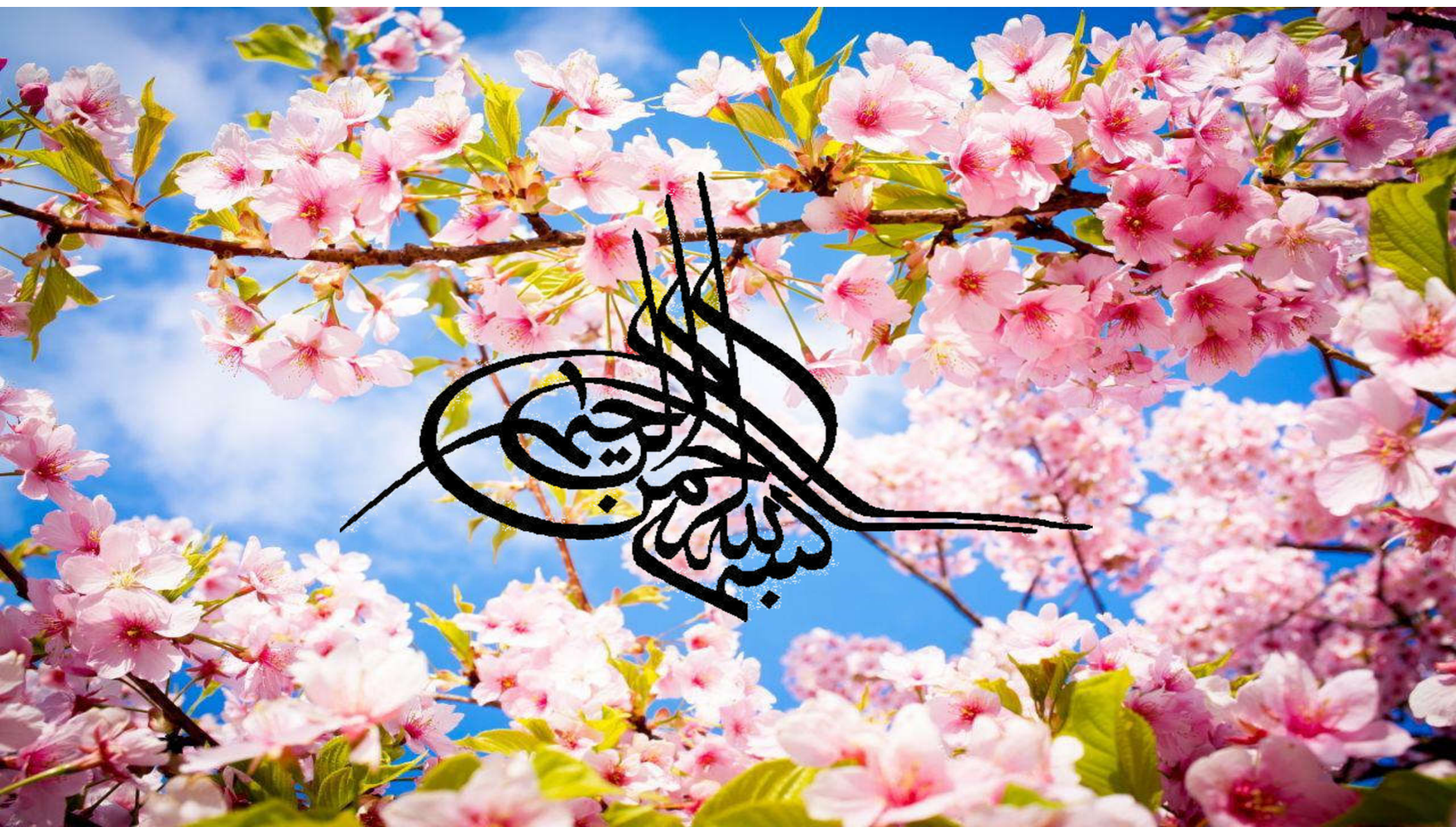




تکنولوژی مولدهای قدرت

مباحث

محاسبات ترمودینامیکی موتور
محاسبات سینماتیکی موتور
موتورهای وانکل
موتورهای دوزمانه
موتورهای استرلینگ
موتورهای توربین گاز
سیستم تایمینگ متغیر VVT
....

