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	Pure matter and its properties
عنوان المحاضرة باللغة العربية	المادة النقية وخواصها
رقم المحاضرة	الخامسة
المصادر والمراجع	Yu Yan, C. (2025). *2.3 Thermodynamic properties of a pure substance*. In *Introduction to Engineering Thermodynamics*. LibreTexts. (/[https://eng.libretexts.org/](https://eng.libretexts.org ...

المادة النقية Pure Material

تعرف المادة النقية بأنها مادة متجانسة لها نفس التركيب الكيمياوي في جميع الاطوار سواء كانت المادة في الحالة الصلبة او السائلة او الغازية، فمثلاً الماء السائل او خليط الماء وبخاره او خليط الثلج والماء كلها مواد نقية طالما كانت جميع الاطوار ا١ التركيب الكيميائي نفسه. ويمكن تفسير اطوار المادة على ضوء النظرية الحركية التي تفترض ان:

- المادة مؤلفة من عدد كبير جداً من الجزيئا .
- الجزيئا في حالة حركة عشوائية سريعة ومستمرة.
- بين هذه الجزيئا قوى تجاب متبادلة.

ان المادة النقية في حالة غياب التأثيرا المغناطيسية والكهربائية تعتبر من ابسط المواد الثرموديناميكية لأنها تنجز او ينجز عليها شكل واحد فقط من الشغل الناتج من تغير الحجم.
يمكن تحديد المادة النقية بشرطين هما:

١- **الشرط الكيميائي:** وهو ان يكون تركيبها الكيميائي ثابت في جميع الاطوار.
٢- **الشرط الفيزيائي:** هو ان تنجز او ينجز عليها نمط واحد فقط من الشغل وهو الشغل الميكانيكي الناتج من حاصل ضرب الضغط في مقدار التغير في الحجم.

اطوار المادة النقية Pure Material Phases

يمكن التحكم في طور المادة النقية وتحديد حالتها تحديداً تاماً بواسطة خاصيتين او متغيرين مستقلين فقط هما الحجم والضغط، والمادة النقية يمكن ان توجد في احدى الحالا الاتية:

١- الحالة الصلبة التامة.
٢- الحالة السائلة التامة.
٣- الحالة الغازية التامة.
٤- حالة توازن بين الحالة البخارية والسائلة.
٥- حالة توازن بين الحالة الصلبة والحالة السائلة.
٦- حالة توازن بين الحالة الصلبة والحالة البخارية.

وتعتمد هذه الحالات على درجة حرارة المادة، ولغرض تحول المادة من حالة الى اخرى يتطلب الك اما سحب او اعطاء حرارة للمادة. يمكن ان توجد المادة بحالة اخرى تسمى البلازما.

الحالة الصلبة Solid State:

في هذه الحالة تكون المسافا الفاصلة بين الجزيئا صغيرة وعليه تكون قوى التجاب بين الجزيئا كبيرة والحركة المسموحة لأي جزيء هي حركة اهتزازية حول نقطة ثابتة هي نقطة التوازن والتي تمثل متوسط موقع الك الجزيء، ولذلك فإن للجسم الصلب حجم محدد وشكل ثابت. ان تسخين الجسم الصلب يعني اعطاء طاقة اضافية للجزيئا فتزداد حركتها الاهتزازية حول متوسط مواقعها فتتباعد عن بعضها اكثر فيحدث التمدد للجسم الصلب، وعند متابعة التسخين تزداد سعة اهتزاز الجزئيا الى الحد الذي يجعلها حرة تقريباً فتترك متوسط مواقعها اي انها اصبحت غير مقيدة وتتحرك ضمن المادة من موقع الى آخر وهذا يقابل حالة سيولة المادة وهذا نتيجة كون الطاقة الحرارية للجزيئا اصبحت اكبر من الطاقة الكامنة الناتجة من قوى التجاب فيما بين الجزيئا ، وكمية الحرارة المزودة للجسم الصلب والتي تكافئ مقدار الشغل اللازم لفصل الجزيئا عن بعضها ضد قوى التجاب فيما بينها تمثل الحرارة الكامنة لانصهار الجسم الصلب.

