القسم 6 – 1 السوائل

- ماء البحر والمادة المصهورة المندفعة من فوهة بركان مثالان على المادة في حالتها السائلة
- إن السوائل هي **الحالة الأقل** شيوعا من الحالات الأخرى للمادة (المواد الصلبة والغازية والبلازمية) لأن المادة تبقي في حالتها السائلة ضمن مدى نسبي فقط من درجات الحرارة والضغط .

❖ خصائص السوائل ونظرية الحركة الجزيئية

- **يوصف السائل بأنه** : المادة ذات الحجم الثابت والتي تأخذ شكل الإناء الذي يحتوي عليها .
ويمكن **فهم خصائص السوائل من خلال تطبيق نظرية الحركة الجزيئية** ، كما يلي
- تكون **جسيمات السائل في حالة حركة دائمة** (كما في الغازات) على الرغم من أنها أكثر تقارباً من جسيمات الغاز وأقل طاقة حركية منها ،
- **تكون قوى التجاذب بين جسيمات السوائل أكثر تأثيراً من قوى التجاذب بين جسيمات الغاز ،**
ويرجع التجاذب بين جسيمات السائل إلى قوى التجاذب البينية (القوى ثنائية القطب – ثنائية القطب وقوى تشتت لندن والروابط الهيدروجينية)
- **السوائل أكثر انتظاماً من الغازات ، لأن** قوى التجاذب بين جسيمات السائل أكبر وحركتها أبطأ
- وفقاً لنظرية الحركة **الجزيئية للسوائل تكون الجسيمات غير مقيدة بمواقع ثابتة بل تتحرك بشكل مستمر،**
وتفسر حركة الجسيمات هذه سبب تسمية كلٍّ من الغازات والسوائل بالموائع .

المائع :

هو---------- .

- تنساب معظم السوائل إلى أسفل طبيعياً ، بسبب تأثير الجاذبية الأرضية ،
إلا أن بعضها الآخر ينساب في اتجاهات أخرى ، **فمثلاً الهيليوم المسال عند درجة تقارب الصفر المطلق ،** يتصف بميزة شاذة ، هي قدرته على الانسياب إلى أعلى وليس إلى أسفل .

• كثافة عالية نسبياً

- السوائل أكثر **كثافة** من الغازات بألاف المرات تحت الضغط الجوي **الاعتيادي بسبب تقارب جسيماتها ،**
- ولكن كثافة معظم السوائل أقل (حوالي 10 %) من كثافة المواد الصلبة ،
- **ويتميز الماء بأنه من المواد القليلة التي تصبح أقل كثافة لدى تصلبها .**
- **تتباين** السوائل المختلفة في كثافاتها عند درجة حرارة وضغط ثابتين ،

• اللانضغاطية النسبية

- السوائل أقل انضغاطية من الغازات
وسبب----------
---------- .
- فعندما يرفع ضغط سائل عند درجة حرارة الغرفة ، إلى 1000 atm يقل حجمه بمقدار 4% (وينطبق ذلك على السوائل كلها والمواد الصلبة) ، **لكن الغاز** على العكس من ذلك فحجمه تحت ضغط 1000 atm يصبح 1\1000 من حجمه الأصلي تحت الضغط الجوي الاعتيادي

• قابلية الانتشار

- تنتشر جسيمات السوائل وتختلط مع جسيمات السوائل الأخرى (كما في الغازات) ،
- وأي سائل ينتشر تدريجيا خلال سائل آخر يمكن أن يذوب فيه .
- يحصل الانتشار في السوائل بسبب حركة الجسيمات العشوائية كما هي الحال في الغازات ،
- **الانتشار في السوائل أبطأ من الانتشار في الغازات ، علل؟**
وذلك---------- .
- **كلما ازدادت درجة حرارة السائل يزداد انتشاره ، علل؟**
لأن ---------- .

- **التوتر السطحي**

" ---------- "

- ينتج التوتر السطحي من قوى التجاذب بين جسيمات السائل ، فكلما زادت قوى التجاذب هذه زاد التوتر السطحي
- الماء ذو قوة توتر سطحي هي العليا بين معظم السوائل ،
  والسبب هو ---------- .
- جزيئات الماء الواقعة على سطح الماء والمرتبطة بها لا ترتبط مع جزيئات الهواء فوقها ،
- نتيجة لذلك تنسحب جزيئات الماء السطحية نحو بعضها وإلى الداخل مكونة توتراً سطحياً عالياً ،
- **ولهذا السبب تأخذ قطرات الماء شكلاً كروياً (لأنه الأقل بالنسبة لحجم معين)**

- **الخاصية الشعرية** :

---------- .

وهي وثيقة الصلة بظاهرة التوتر السطحي

- **يرتفع السائل في الأنابيب الرفيعة جدا** عندما يكون التجاذب قوياً بين جزيئاته وجزيئات سطح الأنبوب ،
- ويعمل هذا التجاذب على سحب جزيئات السائل إلى أعلى بعكس تأثير جاذبية الأرض ، وتستمر هذه الحالة حتى يتوازن هذا التجاذب مع وزن السائل .
- **ومن أمثلة الخاصية الشعرية :**

عملية انتقال الماء من جذور النباتات إلى أوراقها - تقعر سطح السائل في أنابيب الاختبار أو المخابير المدرجة.

- **التبخير والغليان**

- **التبخير** : ----------
- **التبخر** : ----------
- **عند وضع كمية صغيرة من سائل البروم في قنينة ، يتحول الهواء فوق سائل البروم في بضع دقائق إلى اللون البني المحمر**

وسبب ذلك ---------- .

