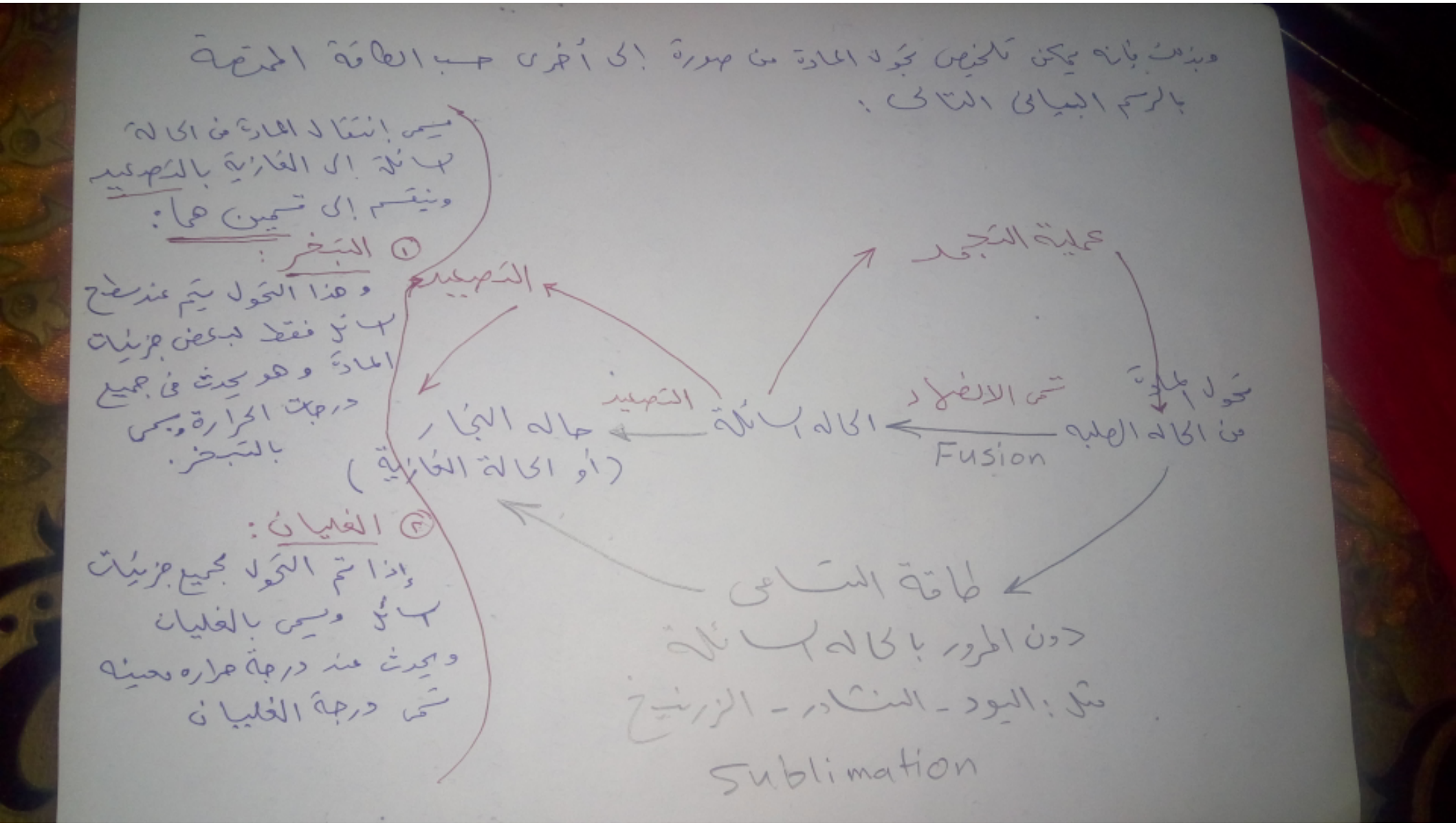
الباب الثاني
تغير الحالة Change of phase

