الموضوع: المادة وتبدلات الحالة ، التاريخ: ٦ / ٣ / ٢٠١٢
الشلاتاع

* للمادة ثلاثة حالات أو ثلاثة أطوار رئيسية وهي :-
١- الحالة الصلبة (أو الطور الصلب).
٢- الحالة السائلة (أو الطور السائل)
٣- الحالة الغازية (أو الطور الغازي).

* وتتميز هذه الحالات عن بعضها بواسطة أو بوسائل شتى من ضمنها اللمس أو الرؤية المادة الصلبة بشكل محدد لا يمكن تغيره في الظروف الاعتيادية.

* أما المادة السائلة تأخذ شكل الاناء وتتصف بالجريان.

* أما المادة الغازية لا يمكن تميزها لا باللمس ولا بالرؤية خاصة اذا كانت عديمة اللون وتتميز بتأثيرها على الاجسام عندما تتحرك بسرعة ويمكن تمييز بعض الغازات بالرؤية اذا كانت ملونة مثل ثنائي اوكسيد النتروجين ويمكن ملاحظة الغازات من خلال رائحتها.

* أما المواد الصلبة ذات اشكال قاسية ومحددة لا تتغير اشكالها تلقائيا بمرور الزمن وترتبط الذرات أو الايونات مع بعضها ارتباط وثيق وتشغل هذه الذرات او الايونات مواقع محددة بالنسبة لبعضها البعض.

* أما في الحالة المواد السائلة فلا ترتبط ذراتها مع بعضها ارتباط وثيق كالموجود في ذرات او ايونات المواد الصلبة لذلك فهي تتحرك من موقع لآخر بصورة منتظمة ومتوابط كافية بالنسبة لبعضها البعض.

* أما المواد الغازية فهي ضعيفة الارتباط وتتحرك هذه الذرات والجزيئات بصور غير منتظمة وبمسافات مختلفة عن بعضها البعض.

* من الواضح أن أشكال المادة في حالة صلبة يعتمد جزئيا على قوة الجذب المتبادلة بين دقائق تلك المادة ① وهذه القوة تعتمد بصورة كبيرة على طبيعة دقائق المادة من حيث كونها جزيئات أو ذرات أو ايونات ② وايضا تعتمد على الاشكال الهندسية الفراغية لهذه الجزيئات أو الذرات أو الأيونات.

③ وتعتمد على بعض العوامل الخارجية (الضغط ودرجة الحرارة).

* وهذه العوامل بدورها تؤثر على مركبات الجزيئات والذرات والايونات في المادة وقوة التجاذب التي ترتبط هذه الجزيئات او الذرات او الايونات.

Aletkan

الموضوع:

التاريخ: / / ٢٠١

الماء (H_2O) هو مثال واضح للمادة وهذا يعني تبدل المادة بتأثير درجة الحرارة فالماء اذا سخن بدرجة (١٠٠ م°) ← يتحول من الحالة السائلة الى الحالة الغازية.
واذا برد بدرجة (٠ م°) ← يتحول من الحالة السائلة الى الحالة الصلبة.
وكذلك الحديد (Fe) يوجد بحالة صلبة بدرجة حرارة (1535 م°) وبعدها يتحول الى حالة سائلة. أما اذا كانت درجة الحرارة (٣٠٠٠ م°) يتحول الى مادة غازية.

ممكن تلخيص الصفات الفيزياوية للمادة الصلبة:-

- الجزيئات والايونات التي تتألف منها المواد الصلبة ذات مواقع محددة ومنظمة.
- المسافات الفاصلة بين الذرات أو الجزيئات تكون محددة يمكن قياسها.
- الحجم الذي تشغله الذرات ثابت تقريباً.
- لأغلب المواد الصلبة تركيب بلوري مختلف والمواقع التي تشغلها النسبة لبعضها البعض هي التي تكون الشبكة البلورية للمادة الصلبة.