الحالة السائلة Liquid State:

في هذه الحالة تكون المسافا الفاصلة بين الجزيئا اكبر مما هي عليه في الحالة الصلبة، والجزيئا غير مقيدة في موضع ثابت بل تتحرك بحرية ضمن الحجم السائل، ولذلك فللسائل حجمه الخاص ولكن ليس له شكل محدد. ان الحجم المحدد للسائل يعود الى قوى التجاب المتبادلة بين جزيئاته، وان جزيئا السائل الموجودة في سطحه تعاني محصلة قوى نحو الداخل مما يؤدي الى ان سطح السائل يسلك مثل الغشاء المتوتر وتدعى هذه الظاهرة بالشد السطحي. ان الجزيئا في حالة حركة عشوائية مستمرة وتتصادم مع بعضها البعض وقد يحدث ان تتعرض جزيئا السطح الى تصادما تكسبها طاقة تتغلب فيها على الطاقة التي تمسكها في مواقعها فتترك سطح السائل بعملية تسمى التبخر، واا لم يزود السائل بحرارة خارجية فإن متوسط الطاقة الحرارية للجزيئا سيقل فتهبط درجة حرارة السائل وهذا ما يفسر التبريد الذي يسببه التبخر، ويزداد معدل التبخر بزيادة درجة حرارة السائل وانخفاض الضغط المسلط على سطحه. في حالة تسخين السائل ووصوله الى درجة حرارة عالية فسيصل الى مرحلة يكون فيها معدل الحرارة المضافة للسائل مساوية تماماً للطاقة اللازمة للتبخر، وفي هذه المرحلة يحدث التبخر بدون تغيير درجة الحرارة وهذه هي نقطة الغليان والتي عندها تتباعد الجزيئا عن بعضها ولا تعود مقيدة بالحجم

الذي يشغله السائل، وهذا يفسر تغير الحالة من السائل الى الغاز او البخار، وان مقدار الشغل اللازم لفصل الجزيئا بعيداً عن بعضها يمثل الحرارة اللازمة للتبخر. في نقطة الغليان لا ترتفع درجة حرارة السائل حتى يتحول السائل بأجمعه الى الحالة الغازية.

الحالة الغازية Gas State:

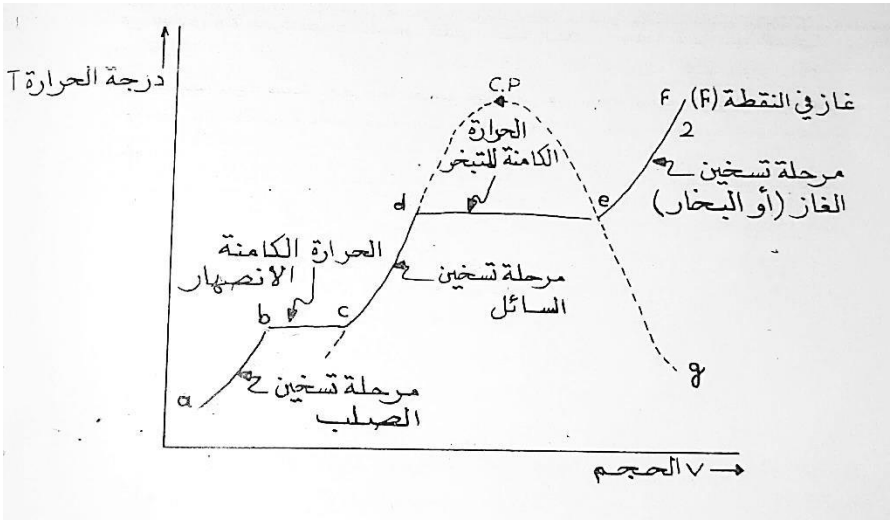
في هذه الحالة تكون المسافا الفاصلة بين الجزيئا اكبر بكثير مما هي عليه في الحالة السائلة او الصلبة، وجزيئا الغاز حرة الحركة في كل الفضاء المتوفر لها لذلك فليس للغاز حجم او شكل محدد. تمتلك جزيئا الغاز حركة عشوائية سريعة ومستمرة، اما قوة التجاب بين الجزيئا مهملة لصغرها، وتتحرك الجزيئا مستقلة عن بعضها بخطوط مستقيمة وتتقيد هذه الحركة بتصادم الجزيئا مع بعضها البعض ومع جدران الوعاء الذي يحتويها.