I- تتواجد المادة في إحدى الحالات الآتية: صلبة - سائلة - غازية. وتعتمد حالة المادة على درجة حرارتها.
وطبقاً لنظرية الحركة فإن الاختلاف بين حالات المادة يرجع إلى "حركة الجزيئات بالمادة نفسها".
أي أن طبقاً لنظرية الحركة فإن جزيئات المادة تتحرك كالتالي:
(1) في الحالة الصلبة ← تتحرك الجزيئات حول محور ثابت ← حركة اهتزازية.
(2) في الحالة السائلة ← تتحرك الجزيئات داخل المادة نفسها ← حركة انتقالية.
(3) في الحالة الغازية ← تتحرك الجزيئات ← حركة عشوائية.
(الحركة الغالبة)

II- ولكي تتغير المادة من حالة إلى أخرى فإنها تمتص طاقة لتتحول إلى الصورة الجديدة - ولذلك فإن الطاقة التي تمتص لتحول المادة من:

(1) من الحالة الصلبة إلى الحالة السائلة تسمى بطاقة الانصهار Fusion.
(2) من الحالة السائلة إلى حالة البخار (أو الغاز) تسمى بطاقة التبخر.
(3) من الحالة الصلبة إلى الحالة الغازية مباشرة تسمى بالتسامي.
وذلك دون المرور بالحالة السائلة: مثل اليود - النشادر والزرنيخ فهو يتحول مباشرة من الحالة الصلبة إلى الغازية دون المرور بالحالة السائلة.
(4) من الحالة السائلة إلى الحالة الصلبة تسمى عملية التجمد.
ويحدث ذلك عند درجة الحرارة.

ونذكر بأنه يمكن تلخيص تحول المادة من صورة إلى أخرى حسب الطاقة المكتسبة بالرسم البياني التالي :



سوف نقوم بدراسة مادتين:

① تأثير الحرارة على الأحماض الدهنية وتعيين درجة انصهارها:

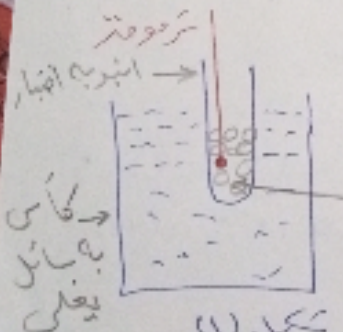
درجة انصهار المادة هي الحالة الدهنية الى الحالة السائلة تسمى عملية الانصهار، وتحدث عند درجة حرارة معينة تسمى درجة الانصهار، وتعرفها بكمية بالكيلو جرام جزيئاً من المادة؛ كمية حرارة تسمى بالحرارة الجزيئية الكامنة للانصهار.

وتنقسم الأجسام من حيث تأثرها بالحرارة إلى قسمين هما:

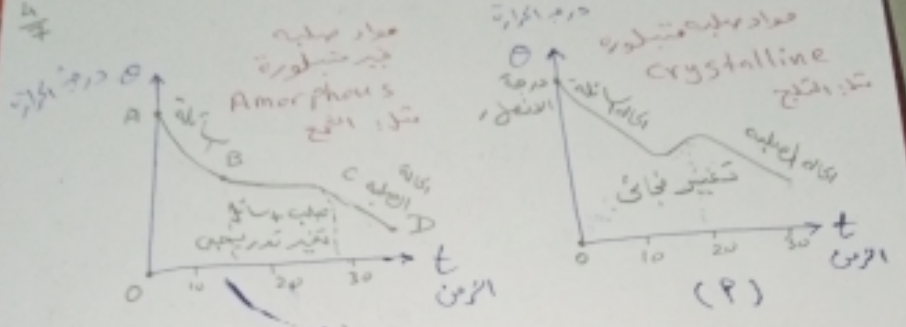
أ) مواد دهنية متبلورة: وهي مواد يكون انصهارها عند درجة حرارة محددة تسمى درجة الانصهار، مثل: الشايع والكريستال المتبلور، والنفثالين

ب) مواد دهنية غير متبلورة: وهي مواد لا تنصهر عند درجة حرارة محددة بل تلين بالتدريج حتى تتحول الى الحالة السائلة مثل: الزفاع - والشمع - والبرافين

ولتعيين درجة الانصهار، إما نضع المادة داخل أنبوبة اختبار ونضع معها ترمومتر ثم نضع الأنبوبة بما فيها داخل كأس به سائل يغلى وتترك فترة حتى ينصهر تماماً ثم نرفع أنبوبة الاختبار، ونأخذ الجسم المنصهر من داخل الكأس. ثم نقوم بتسجيل درجة الحرارة θ عن فترات زمنية محددة t وليكن كل دقيقة مثلاً، ونقوم برسم العلاقة بين درجة الحرارة θ والزمن t كما هو موضح بالرسم (رقم ٢) (ص ٤٢) درجة انصهارها