ممكن تلخيص الصفات الفيزياوية للمادة السائلة:-

هن القول بصورة تقريبية أن انتظام الذرات او الجزيئات في الحالة السائلة ل حالة وسطى بين الذرات في انتظام الحالة الصلبة والحالة الغازية
ه الصفات المهمة هي:-

) السوائل غير قابلة للانضغاط من الناحية التطبيقية بعكس الحالة الغازية
) يمكن استخدام الحجم الحر Free Volume في تفسير هذه الظاهرة.
) الحجم الحر هو الحجم الذي لا تشغله ذرات او جزيئات او ايونات ويمثل الفراغات الموجودة بين الذرات او الجزيئات وهو يساوي الحجم الكلي (V) مطروحاً منها حجم الذي تشغله الذرات او الجزيئات (b)

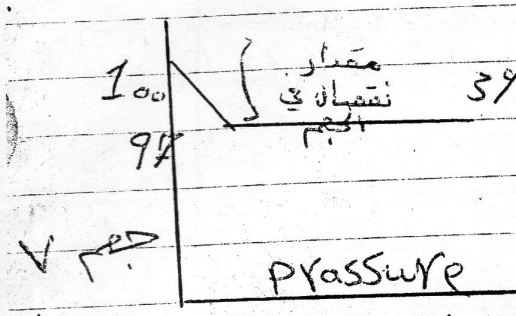
$$\text{Free Volume} = V - b$$

يمثل حد من حدود المعادلة فاندرفال المعروفة فعند أنخفاض غاز للضغط يتناقص الحجم أستناداً لهذا القانون.
) أما السائل بالرغم من كثافة أعلى من كثافة الغاز فأن مقدار التناقص يكون قليل جداً يبلغ (٠.٠٣) من الحجم الكلي.

Aletkan

الموضوع:

التاريخ: / / ٢٠



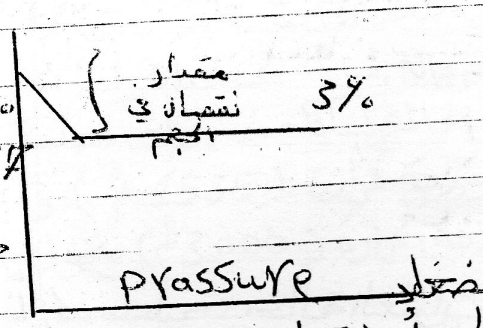
* قياساً على ما عليه في حالة الغازات نستطيع أن نقول بمقدار الحجم الحر أقل ما يمكن في الحالة السائلة. السوائل تحتفظ بالحجوم بغض النظر حجم الاناء بعكس الغازات التي لا تعتمد على مساحات التي يحويها الأناء. تتصف السوائل باللزوجة وهي صفة تعتبر مقياس للقوة العاملة التي تقاوم الجريان. والجريان في السوائل يحمل تحت تأثير الاجهاد الذي يحمل عليها لجعل الجريان في الحالة الصلبة بصورة بطيئة أما في الحالة الغازية والحالة السائلة يجري بسهولة ويتحرك الجريان بأتجاه تحرك الجزيئات والذي يكون اتجاه معين أما الجهم فيتحرك بالاتجاه المعاكس. والجهم الحر في السوائل في الدرجات الحرارة الاعتيادية يكون أقل من الجهم الحر في السوائل في الدرجات الحرارة العالية. وليس للسوائل شكل معين اذا لم توضع في أناء معين وتتخذ شكل الاناء أو الوعاء الذي توضع فيه وعدم وجود مواقع ثابتة للجزيئات وتملك جزيئات السوائل الحرية في الحركة والدنو لاق وقابلية على النفوذ والانتشار في السوائل المشابهة للغازات اما المواد الصلبة ليس لها هذه القابلية ونلاحظ عند وضع قطع من حبر في الماء فأن جزيئات السائل هي دائماً تملك طاقة حركية عن طريق تصطدمها بعضها مع بعض ونلاحظ ان السوائل تتبخر بالرغم من قوة التجاذب بين جزيئاتها والجزيئات التي لها تملك كمية من الطاقة تكفي للتغلب على قوة التجاذب حيث تتمكن من الهرب وتتحول من الحالة السائلة الى الحالة الغازية. وأن الجزيئات التي تملك طاقة حركية أعلى من طاقة حركية لباقي الجزيئات حيث تقوم باستغلال معدل الطاقة الحركية للتغلب على القوة.

