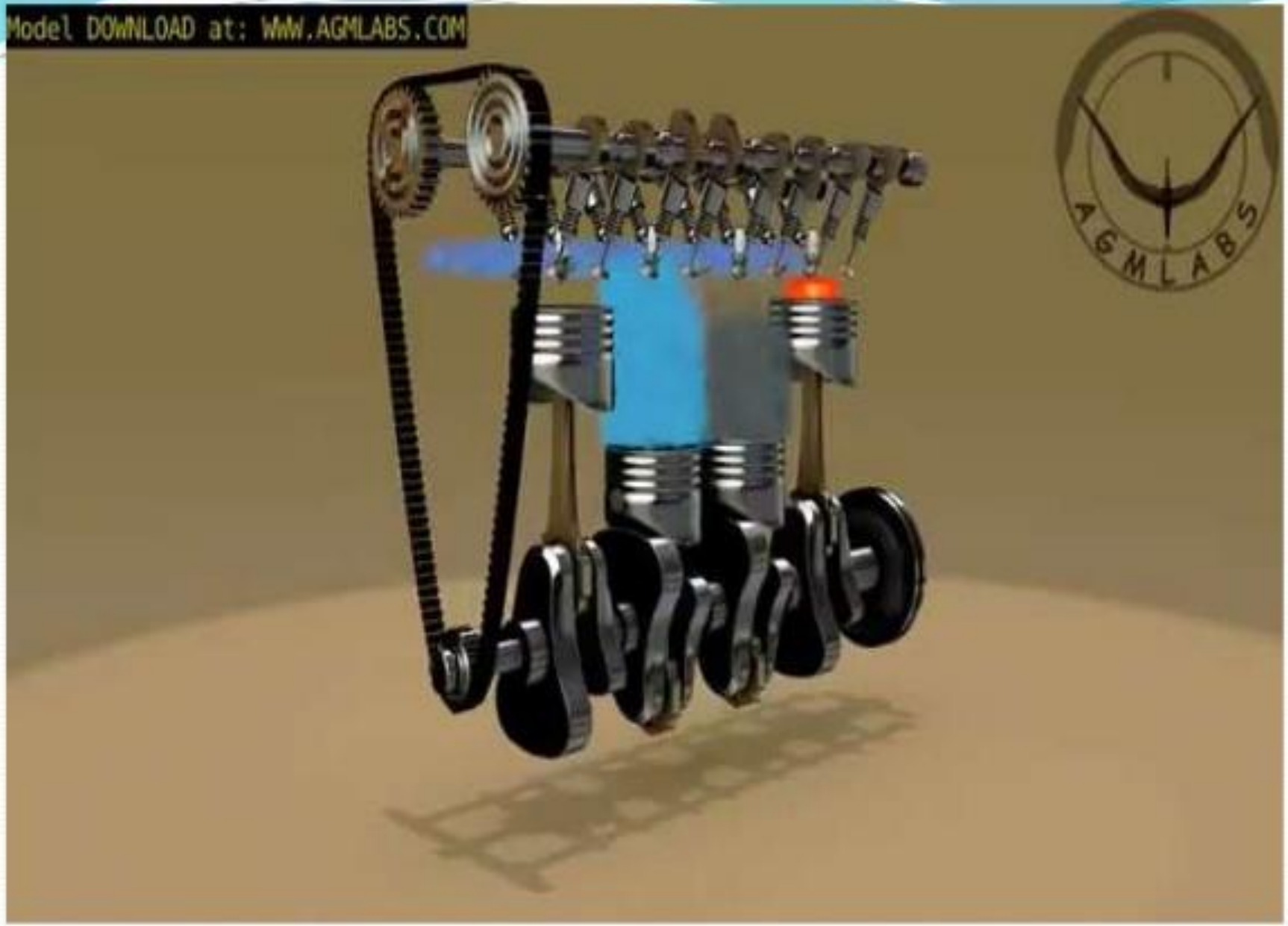
- Single Cylinder
- In-Line
- V Engine
- Opposed Cylinder Engine
- Opposed Piston Engine





