

# المحركات وأنواعها

بحث للمهندس  
عمر عادل الطائي

# بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

## الكتابة

يعتبر محرك السيارة من التطبيقات العملية لعلم الديناميكا الحرارية حيث أن هذا العلم يركز على تحويل الطاقة الحرارية إلى طاقة ميكانيكية. ولا شك ان كل شخص يمتلك سيارة أو يستخدمها للتنقل من مكان إلى آخر.. فهل سألت نفسك يوماً كيف يعمل محرك السيارة وما دور كل قطعة فيه لتجعل السيارة تسير بسرعات تصل إلى ٢٠٠ كيلومتر في الساعة. واعتقد انه من الضروري على كل شخص يستخدم السيارة معرفة ماذا يجري بعد تشغيلها وخصوصاً عند حدوث عطل ما والذهاب إلى الميكانيكي لإصلاحها وقد نجهد تماماً ماذا فعل لإصلاحها؟

وما هي القطعة التي قام بتغييرها؟ كذلك عند شراء سيارة جديدة فإن ثمنها يعتمد على مواصفاتها فماذا تعني سعة المحرك ٢ ليتر أو إنها تحتوي على ٦ صمامات أو إنها تعمل بطريقة ضخ الوقود

## Fuel Injection

وغيره من هذه الأمور.. في هذا الجزء من تفسيرات فيزيائية سوف نقوم بتوضيح فكرة عمل محرك السيارة والتعرف على مكوناته...

في بحثنا هذا ان شاء الله سناخذ طريقة عمل المحرك الديزل والاشواط التي تجعل عامود الحركة يدور وبالتالي نحصل على الحركة اللازمة لعمل السيارة

## المحركات وأنواعها

، هو جهاز يقوم بتحويل أشكال الطاقة المتنوعة إلى طاقة حركية **Engine المحرك**

### أنواع المحركات

تنقسم المحركات إلى نوعين نوع يعرف باسم ماكنة الاحتراق الخارجي external combustion engine وهو المستخدم قديماً في محركات القطارات البخارية والسفن البحرية حيث يتم استخدام الطاقة الحرارية الناتجة من حرق الفحم لتبخير الماء واستخدام ضغط البخار في دفع المكابس التي بدورها تكون متصلة بعمود الحركة لإدارة العجلات ولكن هذا النوع من المحركات قل استخدامه لقلته كفاءته وصعوبة تصنيعه وصيانته، أما النوع الثاني فيعرف باسم ماكنة الاحتراق الداخلي internal combustion engines وهو المستخدم حالياً في أغلب السيارات لما لهذه المحركات من كفاءة في التشغيل وسهولة تزويد السيارة بالوقود وتكلفة تصنيعها أقل نسبياً من المحركات الاحتراق الخارجي.

من أشهر محركات الاحتراق:

