المركز البحثي	مركز بحوث المواد النانوية
القسم	قسم التطبيقات النانوية
المادة باللغة الانجليزية	Thermodynamics
المادة باللغة العربية	الثرموديناميك
المرحلة الدراسية	الثانية
اسم التدريسي	عمر صلاح الدين شوقي
عنوان المحاضرة باللغة الانجليزية	concepts Fundamental
عنوان المحاضرة باللغة العربية	مفاهيم اساسية
رقم المحاضرة	الاولى
المصادر والمراجع	**Yunus A. Çengel & Michael A. Boles Thermodynamics: An Engineering * *Approach McGraw-Hill Education, 9th Edition, 2019

١-١ مقدمة

علم الثرموداينمك او الديناميكا الحرارية هو علم تجريبي يهتم بدراسة كل ما هو متعلق بدرجة الحرارة والطاقة الحرارية أو التدفق الحراري المصاحب لتغيرات الأنظمة الكيميائية أو الفيزيائية . وكلمة Thermodynamics اصلها يوناني وتتكون من الكلمتين Therme وDynamics والتي تعني الحرارة والقوة.

تؤدي الديناميكا الحرارية Thermodynamics دوراً هاماً في تحليل الانظمة التي يعتمد تصميمها وعملها على عمليات انتقال الطاقة وتحويلها من شكل الى اخر ، وتعد الثورة الصناعية نتيجة حتمية لاكتشاف كيفية استخدام الطاقة وكيفية تحويل الطاقة الحرارية الى شغل مفيد . ان معظم نشاطاتنا اليومية تحتوي على انتقال وتغيير الطاقة ، فجسم الانسان نظام بيولوجي تتحول فيه الطاقة الكيميائية للغذاء الى طاقات اخرى مختلفة يستفيد منها الانسان ، كما ان هناك تطبيقات هندسية عديدة تحتوي على انتقال وتحويل الطاقة نجدها في حياتنا اليومية حيث ان نظم ومكونات التبريد وتكييف الهواء تعتمد اساساً على انتقال الطاقة في كثير من اجزائها ، كذلك محطات توليد الطاقة الكهربائية ومحركات السيارات تتحول فيها الطاقة الكيميائية للوقود الى شغل ميكانيكي.

هناك اربعة مبادئ اساسية يرتكز عليها فرع الثرموداينمك تسمى)قوانين الثرموداينك(وهي:

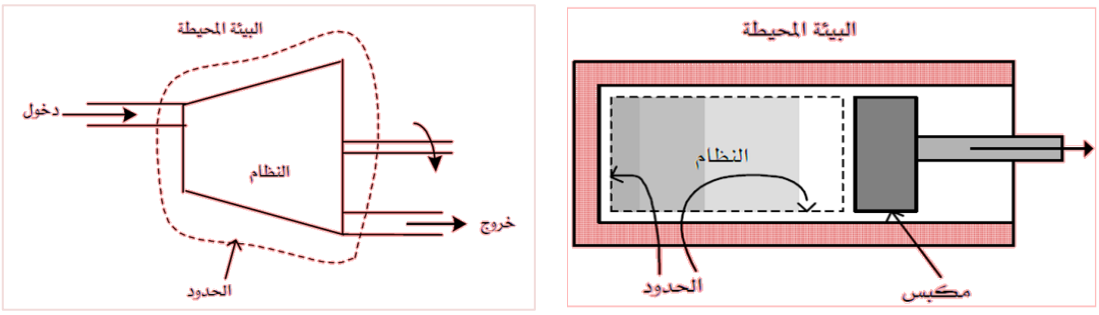
١- **القانون الصفري:** هو قانون التوازن الحراري الذي بموجبه يتم تعريف درجة الحرارة ، وقد سمي بهذا الاسم لأن صياغته تمت بعد صياغة القانون الاول في الثرموداينمك.
٢- **القانون الاول:** هو صيغة خاصة لقانون حفظ الطاقة.
٣- **القانون الثاني:** يحدد سير العمليات الطبيعية واتجاه انتقال الطاقة خلال تلك العمليات.
٤- **القانون الثالث:** يضع حداً لكل من درجة الحرارة والانتروبي ، حيث يؤكد استحالة الحصول على الصفر المطلق.