وكذلك **عند رش راحة اليد بالعطر تشم الرائحة في بضع ثوان** ، علل؟

- يحدث التبخر لأن جسيمات السائل ذات طاقات حركية مختلفة والجسيمات ذات الطاقة الأعلى تتحرك أسرع من غيرها ، والجسيمات السطحية ذات الطاقة الحركية الأكبر تتغلب على القوى البينية التي تربطها بالسائل وتفلت إلى الحالة الغازية .
- **من الظواهر المهمة للتبخر** :

1- ----------
2- ----------
3- ----------
4- ----------

- **الغليان** :

هو ---------- ،

- ويختلف الغليان عن التبخر

- **تكوين المواد الصلبة**

- **التجمد :**
- ----------
- عند تبريد السائل يقل معدل طاقة حركة جسيماته ، وعندما تصبح هذه الطاقة قليلة جداً تترتب جسيمات السائل بسبب قوى التجاذب فيما بينها في حالة أكثر انتظاماً فتتحول المادة إلى الحالة الصلبة .
- وتتجمد جميع السوائل ولكن بدرجات حرارة مختلفة
- من **الأمثلة** على التجمد : تحول الماء إلى ثلج - تصلب البارفين عند درجة حرارة الغرفة

القسم 6 – 2 المواد الصلبة

- **الصلب :**

❖ خصائص المواد الصلبة ونظرية الحركة الجزيئية

- جسيمات المادة الصلبة أكثر تراصاً من جسيمات السائل أو الغاز ، ولذلك تكون القوى البينية في جسيمات المادة الصلبة أكثر تأثيراً من غيرها ، فقوى التجاذب ثنائية القطب – ثنائية القطب والترابط الهيدروجيني لها تأثيرات في المادة الصلبة أكثر من تأثيراتها في السوائل والغازات
- تتحرك الجسيمات في الحالة الصلبة حركة اهتزازية حول نقاط معينة فقط (مواضع اتزانها)
- المواد الصلبة أكثر انتظاماً من السوائل وأكثر انتظاماً بكثير من الغازات .
- **المواد الصلبة البلّورية** : تتكون من بلورات **والبلّورة** مادة تترتب فيها الجسيمات بشكل هندسي منتظم متكرر
- **المواد الصلبة اللابلّورية** : هي المادة التي تترتب فيها الجسيمات بشكل عشوائي غير منتظم ، كالزجاج والبلاستيك

• شكل وحجم محددين

- المواد الصلبة لها شكل محدد ، والمواد الصلبة البلّورية منتظمة هندسياً وحتى شظاياها تأخذ أشكالاً هندسية منتظمة ، والمواد الصلبة اللابلّورية لها شكل ثابت ولكن شكلها يختلف عن الشكل الهندسي المتميز للمواد الصلبة البلّورية
- المواد الصلبة ذات حجوم ثابتة ، لأن جسيماتها متراصة جيداً لكن مع وجود فراغات بينية صغيرة جداً يمكن أن تنضغط أيضاً (يتغير حجم المادة الصلبة قليلا عند تغير درجة الحرارة أو الضغط)
- المواد الصلبة البلّورية لا تنساب عادة لأن جسيماتها مترابطة فيما بينها في مواقع ثابتة .

• درجة انصهار محددة

- **الانصهار:** ----------
- **درجة الانصهار:** ----------ً .

(وعند هذه الدرجة تتغلب الطاقات الحركية لجسيمات المادة الصلبة على قوى الجذب التي تربط بينها فتفلت من مواقعها في المواد الصلبة البلّورية)

- **المواد الصلبة اللابلّورية** : لاتمتلك درجات انصهار محددة كما في البلّورية ، بل تملك قابلية الانسياب ضمن مدى معين من درجات الحرارة **ولذلك :**
- **المواد الصلبة اللابلّورية** : تصنف أحياناً على أنها **سوائل فائقة التبريد ،**

ويقصد بذلك جميع المواد التي تحتفظ ببعض خصائص السوائل حتى وإن بدت صلبة عند درجات حرارة معينة ، وسبب هذه الخاصية عشوائية ترتيب الجسيمات في المادة الصلبة اللابلّورية بما يشبه ترتيبها في السوائل .

والفرق هنا بين السوائل الحقيقية والمواد الصلبة اللابلّورية ،

هو ان جسيمات المواد الصلبة اللابلّورية لا تغير مواقعها بشكل دائم كما يحدث في السوائل .

• كثافة عالية ولاانضغاطية

- **المواد الصلبة كثافتها تزيد قليلاً عن كثافة السوائل ، وتزيد كثيراً عن كثافة الغازات .**

والسبب في ذلك : ----------

- **وأقل المواد الصلبة كثافة** الهيدروجين الصلب

حيث كثافته تقارب 320/1 من كثافة الأزوميوم Os العنصر الأكثف بين العناصر جميعاً .

- **المواد الصلبة أقل انضغاطية من المواد السائلة ،** إلى حد يمكن معه اعتبارها غير قابلة للانضغاط .
- تبدو بعض المواد الصلبة كالخشب والفلين قابلة للانضغاط ، إلا أنها في الحقيقة ليست كذلك ، فهذه المواد تحتوى على فراغات مليئة بالهواء ولدى تعريضها لضغط شديد تنضغط الفراغات ولا تنضغط مادة الخشب أو الفلين .