Aletkan

الموضوع: 115 الاحد

التاريخ: ٢٠١٤ / ٣ / ٢٧

٥٣



* قياساً اذا كان ما عليه في حالة الغازات نستطيع أن نقول بمقدار الحجم الحر أقل مما يمكن في الحالة السائلة. السوائل تحتفظ بالحجوم بغض النظر حجم الاناء بعكس الغازات التي لا تعتمد على مساحات التي يحويها الاناء. تصف السوائل بالزوجة وهي صفة تعتبر مقياس للقوة المعاقلة التي تقاوم الجريان. والجريان في السوائل يحصل تحت تأثير الاجهاد الذي يحصل عليها الجعل الجريان في الحالة الصلبة بصورة بطيئة أما في الحالة الغازية والحالة السائلة يجري بسهولة ويتحرك الجريان باتجاه تحرك الجزيئات والذي يكون اتجاه معين أما الجهم فيتحرك بالاتجاه العاكس. والجهم الحر في السوائل في الدرجات الحرارة الاعتيادية يكون أقل من الجهم الحر في السوائل في الدرجات الحرارة العالية. وليس للسوائل شكل معين اذا لم توضع في أناء معين وتأخذ شكل الاناء أو الوعاء الذي توضع فيه وعدم وجود مواقع ثابتة للجزيئات وتملك جزيئات السوائل الحرية في الحركة والدائمة وقابليه على النفوذ والانتشار في السوائل المشابهة للغازات اما المواد الصلبة ليس لها هذه القابليه ونلاحظ عند وضع قطع من جبن في الماء فان جزيئات السائل هي دائما تملك طاقة حركية عن طريق تصطدم بعضها مع بعض ونلاحظ ان السوائل تتبخر بالرغم من قوة التجاذب بين جزيئاتها والجزيئات التي لها تملك كمية من الطاقة تكفي للتغلب على قوة التجاذب حيث تتمكن من الهرب وتتحول من الحالة السائلة الى الحالة الغازية. وأن الجزيئات التي تملك طاقة حركية أعلى من طاقة حركية لباقي الجزيئات حيث تقوم باستغلال معدل الطاقة الحركية للتغلب على القوة.

Aletkan

التاريخ: / / ٢٠١

بما أن الطاقة الحركية هي أقل أو دون معدل الطاقة الحركية فأن درجة حرارة السائل تنخفض لذلك نستنتج أن الطاقة الحركية تترك أثر بارد.

الكثافة: - هي كتلة وحدة الحجوم لكثافة المادة السائلة تتوسط كثافة المواد الصلبة وكثافة المواد الغازية وهذا يعني أن معدل الفراغ لجزيئات السائلة أكبر من الجزيئات الصلبة وأصغر من الجزيئات الغازية.

تعليل/ تتناقص الكثافة بارتفاع درجة الحرارة.

الجواب/ لان السائل يتمدد بأزدياد درجة الحرارة فيزداد الحجم وتقل الكثافة.

*تبدلات الحالة (تبدلات الأطوار) Changes of phase:-

* عندما تتحول المادة من أحدى حالاتها الى حالة اخرى تدعى عملية التحول بالانتقال Transition أو تدعى تبدل الطور phase change. وفي عمليات تبدل الاطوار أما ان تبعث كمية من الطاقة او تمتص كمية من الطاقة من قبل المادة التي تعاني تبدلاً في حالتها.

على سبيل المثال تنبعث كمية من الطاقة الحرارية عند تجمد السائل وتمتص كمية من الطاقة الحرارية عند أنصهار المادة الصلبة.