البلازما Plasma:

البلازما ليس لها حجم او شكل محدد ولكنها موصلة للكهربائية وينتج عنها توليد المجالا الكهربائية وينتج عنها توليد المجالا المغناطيسية والتيارا الكهربائية، ففي حالة البلازما تسبح الشحنا الموجبة في بحيرة من الالكترونا الحرة الحركة لذلك فهي مشابهة لحالة تواجد الشحنا في المعدن الموصل حيث ان هذه البحيرة هي التي تجعل البلازما موصل كهربائي.
وتوجد البلازما في الطبيعة مثل النار والبرق والشرار الكهربائي ومصابيح الفلورسنت والنجوم.
ويمكن تحويل الغاز الى بلازما بطريقتين وهي اما بتسليط فرق جهد كهربائي كبير بين نقطتين، او عن طريق تعرض الغاز لدرجا حرارة عالية جداً مما يؤدي الى ترك الالكترونا لذراتها متحولة الى الكترونا حرة.

تغير حالة المادة The Material State Change of

الشكل الآتي يمثل مخطط طور المادة والذي يبين العلاقة بين درجة الحرارة T والحجم V لكتلة معينة من المادة تحت ضغط ثابت، والمنحنى) abcdef(في هذا الشكل يمثل حالة المادة خلال تسخينها تحت ضغط ثابت حيث يوضح كيفية تغير الحجم مع درجة الحرارة عند تسخين المادة ابتداءً من الصفر المطلق الذي يتمثل في النقطة a حتى تتحول كلياً الى غاز في النقطة f.



مخطط طور المادة

- **المنحنى a– b:** يمثل مرحلة تسخين الصلب حيث تكون المادة بحالة صلبة عند درجة حرارة الصفر المطلق فترتفع درجة حرارتها بالتسخين حتى تصل الى نقطة الانصهار والتي عندها تبدأ بالتحول الى سائل.

- **المنحنى b– c:** يمثل مرحلة التحول من الحالة الصلبة الى السائلة دون تغير درجة الحرارة، فباستمرار التسخين تمتص المادة كمية اضافية من الحرارة فيزداد حجمها ولكن درجة حرارتها تبقى ثابتة الى ان تتحول كلياً الى الحالة السائلة، وتسمى كمية الحرارة اللازمة لتحويل المادة من الحالة الصلبة الى الحالة السائلة دون تغير درجة حرارتها بالحرارة الكامنة للانصهار.

- **المنحنى c– d:** يمثل مرحلة تسخين السائل، فعند النقطة c تتحول المادة كلياً الى سائل وبمتابعة التسخين تحت ضغط ثابت يتمدد السائل وترتفع درجة حرارته حتى يصل الى النقطة d حيث تتباعد الجزيئا وتنهار قوى التجاذب بينها وتأخذ المادة بالتبخر.
- **المنحنى d– e:** يمثل مرحلة تحويل المادة من الحالة السائلة الى الحالة الغازية تحت درجة حرارة ثابتة، وتسمى كمية الحرارة اللازمة لتحويل المادة بأكملها من الحالة السائلة الى الحالة الغازية بالحرارة الكامنة للتبخر. تسمى المادة عند اي نقطة في الخط الافقي de بالبخار الرطب والذي يتألف من غاز يحتوي على قطرا صغيرة من السائل معلقة فيه، وعندما تصل المادة الى النقطة e يصبح البخار جافاً تماماً ويسمى عندئذٍ بخار مشبع وجاف، فتمثل النقطة e نهاية عملية التبخر وتحول المادة بأكملها الى الحالة الغازية.

- **المنحنى e– f:** يمثل مرحلة تسخين البخار، حيث ترتفع درجة حرارة البخار الجاف ويزداد حجمه تحت ضغط ثابت والك بمتابعة تسخينه، وتسمى هذه العملية بالتحميص او التسخين الفائق Superheating ويسمى البخار عندئذٍ بخاراً محمصاً ويدخل في الحالة الغازية ويخضع حينها لقوانين الغازا .

