

دوائر القدرة Power Cycles

هي دورات ثيرموديناميكية لانتاج القدرة وهي أنواع مختلفة سمي بعضها على اسماء مكتشفها والبعض الآخر على طبيعة إضافة الحرارة فيها ويمكن تقسيمها إلى:

(أ) دورات قدرة تعمل بالأبخرة و

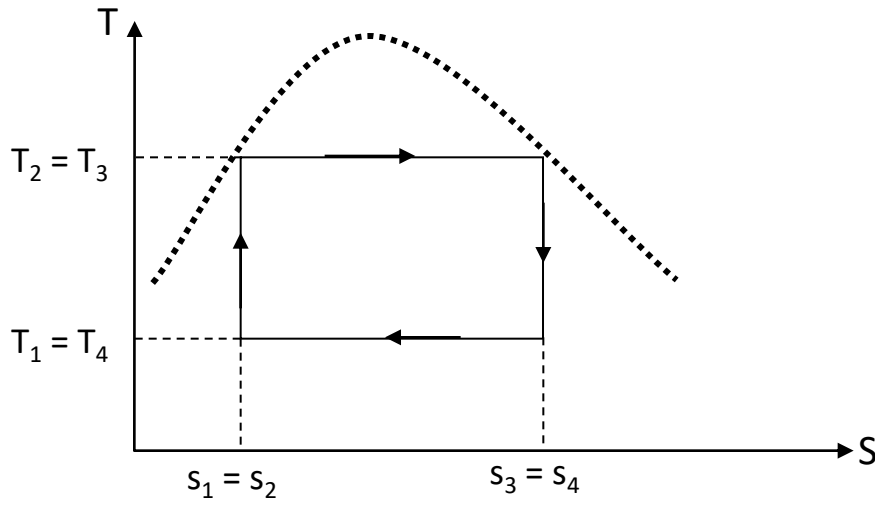
(ب) دورات قدرة تعمل بالغازات ،

وفيما يلي وصف لبعض هذه الدورات :

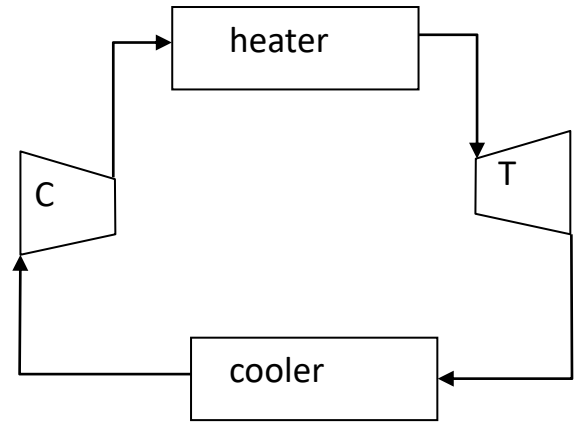
(أ) دورات الأبخرة :

1. دورة كارنو الحرارية Carnot Cycle

هي دورة حرارية بسيطة تعمل بالأبخرة وهي الأساس لعمل التوربينات البخارية ونفس الدورة على وضع معكوس تعمل كأساس لدورات التبريد . الرسم التالي يوضح العمليات والرسم التخطيطي



دورة كارنو على مخطط (T-S)



رسم تخطيطي

- العمليات التيرموديناميكية في الدائرة:
- 2-1 سحب وضغط البخار في الضاغط (C) في اجراء أيسنتروبي ضغط السحب P_1 والضغط النهائي P_2 .
- يحسب الشغل النوعي للضاغط (W_c) من العلاقة :

$$W_c = m(h_2 - h_1)$$

- 3-2 إضافة الحرارة تحت ثبات درجة الحرارة من النقطة (2) إلى (3) الحرارة المضافة (Q) تحسب من العلاقة :

$$Q = m(h_3 - h_2)$$

- 4-3 تمدد الغازات في التوربين (T) في اجراء أيسنتروبي من الضغط العالي P_2 إلى الضغط الجوي P_1 .