ويدعى تبدل طور المادة الصلب الى سائل بالأنصهار ((Fusion)) ويدعى تبدل الطور السائل الى طور الصلب بالتجماد ((FreeZing)) وتسمى الدرجة الحرارية التي يوجد عندها طور المادة الصلب والسائل في حالة توازن مع بعضهم عند الضغط الجوي الاعتيادي بدرجة الانجماد (FreeZing Point) يحصل لبعض السوائل عند خفض درجة حرارتها الى دون درجة الانجماد مما يؤدي الى حصول عملية التجميد وتسمى هذه العملية بعملية التبريد الخارق Super cooling. وفي هذه العملية يتم الخفاض درجة الحرارة بسرعة لاتتمكن جزيئات السائل لتنظيم شكلها لأتخاذ الشكل البلوري. أن عملية التبريد الخارق تؤخر عملية التبلور أو الانجماد.

Aletkan

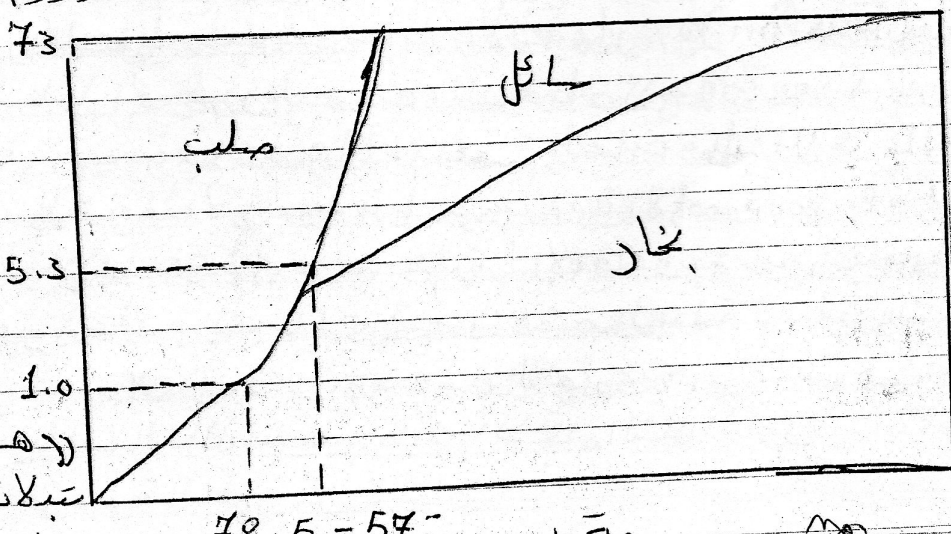
الموضوع:

التاريخ: / / ٢٠١

بالأحلان تأخير تجمد الماء عند تبريده بسرعة الى درجة (-40م تحت الصفر) وذلك بأزالة جميع الشوائب الموجودة فيه لكن بمجرد أن تبدأ لعملية التجميد ترجع درجة الحرارة الى الصفر المئوي وهي درجة انجماد الماء وتبقى هذه الدرجة الحرارية ثابتة الى أن يتحول جميع الماء السائل الى جليد. ويمكن الحيلولة دون الحصول عملية التبريد الخارق وذلك باضافة بلورة صغيرة جداً من أحد مواد الصلبة لتعمل كنواة أو نوية تعمل على الاسراع من عملية التبلور والتجميد عند فقض درجة حرارة السائل الى درجة انجادها تتضمن عمليات الانجماد والانصهار زيادة أو أضافة كمية معينة من الطاقة وتسمى بالحرارة الكامنة للانصهار «Latent heat of Fusion» عند أضافة كمية من الطاقة وتسمى بالحرارة الكامنة للانجماد «Latent heat of Freezing»

وعند سحب نفس الكمية من الطاقة.