COMPARISON

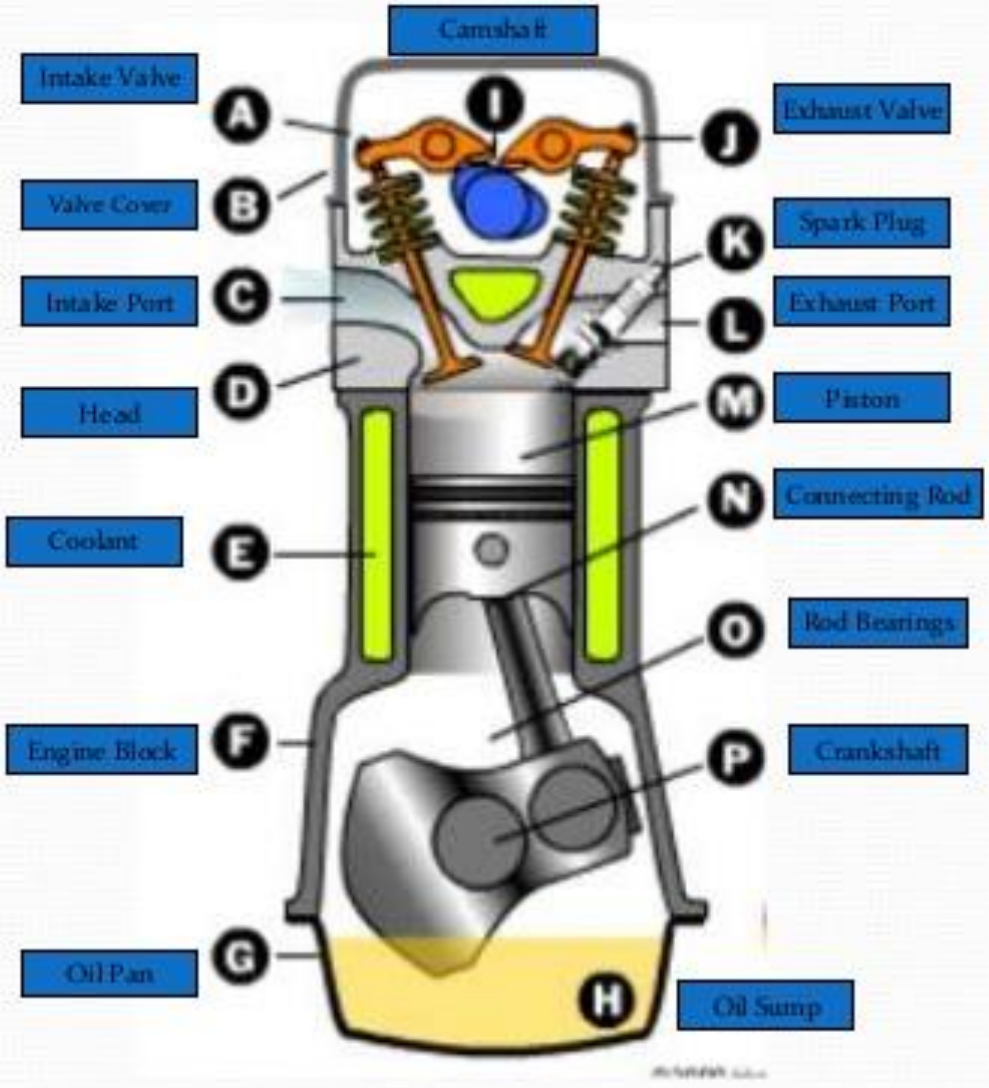
Two-Stroke Cycle Engines	Four-Stroke Cycle Engines
Lighter weight	Heavier weight
Operates in many positions	Operates in limited positions
Higher power to weight ratio	Lower power to weight ratio
Engine oil usually mixed with fuel	Engine oil in a reservoir
Louder operation	Quieter operation
Higher engine speeds	Slower engine speeds
More vibration	Smoother operation
Rough idling operation	Smoother Idling operation


Model DOWNLOAD at: WWW.AGMLABS.COM
AGMLABS

BASIC PARTS OF THE ENGINE

- Cylinder block
- Piston
- Piston rings
- Piston pin
- Connecting rod
- Crankshaft
- Cylinder head
- Intake valve
- Exhaust valve
- Camshaft
- Spark plug

BASIC COMPONENTS



Principal Engine parts?