عند اعادة نفس العملية ولكن تحت ضغوط مختلفة وثابتة سنجد ان النقطتين d و e تتحرك كل منهما على منحنى مبين في الخط المنقط وتتحد النقطتان في نقطة واحدة هي) C.P(التي تقع على قمة المنحني المنقط وتسمى **بالنقطة الحرجة**، ويلاحظ ان المسافة الافقية ضمن المنحنى المنقط والتي تمثل الحرارة الكامنة للتبخر تحت ضغط معين تقل كلما اقتربنا من النقطة الحرجة، وعند هذه النقطة تصبح الحرارة الكامنة للتبخر صفر اً، وفوق تلك النقطة تتحول المادة مباشرة من الحالة السائلة الى الغازية دون ان تمر بالحالة البخارية. كذلك فإن طول الخط الافقي bc الذي يمثل الحرارة الكامنة للانصهار يتغير ايض اً تبعاً للضغط المسلط على المادة، وفي حالة خاصة يصبح طول الخط صفراً عندما تتحول المادة مباشرة من الحالة الصلبة الى الحالة الغازية دون ان تمر بالحالة السائلة وهذا التحول يدعى بالتسامي Sublimation.

تعرف النقطة الحرجة بأنها النقطة التي تتطابق فيها خواص الحالتين السائلة والغازية. ومن التجارب العملية العديدة يمكن تلخيص حالة المادة بالقرب من النقطة الحرجة كما يأتي:

١- تقترب كثافتي البخار والسائل من بعضهما تدريجي اً وتصبح واحدة عند النقطة الحرجة.
٢- يختفي الخط المميز بين الحاتين السائلة والغازية عند النقطة الحرجة او قريباً جداً منها لذلك يوجد هنالك انتشار متبادل بين الحالتين ويكون الشد السطحي صفر اً، وهذا يعني ايضاً ان قوى التجاب بين الجزيئا في الحالتين يجب ان تكون متساوية عند النقطة الحرجة.
٣- عند النقطة الحرجة تصبح انضغاطية البخار ما لا نهاية.
٤- عند النقطة الحرجة قد تبدي المادة تغيرا في كثافة كتلتها من نقطة الى اخرى بسبب حالة الترجرج التي تعانيها المادة.

بينت التجارب الدقيقة ان كثافتي السائل والبخار تتساوى تماماً عند نقطة اعلى بقليل من النقطة الحرجة وليس فيها تمام اً، وهذا يدل على ان النقطة الحرجة لأي مادة هي ليست محددة بل منطقة ضيقة تدعى المنطقة الحرجة، وفي هذه المنطقة تصبح خواص المادة في حالتيها السائلة والبخارية متماثلة.

الغاز والبخار Gas & Vapor:

ان الحالتين الغازية والبخارية للمادة تمثلان مرحلتين متباعدتين لظاهرة واحدة مستمرة يفصلهما حد مميز تتحكم به درجة حرارة خاصة تدعى الدرجة فوق الدرجة الحرجة حيث تكون المادة في الحالة الغازية تماماً وتحت الدرجة الحرجة تكون في الحالة البخارية. لا يمكن تصليب الغاز بتسليط الضغط عليه فقط مهما كان مقدار الك الضغط كبيراً بينما يمكن اسالة البخار بتسليط الضغط، لذلك لإسالة اي غاز يجب اولاً تبريده الى درجة حرارة اقل من درجته الحرجة، وهذا يعني تحويله من الحالة الغازية الى الحالة البخارية وعندئذٍ بتسليط ضغط مناسب يتحول البخار الى سائل. ان درجة الحرارة الحرجة لأي غاز هي الدرجة التي لا يمكن فوقها تحويل الغاز الى سائل مهما كان الضغط المسلط عليه.

يتكون البخار فوق سطح اي سائل نتيجة انطلاق جزيئا السائل عندما تمتلك طاقة حركية كافية تحررها من قوى الجذب التي تمسكها فتترك سطح السائل لتشغل الحيز الذي فوقه، وبعض

جزيئا البخار تنتقل من هذا الحيز الى السائل نفسه ويبقى عدد الجزيئا الخارجة من السائل اكبر من عدد الجزيئا العائدة اليه الى ان يتشبع الحيز ببخار السائل وتصل الى حالة الاتزان عندما يتساوى عدد الجزيئا الداخلة مع عدد الجزيئا الخارجة، ويسمى الضغط الناشئ عن جزيئا السائل في الحيز فوقه بضغط البخار.