تشمل تطبيقات علم الثرموداينمك كلاً من **التطبيقات الهندسية**)تصميم المحركات ومولدات الطاقة الكهربائية واجهزة التبريد والتكييف(و**التطبيقات الكيميائية**)مثل التغير في الطاقة بين النظام وما يحيط به، دراسة امكانية حصول التفاعل تلقائياً، اشتقاق الصيغ والقوانين المكتشفة تجريبياً وبنائها على اساس نظري، وغيرها .

١-٢ النظام الثرموديناميكي Thermodynamic System:

هو المادة التي يراد دراسة سلوكها والتي تكون موجودة في حيز معين من الكون له حدود معينة Boundary وقد يكون النظام **حقيقي** كغاز محصور بمكبس داخل اسطوانة أو يكون **مثالي** وهو نظام نظري افتراضيلتسهيل المسائل الثرموديناميكية مثل الغاز المثالي .

يمكن ان تكون الحدود التي تحيط بالنظام الكيان حقيقية ثابتة كجدران الاسطوانة او المكبس ، او قد تكون وهمية متغيرة كالتي نتخيلها تحيط بكتلة من الدخان المتحرك في الجو ،وليس من الضروري ان تكون حدود الكيان ثابتة في الشكل او الحجم فالكيان قد يتمدد او يتقلص او يتشوه اذا تغيرت بعض خواصه مثل الضغط المسلط عليه او درجة الحرارة. ولحدود النظام خواصمعينة تسمح او لا تسمح بتبادل الطاقة مع **المحيط** Surrounding وهو الحيز الذي يحيط بالنظام ويتبادل معه الطاقة في شكل حرارة أو شغل ويمكن أن يكون حقيقي أو وهمي ، فكل ما يقع خارج حدود النظام هو المحيط والذي له تأثير مباشر في سلوك النظام لأنه يتبادل معه الطاقة والكتلة وبالتالي قد يتأثر بالتغيرات الحاصلة داخل النظام ، واحياناً قد يمتص النظام او يبعث طاقة على شكل اشعاع وهذا الاشعاع قد يأتي او ينتشر الى مسافات بعيدة جد اً خاضعة لقانون حفظ الطاقة ، وربما يشكل المحيط نفسه نظاماً آخر . اما **الكون** فهو مجموع النظام)الكيان(والمحيط معاً .



ب أ

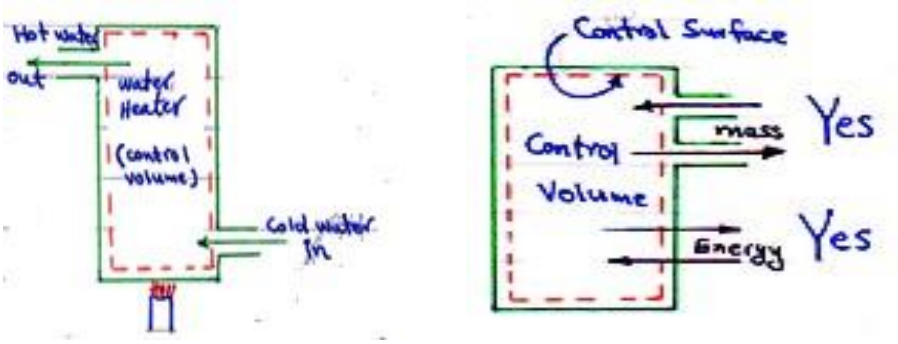
النظام والحدود والبيئة المحيطة أ نظام مغلق ب نظام مفتوح