شكل (١)



شكل (ب)

نلاحظ أن في حالة الأجسام المتبلورة مثل الثلج والنفتالين شكل (ب) يكون التغير من الحالة الصلبة الى السائلة فجائي بينما في المواد الغير متبلورة شكل (ب) يكون التغير تدريجي. ونلاحظ أيضاً في الشكل (ب) أن درجة الحرارة تظل ثابتة فترة من الزمن الى أن يتحول الجسم الصلب كله إلى سائل. وعند ثبوت درجة الحرارة تكون المادة في حالة بين الصلابة والسائلة (ليونة) ويلين الجسم ويمكن تشكيله كالزجاج وهو في حالة الليونة حيث يمكن تشكيله الى أشكال مختلفة.

قانون الانصهار:

١. لكل جسم متبلور درجة حرارة معينة عندها يبدأ الجسم في الانصهار وتسمى درجة الانصهار.

٢. تبقى درجة حرارة الجسم ثابتة عند درجة الانصهار الى أن يتم انصهار الجسم كله إذا كان الجسم يكتسب طاقة حرارية ويتم تجميده إذا فقد هذه الحرارة. أي أن في حالة الانصهار فإن الجسم يختزن طاقة حرارية ويعطي الجسم ما اختزنه من حرارة كامنة عند التجمد وتسمى هذه الحرارة بالحرارة الكامنة للانصهار.

تعريف الكمية الكامنة للانصهار (أى الحرارة المختزنة بالجسم)

هى كمية الحرارة اللازمة لتحويل 1 جم من المادة من الحالة الصلبة الى الحالة السائلة عند درجة انصهار المادة.

دراسة تغير حجم المواد عند الانصهار:

من الملاحظ أن أغلب المواد إذا انصهرت يزداد حجمها فوق السطح ويطوف الصلب فى القاع مثل الكبريت الفوسفور فإننا نلاحظ أن قطع الكبريت الصلبة التى لم تنصهر فإنها تترسب فى قاع الوعاء، وهذا يعنى أن كثافة الجسم الصلب (ρ) أكبر من كثافة الجسم فى الحالة السائلة وأيضاً يعنى أن حجم الجسم الصلب (V) أقل من حجم السائل لأنه علاقة عكسية حيث

$$\text{الكثافة} = \frac{\text{الكتلة}}{\text{الحجم}}$$

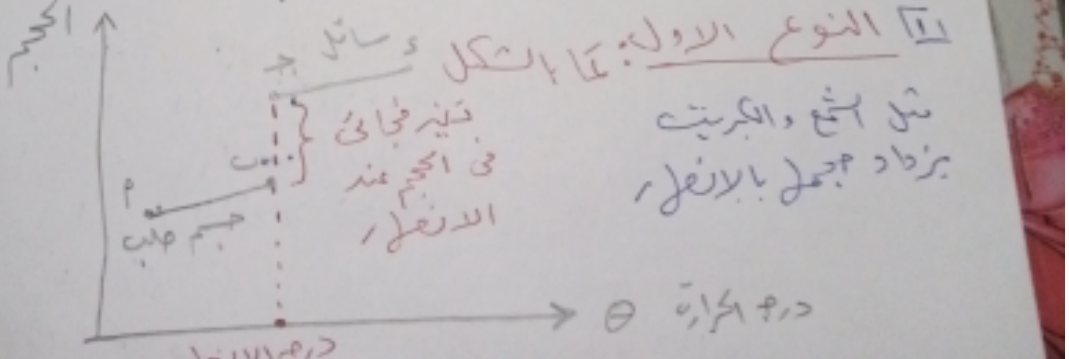
أى أن

كثافة الجسم الصلب (أكبر) > كثافة السائل

وبالتالى حجم الجسم الصلب (أقل من) < حجم السائل

وعند دراسة تغير حجم الجسم الصلب مع تغير درجات الحرارة فإننا نحصل على نوعين هما كالتالى:

النوع الأول: كما بالشكل



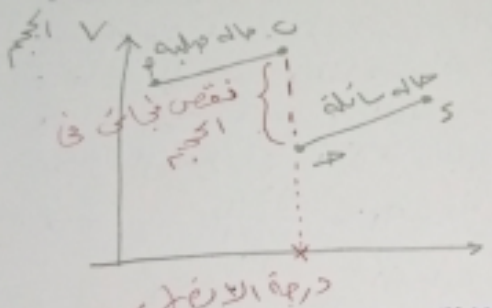
مثل الشمع والكبريت يزداد حجمهما بالانصهار

النوع الأول وفيه يزداد الحجم بالانصهار، مثل الشمع والبرافين
فإنه مجمل يزداد بالانصهار، - نلاحظ من الشكل أن الحجم
يزداد بزيادة درجة الحرارة حيث يمثل (ج د) الحالة الصلبة
و (هـ د) يمثل الحالة السائلة. ويمثل الخط المنقط (ب هـ)
التغير البياني في الحجم عندما يتحول الجسم الصلب إلى سائل.
ونلاحظ من الرسم البياني أن الحجم يزداد تدريجياً مع درجة
الحرارة إلى أن يصل الى درجة الانصهار، عندها نجد زيادة فجائية
في الحجم.

النوع الثاني:

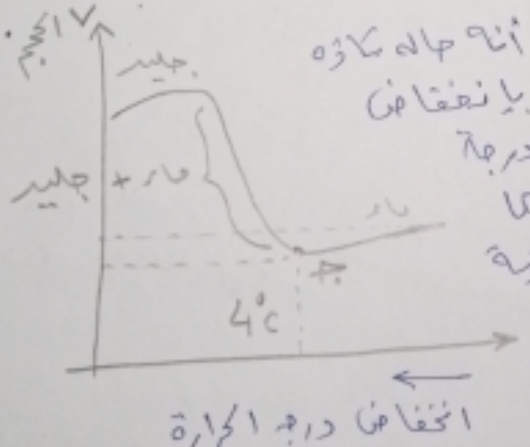
مثل: الجليد - الماء

وهي مواد قليلة مثل الماء
حيث ينقص مجمل مع
درجة الحرارة. درجة الحرارة



و الخط المنقط (ب هـ) يمثل النقص الفجائي في الحجم عندما
يتحول الى سائل فإننا نجد أن حجم الجسم الصلب (الثلج)
أكبر من حجمه عند إسالته (ماء) وانصهار الجليد يتبع هذا
المنحنى تقريباً.

وبالنسبة للماء فإننا نجد أنه حالة شاذة
حيث نجد أن حجمه يقل بانخفاض
درجة الحرارة إلى أن تصل درجة
الحرارة الى 4°c - بعدها
يبدأ الحجم في الازدياد بكمية
المواد عما بالرسم درجة
التقطة (+) كلما قلت الحرارة
درجة الحرارة.



* ويزداد حجم الماء بمقدار العشر تقريباً عند تحوله إلى جليد

النتائج المترتبة على تغير الحجم عند الانصهار:

١- تتحطم أنابيب المياه في المناطق الباردة إذا تجمد الماء بداخل حيث يزداد حجمه ولذلك يتم تفريغ الأنابيب من المياه في الأيام شديدة البرودة.

٢- يطفو الجليد فوق البحار والبحيرات مكوناً طبقة عازلة وتكون درجة الحرارة أسفل في الأعماق حوالي 4°، ويساعد ذلك على استمرار الحياة للأسماك والحيوانات التي تعيش تحت الماء.

٣- نلاحظ في المناطق الباردة عندما يحدث صقيع تتمزق أوراق النباتات وذلك نتيجة تجمد العصارة المائية فيها حيث يزداد حجم العصارة بداخل عند التجمد.

٤- أجسام مثل الحديد يزداد حجمها بالتجمد ولذلك تستخدم في صب القوالب.

٥- بعض الأجسام المائية تمتص ماء المطر والندى فإذا اشتدت البرودة فإنها تتشققه لتجمد الماء بداخلها وكذلك الأجسام تتشققه أيضاً عند التجمد.

ملحوظة: نلاحظ أن الشمع السائل عندما يتجمد يتقعر على المستوى لأسفل وذلك بسبب نقصان الحجم عند التجمد.