محرك ديزل

محرك أوتو

محرك ستيرلينغ

محرك الاحتراق الداخلي

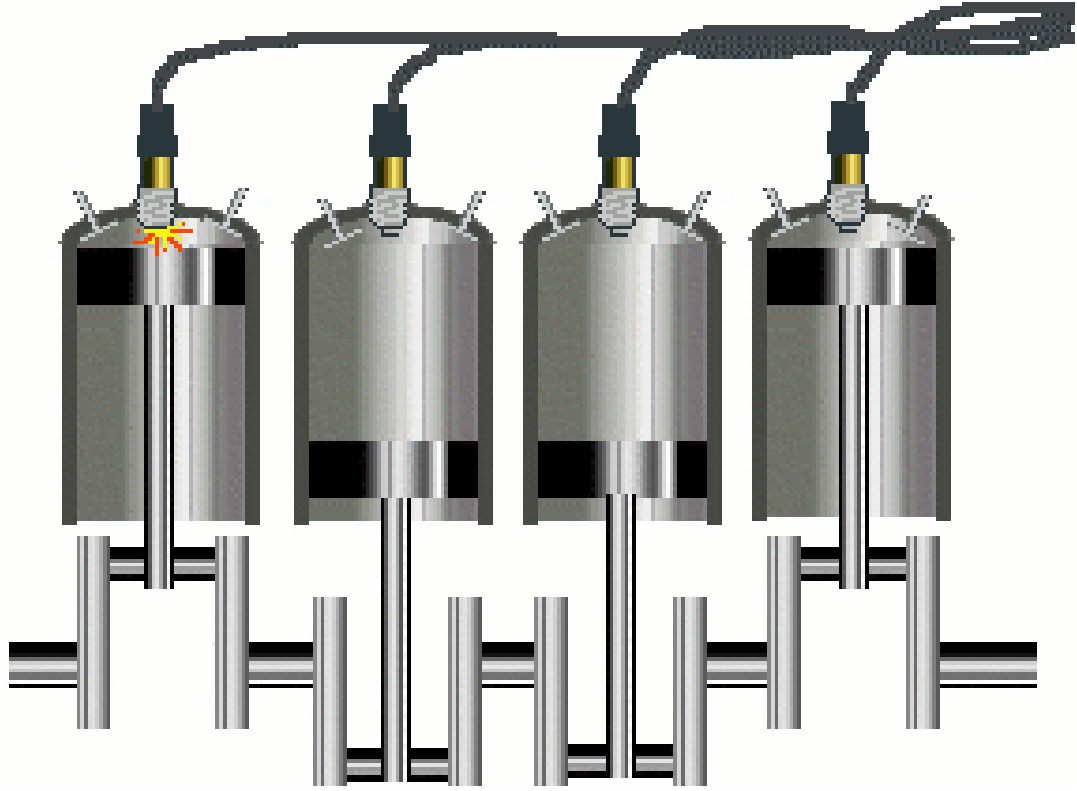
المحرك البخاري

و عادة ما نجدها في ميدان تحريك الآلات و خاصة النقل كالسيارات والسفن. و توجد محركات أخرى لا تولد الحركة عن طريق إحراق الوقود مثل المحرك كهربائي

طريقة عمل محركات الاحتراق الداخلي

طريقة عمل محرك الاحتراق الداخلي الرباعي الأشواط. المحرك طرق عملة تتكون من أربع أشواط

- الشوط الأول وهو (شوط السحب) ويكون المكبس (piston) في وضع النزول للأسفل .
- الشوط الثاني وهو (شوط الضغط) ويكون المكبس (piston) في وضع الصعود .
- الشوط الثالث وهو (شوط القدرة) ويكون المكبس (piston) وضع النزول للأسفل .
- الشوط الرابع وهو (شوط الطرد) ويكون المكبس (piston) في وضع الصعود .



شوط السحب؛ يقوم المكبس (piston) بسحب المخلوط الذي يتكون من الهواء والبنزين .  
 شوط الضغط؛ يقوم المكبس (piston) بضغط المخلوط لأعلى لأقصى درجة.  
 شوط الطاقة؛ تقوم شمعة الشرر بإشعال المخلوط ينتج عن ذلك انفجار المخلوط ويقوم بدفع  
 البستون للأسفل بقوة .  
 شوط الطرد؛ يقوم المكبس (piston) بطرد نواتج الاحتراق خارج الاسطوانة .  
 وتكرر هذه العملية بترتيب معين للاسطوانات وعلى حسب عدد الاسطوانات وشكل المحرك كذلك  
 تكون طريقة عمل المحرك الرباعي الأشواط باختصار.