Components of
engine framework

1. Cylinder/cylinder block
2. Cylinder head
3. Piston
4. Piston rings
5. Piston pin
6. Connecting rod
7. Crankshaft
8. Flywheel
9. Valve system
10. Fuel supply and carburetion system
11. Ignition System
12. Cooling system
13. Lubrication System
14. Governing System

Roger C. Montepio

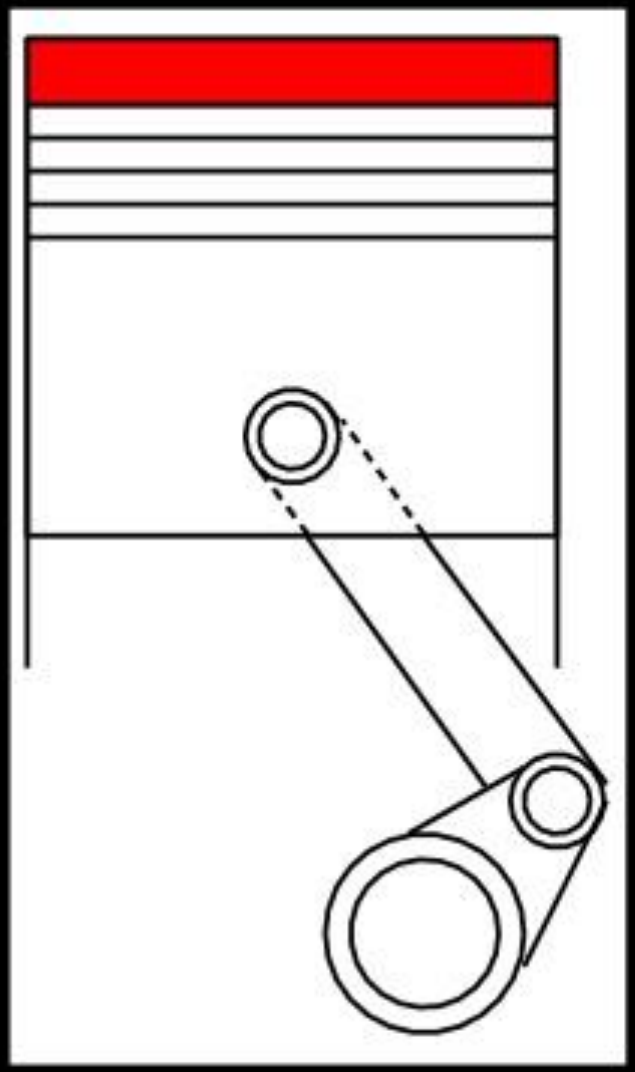
Internal Combustion Engine

- Function - Converts potential chemical energy in fuel into heat energy then to mechanical energy to perform useful work.

.Chemical → Heat → Mechanical

Fig. 1 IC Engine [1]

Requirements for I.C. Engine Operation



- All Internal combustion engines must carry out five events:
  - Air-fuel mixture must be brought into the combustion chamber.
  - Mixture must be compressed.
  - Mixture must be ignited.
  - Burning mixture must expand into increasing combustion chamber volume.
  - Exhaust gasses must be removed.

Fig..2 IC Engine [1]