١-٣ انواع الانظمة الثرموديناميكية Thermodynamic System Types:

تصنف الانظمة الى الانواع الاتية وذلك بناء على الطريقة التي يتبادل بها النظام الطاقة والمادة مع المحيط:

١- النظام المفتوح Open System:

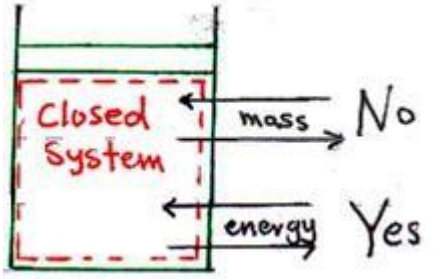
هو الكيان الذي يسمح بتبادل الكتلة والطاقة مع المحيط ويسمى بنظام الحجم المحدد ، وتكون كتلة هذا الكيان غير ثابتة دائماً ، ويمثل النظام المفتوح اكثر الكيانات شيوعاً مثل الماء في الغلاية يمتص الطاقة الحرارية ويفقد جزءً من كتلته خلال التبخر .



النظام المفتوح

النظام المغلق Closed System:

هو النظام الذي لا تسمح حدوده بانتقال المادة داخل النظام ، اي تبقى الكتلة ثابتة لذلك يسمى بنظام الكتلة المحددة ، ولكن يتم تبادل الطاقة)شغل او حرارة(عبر الحدود فقط ما بين النظام ومحيطه كالغاز المحصور في المحرار الغازي او الزئبق الموجود في المحرار .



النظام المغلق

Isolated System: النظام المعزول

هو النظام الذي لا تسمح حدوده بانتقال المادة او الطاقة فيبقى مجموع الطاقة فيه ثابتاً لكونه لا يتأثر بالوسط المحيط مثل الترمس الموضوع بداخله ماء بارد او ساخن.

وهناك انظمة اخرى كالنظام الاديباتي الذي تنتقل فيه الكتلة والطاقة ما عدا الطاقة الحرارية تكون قيمتها صفر مثل التوربين البخاري . وهناك انظمة نصف مفتوحة تسمح بدخول وخروج الكتلة فقط مثل قنينة الغاز.

١-٤الجدار الاديباتيكي Adiabatic Wall:

هو الجدار الذي لا يسمح بنفوذ الحرارة خلاله ، فالكيان المعزول بمثل هذا الجدار لا يسمح بدخول او خروج الحرارة منه واليه.

١-٥ الجدار الدياثرمي او الجدار الموصل Diathermic Wall:

هو الجدار الذي يسمح بنفوذ الحرارة خلاله ، ومثل هذا الجدار تكون درجة الحرارة على جانبيه واحدة دائماً .

١- ٦ التوازن الحراري Thermal Equilibrium:

يعد الكيان متوازن حرارياً عندما تكون كافة اجزائه عند درجة حرارة واحدة ، فعندما تكون كل نقاط الكيان بنفس درجة الحرارة فإنه لا يحدث انتقال صافي للحرارة من موقع الى آخر ضمن حدود الكيان ، وفي هذه الحالة نفس القراءة في كل اجزاء الكيان .

١-٧ التوازن الثرموديناميكي Thermodynamic Equilibrium:

يعد الكيان متوازن ثرموديناميكياً عندما يكون متوازن حرارياً وميكانيكياً وكيمياوياً ، فلو كان لدينا كيان معزول مضطرب داخلياً)غير متوازن(فإن خواصه مثل الضغط ودرجة الحرارة والكثافة تميل للتغير مع الزمن كما تتغير من جزء الى آخر ، وبعد مرور فترة زمنية كافية تستقر خواص الكيان على قيم ثابتة ويصبح الكيان متوازن ، وخلال الفترة الزمنية التي تسبق الاستقرارنلاحظ ما يأتي:

١- اذا كانت اجزاء الكيان المختلفة بدرجات حرارية متفاوتة فإن الكيان غير متوازن حرارياً ، لذلك ستنتقل الحرارة من الموقع ذو الدرجة الحرارية الاعلى الى الموقع ذي الدرجة الحرارية الاوطأ وتستمر العملية بين مختلف الاجزاء الى ان تتساوى الحرارة في كافة الاجزاء ويصبح الكيان متوازن حرارياً .