الابخرة المشبعة وغير المشبعة The Saturated & Unsaturated Vapors:

توجد طرق كثيرة لتعيين ضغط البخار المشبع لسائل والحصول على فكرة واضحة عن الابخرة المشبعة وغير المشبعة وابسط هذه الطرق هي استخدام فراغ تورشيلي وتتمثل بأخذ انبوبة زجاجية مسدودة من احد طرفيها وملئها بالزئبق ثم قلبها بوضع نهايتها المفتوحة في وعاء فيه زئبق، سيلاحظ ان مستوى الزئبق سيهبط الى ارتفاع معين، والفراغ فوق سطح الزئبق داخل الانبوبة يدعى فراغ تورشيلي. وبإدخال قطرة من السائل المراد ايجاد ضغط بخاره المشبع الى هذا الفراغ بواسطة قطارة خاصة فإنها ستتبخر ويضغط بخارها على سطح الزئبق في الانبوبة مسبباً هبوط مستوى الزئبق بمقدار معين، في هذه الحالة يحتوي البخار فوق سطح الزئبق على بخار السائل فقط ولا يوجد سائل على سطح الزئبق، وهذا البخار غير المشبع والضغط الذي يولده يتناسب مع مقدار النقص في طول عمود الزئبق. وبالاستمرار بإدخال قطرا من السائل حتى تبقى القطرة الاخيرة دون تبخر ويصبح الحيز فوق سطح الزئبق مشبعاً بالبخار ويكون مقدار النقص في طول عمود الزئبق في الانبوبة مساوياً لضغط البخار المشبع في درجة حرارة الغرفة.

يمكن قياس ضغط البخار المشبع في درجا حرارة مختلفة والك بوضع الانبوبة في حمام مائي له درجة حرارة ثابتة. ويتوقف ضغط البخار المشبع على درجة الحرارة فيزداد بارتفاعها حتى يصبح هذا الضغط مساوياً للضغط الجوي عندما تصل درجة حرارة السائل الى نقطة الغليان، وترتفع نقطة الغليان ااا ازداد الضغط المسلط على السائل وعليه يزداد ضغط البخار المشبع ااا ارتفعت درجة حرارة الغليان نتيجة ارتفاع مقدار الضغط الواقع على السائل. ان درجة الحرارة المقابلة لضغط) ٧٦ cmHg(تمثل درجة غليان السائل تحت الظروف الاعتيادية. يمكن تلخيص خواص البخار المشبع بالنقاط الآتية:

١- يعتمد على طبيعة المادة.
٢- يعتمد على درجة حرارة السائل فيزداد بارتفاعها ويقل بانخفاضها.
٣- لا يعتمد على حجم الحيز الذي يشغله البخار.
٤- لا يعتمد على وجود ابخرة اخرى مختلفة ااا لم يكن بينها تفاعل كيمياوي، وفي هذه الحالة فإن الضغط الكلي الذي تسلطه ابخرة المواد المختلفة يساوي مجموع الضغوط الجزيئية لأبخرة المواد المنفردة.
٥- لا يتبع قوانين الغازا بينما البخار غير المشبع يخضع لقوانين الغازا .

الرطوبة Humidity

تتحدد رطوبة الهواء بما فيه من بخار الماء، ويطلق لفظ الرطوبة المطلقة على كمية بخار الماء الموجودة فعلاً في وحدة الحجوم من الجو، ويتوقف الاحساس بالرطوبة على درجة تشبع الجو بالبخار فعندما يكون الجو بارد فإن كمية قليلة من بخار الماء تكفي للشعور برطوبة الهواء.
تعرف الرطوبة النسبية بأنها النسبة المئوية بين كمية بخار الماء الموجود في حجم معين من الهواء الى كمية البخار اللازم لتشبيع الحجم نفسه عند درجة الحرارة نفسها.

