- الطاقة الداخلية النوعية للنظام u= U/m أو U/n

كما يمكن تصنيف خواص النظام كما يلي:

1- الخواص المستقلة: Independent Properties

هي الخواص اللازمة لتعين النظام ويعتمد عددها على طبيعة النظام. فيحتاج النظام البسيط لخاصيتين مستقلتين لتحديده، أما النظام المعقد فيحتاج عدد اكبر من الخواص المستقلة لتحديده وحسب درجة تعقيده.

ملاحظة:- يتم عادة اختيار الخواص المستقلة التي يمكن قياسها وتلائم الغرض -أي تعين حالة النظام-.

2- الخواص التابعة: Dependent Properties

وهي الخواص التي يمكن تحديد قيمها من خلال الخواص المستقلة.

ومثال ذلك:- لو تم قياس خاصيتين مستقلتين لنظام غازي كالضغط ودرجة الحرارة فأن الخواص التابعة كالحجم مثلا يمكن تحديده بدلالة الضغط ودرجة الحرارة.

10- حالة النظام (State of the System):-

هي مجموعة الخواص العيانية للنظام عندما يكون في حالة توازن ثرموديناميكي. كما يمكن وصفها (حالة النظام) أيضاً بواسطة القيم المعطاة لخواصه كدرجة الحرارة والحجم والضغط والطاقة الداخلية.....الخ.

11- العملية الثرموديناميكية:-

هي عبارة عن تحول النظام وانتقاله من حالة اتزان إلى حالة اتزان أخرى. ففي حالة تغير أي خاصية من خواص (أو متغيرات) النظام فأن حالة النظام تتغير أيضاً. أي إن النظام يعاني عملية ثرموديناميكية. وهي على أنواع حسب المتغير أو الخاصية التي تكون ثابتة، وكما يلي:

أ-العملية الاديباتيكية أو الكاظمة (Adiabatic Process):-

وهي العملية التي تتم على النظام بدون إن تؤثر على حرارته أي إن كمية حرارة النظام تبقى ثابتة مما يعني إن العملية تحدث دون إن يتم خلالها دخول أو خروج حرارة إلى أو من النظام.

ب-العملية الايزوثرمية (Isothermal Process):-

هي العملية التي تحدث على النظام دون إن تتغير درجة حرارته. وما يحقق هذا هو كون غلاف النظام موصل جيد للحرارة بحيث يسمح بمرور الحرارة من النظام إلى المحيط وبالعكس دون حدوث زيادة أو نقصان في درجة الحرارة النظام خلال العملية الايزوثرمية.

ج- العملية الأيزوبارية (Isobaric Process):-

هي العملية التي تحدث للنظام دون إن يتغير ضغطه.

د- العملية الايزوكوركية (Isochoric Process):-

هي العملية التي تحدث للنظام دون إن يتغير حجمه.

ه- العملية الدورية:-
عندما يمر النظام خلال عدد من العمليات ثم يعود في النهاية إلى حالته الابتدائية يقال عنه انه مر خلال دورة (cycle) كاملة.
كما يمكن القول انه عندما يعاني النظام في كل دورة سلسلة من العمليات التي تنقله من حالة اتزان معينة وتعود به بعد انتهاء الدورة إلى نفس الحالة انه مر بعملية دورية. وكمثال على ذلك دورة كارنو حيث يمتص النظام خلالها الحرارة وينجز شغلا على المحيط. ويعتمد مقدار الشغل المنجز على عدد الدورات، فكلما كان عدد الدورات كبيراً كان مجموع الشغل كبيراً أيضاً.

و- العملية اللاعكسية:- (Irreversible Process):-
هي العملية التي تجري باتجاه واحد ولا يمكن عكسها دون ترك اثأر دائمة على المحيط. إن كافة العمليات الطبيعية والتي تجري ذاتياً هي عمليات لاعكسية ومثال ذلك:-

- انتقال الحرارة من الجسم الساخن إلى الجسم البارد عند تلامسهما
- هبوب الرياح من مناطق الضغط العالي إلى مناطق الضغط الواطئ
- سقوط الأجسام من الأعلى إلى الأسفل
- يسير الزمن باتجاه واحد

ملاحظة:- تجري كل العمليات أعلاه في الاتجاه الذي يقود إلى التوازن.

ز- العملية العكسية (Reversible Process):-
هي العملية التي بواسطتها يمكن إعادة النظام إلى نفس الشروط (الحالة التي كان عليها قبل العملية) دون ترك أي اثر على المحيط. وأمثلة على هذه العملية:-

- انصهار الجليد بعد إن يمتص كمية معينة من الحرارة وتحوله إلى ماء، ويمكن تحويل الماء إلى جليد إذا سحبنا منه نفس المقدار من الحرارة.
- شحن بعض أنواع المتسعات بعد تفريغها.
- شحن بعض أنواع البطاريات بعد تفريغها.
- حركة البندول الحر في حيز مفرغ من الهواء ومعلق من نقطة خالية من الاحتكاك.

من الجدير بالذكر هنا إن جميع الأمثلة أعلاه هي ليست عمليات عكسية مثالية. وهنا يجب ذكر الشروط التي يجب توفرها بأي عملية كي تكون عملية عكسية:-

أ- إن تتم العملية ببط. أي يجب إن يمر النظام بسلسلة من حالات التوازن شبه الساكن بحيث يمكن تعريف حالة النظام في كل خطوة خلال مسار العملية.