### محرك الديزل

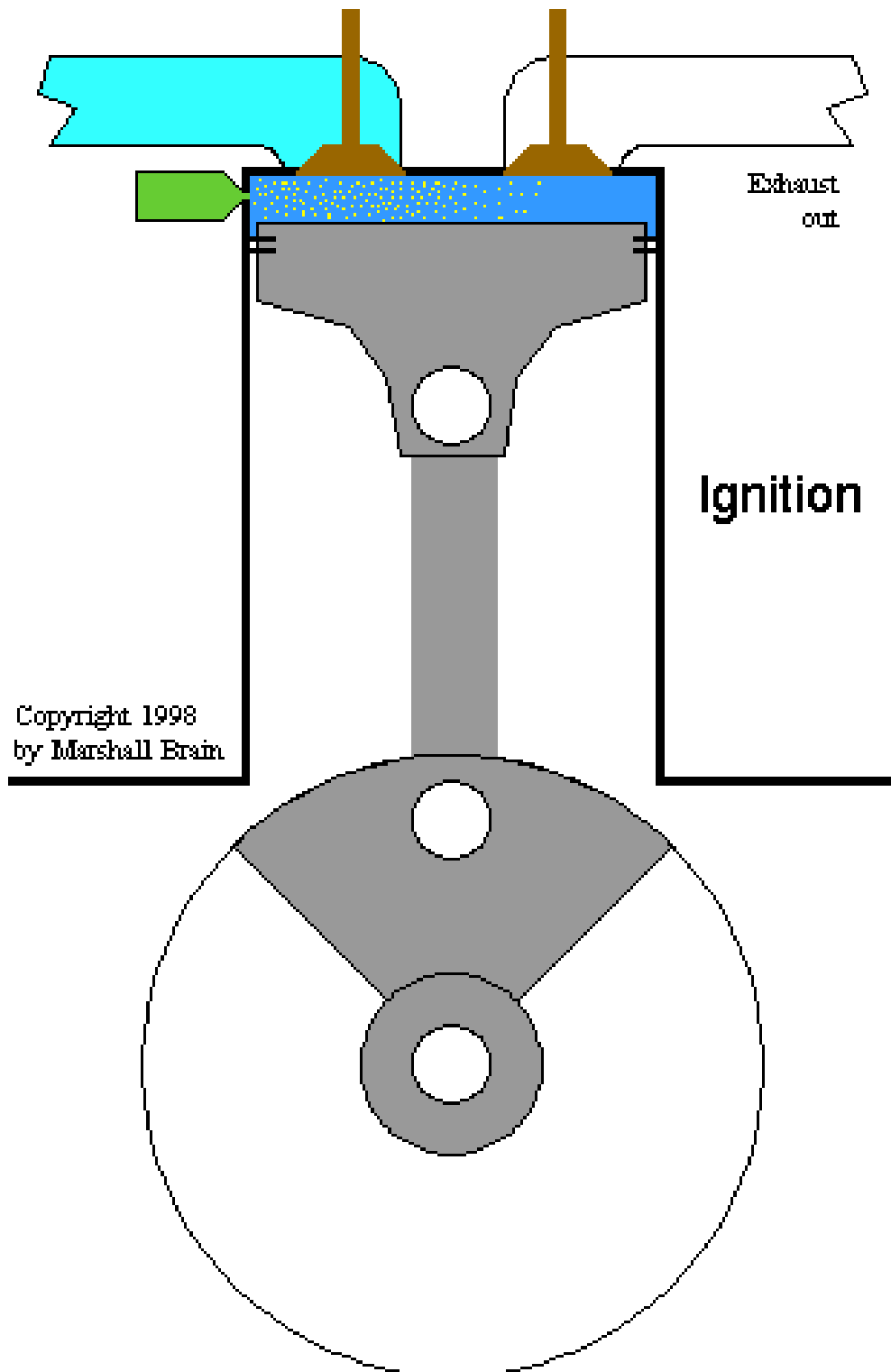
محرك الديزل هو من محركات الاحتراق الداخلي حيث يقوم بتحويل الطاقة الكيميائية الكامنة في  
 وقود (زيت الغاز) إلى طاقة حركية. أول من اخترع المحرك الديزل هو رودولف ديزل في عام  
 ١٨٩٢ و الهدف من وراء هذا الاختراع هو إيجاد محرك ذو كفاءة أعلى من كفاءة محرك البنزين.  
 وتأتي الزيادة في الكفاءة من ارتفاع نسبة الضغط (compresses ratio) في محركات الديزل  
 حيث تتراوح ما بين ١٤:١ إلى ٢٥:١ أما البنزين فيتراوح ما بين ٨:١ إلى ١٢:١ و كما هو  
 معروف أن كفاءة المحرك تتناسب طرديا مع نسبة الضغط.

يمكن تفسير كيفية عمل محرك الديزل استنادا إلى الترموديناميكا التي تصف عملية الديزل (Diesel Process) على النحو التالي:

يتم ضغط الغاز تحت ظروف إيزونتروبية أي أن الغاز يضغط دون تبادل للحرارة مع المحيط الخارجي للآلة الضاغطة (النظام). إضافة حرارة للمنظومة مع الاحتفاظ بنفس الضغط. (isobaric). تمدد الغاز إيزونتروبيا. إخراج الحرارة من الآلة الضاغطة مع المحافظة على نفس الحجم.