منابع

مبانی موتورهای احتراق داخلی (John Heywood)
مبانی مهندسی موتورهای احتراق داخلی (Willard Pulkcrabek)

تکالیف

حل تمرینات کلاسی
آزمون
تحقیق و پژوهش

مقدمه و منظر تاریخی

- موتورهای احتراق داخلی و احتراق خارجی هر دو از انواع موتور های گرمایی

سواری، کامیون، هواپیما لوکوموتیو، شناورهای دریایی، ژنراتورها، پمپها، چمن زن، اره زنجیری موشک
موتورهای هواپیماهای مدل با توان خروجی ۱۰۰ وات
موتورهای ثابت بزرگ با هزاران کیلووات به ازای هر سیلندر
از ۱ تا ۲۰ سیلندر و بیشتر

- بیش از دو و نیم قرن گذشته - استفاده از موتورهای گرمایی برای تبدیل انرژی گرمایی به انرژی مکانیکی
- ۱۵۰ سال اول
- تبدیل آب به بخار
- به عنوان واسطه محصولات ناشی از احتراق سوخت و پیستونی درون سیلندر
- و
- تولید کار

• دهه ۱۸۶۰ - موتورهای احتراق داخلی (IC) internal combustion engine

موتورهای اولیه

مخلوط سوخته شده هوا و گاز زغال در فشار اتمسفر - برای مقاصد تجاری - بدون تراکمی قبل از احتراق

• **لنوآ** اولین نمونه قابل عرضه در بازار از این مدل

ورود گاز و هوا در نیمه کورس پیستون به سیلندر

جرقه شمع - بالارفتن فشار و اعمال قدرت به پیستون در نیمه دوم کورس آن

خروج گاز و تخلیه

بین ۱۸۶۰ تا ۱۸۶۵ - حدود ۵ هزار موتور با قدرت حدود ۶ اسب بخار با بهترین بازده ۵٪

• سال ۱۸۶۷ - طرح موفق تر توسط نیکولاس اتو و اوگن لانگن موتور با بازده حرارتی ۱۱٪

● سال ۱۸۷۶ - نقطه عطف موتورهای احتراق داخلی

● نیکولاس اتو

● برطرف کردن مشکل پایین بودن بازده حرارتی و وزن بیش از اندازه
دو دلیل اصلی موفقیت بیشتر

۱ کاهش فوق العاده وزن

۲ کاهش حجم موتور

تا سال ۱۸۹۰ حدود ۵۰ هزار عدد فروش در اروپا و آمریکا

در ۱۸۸۴ نسخه به ثبت رسیده ولی چاپ نشده‌ای از آلفونس بیه دو روشا - تهیه شده در سال ۱۸۶۲

● اصول موتور چهار زمانه اتو و شرایط بالاترین بازده آن

● ۱ بالاترین حجم ممکن سیلندر با کمترین سطح مرزی.....حداقل تلفات حرارتی

● ۲ بالاترین سرعت کاری ممکن.....حداقل تلفات حرارتی

● ۳ بالاترین نسبت انبساط ممکن.....انبساط بیشتر بعد از احتراق و کار بیشتر

● ۴ بالاترین فشار ممکن در لحظه آغاز انبساط.....افزایش نسبت فشار و انبساط

• ۱۸۸۰

رابطه مستقیم بین بازده و نسبت انبساط..... نسبت تراکم کمتر از ۴ برای جلوگیری از کوبش
کارل بنز-دوگالد کلرک-جیمز رابسون.....توسعه موتور دوزمانه
اولین موتور احتراق داخلی برای خودرو
تولید موتور بنزینی دور بالا برای خودروها
تولید سیستم جرقه و کاربراتور پیشرفته تر
موتور دوزمانه کاربردی