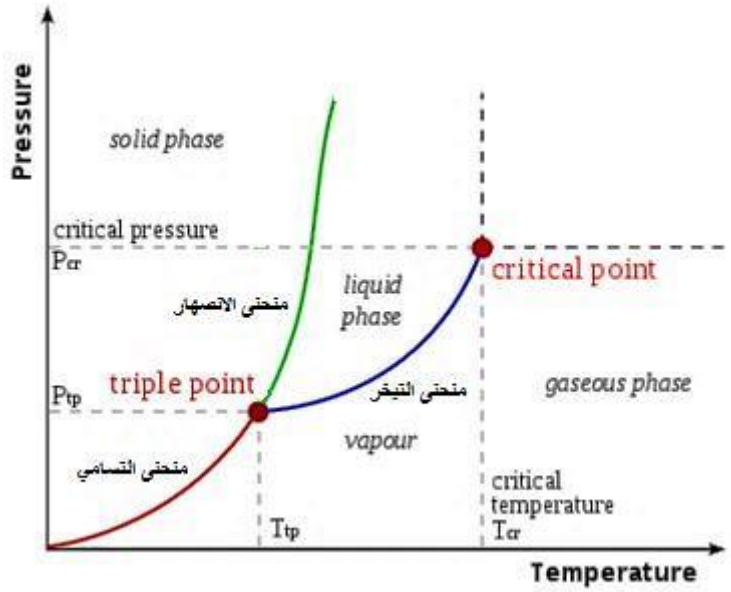
$$\text{الرطوبة النسبية} = \frac{\text{ضغط بخار الماء الموجود فعلاً في الهواء}}{\text{ضغط بخار الماء المشبع عند نفس درجة الحرارة}} \times ١٠٠$$

سلوك المادة النقية Behavior of The Pure Material

ان المواد النقية في الطبيعة لا تسلك جميعها نفس السلوك عندما تتحول من حالة الى اخرى فمثلاً عملية التحول من الحالة الصلبة الى الحالة السائلة عند نقطة الانصهار، وتعتمد نقطة الانصهار للمادة الصلبة على مقدار الضغط المسلط عليها، فالمادة التي يتمدد حجمها عندما تنصهر ترتفع نقطة انصهارها كلما ازداد الضغط، واغلب المواد النقية في الطبيعة هي من هذا النوع، اي ترتفع نقطة انصهارها كلما ازداد الضغط المسلط عليها. اما المواد التي يتقلص حجمها عندما تنصهر كما هو الحال بالنسبة للجليد، فإن نقطة الانصهار تقل كلما ازداد الضغط المسلط عليها.

النقطة الثلاثية للمادة Triple Point of The Material

يمكن تمثيل الحالا الثلاث للمادة على المنحنى) P– T(الموضح في الشكل) ٣-٢(الذي رسمت فيه ثلاث منحنيا تمثل المجالا الهندسية للنقاط التي تتواجد فيها المادة بحالتين في آن واحد تحت ضغوط ودرجا حرارة مختلفة.



النقطة الثلاثية للمادة على المنحنى P – T

- **منحنى الانصهار او الانجماد:** يمثل مخطط لنقطة انصهار المادة كدالة للضغط، وهذا المخطط يشير الى ان نقطة الانصهار ترتفع كلما ازداد الضغط الواقع على المادة، ومنحنى الانصهار يفصل بين المنطقة الصلبة والمنطقة السائلة وعلى نقاط هذا المنحنى تتواجد المادة بالحالتين الصلبة والسائلة في آن واحد، ولذلك يدعى هذا المنحنى بخط توازن الحالتين الصلبة والسائلة، ولقد وجد عملياً ان هذا الخط مستمر الى الاعلى دون توقف.

- **منحنى التسامي:** يمثل مخطط لنقطة التسامي مع الضغط، والتسامي يعني تحول المادة من الحالة الصلبة الى الحالة البخارية دون المرور بالحالة السائلة. ان منحنى التسامي يشير الى ان زيادة الضغط ترفع نقطة التسامي، وهذا المنحني يمثل الخط الذي يفصل المنطقة البخارية عن المنطقة الصلبة، والنقاط الواقعة على هذا المنحني تعين مناطق تواجد الحالتين الصلبة والبخارية في آن واحد بشكل متوازن، وعليه فمنحنى التوازن يمثل ايضاً خط توازن الصلب والبخار. ان ضغط البخار المتوازن مع الصلب في اي درجة حرارة يدعى ضغط بخار المادة الصلبة في تلك الدرجة، لذلك فإن منحنى التسامي يمثل ايضاً مخطط ضغط بخار الصلب مع درجة الحرارة. ان مدى درجا الحرارة التي يحصل عندها التسامي محدود.