٢- اذا كان هناك اختلاف في الضغط في اماكن مختلفة ضمن حدود كيان المائع فإن ذلك يعني ان هناك اجزاء منضغطة واخرى مخلخلة مما يؤدي الى توليد حركة وتيارات تنقل المادة من الجزء الأكثف الى الاقل كثافة ، وتستمر التيارات الى ان تصبح الكثافة منتظمة في كل الاجزاء وعندئذٍ يقال ان الكيان متوازن ميكانيكياً ، ومن المهم ان نلاحظ ان التوازن الميكانيكي لا يعني دائماً تساوي الضغط في كل نقاط الكيان فمثلاً عمود السائل في مجال الجاذبية الارضية يكون في حالة توازن ميكانيكي رغم ان ضغط السائل يتغير مع الارتفاع.

٣- اذا كان النظام يحتوي على مواد او عناصر قابلة للتفاعل الكيمياوي فإن الكيان يعد غير مستقر كيمياوياً ما لم تنتهي التفاعلات ويكون الناتج متوازن كيمياوياً .

١- ٨ خواص الكيانProperties of System:

هي الشروط التي تمثل الكيان عندما يكون في حالة توازن ، وهذه الشروط تتعين بإحداثيات تدعى خواص الكيان يمكن قياسها مثل الكتلة والحجم والضغط ودرجة الحرارة وغيرها . ان خواص الكيان تعتمد على حالة الكيان فقط ولا تعتمد على ماضي الكيان ولا على العملية التي وصل بواسطتها الى هذه الحالة ، اي ان قيم خواص الكيان تعتمد فقط على الحالة النهائية للكيان ولا تتأثر بالمسار الذي سلكه الكيان حتى وصل الى تلك الحالة . وتنقسم خواص الكيان الى قسمين:

١- الخواص المركزة Intensive Properties:
هي الخواص التي لا تعتمد على حجم الكيان مثل درجة الحرارة والكثافة والضغط والشد السطحي واللزوجة وغيرها.

٢-الخواص الشاملة Extensive Properties:
هي الخوص التي تعتمد مباشرة على كتلة الكيان مثل الوزن والحجم والطاقة الداخلية والشحنة والانتروبي وغيرها ، ويمكن تحويل الخاصية الشاملة الى مركزة اذا قسمنا الخاصية الشاملة للنظام على كتلته او عدد المولات فيه ، وتدعى النسبة بين قيمة الخاصية الشاملة وكتلة الكيان بالقيمة النوعية لهذه الخاصية ، فمثلاً اذا كانت الطاقة الداخلية الكلية للكيان U كتلته m فإن الطاقة الداخلية النوعية لوحدة الكتلة هي u أي ان ($u = U / m$) .

اما النسبة بين قيمة الخاصية الشاملة للكيان الى عدد المولات فيه فتدعى بالقيمة النوعية المولية لتلك الخاصية ، فإذا كان حجم الكيان V وعدد المولات فيه n فإن الحجم النوعي المولي الذي يشغله مول واحد هو v أي ان ($v = V / n$) .