ب- إن لا يرافق العملية تبديد في الطاقة (كالتبديد الذي يصاحب الاحتكاك أو اللزوجة أو المقاومة.....الخ)

ج- إن لا يختلف ضغط ودرجة حرارة النظام عن ضغط ودرجة حرارة المحيط خلال كل مراحل العملية بشكل محسوس (الفرق يجب إن يكون متناهي في الصغر).

ملاحظة:- كل الأمثلة التي وردت سابقاً عن العملية العكسية لا يمكن فيها تفادي وتجنب إشكال الضياع في الطاقة التالية:-

- التخلف Hysteresis في النظام أو المحيط
- التشويه Deformation الذي يصيب النظام أو المحيط من حيث الشكل أو التركيب الداخلي للنظام أو الوسط المحيط.

12- الطاقة Energy:- القدرة على انجاز شغل. من المعلوم إن الطاقة **عبارة عامة تشمل:-**

- الطاقة المخزونة Stored energy وتشمل الطاقات التالية:- الكيمائية والكهربائية والداخلية والميكانيكية (الكامنة والحركية)
- الطاقة العابرة هي فقط الحرارة والشغل، وهذا يعني إن الطاقة التي تدخل النظام أو تخرج منه تكون إما على شكل حرارة أو شغل ميكانيكي.

13- الحرارة والشغل:-

هما الشكلان الوحيدان للطاقة اللذان لا يمكن تواجدهما بشكل طاقة مخزونة بل يتواجدان فقط إثناء اجتيازهما لحدود (أو غلاف) النظام. أي إن "الحرارة والشغل تعني تبادل الطاقة بين النظام ومحيطه. وبعد إن يجتاز الشغل أو الحرارة حدود النظام ويدخلان فيه ينتهي وجودهما كحرارة او شغل ويتحولان إلى طاقة. مخزونة كالطاقة الداخلية أو غيرها.

مفهوم الحرارة أو الشغل

- الحرارة أو الشغل هي الطاقة العابرة لحدود النظام، أي أنها ظاهرة حدودية تُلاحظ عند حدود النظام فقط
- الحرارة أو الشغل ظاهرة وقتية ويتوقف استخدام هذا المصطلح متى توقف العبور أو الانتقال

ملاحظة:

- إذا أعطيت الحرارة إلى النظام كانت إشارتها موجبة $(+\delta Q)$
- إذا أُخذت الحرارة من النظام تعتبر إشارتها سالبة $(-\delta Q)$

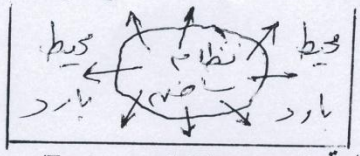
وبالمثل

- إذا أنجز النظام شغلاً على المحيط فان إشارة الشغل تكون موجبة $(+\delta W)$
- إذا صرف المحيط شغلاً على النظام تكون الإشارة سالبه $(-\delta W)$

مفهوم الحرارة:-

- هي طاقة في حالة عبور
- لا يمكن التكلم عن الحرارة أو الشغل في النظام

- وإنما نقول إن الحرارة إما انتقلت من الجسم أو إليه. وكذلك الشغل فإما يُنجز على النظام أو بواسطته
- عند تلامس جسمان احدهما اسخن من الآخر، فأن هناك شكل من إشكال الطاقة تنتقل من الجسم الساخن إلى البارد يسمى "الحرارة" أو "الطاقة الحرارية" كما موضح في الشكل (3)



الشكل (3)

تنتقل الطاقة الحرارية من النظام الساخن إلى المحيط البارد إلى إن تتساوى درجة حرارتهما

14- الطاقة الداخلية (Internal Energy):-

لكي تكون الصورة واضحة عن معنى الطاقة الداخلية سنحاول الإجابة عن السؤالين التاليين:-

"ماذا يحدث للحرارة بعد دخولها النظام؟"

"ماذا يحدث للشغل الذي ينجز على النظام؟"

قبل الإجابة عن السؤالين أعلاه يجب إن نتعرف على الإشكال المختلفة من الطاقات التي تمتلكها جسيمات (أو ذرات) النظام وهي:-

1- طاقة حركية انتقالية
2- طاقة حركية دورانية
3- طاقة حركية اهتزازية
4- طاقة كامنة لذرات النظام
5- طاقة نووية والكترونية ضمن تركيب الجزيئات والذرات

ويدعى مجموع الطاقات أعلاه بالطاقة الداخلية للنظام.

الآن لو أعطينا النظام مقدار معين من الطاقة ستنتشر وتتوزع هذه الطاقة على ذرات وجزيئات النظام وتُزيد من طاقاتها بمقدار يتناسب مع كمية الحرارة الداخلة للنظام. أي إن الطاقة المضافة للنظام تتحول إلى زيادة في طاقته الداخلية ويمكن إن تظهر في واحدة أو أكثر من الإشكال التالية:-

أ- ارتفاع في درجات حرارة النظام
ب-تغير حالة النظام (مثلاً من صلب إلى سائل او من سائل إلى غاز)
ج-زيادة المسافة الفاصلة بين جزيئات النظام،أي تمدده (وهذا ضد قوى التجاذب بين الجزيئات)

ملاحظة:-

- إن الطاقة التي يمتصها النظام تدعى "الزيادة في الطاقة الداخلية للنظام" ويرمز لها بالرمز ΔU
- لا يمكن التمييز أو الفصل بين هذه الطاقة عن التي تمتلكها الذرات
- كل ما تم ذكره عن امتصاص النظام للحرارة ينطبق عندما ينجز النظام شغلاً على المحيط ولكن تتم بنقصان الطاقة الداخلية
- في حين أنها تزداد عندما ننجز عليه شغلاً، أي ينجز المحيط شغلاً على النظام