- **منحنى التبخر او الغليان:** يمثل مخطط لنقطة غليان المادة كدالة للضغط، ويبين هذا المخطط ان نقطة الغليان ترتفع كلما ازداد الضغط المسلط على المادة. ان هذا المنحنى يمثل الخط الذي يفصل بين المنطقة السائلة والمنطقة البخارية، والنقاط الواقعة على هذا الخط تمثل مناطق تواجد الحالتين السائلة والبخارية في آن واحد وبشكل متوازن، وعليه فإن منحنى التبخر)او الغليان(يمثل خط توازن السائل والبخار. ان ضغط البخار المتوازن مع السائل في اي درجة يدعى بضغط بخار السائل في تلك الدرجة، لذلك فإن منحنى التبخر يمثل ايضاً مخطط ضغط بخار السائل مع درجة الحرارة. ينتهي منحنى التبخر عند نقطة

تسمى النقطة الحرجة Critical Point ويقابل هذه النقطة درجة الحرارة الحرجة T_c والضغط الحرج P_c وهاتين القيمتين الحرجتين تمثلان اعلى درجة حرارة وضغط يتواجد عندها السائل والبخار معاً في حالة توازن، وبعد هذه النقطة لا يمكن التمييز بين الحالة السائلة والحالة البخارية لان المادة تتحول كلياً الى حالة واحدة وهي الحالة الغازية.

ان منحنيا الانصهار والتسامي والتبخر تلتقي في نقطة واحدة تدعى بالنقطة الثلاثية للمادة لأنها تمثل نقطة التقاء الحالا الثلاثة للمادة، فعند هذه النقطة فقط تتواجد المادة بحالاتها الثلاثة الصلبة والسائلة والغازية(في آن واحد وبحالة توازن شبه مستقر، ويقال شبه مستقر لأنه لا يتحقق الا بعناية فائقة وتحت شروط في غاية الدقة من ضغط ودرجة الحرارة، ويقابل النقطة الثلاثية P_r وT_r.

المكافئ الميكانيكي للحرارة Mechanical Equivalent of Heat

ان كمية الحرارة Q التي يجب تزويدها للمادة خلال عميلة تحويل المادة)الغليان، الانصهار، التسامي(او التي يجب سحبها من المادة)التكاثف، الانجماد(من دون ان تتسبب في زيادة او نقصان في درجة الحرارة تعطى بالعلاقة الآتية:

$$Q = m L$$

حيث ان L هي الحرارة الكامنة للغليان او الانصهار او التسامي او التكاثف او الانجماد.

تعد الحرارة شكل من اشكال الطاقة ويمكن تحويلها الى طاقة ميكانيكية او بالعكس، ومن تطبيقا تحويل الحرارة الى شغل الماكنة البخارية اما تحويل الشغل الى حرارة فإنها تتضمن اي عملية فيها احتكاك.

المكافئ الميكانيكي (J): عامل تحويل بين الطاقة الحرارية والميكانيكية W ووحداته cal/J.

الحرارة النوعية والسعة الحرارية Specific Heat & Heat Capacity

تعرف الحرارة النوعية C للمادة بأنها كمية الحرارة Q التي يجب ان تنساب الى او من وحدة الكتلة m من المادة لتغير درجة حرارتها T بمقدار درجة حرارة واحدة ووحداتها) J / Kg K.

$$C = \frac{Q}{m\,\Delta T}$$

وتعرف السعة الحرارية بأنها كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة المادة درجة حرارية واحدة ووحداتها) J / K.

$$C = \frac{Q}{\Delta T}$$

تتناقص السعة الحرارية والحرارة النوعية لجميع المواد بانخفاض درجة الحرارة وتصل الى قيمة الصفر عند درجة حرارة الصفر المطلقة.

1: سخنت قطعة من النحاس كتلتها 100gm الى درجة حرارة ١٠٠ °C ونقلت الى مسعر نحاسي كتلته) 50gm يحتوي على 200gm من الماء عند درجة حرارة ١٠ °C، جد القيمة النهائية لدرجة حرارة الماء، علماً ان الحرارة النوعية للماء) 4300 C° J/Kg (والحرارة النوعية للنحاس) 400 C° J/Kg

٢: كوب من النحاس كتلته 0.1kg ودرجة حرارته 20 °C ملئ بماء ساخن كتلته تساوي 0.2Kg(ودرجة حرارته) 80°C احسب درجة حرارتهما بعد حصول الاتزان الحراري.

٣: احسب الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة 2gm(من الثلج درجة حرارته) 20- °C(الى ماء عند درجة حرارة) 25 °C