## العمليات الترموديناميكية للغازات المثالية II (Thermodynamics processes of ideal gas)

### العملية التي تتم من دون تبادل حراري مع الوسط الخارجي (العملية الاديباتيةAdiabatic):

تجري العملية الاديباتية من دون حدوث أي تبادل حراري بين الجملة والوسط الخارجي أي: $Q = 0$. وهذا يتطلب عزلاً تاما للجملة عن الوسط الخارجي أو إجراء العملية بسرعة كبيرة جدا.

مثالٌ عن العمليّة الاديباتية، عمليات التمدد والانضغاط التي تجري في محركات الاحتراق الداخلي حيث تتم بسرعة كبيرة.

**ملاحظة:**

. ندعو العملية الاديباتية العكوسة بـ **العملية الإيزونتروبية.**

### معادلة العملية (Equation of process)

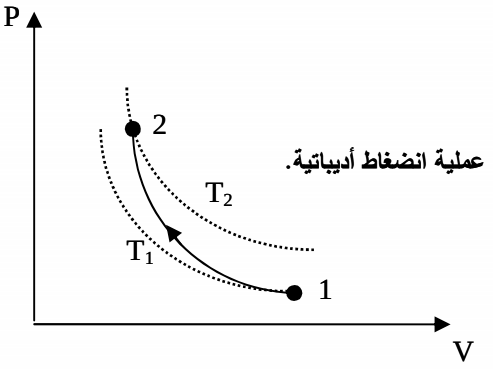
تتغيّر كلّ البارامترات في العملية الاديباتية، يمكن أن نعطي معادلة العملية الاديباتية مباشرة بالعلاقة التي تعرف بقانون بواسون أو لابلاس:

$$P.v^{\gamma} = \text{constant}$$

حيث: $\gamma$ الاس الاديباتي $\gamma = \frac{C_P}{C_v}$ ويكون من أجل الغاز أحادي الذرة يساوي1,6، وللغاز ثنائي الذرة يساوي1,4، و للغازات متعددا لذرات يساوي 1,3.

### التمثيل البياني للعملية الاديباتية

تمثل معادلة العملية الاديباتية $P.v^{\gamma} = \text{constant}$ معادلة قطع زائد خطاه المقاربان هما محورا الإحداثيات.



## المقارنة بين ميل المنحني الممثل للعملية الاديباتية و المنحني الممثل للعملية الإيزوترمية ( The slope of Isothermal and Adiabatic curve on P-V Diagram)

تُعطى معادلة العملية الإيزوترمية من أجل 1kg بالعلاقة: $P.v = \text{const.}$ ، و تُعطى معادلة العملية الاديباتية العكوسة بالعلاقة: $P.v^{\gamma} = \text{const.}$

باشتقاق معادلة العملية الإيزوترمية نجد:

$$P.dv + v.dP = 0 \quad \Rightarrow \quad \left(\frac{dP}{dv}\right)_{isoth} = -\frac{P}{v}$$

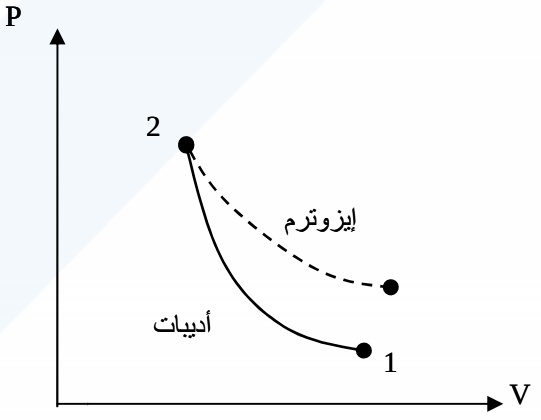
وباشتقاق معادلة العملية الاديباتية نحصل على:

$$v^{\gamma}.dP + \gamma.P.v^{\gamma-1}.dv = 0 \quad \Rightarrow \quad \left(\frac{dP}{dv}\right)_{ad} = -\gamma.\frac{P}{v}$$

وبالتالي فإن نسبة الميلين تعطي:

$$\frac{\left(\frac{dP}{dv}\right)_{ad}}{\left(\frac{dP}{dv}\right)_{isoth}} = \gamma > 1$$

**إذاً ميل منحني العملية الأديباتية أكبر من ميل منحني العملية الإيزوترمية بـ $\gamma$ مرة.**



**العلاقة بين البارامترات**

$$P_1.v_1^{\gamma} = P_2.v_2^{\gamma} \Rightarrow \boxed{\frac{P_1}{P_2} = \left(\frac{v_2}{v_1}\right)^{\gamma}}$$

كماأنّ : $\boxed{\frac{v_2}{v_1} = (\frac{T_1}{T_2})^{\frac{1}{\gamma-1}}}$ و $\boxed{\frac{P_1}{P_2} = (\frac{T_1}{T_2})^{\frac{\gamma}{\gamma-1}}}$

**عمل العملية الاديباتية (The work)**

نعلم انّ:

$$du = \delta w + \delta q$$

وبما انّ $\delta q = 0$

$$\Rightarrow \delta w = du = c_v.dT = \frac{r}{\gamma - 1}.dT \Rightarrow w_{1\to 2} = \Delta u = u_2 - u_1$$

وعندما تكون السعة الحرارية الحجمية فإنّ:

$$\Rightarrow \boxed{w_{1\to 2} = \frac{r}{\gamma - 1}(T_2 - T_1) = \frac{P_2.v_2 - P_1.v_1}{\gamma - 1}}$$

**تغير الطاقة الداخلية (The internal energy)**

$$\delta w = du$$

أي أنّ عمل تمدد الغاز اديباتيا يتم على حساب انخفاض الطاقة الداخلية.