غالباً ما تعطى كتلة الكيان بذكر عدد المولات التي يحتويها ، فالمول هو كتلة العنصر التيتساوي عددياً وزنه الجزيئي ، فمثلاً كيلوغرام – مول او كيلو مول من الاوكسجين O_2 يحتوي على ٣٢ كيلوغرام . يستند اختيار الكيلو مول لقياس كتلة الكيان الى ان عدد الجزيئات في الكيلو مول الواحد هو نفسه لكل المواد . ويمكن تصنيف خواص الكيان الى صنفين:

1-**الخواص المستقلة Independent Properties**

هي الخواص اللازمة لتعيين حالة الكيان ويعتمد عددها على طبيعة الكيان ، فالكيان البسيط يحتاج لخاصيتين مستقلتين لتحديده ، ويزداد عدد الخواص اللازمة لتحديد حالة الكيان كلما ازدادت درجة تعقيده.

٢- الخواص التابعة Dependent Properties

هي الخواص التي يمكن تحديد قيمتها من خلال الخواص المستقلة ، فمثلاً لو تم قياس خاصيتين مستقلتين لكيان غازي كالضغط ودرجة الحرارة فإن الخواص التابعة كالحجم مثلاً يمكن تحديدها بدلالة الضغط ودرجة الحرارة .

١-٩ حالة الكيان State of System:

تتمثل حالة الكيان State بمجموع الخواص العيانية المرتبطة به عندما يكون في حالة توازن ثرموديناميكي ، ويمكن وصف حالة الكيان بواسطة القيم المعطاة لخواصه مثل الحرارة والحجم والضغط والطاقة الداخلية وغيرها ، ان حالة التوازن تمثل وضع خاص للكيان يمكن وصفه رياضياً بدقة ، وتنشأ اهمية حالة التوازن الثرموديناميكي من ان مجموعة خواص الكيان تبقى ثابتة مع الزمن وعليه يسهل استعادتها وقياسها بدقة كلما دعت الحاجة ، ومن خلال هذه الخواص يمكن احداث التوازن المطلوب في كل زمان ومكان ، والكيان يجب ان يكون في حالة توازن اذا اردنا معرفة خواصه والعلاقة بين تلك الخواص.

١-١١ العملية الثرموديناميكية Thermodynamic Process:

هي اي تحول للكيان من حالة توازن الى حالة توازن اخرى عبر فترة زمنية ، او هي تغير في الخواص الثرموديناميكية للكيان ، فندما تتغير اي من خواصه فإن حالته تتغير ايضاً ، اي ان الكيان يعاني حالة ثرموديناميكية ، فمثلاً لو ازداد الضغط المسلط على كيان غازي محصور فسيرافقه تغير في خواص اخرى مثل الحجم والكثافة ودرجة الحرارة وغيرها وعندما تستقر هذه الخواص يصل الكيان الى حالة توازن جديدة . ويمكن اثناء اجراء اي عملية ثرموديناميكية تثبيت

خاصية او اكثر من خواص الكيان وترك بقية الخواص تتغير لتأخذ قيم جديدة ، فمثلاً هناك عمليات يبقى خلالها حجم الكيان ثابتاً واخرى تتم تحت ضغط ثابت او تحت درجة حرارة ثابتة ... الخ.

١-١٢ العملية الاديباتيكية او الكاظمة Adiabatic Process:

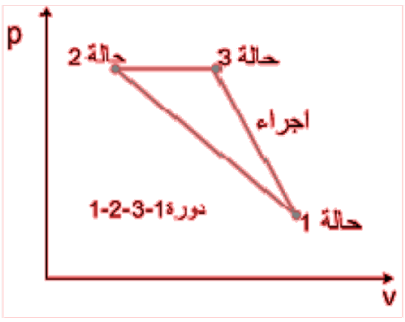
هي العملية التي تحدث دون ان يتم خلالها دخول او خروج حرارة من النظام فتبقى كمية حرارته ثابتة خلال هذه العملية ، فالعملية التي تحدث لكيان مغلف بعازل جيد يمنع تسرب الحرارة من والى الكيان هي عملية اديباتيكية ، كذلك العمليات التي تحدث بسرعة والتي لا يتسنى للكيان وقت كافي لتتسرب الحرارة منه واليه ، ومن امثلتها انفجار مفاجئ لعجلة الدراجة الهوائية، ضربة المكبس داخل اسطوانة الاحتراق الداخلي ، التضاغط والتخلخل الذي يرافق مرور الموجات الصوتية خلال الهواء.