- يحسب الشغل للتوربين (W_T) من العلاقة :

$$W_T = m(h_3 - h_4)$$

- 1-4 إزالة الحرارة تحت ثبات T_1 من النقطة (4) إلى (1) وتحسب الحرارة النوعية المزالة (Q_{out}) من العلاقة :

$$Q_{out} = m(h_4 - h_1)$$

• الكفاءة الحرارية η_{th} :

$$\eta_{th} = (W_{net})/Q_{in} = [1 - (Q_{out}/Q_{in})] \quad \bullet$$

$$= \{1 - \{[(S_4 - S_1)T_1] / [(S_3 - S_2) T_2]\}\} \quad \bullet$$

$$= [1 - T_1(S_4 - S_1) / T_2(S_4 - S_1)] \quad \bullet$$

$$= 1 - (T_1/T_2) \quad \bullet$$

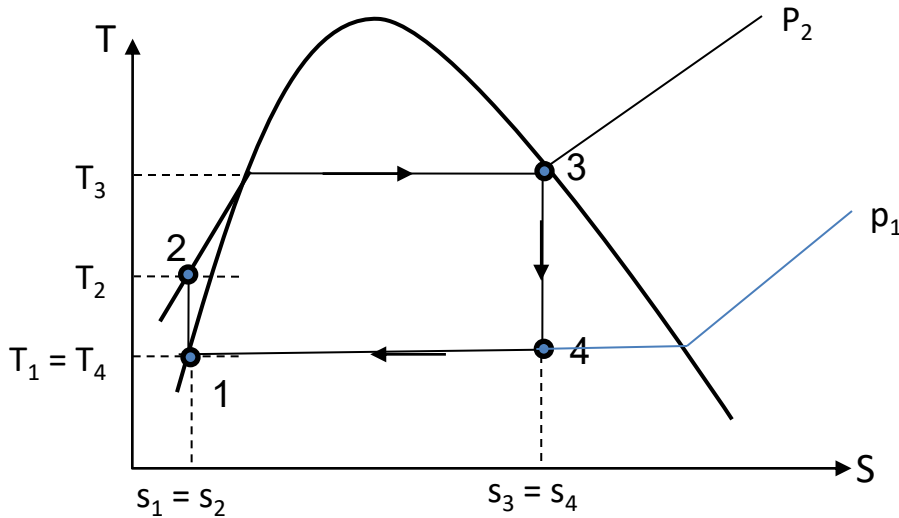
• نسبة الشغل (WR) تحسب من العلاقة :

$$WR = W_{net}/W_T \quad \bullet$$

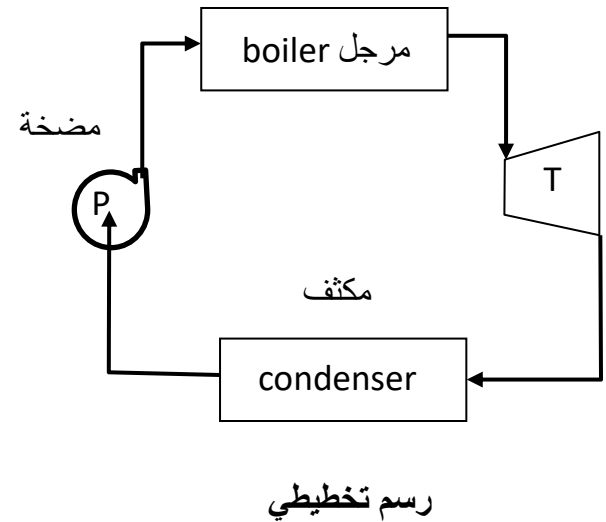
$$= [(h_3 - h_4) - (h_2 - h_1)] / (h_3 - h_4) \quad \bullet$$

2. دورة رانكن Rankine Cycle

هي دورة حرارية كتطوير لدورة كارنو بتكثيف البخار حتى نقطة التشبع السائل والاستعاضة عن الضاغط بمضخة لضغط الماء من ضغط المكثف إلى ضغط المرجل. الرسم التالي يوضح العمليات والرسم التخطيطي .