• معدل انتشار منخفض

- **الانتشار يحصل في المواد الصلبة ، أو فيما بينها ،**

إلا أن معدل هذا الانتشار أبطأ ملايين المرات قياساً على معدله في السوائل والغازات .

- **كمثال على الانتشار في المواد الصلبة :**

لدى ربط خارصين بصفيحة نحاس لمدة طويلة تنتشر بضع ذرات من كل من المادتين داخل الأخرى .

❖ المواد الصلبة البلّورية

- تكون المواد الصلبة البلّورية إما على شكل بلّورات منفردة أو على شكل مجاميع بلّورية متحدة .
- **التركيب البلّورى :** ---------- .
ويمثّل ترتيب الجسيمات في البلّورة بنظام ارتباط يسمي الشبكة .
- **وحدة الخلية :** ---------- .
- تحتوي الشبكة البلّورية عادة على عدد من الوحدات الخلوية المتراصة بعضها فوق بعض .
- **قوى الإرتباط في البلّورات :**
يمكن وصف الأشكال البلّورية تبعاً لأنواع الجسيمات التي فيها ، وتبعاً لأنواع الروابط الكيميائية بين هذه الجسيمات وبذلك يكون هناك **أربعة أنواع من البلّورات :**
- **البلّورات الأيونية :**
  - يحتوي تركيب البلّورة الأيونية على أيونات سالبة وموجبة وهي مرتبة ترتيباً منتظماً ، وتكون هذه الأيونات إما أحادية الذرة أو متعددة الذرات .
  - تتكون البلّورة الأيونية لدى اتحاد أيونات متعددة الذرات أو ذرات لافلزية من المجموعتين 16 أو 17 مع فلزات المجموعة 1 أو المجموعة 2 . **مثل** $NaCl$, MgF_2
  - تعطي قوى الارتباط الشديد بين الأيونات الموجبة والسالبة في التركيب البلّوري للبلّورات الأيونية خصائص معينة **مثل** أنها صلدة ، وسريعة الكسر ، ولها درجات انصهار عالية ، وأنها مواد جيدة العزل
- **البلّورات التساهمية الشبكية :**
  - يحتوي هذه البلّورات على ذرات مرتبطة بروابط تساهمية ، يمتد هذا الترابط خلال الشبكة التي تحتوي على عدد كبير من الذرات **مثال** الماس C_X ، والكوارتز $(SiO_2)_X$ ، وكربيد السيليكون $(SiC)_X$
  - غالباً ما تكون المواد الصلبة الشبكية صلدة جداً ، وسريعة الكسر ، ولها درجات انصهار عالية ، وتكون عادة غير موصلة أو شبه موصلة
- **البلّورات الفلزية :**
  - يحتوي التركيب البلّوري الفلزي على ذرات فلز محاطة ببحر من إلكترونات التكافؤ ، مصدر هذه الإلكترونات ذرات الفلز وهي تعود إلى البلّورة ككل ،
  - يفسر حرية حركة الإلكترونات الخارجية على كامل البلّورة درجة التوصيل الكهربائي العالية لهذه الفلزات ، كما تتباين درجات انصهار البلّورات الفلزية بشكل كبير .
- **البلّورات الجزيئية التساهمية :**
  - يحتوي التركيب البلّوري للمواد الجزيئية التساهمية على جزيئات تساهمية مترابطة بواسطة قوى بينية .
  - **الجزيئات غير القطبية** مثل (الهيدروجين H_2 ، والميثان CH_4 ، والبنزين C_6H_6) لا يكون بينها إلا قوى تشتت لندن الضعيفة .
  - **الجزيئات التساهمية القطبية** مثل جزيئات (الماء H_2O ، والأمونيا NH_3) تكون الجزيئات فيها مترابطة بقوى ثنائية القطب – ثنائية القطب قوية نوعاً ما ، وأحيانا بروابط هيدروجينية قوية .
  - تكون القوى التي تربط بين الجزيئات القطبية أو غير القطبية في التركيب البلّوري أضعف من الروابط التساهمية الكميائية بين الذرات في الجزئ الواحد ، **لذلك تكون للبلّورات الجزيئية التساهمية درجات انصهار منخفضة** مما يجعلها سهلة التبخير ، إضافة إلى كونها هشة ، وتشكل عوازل جيدة ،
  - ومن اهم الأمثلة على البلّورات الجزيئية التساهمية **بلورة الثلج** .

❖ المواد الصلبة ا للابلّورية

- وهي مواد ليس لها شكل منتظم في الطبيعة – وكلمة لابلوّري تشتق من كلمة لاتينية معناها لا شكل له .
- تظل هذه المواد متماسكة الشكل وقتاً طويلاً ، إلا أن بعضها يميل إلى الانسياب ولكن ببطء شديد ،
- **فمثلاً** في بعض زجاج النوافذ القديمة يبدو الزجاج أكثر سماكة في أسفل النافذة منه في أعلاها ، مما يشير إلى أن الزجاج قد انساب إلى أسفل بمرور الزمن .