البنية الميكانيكية لمحرك الديزل يتكون المحرك من مجموعه من المكابس تتناوب في حركة إزاحة ذهابا وإيابا من أجل إدارة عمود (الكرنك) وبذلك تتولد حركة دورانية من حركة ترددية منتظمة.

شرح كيفية عمل الكابس الواحد يهبط الكابس في الاسطوانة المحكمة الغلق علىية ليسحب الهواء ويملا به الفراغ داخل الاسطوانة وعند مكان معين من صعوده يتم حقن الديزل اللازم للاشتعال. تحت الضغط العالي والحرارة الكافية مع وجود وقود يحدث احتراق قوي كاف لدفع الكابس إلى أسفل الاسطوانة. يتصل الكابس بوصلات وأجزاء ميكانيكية، تساعد ميكانيكيته على دوران عمود الكرنك المطلوب دورانه في تحريك القطع الأخرى.



دورة المحرك ذو الأربعة أشواط :-  
تتكون دورة المحرك من أربع مراحل هي:  
١/ السحب.  
٢/ الانضغاط.  
٣/ الاشتعال أو الاحتراق.  
٤/ العادم.

دورة المحرك ذو الشوطين :-  
١/ سحب الهواء وطرده العادم في شوط النزول.  
٢/ الضغط والاشتعال في شوط الصعود.

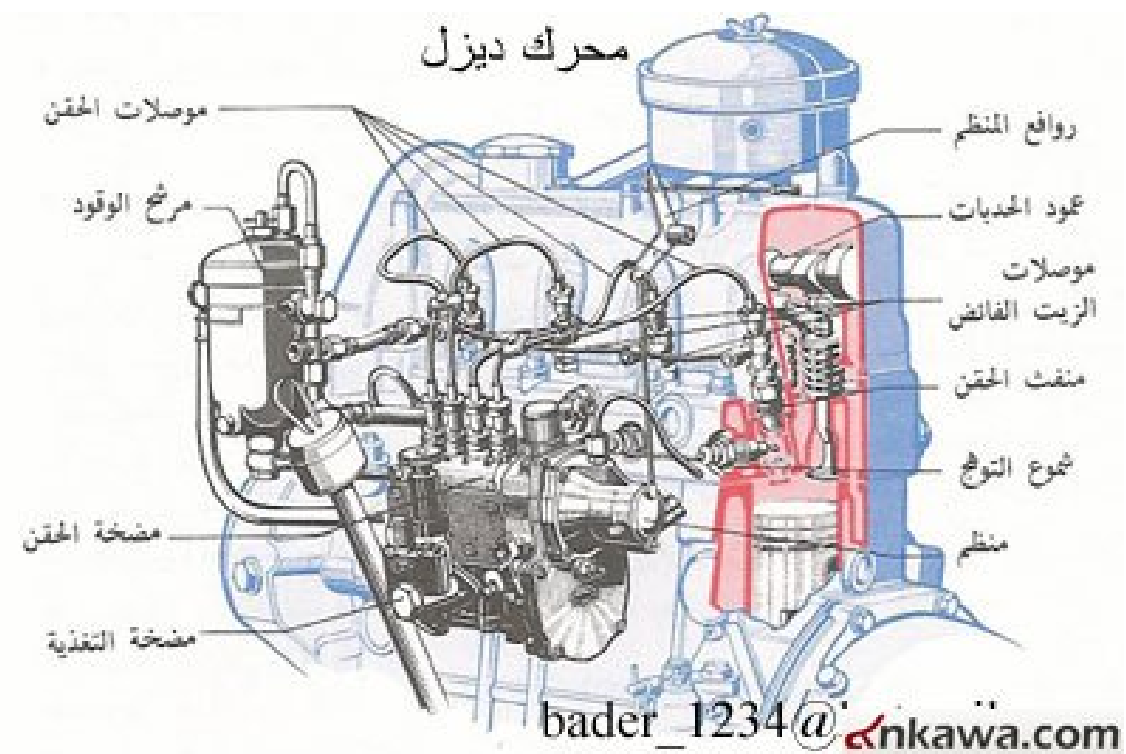
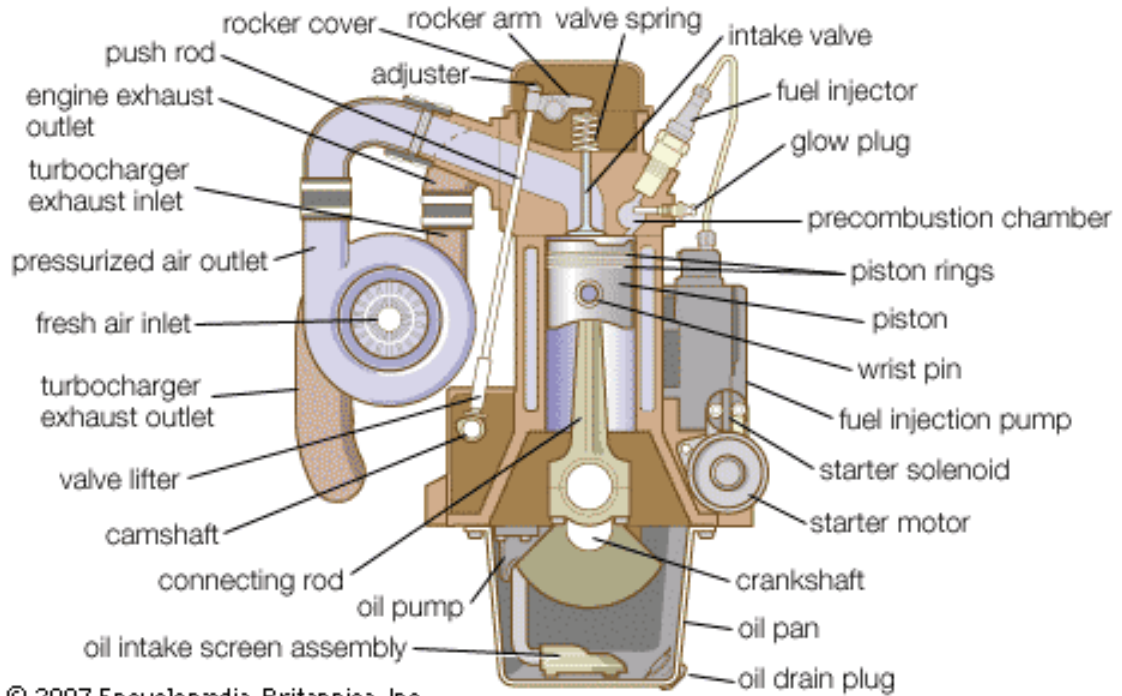
ملاحظة:- هذه المحركات لا تحتوي على صمامات لدخول الهواء وخروج العادم وإنما تحتوي على فتحات جانبية في أسفل الاسطوانة.