دورة رانكن على مخطط (T-S)



رسم تخطيطي

- العمليات التيرموديناميكية في الدائرة:
- 2-1 سحب وضغط الماء في المضخة (P) في اجراء أيسنتروبي
 ضغط السحب P_1 والضغط النهائي في المرجل P_2 .
- يحسب الشغل للمضخة (W_p) من العلاقة :

$$W_p = m(h_2 - h_1) , W_p = m(P_2 - P_1)$$
- 3-2 إضافة الحرارة في المرجل تحت ثبات الضغط من درجة
 الحرارة T_2 إلى T_3 ، الحرارة المضافة (Q) من العلاقة :

$$Q = m(h_3 - h_2)$$
- 4-3 تمدد البخار في التوربين (T) في اجراء أيسنتروبي من
 الضغط العالي P_2 إلى الضغط P_1 .
- يحسب الشغل للتوربين (W_T) من العلاقة :

$$W_T = m(h_3 - h_4)$$

- 1-4 إزالة الحرارة تحت ثبات P_1 في المكثف وتحسب الحرارة المزالة (Q_{out}) من العلاقة : $Q_{out} = m(h_4 - h_1)$
- الكفاءة الحرارية η_{th} :

$$\eta_{th} = (W_{net}) / Q_{in} = [(W_T - W_p) / Q_{in}]$$

- باهمال شغل المضخة (W_p) تحسب الكفاءة من العلاقة :

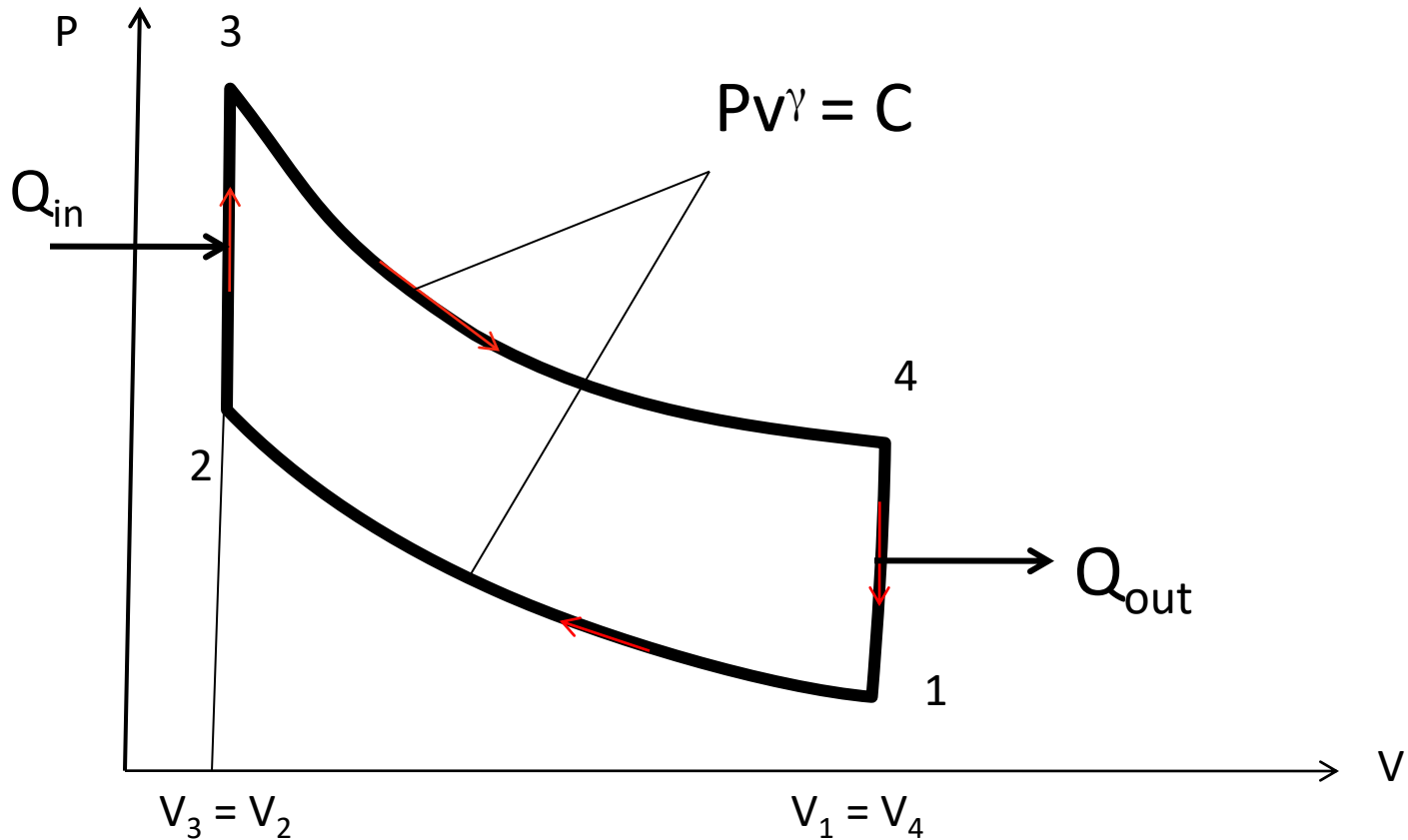
$$\eta_{th} = (W_{net}) / Q_{in} = [(W_T) / Q_{in}]$$