القسم 6 – 3 تغير الحالة

- تكون المادة في الطبيعة في إحدى الحالات التالية (الصلابة – السيولة – الغازية)
والجدول التالي يبين تحولات المادة

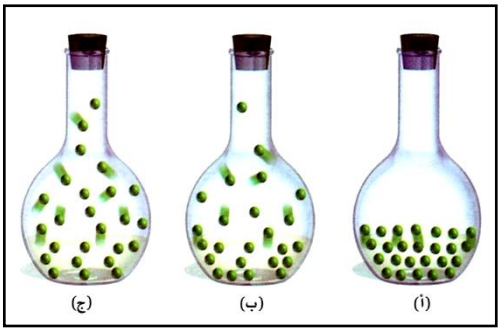
تغير الحالة	صلبة ⇦ سائلة	صلبة ⇦ غازية	سائلة ⇦ صلبة	سائلة ⇦ غازية	غازية ⇦ سائلة	غازية ⇦ صلبة
العملية	انصهار	تصعيد (تسام)	تجمد	تبخير	تكثف	تكثف ترسيبي
مثال	ثلج ⇦ ماء	ثلج جاف ⇦ غاز CO_2	ماء ⇦ ثلج	بروم سائل ⇦ بخار بروم	بخار ماء ⇦ ماء	بخار ماء ⇦ ثلج

○ الاتزان

" ---------- "

هذا النظام لا يمكن للمادة أن تدخل إليه أو تخرج منه ، لكن الطاقة يمكنها أن تفعل ذلك .

▪ الاتزان وتغيرات الحالة



- مثال : حالة تبخر الماء في إناء مغلق مفرغ من الهواء
  - (أ) في البداية يوجد السائل فقط لكن الجزيئات تبدأ بالتبخر
  - (ب) يستمر التبخر بمعدل ثابت ، ثم تأخذ بعض الجزيئات بالتكثف إلى سائل
  - (ج) عندما يصبح معدل التبخر مساوياً لمعدل التكثف تحصل حالة الاتزان
- **التكثف :** ---------- .
- **يعتمد** : **معدل تبخر** جزيئات السائل على درجة حرارة السائل ومساحة سطحه .
  و**معدل تكثف** جزيئات البخار على تركيز الجزيئات في الحالة الغازية .

▪ معادلة الاتزان

- **يتحول الماء السائل إلى بخار عند امتصاصه حرارة من محيطه، وعندما يتكثف البخار تنبعث منه طاقة حرارية إلى المحيط**
  ويعبر عن الاتزان (سائل – بخار) بالمعادلة التالية :

$$H_2O(g) \underset{\text{تغير عكسي}}{\overset{\text{تغير أمامي}}{\rightleftharpoons}} H_2O(l) + \text{طاقة حرارية}$$

▪ مبدأ لوشاتيلييه

- درس العالم الفرنسي هنري لوشاتيلييه العوامل المؤثرة على حالة الاتزان (التركيز – الضغط – الحرارة)
  ووضع المبدأ التالي :

" ---------- "

- يستخدم مبدأ لوشاتيلييه لتوقع كيفية تغير الاتزان عند تعرضه لعامل مؤثر كما يلي

▪ الاتزان ودرجة الحرارة

- دراسة أثر الحرارة على الاتزان { $H_2O(g) \leftrightarrows H_2O(l)$ + طاقة حرارية }

أ – زيادة درجة الحرارة من 25°C إلى 50°C - يلاحظ أن التغير الأمامي ماص للحرارة .
يزداد معدل التغير الأمامي إلى الحد الأقصى قياساً على التغير العكسي ، إلى أن يتحقق اتزان جديد ،
لمقاومة الارتفاع في درجة الحرارة (يصبح تركيز بخار الماء عند درجة الحرارة الأعلى أكبر من الأقل)

ب – خفض درجة الحرارة من 25°C إلى 5°C
يزداد معدل التغير العكسي (لأنه طارد للحرارة) ، إلى أن يتحقق اتزان جديد ، لمقاومة الانخفاض في درجة الحرارة (يصبح تركيز بخار الماء عند درجة الحرارة الأقل أقل من الأعلى)

▪ الاتزان والتركيز

- بفرض أن كتلة النظام المتزن ودرجة حرارته بقيتا ثابتتين ، إلا أن الحجم ازداد فجأة ، ماذا يحدث للاتزان ؟
عند زيادة الحجم ، يقل تركيز الجزيئات في الحالة البخارية ويقل بالتالي معدل التكثف ،
نتيجة لذلك يزداد معدل التبخر ليصل إلى حالة اتزان جديدة يقل فيها عدد جزيئات السائل .

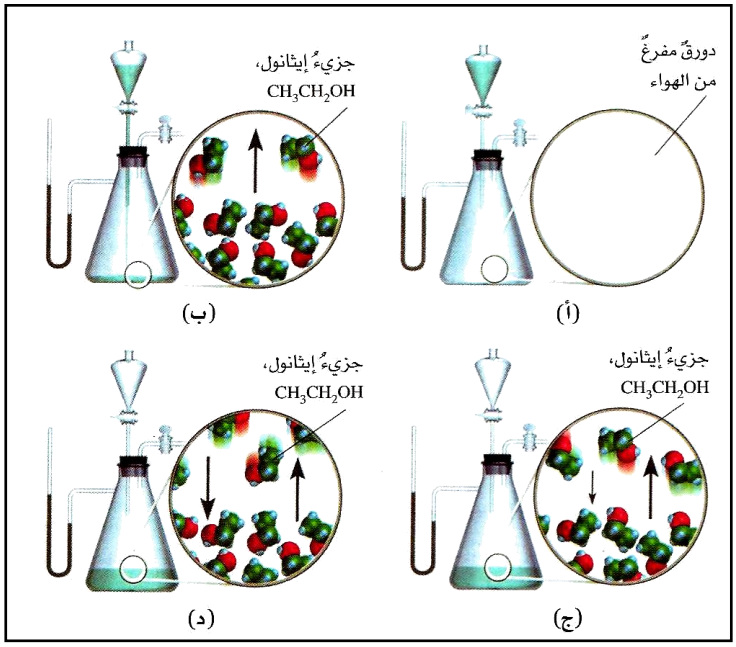
- **س / ناقش أثر العوامل التالية على الاتزان التالي** **{ $H_2O(l)$ + طاقة حرارية ⇆ $H_2O(g)$ }**