Engine Components and Functions

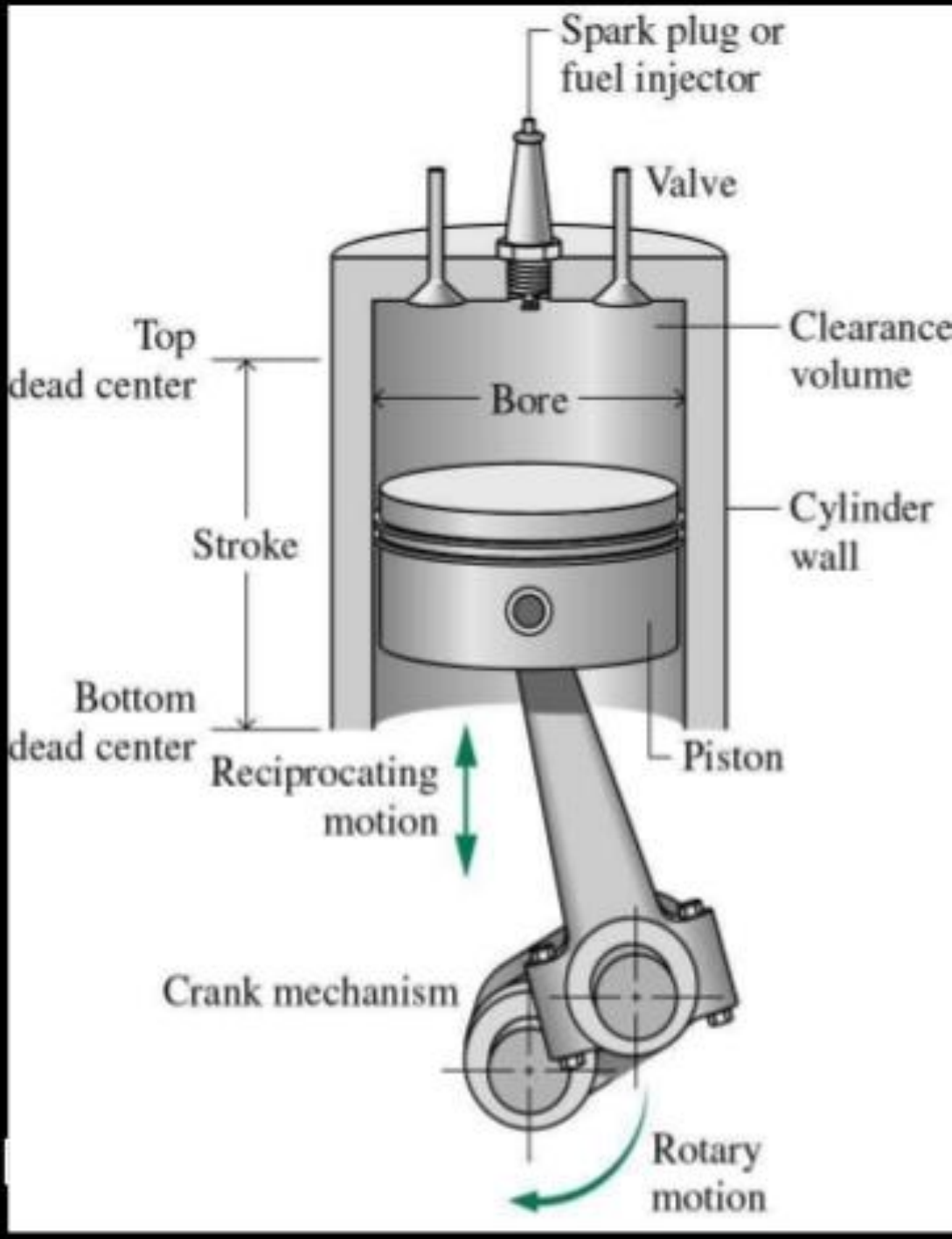


Fig. 3 IC ENGINE

Stroke

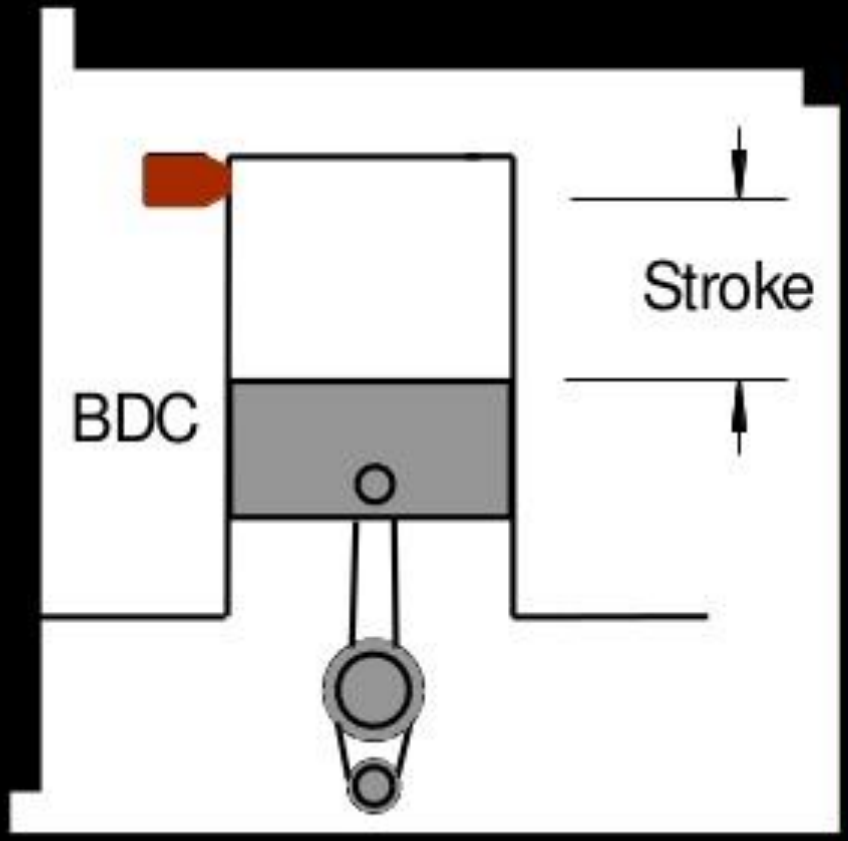
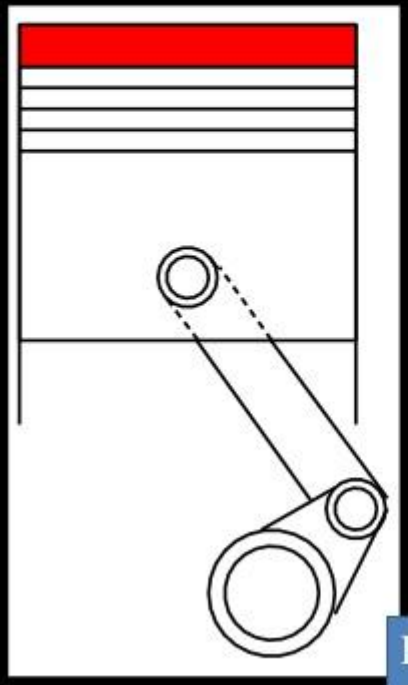