١-١٣ العملية الازوثرمية Isothermal Process

هي العملية التي تحدث للكيان دون تغير درجة حرارته ، وفي مثل هذه العمليات يجب ان يكون غلاف الكيان موصل جيد للحرارة بحيث يسمح لخروج الحرارة او دخولها عندما يحصل نقصان او زيادة في درجة حرارة الكيان خلال حدوث العملية ، ويتم هذا النوع من العمليات ببطء.

١-١٤ العملية الدورية Cyclic Process

ان مرور الكيان خلال عدد من العمليات او الاجراءات وعودته ثانية الى حالته الابتدائية يعني انه مر خلال دورة كاملة ، ومثل هذه العملية تتكرر دورياً بحيث يعاني الكيان في كل دورة سلسلة من العمليات التي تنقله من حالة معينة ثم تعود به بعد انتهاء الدورة الى نفس الحالة مثل دورة كارنو . وفي العمليات الدورية يمتص الكيان عادة حرارة في كل دورة وينجز شغلاً على المحيط ، واذا كان عدد الدورات كبيراً فإن مجموع الشغل الناتج كبير ويكمن الاستفادة منه كما في الآلات البخارية ومكائن الاحتراق الداخلي وغيرها.



دورة كاملة لنظام معين

١-١٥ العملية اللاعكسية Reflexive Process-Non:

هي العملية التي تحدث باتجاه واحد ولا يمكن عكسها من دون تغيرات دائمة على المحيط وهي العمليات الطبيعية التي تجري ذاتي اً مثل الحرارة المنتقلة من الجسم الساخن الى الجسم البارد وهبوب الرياح من منطقة الضغط العالي الى منطقة الضغط المنخفض وسقوط الاجسام من الاعلى الى الاسفل وغيرها من العمليات التي تجري في الاتجاه الذي يقود الى التوازن.

١-١٦العملية العكسيةReflexive Process:

هي العملية التي يمكن بعد اتمام انجازها اعادة الكيان الى نفس الشروط التي كان عليها قبل العملية دون ترك اي اثر على المحيط ، وفي الحقيقة لا يوجد في الطبيعة ظاهرة او عملية عكسية تماماً ولكن لغرض الاقتراب من العملية العكسية قدر الامكان ينبغي توفر الشروط الآتية :

١- ان تتم العملية بغاية البطء ، اي يجب ان يمر الكيان بسلسلة من حالات التوازن شبه الساكنبحيث يمكن تعريف حالة الكيان في كل خطوة خلال مسار العملية.
٢- ان لا يرافق العملية تبديد في الطاقة كالضياع الذي يصاحب الاحتكاك ، واللزوجة ، والمقاومات والدوامات وغيرها.
٣- ان لا يختلف ضغط ودرجة حرارة الكيان عن ما هو في المحيط خلال كل مراحل العملية بشكل محسوس أي انه يجب ان يكون الفرق في الضغط ودرجة الحرارة متناهي في الصغر.
هناك عمليات عديدة يمكن اجراؤها بشكل معكوس يقترب ولكن لا يصل الى الحالة المثالية للعملية العكسية مثل:

- انصهار الجليد عند امتصاصه كمية معينة من الحرارة وتحوله الى ماء ، والماء الناتج يمكن تحويله الى جليد اذا سحب منه نفس المقدار من الحرارة.
- كل التغيرات الاديباتيكية والازوثرية التي تنجز بصورة متناهية في البطء يمكن اعتبارها عمليات عكسية.
- شحن بعض انواع المتسعات وتفريغها.
- شحن بعض انواع الخلايا الكهربائية وتفريغها.
- حركة البندول الحر في غرفة مفرغة من الهواء ومعلق بنقطة ارتكاز خالية من الاحتكاك.