التغير	الانزياح	التغير	الانزياح
إضافة سائل		إزالة سائل	
إضافة بخار ماء		إزالة بخار ماء	
تقليل حجم الإناء		زيادة حجم الإناء	
زيادة درجة الحرارة		انخفاض درجة الحرارة	

○ الضغط البخاري للسائل

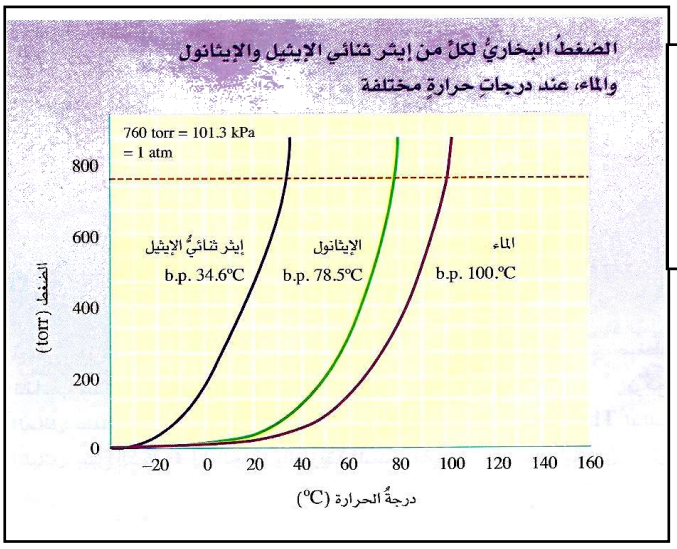
" ---------- "

- ويستخدم جهاز المانومتر لقياس الضغط البخاري لسائل كما يلي :



الشكل 6-11 (أ) يمكنُ قياسُ الضغطِ البخاريِّ للإيثانول CH_3CH_2OH بتنقيطِ الإيثانول السائلِ داخلَ دورقٍ مفرغٍ يمثِّلُ جزءًا من النظامِ المغلق. (ب) تترُكُ بعضُ جزيئاتِ الإيثانولِ سطحَ السائلِ لتكوِّنَ بخارًا. (ج) تستمرُّ جزيئاتُ الإيثانولِ في التبخُّرِ والتكثُّف، حتى تحصلَ حالةُ الاتزان. (د) عندَ الاتزانِ يتمُّ تسجيلُ الضغطِ الذي يؤثِّرُ به البخارُ في مستوى الزئبقِ في جانبَيِ الأنبوبةِ المانومترية.

- تمثيل منحنيات الضغط البخاري مع درجة الحرارة .



الشكل 6-12 يزدادُ الضغطُ البخاريُّ للسوائل بارتفاعِ درجةِ الحرارةِ. ويغلي السائلُ عندما يتساوى ضغطُهُ البخاري مع الضغطِ الجوّي.

- **الضغط البخاري ونظرية الحركة الجزيئية**

- تسبب زيادة درجة حرارة السائل زيادة في معدل طاقته الحركية ، وهذا يعني زيادة في عدد الجزيئات التي تكتسب طاقة كافية للإفلات من حالة السيولة إلى الحالة الغازية ، تؤدي الزيادة الناتجة في معدل التبخر إلى زيادة في تركيز جزيئات البخار وبالتالي زيادة في الضغط البخاري .
- ينتج عن ذلك اضطراب في حالة الاتزان (سائل – بخار) ، وتؤدي الزيادة في تركيز جزيئات البخار، إلى زيادة في معدل تكثف جزيئات البخار وتحولها إلى سائل ، وسرعان ما يرجع الاتزان لكن عند ضغط بخاري أعلى من السابق.

- **السوائل المتطايرة والسوائل غير المتطايرة**

- يعتمد الضغط البخاري لسائل على قوى التجاذب بين جزيئاتها .ولذا لكل سائل ضغط بخاري خاص به .
فكلما كانت قوى التجاذب بين الجزيئات قوية تقل نسبة جزيئات السائل المتبخرة عند درجة حرارة معينة ويؤدي ذلك إلى انخفاض الضغط البخاري .
- **السوائل المتطايرة : هي السوائل التي تتبخر بسرعة لأن قوى التجاذب بين جسيماتها ضعيفة ،** مثال الإيثر .
- **السوائل غير المتطايرة : هي السوائل التي تتبخر ببطء لأن قوى التجاذب بين جسيماتها كبيرة ،**
مثال المركبات الأيونية المنصهرة .