بينما يصرف كامل عمل الانضغاط في العملية الاديباتية على زيادة الطاقة الداخلية.

**العملية البوليتروبية (Polytropic process)**

تتغيّر كلّ البارامترات في العملية البوليتروبية كما انّه يمكن للجملة أن تتبادل الحرارة مع الوسط المحيط.

**معادلة العملية (Equation of process)**

يمكن أن نعطي معادلة العملية البوليتروبية بالشكل التالي:

$$P.V^n = constant$$

حيث $n$: هو الاس البوليتروبي ، وهو عبارة عن عدد لاواحدة له.

**ملاحظة:**

يمكن اعتبار العملية البوليتروبية بانّها عملية عامة وجميع العمليات الاخرى للغاز المثالية عبارة عن حالات خاصة
يمكن تحديد نوع العملية من خلال قيمة $n$.

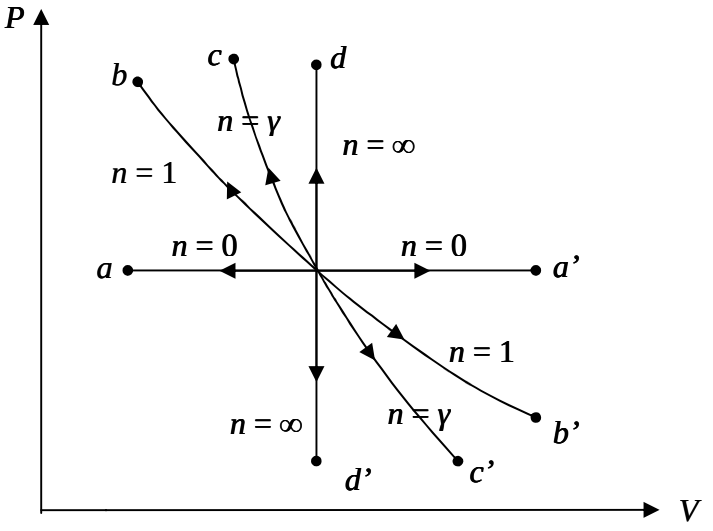
. في العملية الإيزوبارية يكون $n = 0 \Leftarrow P = \text{constant}$ .

. في العملية الإيزوترمية ، يكون $n = 1 \Leftarrow P.V = \text{constant}$

. في العملية الإيزوخورية يكون $n \longrightarrow \infty \Leftarrow V = \text{constant}$ .

**التمثيل البياني للعملية البوليتروبية**

نوضح على الشكل التالي تمثيل جميع العمليات الترموديناميكية السابقة بما فيها العملية البوليتروبية.




**العلاقة بين البارامترات:**

$$P_1.v_1^n = P_2.v_2^n \Rightarrow \boxed{\frac{P_1}{P_2} = \left(\frac{v_2}{v_1}\right)^n}$$

وكذلك: $\boxed{\frac{v_2}{v_1} = (\frac{T_1}{T_2})^{\frac{1}{n-1}}}$ وأيضاً: $\boxed{\frac{P_1}{P_2} = (\frac{T_1}{T_2})^{\frac{n}{n-1}}}$

**عمل العملية البوليتروبية (The work)**

$$\delta w = -P.dv \Rightarrow w_{12} = -\int_1^2 P.dv$$

و من معادلة العملية البوليتروبية .

$$P.v^n = cte = c \Rightarrow P = \frac{c}{v^n}$$

حيث $c$ عبارة عن ثابت $\Leftarrow$

$$\Rightarrow w_{12} = -c.\int_1^2 \frac{dv}{v^n} = -c.\left[\frac{v^{-n+1}}{-n+1}\right]_1^2$$

$$\boxed{\Rightarrow w_{12} = \frac{1}{n-1}.(P_2.v_2 - P_1.v_1)}$$

يمكن أيضا أن نعبر عن عمل العملية البوليتروبية بالعلاقة:

$$\boxed{w_{1\to 2} = \frac{r.T_2}{n-1}.\left|1 - (\frac{P_1}{P_2})^{\frac{n-1}{n}}\right|}$$

أو:

$$\boxed{w_{1\to 2} = \frac{r.T_2}{n-1}.\left|1 - (\frac{v_2}{v_1})^{n-1}\right|}$$

**كمية الحرارة (The Heat) من المبدا الاول في الترموديناميك:**

$$\delta q = du - \delta w$$

حيث:

$$\left.\begin{aligned} du &= c_v.(T_2 - T_1) \\ w &= \frac{r}{n-1}.(T_2 - T_1) \end{aligned}\right\} \Rightarrow q_{1\to 2} = c_v.(T_2 - T_1) - \frac{r}{n-1}.(T_2 - T_1)$$

- $q_{1\to 2} = \left(c_v - \frac{r}{n-1}\right).$

بالتعويض والترتيب:

$$\boxed{q_{1\to 2} = \frac{n-\gamma}{\gamma-1}.w_{1\to 2}}$$