۱۸۹۰

موتور ایستگاهی تک سیلندر با نفت کوره و قطر ۱/۳ متر - 600 hp - 90 rpm

• 1892

تکمیل موتور دیزل (رودولف دیزل)
اشتعال تراکمی – پاشش سوخت در هوای فشرده و داغ
افزایش راندمان تا 2 برابر
نسبت تراکم بالا
بدون ضربه و کوبش
تولید توسط کمپانی MAN پنج سال بعد

• 1888

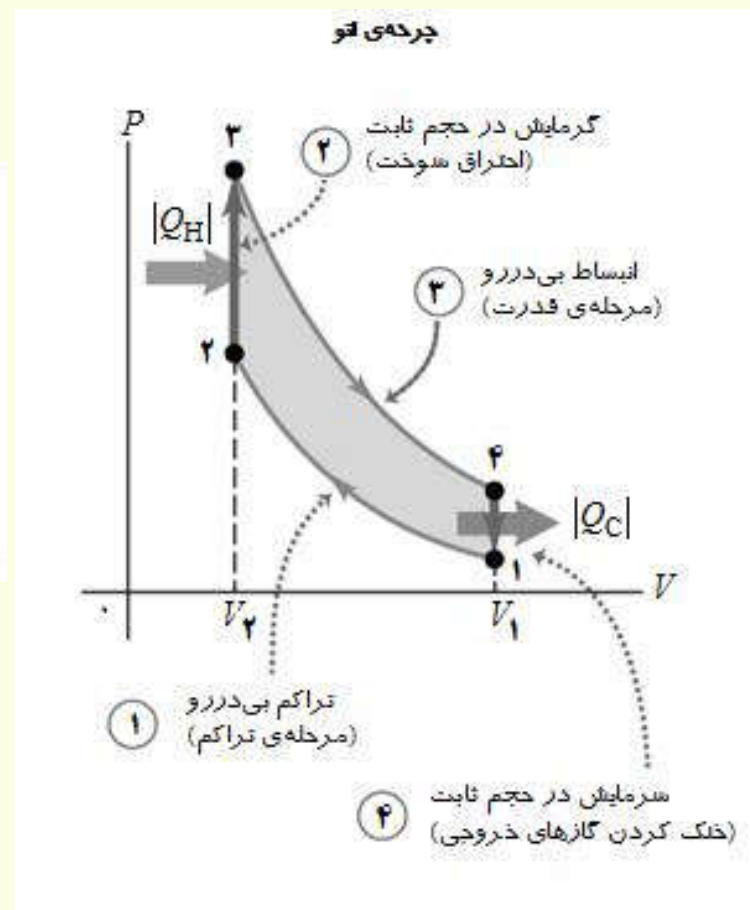
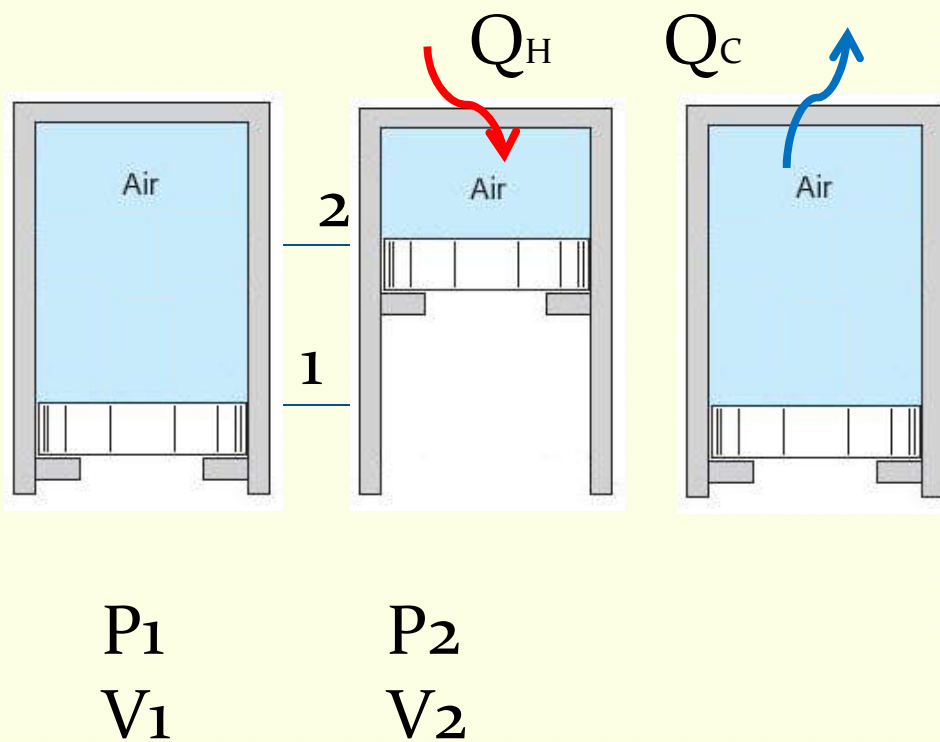
ورود تایر لاستیکی بادی توسط دانلوپ