Fig. 8 IC Engine [1]

- Linear distance piston travels from Top Dead Center (TDC) to Bottom Dead Center (BDC).

4-Stroke Cycle Engine Operation



- 4-stroke cycle engines require four strokes of the piston to complete the five events necessary for engine operation.
  - 1 piston stroke = ½ crankshaft revolution.
  - 4 piston strokes = 2 crankshaft revolutions.

Fig. 9 IC Engine [1]

4-Stroke Cycle Engine Operation

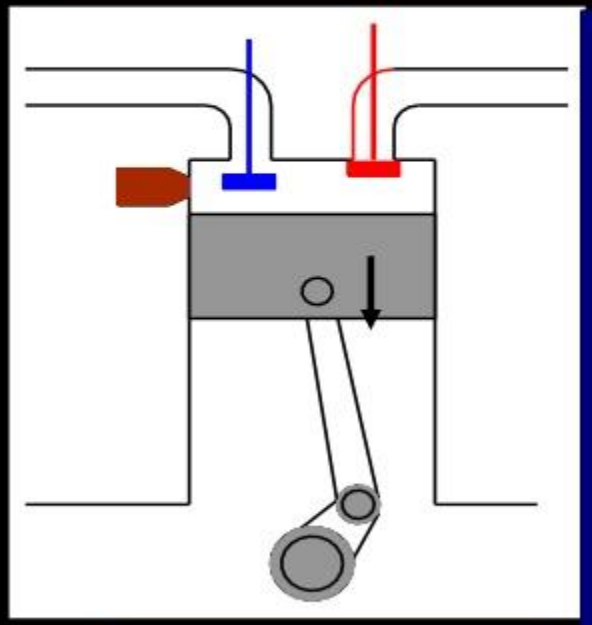


Fig.10 IC Engine [1]

- Intake Stroke
  - Intake valve open.
  - Piston moves down (TDC to BDC) in cylinder.
  - Low pressure is created in cylinder.
  - Air is brought into the combustion chamber due to pressure differences.