وتصنف محركات الديزل من حيث السرعة ب :-  
١- محركات بطيئة السرعة.  
٢- محركات متوسطة السرعة.  
٣- محركات عالية السرعة.

مميزات و مساوي محرك ديزل

ذو كفاءة عالية مقارنة بمحرك البنزين. لنفس حجم المحرك يكون محرك الديزل ذو قدرة و عزم دوران أعلى من محرك البنزين ..  
يعتبر وقود الديزل ذو تكلفة منخفضة مقارنة بباقي أنواع الوقود كما أن الطاقة الكامنة فيه أعلى من الطاقة الكامنة في وقود البنزين .  
إن نسبة الضغط العالية في محركات الديزل والتي تصل إلى ٢٥ : ١ يجبر المصمم على زيادة حجم ووزن المحرك مما يؤدي إلى غلاء محركات الديزل نسبياً .

تستخدم محركات الديزل بكثرة في المعدات التي تحتاج قدرة وعزماً عاليين، على سبيل المثال مولدات الكهرباء الضخمة والآليات الكبيرة، لأن الكتلة الكبيرة لمحركات الديزل تجعل تعجيل التسارعي للمحرك قليلاً مقارنة بمحرك البنزين مما يقلل من رغبة في استخدامها في السيارات الصغيرة .  
يمكن الحصول على سرعات بطيئة مباشرة من المحرك دون اللجوء إلى علبة تخفيض السرعات كما هو الحال في محركات السفن الضخمة.