• 1895

کشف نفت در پنسیلوانیا و تهیه سوخت مطمئن
تکامل همزمان بنزین و روغن و موتورهای احتراق داخلی

- 1957 موتور وانکل (فلیکس وانکل)
- 1907 – 1915 پنج برابر شدن تقاضای بنزین و کمبود منابع نفت
- فرآیند شکافت در دما و فشار بالا و تبدیل به اجزای سبک تر و فرارتر و تولید بنزین
- 1912 استارت الکتریکی
- 1923 افزودن تترا اتیل سرب به بنزین (خاصیت ضد ضربه)
- 1930 روش تولید بنزین بهتر با کیفیت بسیار بالا - خاصیت ضد کوبش- افزایش نسبت تراکم - بازده و توان بیشتر
- کنترل آلودگی تولید شده و مصرف سوخت
- 1960 استاندارد الودگی برای خودروها در آمریکا اروپا و ژاپن
- حذف سرب
- 1970 افزایش قیمت نفت - سوخت های جایگزین (الکل اتانول و متانول)
- مدل های جدید مواد جدید روش های جایگزین با تلرانس سوخت
- پیشرفت های بیشتر

سیکل هوایی اتو (حجم ثابت)



فرآیند آیزنتروپیک (آنتروپی ثابت)

فرآیندی است که دارای دو شرط اساسی زیر است:

(۱) برگشت پذیر است.

یعنی اگر به وسیله نیرو یا عامل خارجی، تغییری در سیستم ایجاد شود با حذف آن نیرو یا عوامل خارجی، سیستم کاملاً به حالت اول باز گردد.

(۲) آدیاباتیک (بی دررو) است.

بی دررو یعنی هیچ گونه انتقال انرژی یا گرما، از محیط به سیستم و از سیستم به محیط وجود نداشته باشد.