4-Stroke Cycle Engine Operation

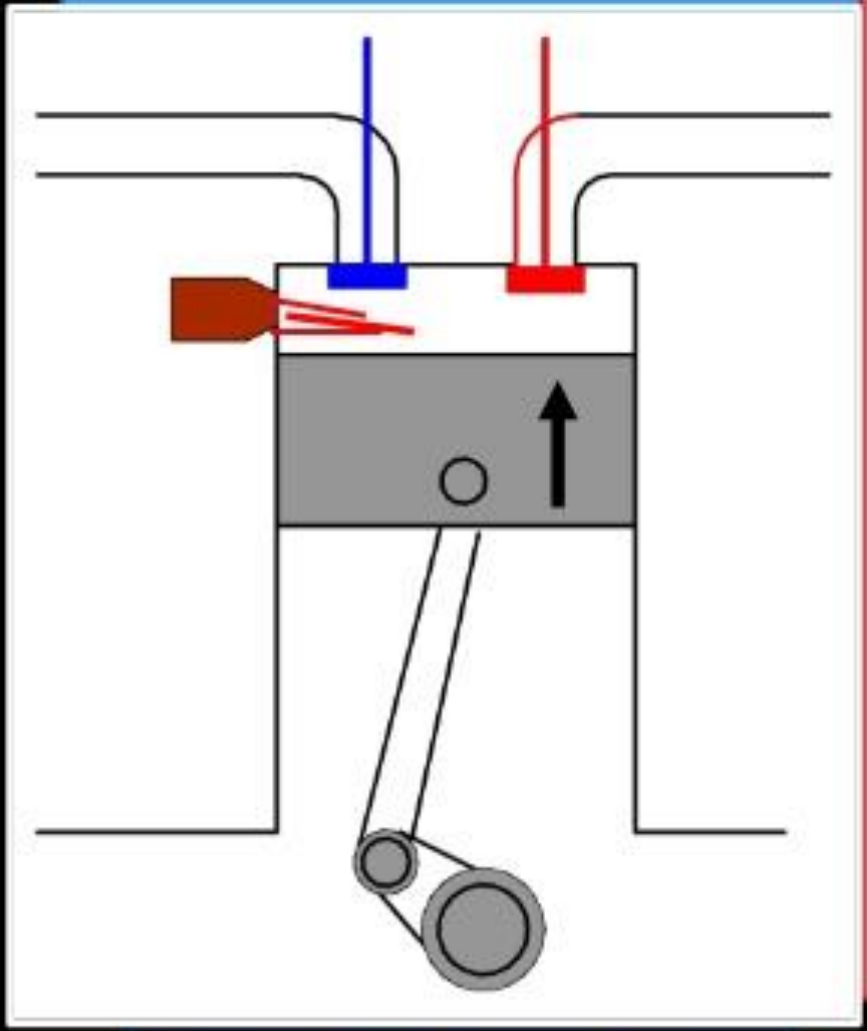


Fig. 11 IC Engine [1]

- Compression Stroke
  - **Both valves closed.**
  - **Piston moves from BDC to TDC**
  - **Air in combustion chamber is compressed, raising its temperature.**
  - **Near TDC of Compression stroke, diesel fuel is injected into the combustion chamber.**