محرك الديزل الحديث في السيارات  
تعتمد محركات الديزل على مبدئ الإشتعال الذاتي لخليط الوقود بالهواء إلا أن هذا الخليط تطبيقيا لا يشتعل حين يكون المحرك باردا مما يجعل محرك الديزل يحتاج رغم كونه محرك إشتعال ذاتي إلى شموع إشعال. كما أن المحرك يحتاج ليبدأ عمله إلى أن يطلقه محرك كهربائي. أي أنه في البداية يقوم محرك كهربائي بتحريكه و بضخ الهواء فيه. تستعمل العديد من المحركات تقنية صمام الضخ الموحد common rail الذي يمكن من الوصول إلى درجات عالية من الضغط بالوقود و التحكم في في ضخه في غرف احتراق المحرك و هو نظام موجود تقريبا في معظم المحركات ذلت الضخ المباشر أي المحركات التي يتم مباشرة إحراق الوقود فيها بعد خروجه من المضخة على عكس أنظمة الضخ الغير المباشرة حيث تكون طريقة بناء غرفة الاحتراق و الضخ بكيفية تجعل الخليط يختلط جيدا قبل الاحتراق حيث أن هذه التقنية لا لزوم لها في تقنية الضخ المباشر. محركات الديزل الحديثة كلها متحكم فيها عن طريق حاسوب إلكتروني مضمن في السيارة يقوم بالتحكم في كمية الوقود المضخة في غرف الإحتراق بالإضافة إلى التحكم في العديد من المعاملات الأخرى إنطلاقا إما من نماذج عن تلك العمليات أو عن مستشعرات مثل مستشعر لمدا أو مستشعر التدفق الهوائي. يمكن التحكم في محركات الديزل من الوصول إلى خاصيات أفضل و الحصول على قوة أكبر باستهلاك أقل للديزل بالإضافة إلى التحكم في نسبة الإنبعاثات.

## محرك بنزين

محرك أوتو أو محرك بنزين هو مصطلح يستعمل للدلالة على محرك الاحتراق الداخلي الذي يتم فيه إشعال خليط الوقود والهواء بواسطة شرارة. يختلف هذا المحرك عن محرك الديزل الذي تتم عملية الإشتعال فيه نتيجة للضغط. قد يكون المحرك ذو مشواران (شوطان) أو ذو أربعة مشاوير (أشواط).

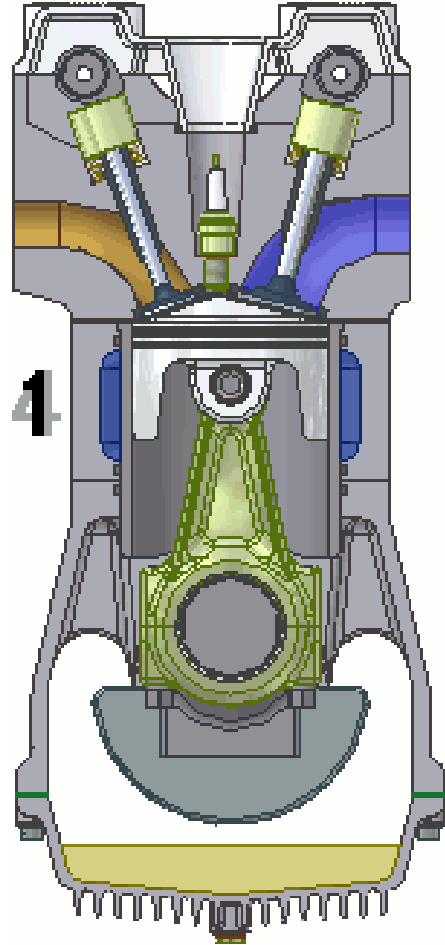
## أشواط المحرك

١.١ الشوط الأول: مشوار السحب

١.٢ الشوط الثاني: شوط الضغط

١.٣ الشوط الثالث: شوط القدرة

١.٤ الشوط الرابع: شوط العادم



#### الشوط الأول: مشوار السحب

حيث يتحرك المكبس من الأعلى (النقطة الميتة العليا) إلى الأسفل (النقطة الميتة السفلى)، فتحدث خلخلة (انخفاض في الضغط) فتحد، ويكون صمام السحب مفتوحاً حيث يسمح بدخول الخليط المكون من الوقود والهواء بينما يكون صمام العادم مغلقاً، إلى غرفة الإحتراق، - وهناك إختلاف في طرق التي يتم فيها تكوين الخليط، وأما الطريقة الحديثة ففيها يقوم المكبس بسحب الهواء فقط من النطاق الخارجي ماراً بمنقيات ومصافي ( فلتر ) بينما تقوم البخاخات بنثر الهواء بشكل جزينات في أنبوب السحب، وبذلك يتكون الخليط.