- (ب) دورات قدرة تعمل بالغازات وتشمل:

• 1. دورة أوتو Otto Cycle

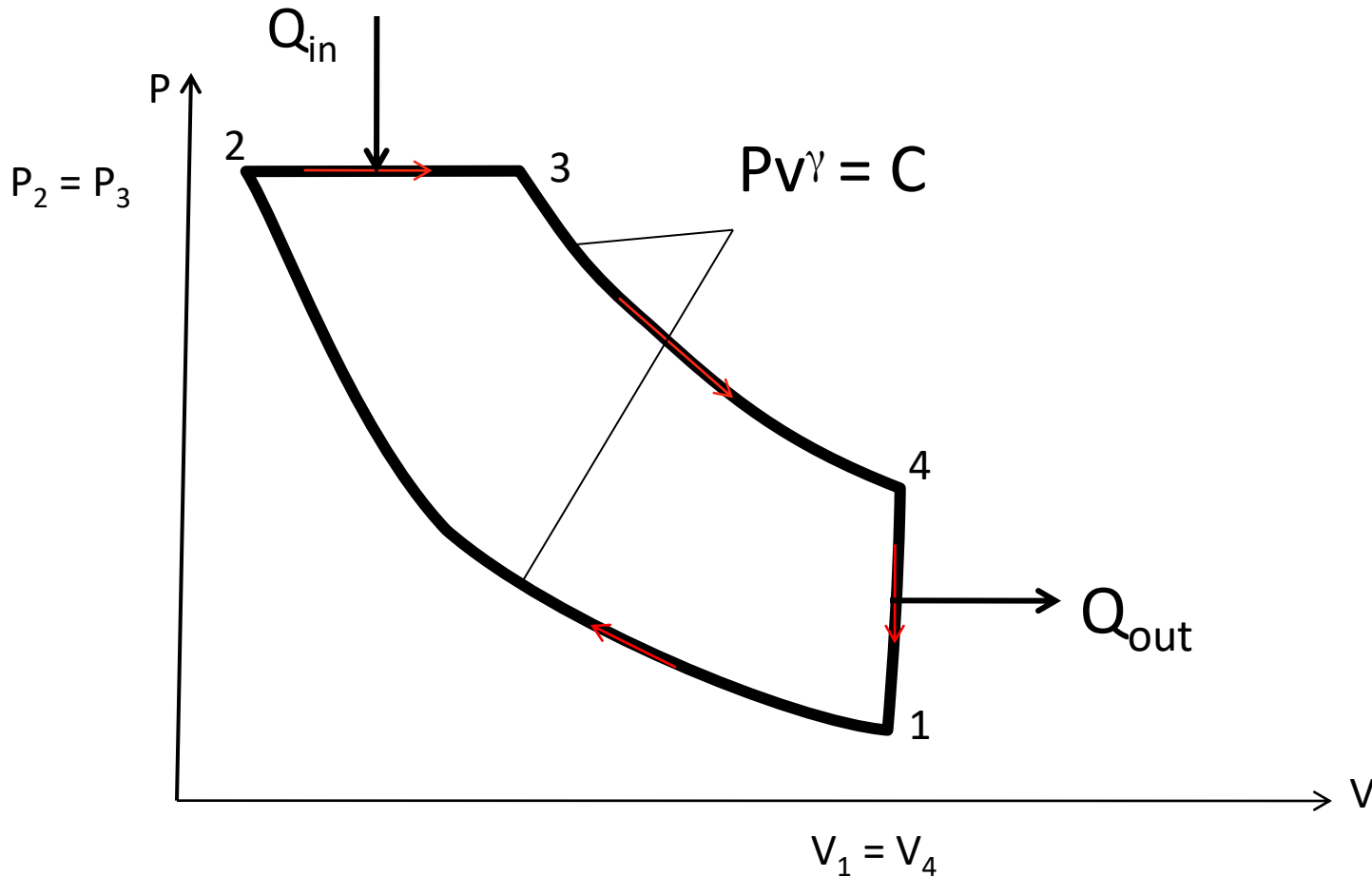
- هي الأساس لعمل محركات البنزين (محركات الاشعال الشراري SI) واجراءاتها على مخطط (P-V) كالآتي:

- إضافة الحرارة (Q_{in}) تحت حجم ثابت في الاجراء 2-3
 وطرح الحرارة (Q_{out}) تحت حجم ثابت في الاجراء 4-1
 الاجراءين (2-1) ، (3-4) اجرائي انضغاط وتمدد على التوالي في عمليتين أيسنتروبيتين ، الدورة موضحة في الشكل التالي.



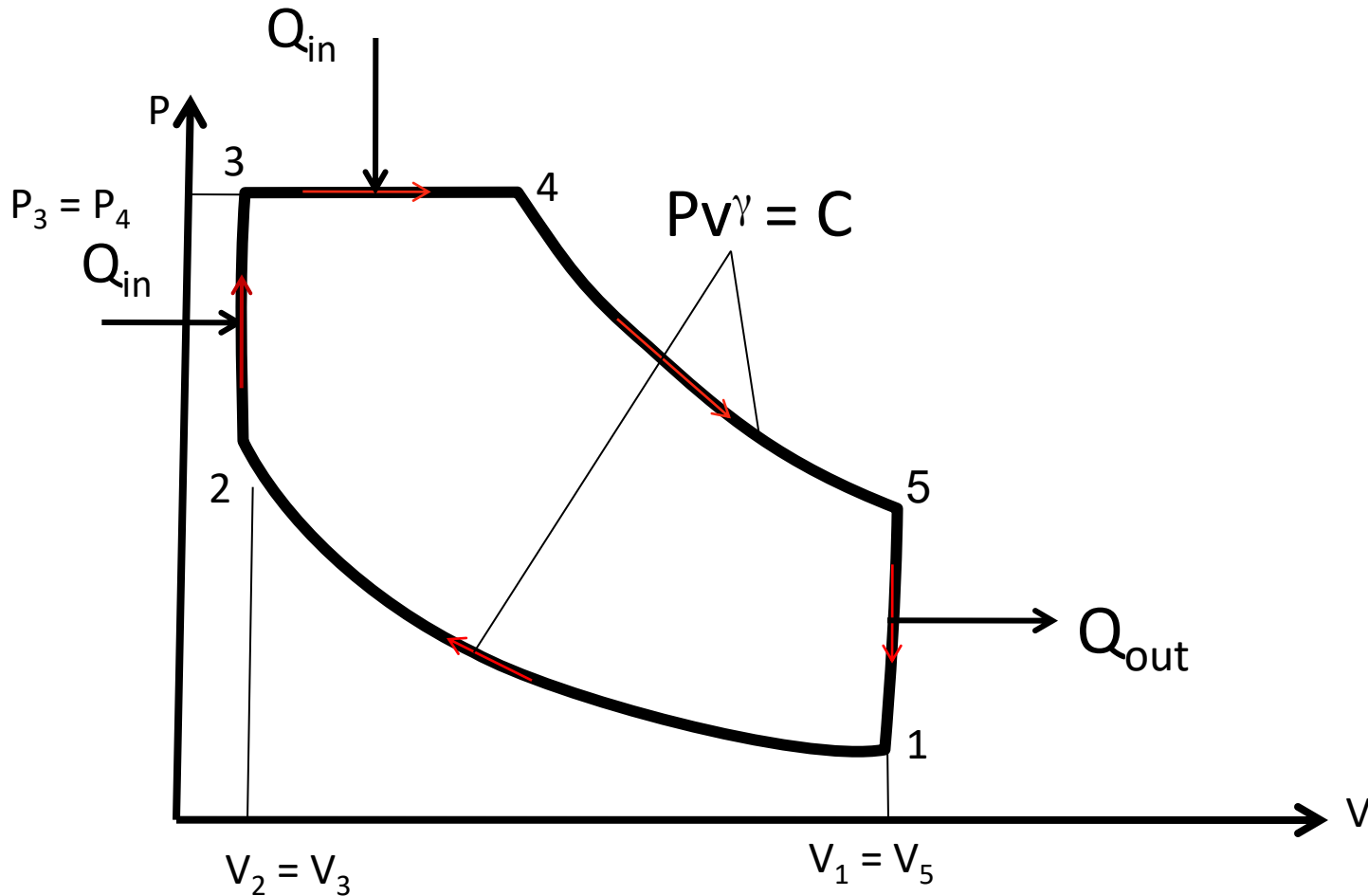
(2) دورة ديزل Diesel Cycle

هي الأساس لعمل محركات الديزل واختلفها عن دورة أوتو أن اجراء اضافة الحرارة فيها يتم تحت ضغط ثابت ، الشكل التالي يوضح الدورة على مخطط (P-V) .