$$P.V^k = \text{cte}$$

$$k = \frac{C_p}{C_v}$$

C_p ظرفیت گرمایی ویژه در فشار ثابت

C_v ظرفیت گرمایی ویژه در حجم ثابت

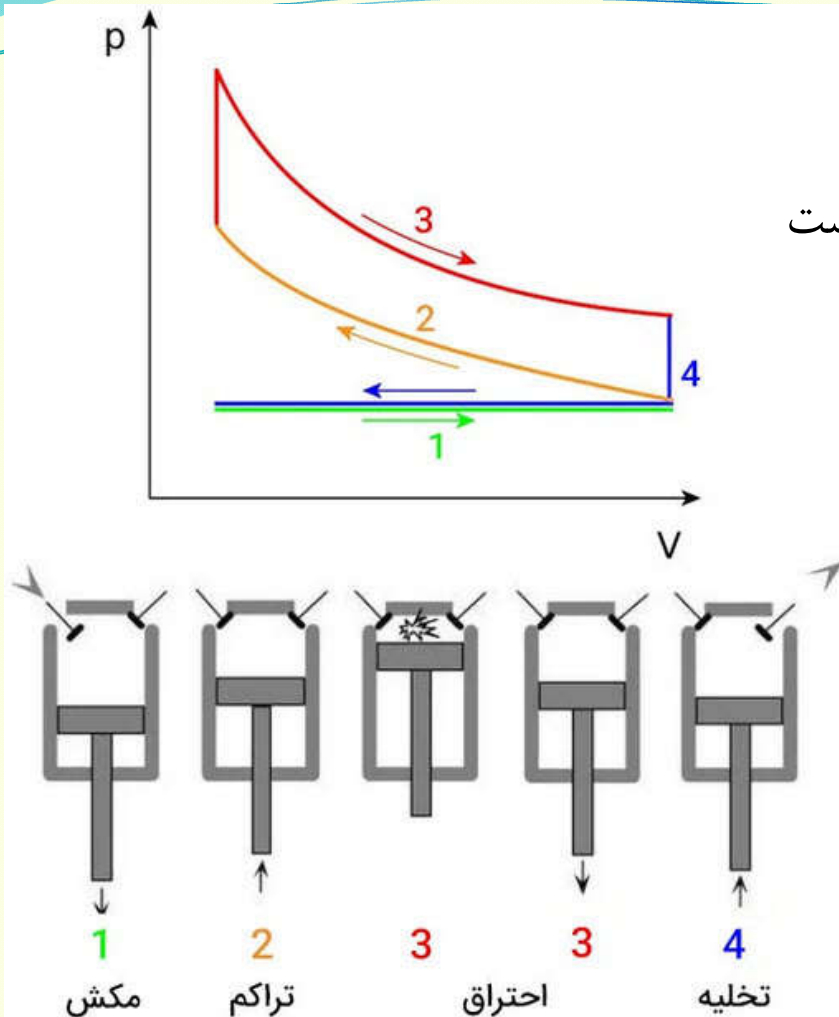
• سیکل و چرخه بالا را سیکل اتو (چرخه اتو) می نامند که دارای مراحل چهارگانه زیر است:

1. فرآیند تراکم آیزنتروپیک یا (آنتروپی ثابت)
2. فرآیند افزایش فشار در حجم ثابت
3. فرآیند انبساط آیزنتروپیک (آنتروپی ثابت)
4. فرآیند کاهش فشار در حجم ثابت

سیکل باز اتو (موتورهای احتراق داخلی)

نمودار تئوری P-V از نظر ترمودینامیکی چرخه نیست
وجود اصطکاک و انتقال حرارت

سیکل باز فرآیند پلی تروپیک است



$$P \cdot V^n = cte$$

همیشه $n < k$

برای هوا $K = 1/4$

سیکل باز اتو

سیکل بسته اتو

مکش و تخلیه دارد.....مکش و تخلیه ندارد (هوای محبوس در سیلندر)
گاز عامل مخلوط سوخت و هوا استگاز عامل هوا است
جرقه و احتراق دارددر حجم ثابت گرما داده می شود
سوپاپ دود باز شده و گرما خارج می شوددر حجم ثابت گرما گرفته می شود
چرخه نیستچرخه است
ماهیت گاز عامل تغییر می کند.....ماهیت گاز عامل ثابت است
آنتروپی ثابت نیستآنتروپی ثابت است
اصطکاک و انتقال حرارت

$$P.V^n = \text{cte}$$

فرآیند فشار ثابت $n=0 \ggggg P.V^0 = P = \text{cte} \ggggg$

فرآیند دما ثابت $n=1 \ggggg P.V^1 = \text{cte}$, $P.V=nRT$, $R=8.3144 \text{ j/K.Mol} \ggggg T=\text{cte}$

فرآیند حجم ثابت $n=\pm\infty \ggggg P.V^{\pm\infty} = \text{cte} \ggggg V=\text{cte}$

فرآیند آنتروپی ثابت (آیزنتروپیک) $n=k \ggggg P.V^k = \text{cte}$, $k = \frac{C_p}{C_v} \ggggg s=\text{cte}$

$$1 < n < 1.4$$

در طراحی موتور $n=1.3$ در نظر گرفته می شود.

با سپاس از شما بزرگواران
و من الله توفیق