وينتهي شوط السحب بوصول المكبس إلى النقطة الميتة السفلى، أي نهاية الشوط الذي يتحرك المكبس فيه ضمن الاسطوانة.

## الشوط الثاني: شوط الضغط

وبهذا المشوار, يتحرك المكبس من النقطة الميتة السفلى ( التي كان قد وصلها في نهاية شوط السحب ) إلى النقطة الميتة العليا, وهي أعلى نقطة ممكن أن يصلها المكبس ضمن الاسطوانة, ضاغطاً بذلك الخليط ورافعاً درجة حرارته نتيجة الضغط, مع الملاحظة بأن الصبابان في حالة الضغط يكونا مغلقين.

وفي نهاية شوط الضغط أي عند وصول المكبس إلى النقطة الميتة العليا, تنطلق الشرارة من شمعة الإشعال, المبينة صورتها بين الصبابين. ليبدأ بذلك شوط القدرة.

## الشوط الثالث: شوط القدرة

عند وصول المكبس إلى النقطة الميتة العليا تقوم شمعة الإشعال بإرسال الشرارة, بتوقيت وقوة معينتين مفجرة بذلك الخليط المكون من البترول والهواء, والذي قد ضغط ورفعت درجة حرارته نتيجة لحركة المكبس في مشوار الضغط كما أسلفنا سابقاً. ونتيجة للضغط وتوفر العوامل التالية ( هواء + بترول + ضغط وفي النهاية شرارة ) فيحدث الإشعال الذي ينتقل بسرعة بين جزيئات الخليط مولداً قوة ضغط كبيرة مؤثرة على سطح المكبس فتقوم بدفعه إلى الأسفل أي من النقطة الميتة العليا إلى النقطة الميتة السفلى, وهذا الشوط يسمى بالشوط الفعال, أو شوط القدرة لأن المحرك يعتمد في عمله على القوة التي يولدها شوط القدرة,

## الشوط الرابع: شوط العادم

يبدأ هذا الشوط بانتهاء شوط القدرة, حيث يرتفع المكبس من النقطة الميتة السفلى إلى النقطة الميتة العليا, مع فتح صباب العادم سامحاً بخروج العادم المتولد عن احتراق الخليط, طارحاً إياه إلى الهواء الخارجي.

وبذلك نكون قد أتمنا عملة الاحتراق كاملة في المحرك.

ربما سيطرح السؤال نفسه: من أين أتت حركة المكابس في الأشواط الثلاثة غير شوط القدرة, والجواب هو أن المحرك الذي قد أسلفت في شرحه هو من أربعة اسطوانات. أي انه دائماً تكون أحد المكابس في حالة قدرة والثلاثة الأخرى, في سحب وآخر في عادم وآخر في ضغط.

-وهذه الدورة تكون في المحركات رباعية الأشواط, وهناك محركات مزدوجة الأشواط

## الأسس الترموديناميكية

الأشواط الأربعة في محرك احتراق داخلي الأسس الترموديناميكية في محركات الاحتراق الداخلي تنقسم ترتكز على ثلاث قيم حرارية متغيرة و هي: الحجم و الضغط و الحرارة. كل من هذا المتغيرات لها تأثير على القيمتين الأخرتين، و بهذا يتبع التأثير على الطاقة الحرارية المتوفرة في المحرك. بشكل عام، يمكن القول أنه عندما يصغر حجم الغاز المكبوس يزيد ضغطه، فترتفع حرارته. إذن يتم استخدام الطاقة الحرارية لتوليد طاقة حركية بأن يتم تغيير الحالة الطاقة للغاز الموجود في أنبوب المحرك، و ذلك من خلال التحكم بالتغيرات التالية:

الارتفاع أو الهبوط بحرارة الخليط

الارتفاع أو الهبوط بحجم الخليط

الارتفاع أو الهبوط بضغط هذا الخليط

من خلال الأشواط الأربعة الحاصلة، تحدث أربع تغيرات ترموديناميكية بفعل العمليات التالية:

## عملية الضغط

المكبس يتحرك إلى فوق في حين أن الصمامات مغلقة. و بهذا:

ينخفض حجم الخليط المكبوس

ترتفع حرارة الخليط

و يزيد ضغطه

مما يجعل من الخليط، مادة قابلة للانفجار. هنا يحصل النظام الحراري على "الشغل" الناتج عن الضغط.