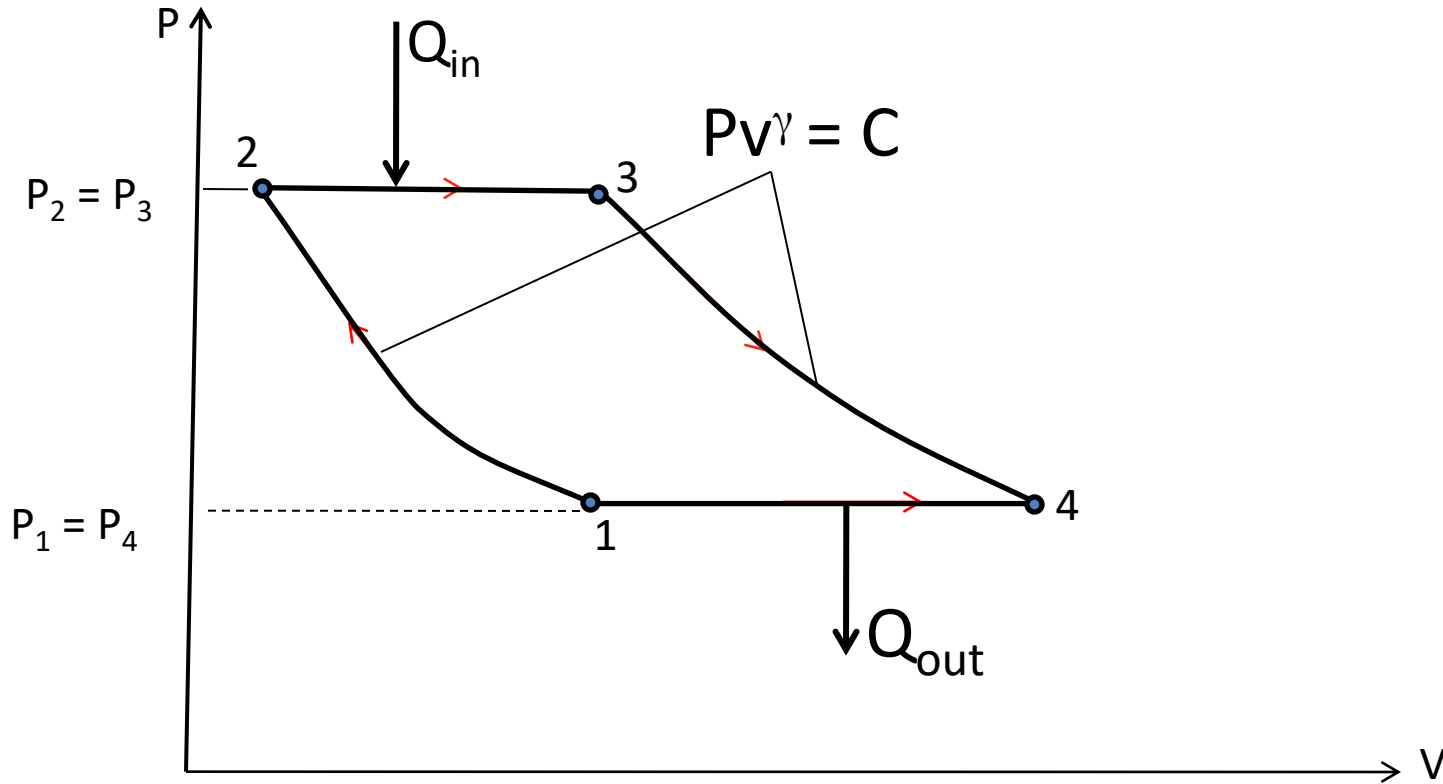
(3) الدورة المشتركة Dual Combustion Cycle

تعمل بها بعض محركات الديزل وبعض محركات البنزين واختلفها عن دورتي أوتو وديزل في أن اضافة الحرارة فيها يتم جزئياً تحت حجم ثابت وجزئياً تحت ضغط ثابت، الشكل التالي يوضح الدورة على مخطط (P-V) .



(4) دورة الضغط الثابت Constant Pressure Cycle

هي الأساس لعمل محطات التوربينات الغازية إذ يتم إضافة الحرارة وطرحها تحت ضغط ثابت وهي على مخطط (P-V) كالآتي .



جدول ملخص دورات القدرة

النوع	الدورة	صافي الشغل	الحرارة المضافة	الحرارة المزالة
دورات البخار	1 كارنو البخارية	المساحة المغلقة $Q_{in} - Q_{out}$	بثبات (T)	بثبات (T)
	2 دورة رانكن Rankine Cycle	$W_T - W_P$	بثبات الضغط	بثبات الضغط
دورات الغاز	1 أوتو Otto Cycle	$W_T - W_C$	بثبات الحجم	بثبات الحجم
	2 ديزل Diesel Cycle	$W_T - W_C$	بثبات الضغط	بثبات الحجم
	3 الدورة المشتركة (المزدوجة / Dual)	$W_T - W_C$	بثبات الحجم وجزئياً بثبات الضغط	بثبات الحجم وجزئياً بثبات الضغط
	4 دورة الضغط الثابت Constant P. Cycle	$W_T - W_C$	بثبات الضغط	بثبات الضغط

تمرين واجب HW

مستعينًا بجداول الخواص لبخار الماء أكمل البيانات الناقصة في الجدول التالي

p bar	t °C	v m ³ /kg	x	degree of superheat ΔT °C	h kJ/kg	u kJ/kg
	90	2.364				
20					2799	
5		0.3565				
	188					2400
34			0.9			
	81.3		0.85			
3	200					
15		0.152				
130					3335	
	250	1.601				
38.2			0.8			
	297		0.95			
2.3	300					
44	420					