١- ١٧الطاقة Energy:

هي القدرة على انجاز شغل ، والطاقة عبارة عامة تشمل الطاقة المخزونة Energy Stored والطاقة العابرة Transit Energy وللطاقة المخزونة عدة اشكال منها الكيمياوية والكهربائية

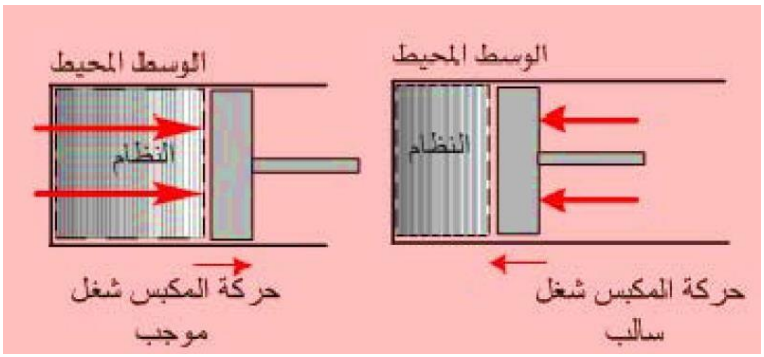
والداخلية والميكانيكية)الكامنة والحركية(وغيرها ، اما العابرة في على شكلين فقط هما الحرارة والشغل ، فالطاقة التي تدخل الكيان او تخرج منه تكون اما على شكل حرارة او شغل ميكانيكي.

١-١٨الحرارة والشغل Heat & Work:

هما الشكلان الوحيدان للطاقة اللذان لا يمكن تواجدهما بشكل طاقة مخزونة بل يتواجدان فقط اثناء اجتيازهما لحدود)غلاف(الكيان ، اي ان كلمة الحرارة او الشغل تعني تبادل الطاقة بين الكيان ومحيطه . ويمكن تشبيه الطاقة العابرة)الحرارة والشغل(بالمطر ، فعند هطوله على البحر يتحول الى ماء اضافي ولا يسمى بعدها بالمطر فهو ضمن البحر يشبه الطاقة المخزونة بينما يشبه المطر الحرارة والشغل ، فبعد ان يجتاز الشغل او الحرارة حدود الكيان ويدخلان فيه ينتهي وجودهما كشغل او حرارة ويتحولان الى طاقة مخزونة كالطاقة الداخلية او غيرها ، ويمكن ان يخسر الكيان او يكسب طاقة عابرة على شكل حرارة او شغل.

ان الحرارة او الشغل تمثل الطاقة العابرة لحدود الكيان اي انها ظاهرة حدودية تلاحظ عند حدود الكيان فقط ، وهي ظاهرة وقتية اي انها تلازم انتقال او عبور الحرارة ويتوقف استخدام كلمة الحرارة متى ما توقف عبور او انتقال الطاقة الحرارية.

يمكن اعطاء الحرارة للكيان بأكثر من طريقة فقد يكون بالتسخين المباشر او بالاحتكاكالميكانيكي او بمرور التيار الكهربائي او بالتفاعل الكيميائي ، وفي جميع الحالات يكتسب الكيان طاقة حرارية بصرف النظر عن طريق ايصالها له .اذا اعطيت الحرارة الى الكيان كانت الاشارة موجبة واذا اخذت منه كانت سالبة ، وبالمثل اذا انجز الكيان شغلاً خارجياً على المحيط فالإشارة موجبة واذا صرف المحيط شغلاً على الكيان كانت الاشارة سالبة .