## عملية الانفجار و زيادة الحرارة

هنا تقوم شمعة الاشتعال بحرق الخليط المضغوط، مما يؤدي إلى انفجاره. و بهذا : يبقى الحجم ثابتا خلال لحظة الاشتعال، كون الانفجار يحصل بسرعة كبيرة تقرب ألما لا نهاية . تزيد الحرارة بشكل مرتفع جدا. هنا يحصل النظام على الطاقة الحرارية التي ستتحول فيما بعد إلى طاقة حركية

## عملية التمدد

هنا يندفع المكبس إلى الأسفل بفعل الانفجار، و بهذا:

يرتفع حجم الغاز الناتج عن احتراق الخليط .

يهبط الضغط مع فتح صمام العادم عند وصول المكبس إلى النقطة السفلى

هنا يحصل النظام الحراري على الشغل الناتج عن دفع الانفجار للمكبس إلى الأسفل.

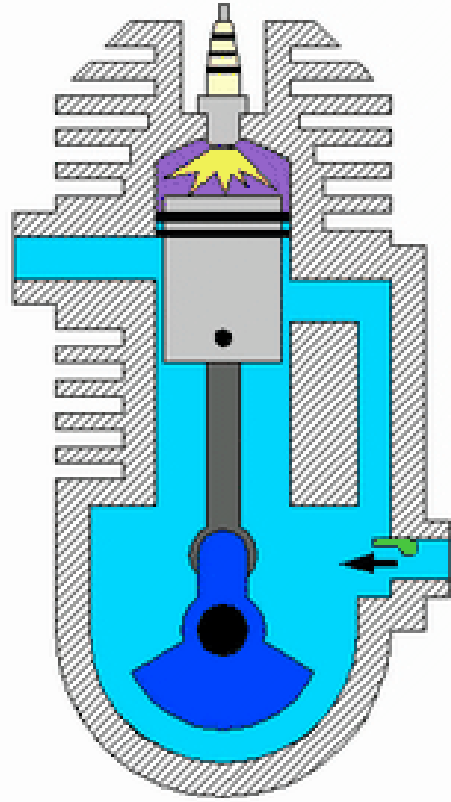
## عملية التخلص الحراري

مع فتح صمام العادم:

تنفذ الحرارة إلى الخارج  
يتم إخراج الغاز العادم من الأنبوب و بهذا يقل حجم الأنبوب و تنخفض حرارته.

## محرك احتراق داخلي ذو شوطين

يأتي اسم هذا النوع من المحركات لكون طريقة حركتها تتألف من مشوارين للمكبس لأجل إتمام الأشواط الأربعة مقارنة مع محركات الأوتو ذو الأربع مشاوير حيث يتم كل شوط بمشوار. و يسمى هذا النوع من المحركات أيضا بالمحرك بلا صمام، لعدم استخدام الصمامات فيه.



الميزات

صغر الحجم لبساطة التصميم

الوزن الخفيف بفضل الاستغناء عن الصمامات و توابعها. هنا يقوم المكبس بتنظيم دخول و خروج الخليط .

يحصل الاشتعال عند كل مشوار للمكبس. مما يسرع حركة دوران المحرك .  
طريقة عمله تؤمن له مجالات استخدام أوسع حيث تكون الوضعية الأفقية أو المائلة لازمة. (منشار كهربائي، دراجة نارية جبلية )  
كلفة تصنيع منخفضة .

يتم مزج الزيت بمادة الاحتراق، مما يزيد من ارتفاع نسبة الغازات السامة المنبعثة من المحرك .

تطبيقات لمحرك ذو شوتين

منشار كهربائي، دراجات نارية، سيارات صغيرة، سيارات سكات، سكوتر..