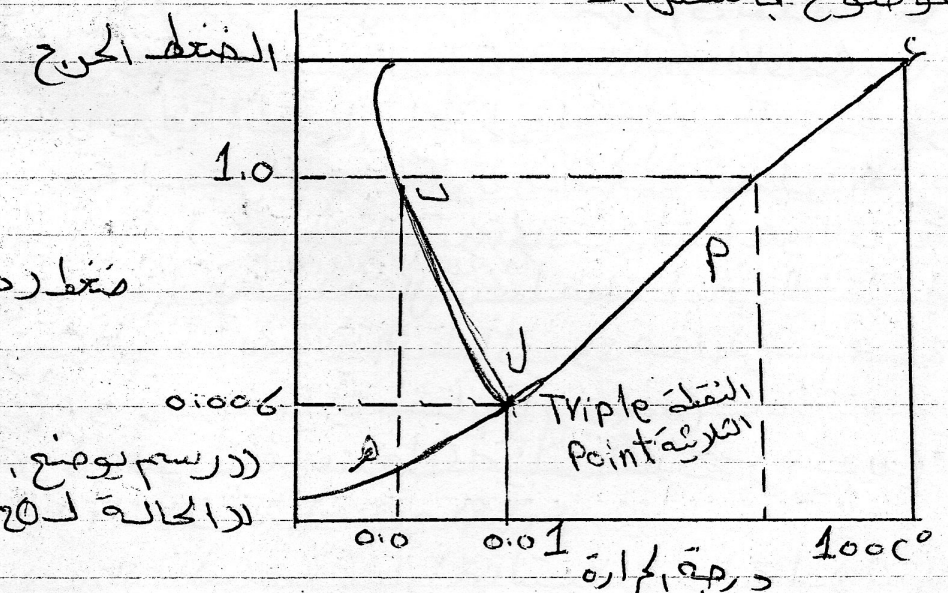
- الحرارة الكامنة للانجماد (٤٤) سعرة حرارية.
- الحرارة الكامنة للتبخير (٥٤٠) btu (٩٧٠)
- يسمى التبدل الذي يحصل للمادة عند تحولها من الحالة الصلبة مباشرة الى الحالة الغازية دون المرور بالحالة السائلة (التسامي) وهي من أحدى نتائج الضغط البخاري للحالة الصلبة من درجة (-78.5م) وعند الضغط الجوي الاعتيادي يتسامى CO_2 الثلجي ويسمى ايضاً بالجليد الجاف (Dry ice) يتسامى من الحالة الصلبة الى الحالة الغازية دون المرور بالحالة السائلة



(هذا الرسم يمثل تبدلات الحالة لـ CO_2 الثلجي (Dry ice)

Aletkan

درجة اك (٣١) بالرغم من لدرجة الحرارية الحرجة لـ (CO_2) الثلجي والتي لا يمكن أسالة غاز (CO_2) مهما كان الضغط الجوي يسلط عليها.
أما الضغط الحرج (٧٣) ضغط جو :- فهو عبارة عن الضغط الحرج لـ (CO_2) الثلجي وهو الضغط الذي يمكن أسالة غاز «CO_2» عنده شرط أن تكون درجة الحرارة مساوية لدرجة الحرارة الحرجة.
ومن الرسم نستنتج أنه من غير الممكن أن يمر غاز «CO_2» الثلجي بالحالة السائلة عند ضغط اقل من «٥،٣» ...
أما بالرسم الثاني :-
الماء هو نموذج جيد لمادة تعاني تبدلاً في حالاتها الثلاث ومجمل تبدل حالات الماء الموضح بالشكل :-



تفصل المناطق الثلاثة الممثلة للحالات الصلبة والسائلة والغازية ثلاث خطوط تلتقي في نقطة مشتركة واحدة هي النقطة «ل» وتسمى النقطة الثلاثية يمثل المنحني (P) على الرسم الذي يفصل بين الحالتين السائلة والغازية الضغوط ودرجات الحرارة التي يحصل عندها غليان الماء فمثلاً عند الضغط الجوي الاعتيادي تكون درجة غليان الماء مساوية الى (١٠٠م°) وعند ضغوط أوطئ من الضغط الجوي تنخفض درجة غليان الماء تبعاً لذلك.