- **الغليان**

- **الغليان :** ----------
ويحدث الغليان عندما يتساوى الضغط البخاري للسائل مع الضغط الجوي .
- **درجة الغليان : هي الدرجة التي يتساوى عندها الضغط البخاري للسائل مع الضغط الجوي .**
- عند درجة الغليان تستهلك الحرارة الممتصة كلها لتبخير السائل ،وتبقى درجة الحرارة ثابتة ما دام الضغط ثابتاً
- **يستغرق نضوج الطعام فوق قمة جبل وقتاً أطول منه عند مستوى سطح البحر .**
لأن كلما قل الضغط الجوي قليلاً قلت درجة الغليان ، لذلك تغلي سوائل الطهي عند درجة حرارة أقل في المرتفعات
- ينضج الطعام في قدور الضغط في وقت أقل من القدور العادية .
لأن في قدور الضغط يزداد ضغط البخار فوق سطح الماء المغلي داخل القدر مسبباً ارتفاعاً في درجة غليان الماء فيقل بذلك وقت نضج الطعام
- **يستخدم قدر التبخير الفراغي لإزالة الماء من محاليل الحليب والمحاليل السكرية .**
حيث يغلي الماء تحت ضغط قليل عند درجة حرارة منخفضة فيمكن تجنب تلف الحليب أو السكر ، وتستخدم هذه الطريقة لتحضير الحليب المجفف والحليب المكثف والمحلى صناعياً .

- **الطاقة والغليان**

- لكي يستمر غليان سائل معين يجب أن نزوده بالطاقة الحرارية على الدوام ، ويتوقف الغليان مباشرة بعد إزاحة قدر الماء المغلي عن النار أو السخان .
- درجة حرارة السائل الذي يغلي ودرجة حرارة بخاره متساويتان ، حيث أن الحرارة أو معدل الطاقة الحركية للجسيمات عند درجة الغليان تبقى ثابتة على الرغم من استمرار التسخين ، حيث تستخدم هذه الطاقة في التغلب على قوى التجاذب بين الجسيمات في السائل أثناء التغير من سائل إلى غاز وتخزن الطاقة في البخار كطاقة كامنة

- **الحرارة المولية للتبخير**

"----------"

- **تعتبر كمية الحرارة المولية للتبخير** مقياساً لقوة التجاذب بين جسيمات السائل ،
- فكلما كانت هذه القوى كبيرة لزم استخدام طاقة أكبر للتغلب عليها ، وبذلك تكون الحرارة المولية للتبخير أكبر،
- ولكل سائل حرارة مولية للتبخير خاصة به
- للماء حرارة مولية للتبخير عالية بشكل غير اعتيادي ، وذلك لوجود الروابط الهيدروجينية بين جزيئات الماء السائل
- **ولذلك يعتبر الماء عامل تبريد فعال ،**
- فعندما يتبخر الماء من الجلد تحمل الجزيئات المتبخرة كميات كبيرة من الحرارة بعيداً عن الجلد فيبرد .

○ التجمد والانصهار

التجمد : ---------- .

(طاقة حرارية + $H_2O(s)$ → $H_2O(l)$)

- **درجة التجمد** :

أي (760 torr أو 101.3 kPa)

- عند درجة التجمد يكون لجسيمات السائل وجسيمات الصلب معدل الطاقة الحركية نفسه ، لذا يكون فقد الطاقة خلال التجمد فقداً للطاقة الكامنة في السائل ، وبانخفاض الطاقة تحصل زيادة ملموسة في ترتيب الجسيمات ، لأن الجسيمات في حالة الصلابة تكون أكثر ترتيباً مقارنة بجسيمات الحالة السائلة عند درجة الحرارة نفسها .

- **الانصهار** عكس التجمد ويحصل أيضاً عند درجة حرارة ثابتة ، ولدى انصهار الصلب يمتص حرارة بشكل مستمر
كما في المعادلة : ($H_2O(s)$ + طاقة حرارية → $H_2O(l)$)
- في المواد الصلبة البلورية النقية تكون درجة الانصهار مساوية لدرجة التجمد ،
- وعند الاتزان يحدث كل من الانصهار والتجمد بمعدلات متساوية .
كما في المعادلة ($H_2O(s)$ + طاقة حرارية → $H_2O(l)$)
- تحت ضغط جوّي اعتيادي تبقى درجة حرارة نظام يحتوي على ثلج وماء عند درجة حرارة 0°C ما داما موجودين معاً ، وتبقي درجة الحرارة هذه ثابتة مهما تكن درجة حرارة الوسط المحيط .

▪ الحرارة المولية للانصهار

" ---------- "

- تعتمد الحرارة المولية للانصهار كالحرارة المولية للتبخير **على التجاذب بين جسيمات الصلب .**
- بزيادة الحرارة الممتصة تزداد الطاقة الكامنة للصلب التي توظف للتغلب على قوى الجذب التي تربط بين الجزيئات ، وفي الوقت ينخفض ترتيب الجسيمات انخفاضاً كبيراً عندما تتحول الجسيمات من الحالة الصلبة إلى الحالة السائلة .

▪ التصعيد (التسامي) والترسيب

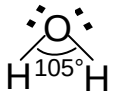
- **التصعيد (التسامي)** : ---------- .
- **الترسيب :** ---------- .

- من المواد المتسامية عند درجة حرارة الغرفة : الثلج الجاف (CO_2 الصلب) – اليود .
ويتسامى الثلج العادي ببطء عند درجات الحرارة التي تقل عن درجة حرارة انصهاره (0°C)
- ويعد تكون الجليد على السطوح الباردة مثالاً شائعا على عملية **الترسيب**
- يحدث **التسامي** في ثلاجات التجمد الحر frost free حينما تُرفع الحرارة في حجرة التجميد بصورة دورية ، لجعل أي كمية من الثلج المتكون تتسامى بسرعة ، ثم تقوم ساحبة كهربائية بإزاحة بخار الماء المتكون .