الشغل المنجز بين النظام والمحيط

١-١٩مفهوم الحرارة Concept of Heat:

تعرف الحراة بأنها طاقة في حالة عبور او انتقال ، والحرارة اما ان تنتقل من الجسم او اليه ، وهذا يعني انه اذا توقف انتقال الحرارة فإن كلمة)الحرارة(يتوقف استخدامها ، فلو تلامس جسمان احدهما ساخن والاخر بارد فإن هناك شكل من الطاقة ينتقل من الجسم الساخن الى الجسم

البارد وهذا الشكل المنتقل من الطاقة يدعى بالحرارة او الطاقة الحرارية ، فالحرارة هي شكل من الطاقة ينتقل عبر حدود الكيان بسبب الفرق بين درجتي حرارة الكيان ومحيطه . ان تدفق الحرارة من الكيان الساخن الى المحيط البارد يستمر حتى تحصل حالة التوازن الحراري ، حيث تتساوى درجة حرارة الكيان مع درجة حرارة المحيط.

١-٢٠ الطاقة الداخلية Internal Energy:

يتألف الكيان من عدد كبير من الجسيمات وذرات وجزيئات، وهذه الجسيمات تمتلك اشكال مختلفة من الطاقة تشمل:

١- طاقة حركية انتقالية مرتبطة بسرعة الجسيمات وهي المسؤولة بشكل رئيسي عن درجة حرارة الكيان.
٢- طاقة حركية دورانية تعتمد على دوران الذرات في الجزيئات في اتجاه او اكثر.
٣- طاقة حركية اهتزازية تعتمد على اهتزاز الذرات الداخلة في تركيب الجزيئات.
٤- طاقة كامنة لذرات الكيان وجزيئاته ناتجة عن وضع هذه الجسيمات بالنسبة لبعضها البعض.
٥- طاقات نووية والكترونية ضمن تركيب الذرات والجزيئات.

ان مجموع هذه الطاقات التي تمتلكها كافة الجسيمات الداخلة في تكوين الكيان تدعى بالطاقة الداخلية للكيان ويرمز لها بالحرف U . لو تم اعطاء الكيان كمية من الطاقة الحرارية فإن تلك الطاقة ستنتشر وتتوزع على ذرات وجزيئات الكيان وتزيد طاقاتها بمقدار يتناسب مع كمية الحرارة الداخلة للكيان ، اي ان الحرارة الداخلة تحولت الى زيادة في الطاقة الداخلية للكيان والتييمكن ان تظهر في واحد او اكثر من الاغراض الآتية:

- زيادة درجة حرارة الكيان.
- تغيير حالة الكيان من صلب الى سائل او من سائل الى بخار الحرارة الكامنة.
- زيادة المسافة الفاصلة بين جزيئات الكيان الذي يصاحب التمدد ، وهذا التمدد يتم ضد قوى التجاذب المتبادل بين الجزيئات.

ان الطاقة التي يمتصها النظام لواحد او اكثر من الاغراض المذكورة اعلاه تدعى بالزيادة في الطاقة الداخلية للكيان ويرمز لها بـ ΔU .ان الطاقة الحرارية بعد دخولها النظام لا يمكن تمييزها او فصلها عن الطاقة التي تمتلكها الذرات والجزيئات ، وهذا هو الشيء نفسه الذي يحدث اذا انجزنا شغل على النظام حيث انه يعمل على زيادة الطاقة الداخلية للنظام ، اما اذا سحبنا كمية من الحرارة من النظام)بملامسته لجسم بارد(فإن الطاقة الداخلية للنظام ستنقص واذا انجز النظام شغلاً على المحيط فإن ذلك يتم على حساب طاقته الداخلية ، وعليه فإن الطاقة الداخلية للكيان ستنقص ايضاً .

ان الشغل والحرارة هما طريقان يمكن بواسطتهما تغيير الطاقة الداخلية للنظام الكيان ومن المستحيل فصل او تجزئة الطاقة الداخلية الى الجزء الناتج من الحرارة والجزء الناتج من الشغل الميكانيكي كما ينص على ذلك القانون الاول للثرموداينمك.