4-Stroke Cycle Engine Operation

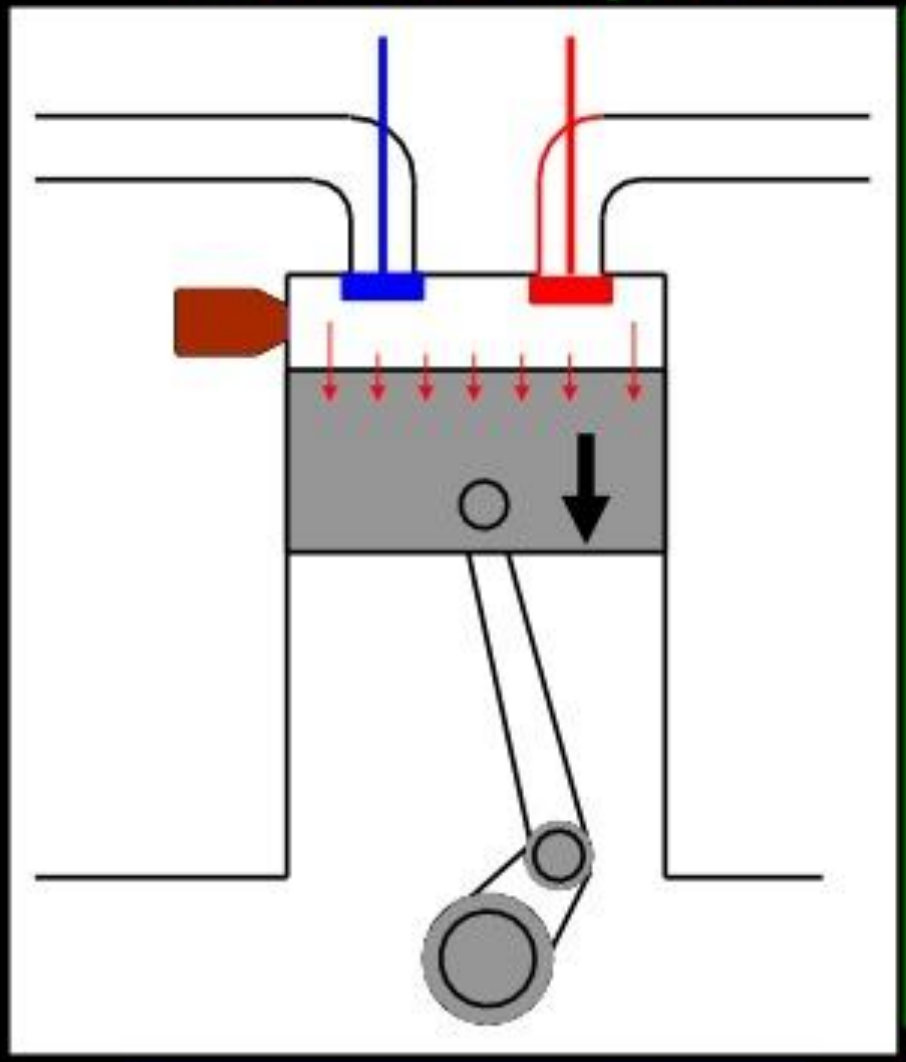


Fig. 12 IC Engine [1]

- Power Stroke
  - Both valves are closed
  - Air-fuel mixture burns rapidly
  - Expansion of the burning air-fuel mix applies force to the head of the piston
  - Piston is driven down in the cylinder.

4-Stroke Cycle Engine Operation

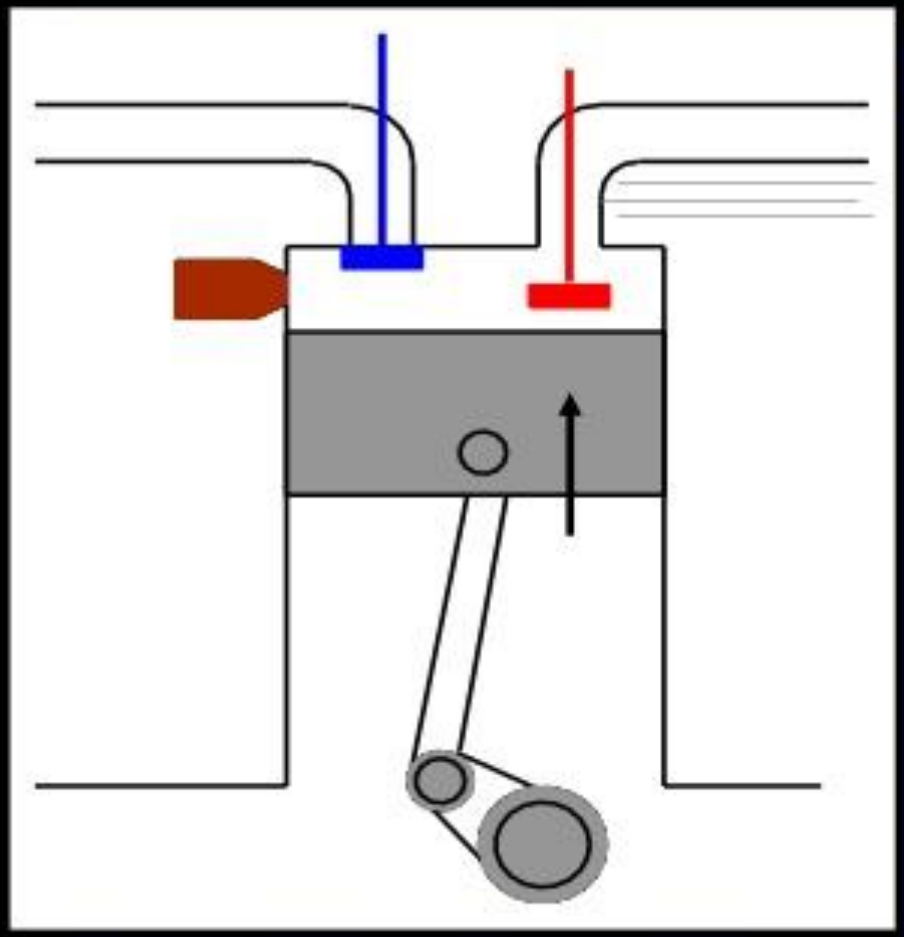


Fig. 13 IC Engine [1]

- Exhaust Stroke
  - Piston moves from BDC to TDC.
  - Exhaust valve is open.
  - Burnt air-fuel mixture is scavenged from combustion chamber.