القسم 6 – 4 الماء

- الماء هو المادة الأكثر شيوعاً في حالاتِها الفيزيائية الثلاث (السائلة – الصلبة – الغازية) ، والماء هو السائل الأكثر توفراً على سطح الأرض (يغطي 75% من سطح الأرض)

○ بنية الماء



- يتكون جزئ الماء من ذرتي هيدروجين وذرة أكسجين متحدة بروابط تساهمية قطبية .
وأظهرت التجارب أن جزئ الماء زاوي الشكل ويمكن تمثيل بنيته كما يلي :
- تبلغ قيمة الزاوية بين رابطتي الهيدروجين – الأكسجين 105° وتقترب هذه القيمة من قيمة الزاوية المتوقعة لتهجين sp^3 الخاصة بأفلاك ذرة الأكسجين .
- تترابط الجزيئات في الماء أو الثلج بروابط هيدروجينية ، ويقل عدد الجزيئات المترابطة بارتفاع درجة الحرارة .
- **الجزيئات غير القطبية كالميثان CH_4 شبيهة بجزيئات الماء كتلة وحجماً ، بينما يوجد الميثان غازاً عند درجة حرارة الغرفة .**
- وذلك لأن ----------

- **للثلج كثافة منخفضة أقل من كثافة الماء السائل ،**
- لأن ----------
- عدد الروابط الهيدروجينية بين جزيئات الماء عند درجة الحرارة 0°C أقل من عددها بين جزيئات الثلج وأكثر عشوائية عند درجة الحرارة نفسها .
وهذا ما يجعل جزيئات الماء تتجمع متقاربة وبالتالي يكون الماء أكثر كثافة من الثلج .
- **درجة غليان الماء عالية نسبياً بالمقارنة مع سوائل أخرى لها كتل مولية مشابهة للكتلة المولية للماء .**
بسبب ----------

○ الخصائص الفيزيائية للماء

- يكون الماء عند درجة حرارة الغرفة شفافاً عديم الرائحة والطعم واللون .
- **الحرارة المولية لانصهار الثلج (6.009 kJ/mol) والحرارة المولية لتبخير الماء (40.79 kJ/mol)**
- **تعيش الكائنات الحية في البحار والمحيطات المتجمدة ،**
يفسر ذلك ----------

- **يعتبر الماء مفيداً في أنظمة التدفئة البيتية بالبخار ،**
- يفسر ذلك ----------

♥ **مسائل :**

القانون | **الطاقة الحرارية (kJ) = كمية المادة (mol) × الحرارة المولية للانصهار أو الغليان (kJ)**

1- ما كمية الطاقة الحرارية الممتصة عند انصهار 47.0 g من الثلج ؟ الجواب : 15.7 kJ

2- ما كمية الطاقة الحرارية الممتصة عند غليان 67.0 g من الماء ؟ الجواب : 106 kJ

3- ما كمية الطاقة الحرارية المتحررة عند تجمد 506 g من الماء ؟ الجواب : 169 kJ

4- ما كتلة البخار اللازمة لتحرير $4.97x10^5$ kJ من الطاقة الحرارية عند التكثف ؟ الجواب : $2.20x10^5$ g
---
5- أوجد قيمة الحرارة المولية لتبخير مادة إذا علمت أن 3.21 mol منها يمتص 28.4 kJ من الطاقة عندما تتحول من حالة السيولة إلى الحالة الغازية الجواب : 8.85 kJ/mol
---

أسئلة مراجعة القسم 6-1

أولاً : اختر الإجابة الصحيحة لكل مما يأتي :

1- بالمقارنة مع جسيمات الغاز،تكون جسيمات السائل
أ- أكثر نشاطا وطاقة . ب- أكبر حجما . ج- قليلة الحركة د- متباعدة.

2- تشمل القوى البينية لجسيمات السائل كل ما يأتي ماعدا
أ- قوى تشتت لندن . ب- روابط هيدروجينية ج- قوتي جذب ثنائية القطب - ثنائية القطب د- قو ى تساهمية .

3- جسيمات كل من الغازات والسوائل لها
أ- ذرات فقط . ب- القدرة على تبادل أماكنها مع جسيمات أخرى. ج- القدرة على الاهتزاز في موقع ثابت . د- صفة التجمع .

4- تكون انضغاطية السوائل بشكل عام
أ- أقل من انضغاطية الغازات . ب- أكثر من انضغاطية الغازات . ج- مساوية لانضغاطية الغازات د- صفراً

5- تكون القوى البينية للجسيمات
أ- أقل تأثيرا في المواد الصلبة منها في السوائل ب- أكثر تأثيرا في الغازات مقارنة بالمواد الصلبة
ج- متساوية التأثير في الغازات والسوائل . د- أكثر تأثيرا في السوائل مقارنة بالغازات .

6- إن الحركة البطيئة لجسيمات السائل ، مقارنة مع حركة جسيمات الغاز، سببها أن السائل
أ- أكثر انتظاما. ب- أقل كافة . ج- أكثر برودة . د- أعلى طاقة

7- تكون قوى الجذب في السوائل
أ- شديدة لدرجة تمنع الجسيمات من تغيير مواقعها. ب- ضعيفة لتثبيت الجسيمات في مواقعها.
ج- أكثر فاعلية من جسيمات المادة الصلبة . د- قوية لدرجة أنها تحد من حركة الجسيمات .

8- تكون جسيمات السائل في العادة
أ- متقاربة ، وقليلة الطاقة مقارنة بالصلب . ب- متباعدة ، وكثيرة الطاقة مقارنة بالغاز.
ج- متقاربة ، وقليلة الطاقة مقارنة بالغاز. د- متباعدة ، وقليلة الطاقة مقارنة بالصلب .