Alerkan

الموضوع: التاريخ: / / ٢٠١

٥

* من الممكن أن يغلي الماء بدرجة حرارة الغرفة بشرط ان يكون الضغط الجوي مساوي الى (0.03) جو.

أما في ضغوط اعلى من الضغط الجوي الاعتيادي فتزداد درجة غليان الماء الى أعلى ومن درجة غليان الماء الاعتيادية لتصل الى درجة غليان حرجة (374°) و عندها يكون الضغط مساوياً للضغط الحرج وهو = (217.7) ضغط جوي. وعند درجة الحرارة الحرجة والضغط الحرج يتلاشى الحد الفاصل بين الحالتين السائلة والغازية وتساوى عندها كثافة الماء (كثافة الماء) في حالتيها السائلة والغازية وفوق درجة الحرارة الحرجة ينعدم وجود الحالة السائلة حيث ان الضغط المسلط الكبير والمتغير (ل) الذي يفصل بين الحالتين الصلبة والسائلة يمثل الضغوط و الدرجات الحرارية الذي يحصل عندها الانصهار أي بمعنى آخر تمثل جميع حالات التوازن بين الحالتين الصلبة والسائلة. الماء من بين مواد قليلة جداً تنخفض درجة انصهارها بأزياد الضغط. ولكي ينصهر الجليد دون أو تحت درجة الصفر يجب ان يكون الضغط المسلط عالي جداً.

أما المتغير (هـ) الذي يفصل بين الحالتين الصلبة والبخارية فيمثل عملية التسامي ويلاحظ في هذا الشكل ان عملية التسامي للجليد تحصل عند ضغوط اقل بكثير من الضغط الجوي الاعتيادي وفي هذا الرسم محددة بضغط مقداره (0.006) جو ودرجة حرارة مقدارها (0.01°).

والنقطة (ل) التي تلتقي عندها المنحنيات الثلاث (ف ب هـ) تمثل حالة التوازن بين الأطوار الثلاث للماء H_2O.

نستخلص من التمثيلين عند مقارنة السلوك الحالة لـ (H_2O و CO_2) أن زيادة الضغط المسلط على الجليد يؤدي الى خفض درجة انصهاره (اي ان الحد الفاصل بين الطورين الصلب والسائل) في حالة التوازن ينحرف نحو اليسار أما زيادة الضغط على CO_2 الثلجي يؤدي الى ارتفاع درجة انصهاره نستخلص أن الجليد لا يتحول الى حالته السائلة عندما يكون الضغط اقل من (0.06) في حين CO_2 الثلجي لا يتحول الى حالته السائلة عندما يكون الضغط أقل من (5.3) ضغط جوي.

Aletkan

ملاحظ يتصهر الجليد عند ضغط جوي اعتيادي (1) ملاد درجة حرارة (0) مْ في حين يتسامى غاز CO_2 عند (1) ملاد وبدرجة (-78.5) مْ. وأيضاً عندما يكون الضغط اقل من (1) جو الضغط الجوي الاعتيادي يتصهر الجليد عند درجة حرارة أعلى، أما CO_2 الثلجي يتسامى في درجة حرارة تقل قليلاً عن (-78.5 مْ).

☆ المحتوى الحراري المولاري ΔH يمكن حسابه بطريقة أخرى:-

$$\Delta H = \frac{\text{مقدار الطاقة أو عدد السعرات اللازمة لإجراء عملية تبخر المول}}{\text{عدد المولات}}$$

مثال:-

نموذج من اليود الصلب وزنه (425.6 غم) في درجة حرارة 25 مْ وضغطه الجوي (1 جو) يتسامى محرراً غاز اليود I2 ويحتاج الى 24950 سعرة حرارية. ما مقدار المحتوى الحراري المولاري للتسامي؟

$$\text{عدد مولات اليود} = \frac{\text{الوزن (weight)}}{\text{الوزن الجزيئي (M. wt)}}$$

$$= \frac{425.6}{253.8}$$

$$= 1.677 \text{ مول}$$

$$\Delta H = \frac{24950}{1.677}$$

$$14880 \text{ سعرة/مول}$$