Two-Stroke Cycle Engines

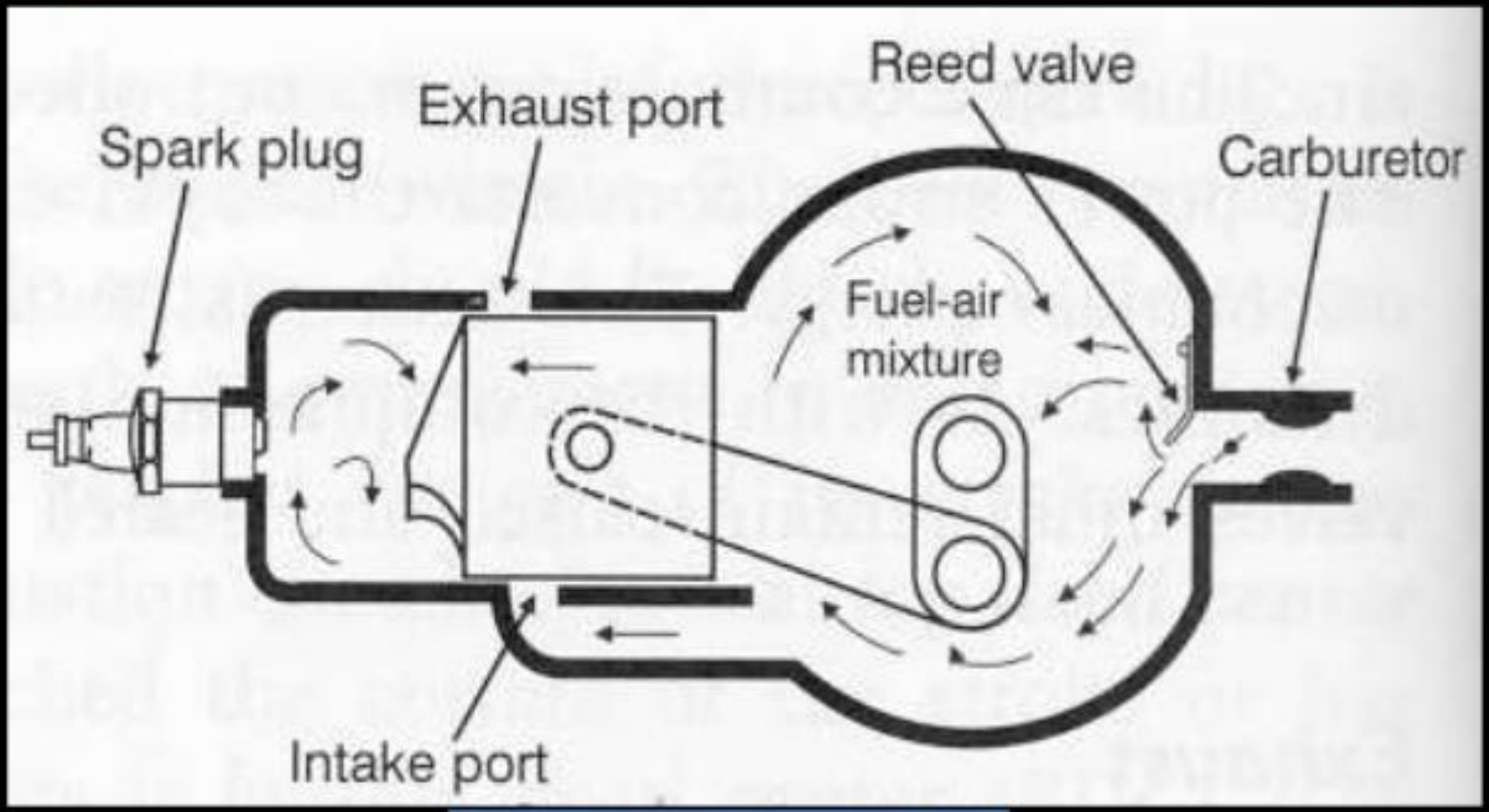


Fig. 14 IC Engine [3]

- STROKE 1 - Fuel - air mixture is enter in to the cylinder and is then compressed , combustion initiated at the end of stroke.

n

- STROKE 2 - combination products expend doing work and then exhaust
- .power are delivered to crankshaft on every revolution.