9- أي مصطلح يصف عملية انفلات الجسيمات من سطح سائل دون درجة الغليان وتحوّلها إلى الحالة الغازية ؟
أ- التبخير ب- التبخر ج- التوتر السطحي. د- التكثف

10- ما الذي يسبب انفلات جسيمات سائل إلى الحالة الغازية ؟
أ- طاقة حركية عالية ب- درجة حرارة التجمد. ج- التوتر السطحي. د- القوى البينية

11- ما العملية الفيزيائية التي يتغير فيها سائل إلى صلب عند فقدان الحرارة ؟
أ- التجمد أو التصلب . ب- تنظيم الجسيمات . ج- الانصهار. د- التكثف

12- يتكون صلب عندما يتعرض متوسط طاقة جسيمات مادة
أ- لزيادة. ب- لنقصان . ج- لنقصان ثم لزيادة . د- لعدم تغير.

13- أيٌّ من العبارات التالية لا تنطبق على التجمد ؟
أ- جميع السوائل تتجمد . ب- يتجمد عند درجة حرارة $0°C$.
ج- جميع السوائل تتجمد عند الدرجة نفسها. د- بعض السوائل تتجمد عند درجة حرارة الغرفة .

14- ما المتوقع حصوله عندما ينخفض متوسط طاقة جسيمات سائل ؟
أ- تبخير. ب- تبخر. ج- انصهار. د- تجمد

أسئلة مراجعة القسم 6-2

أولاً : اختر الإجابة الصحيحة لكل مما يأتي :

1- جسيمات المادة الصلبة
أ- لا تتحرك . ب- تهتز بضعف حول مواقعها الثابتة .
ج- تهتز بنشاط . د- تبادل مواقعها بسهولة ويُسر.

2- تكون قوى التماسك للجسيمات أشدّ ما يمكن في
أ- المادة الصلبة . ب- السائل . ج- الغاز د- البخار

3- يكون مستوى طاقة جسيمات المادة الصلبة
أ- أعلى من مستواه في جسيمات الغاز. ب- عاليا بما يسمح للجسيمات أن تتبادل المواقع .
ج- أعلى من طاقة جسيمات السائل . د- أقل من طاقة جسيمات السائل والغاز.

4- بالمقارنة مع جسيمات السائل ، تكون جسيمات الصلب في العادة
أ- أعلى طاقه . ب- أكثر تقارباً . ج- أكبر كتلة . د- أكثر سيولة

5- تكون القوى البينية لجسيمات الصلب
أ- أضعف من جسيمات الغاز. ب- من الضعف بحيث لا يمكنها أن تمسك بالجسيمات في موقع محدَّد
ج- أشد قوة من جسيمات السائل . د- ذات أنواع مختلفة مقارنة بالسائل .

6- تكون انضغاطية المادة الصلبة عموماً
أ- أقل من انضغاطية السوائل والغازات ب- أعلى من انضغاطية السوائل .
ج- مساوية تقريبا لانضغاطية السوائل . د- صفراً .

7- للمواد الصلبة أحجام محددة لأن
أ- الجسيمات لا تمتلك القدرة على تغيير مواقعها. ب- الجسيمات متباعدة .
ج- الجسيمات يسهل ضغطها. د- طاقة الجسيمات عالية .

8- تكون المواد بصورة عامة
أ- أقل كثافة في حالة السائل . ب- أكثر كثافة في الغازات مقارنة بالصلب .
ج- أقل كثافة في الصلب مقارنة بالسوائل . د- أكثر كثافة في حالة الصلب .

9- يكون معدّل الانتشار في المواد الصلبة قليلاً جداً لأن
أ- الجسيمات مقيّدة الحركة . ب- سطح المادة الصلبة في حالة تماس دائم مع الغاز.
ج- قوى التجاذب ضعيفة . د- درجات الانصهار عالية .

10- تكون المواد الصلبة ، مقارنة بالغازات
أ- أسهل انضغاطية . ب- أكثر احتمالاً للانتشار . ج- أدنى كثافة . د- غير قابلة للانطغاط .

11- أي من الخصائص التالية تشترك فيها المواد الصلبة مع السوائل ؟
أ- الميوعة . ب- الشكل المحدَّد. ج- الحجم المحدَّد . د- المعدل المنخفض للانتشار.

12- ما الذي يسبِّب الكثافة العالية في المواد الصلبة ؟
أ- كون الجسيمات أكبر كتلة من جسيمات السوائل . ب- القوى البينية الضعيفة بين الجسيمات .
ج- تكدُّس الجسيمات وتراصّها. د- طاقة الجسيمات العالية جدا .

13- يتحدَّد الفرق بين المواد الصلبة البلورية واللابلورية بـ
أ- تغيرات درجة الحرارة ب- الضغط لدى تكوُّن المواد.
ج- درجة الانتظام في ترتيب الجسيمات . د- شدة قوى الجزيئات .

14- المادة الصلبة البلووية ، عند تسخينها،
أ- تزداد ليونتها تدريجيا قبل انصهارها. ب- تنصهر في مدى واسع من درجات الحرارة .
ج- تُظهر درجة انصهار محددة . د- تنصهر في درجة حراوة فوق درجة حرارة تجمُّدها بقليل .

15- تكون جسيمات الصلب اللابلورية بالمقارنة مع جسيمات الصلب البلوري
أ- عشوائية الترتيب . ب- تقع في تنظيم ثلاثي الأبعاد محدّد.
ج- محتوية على طبقات من جزيئات . د- ذات وحدة خلية أكثر تعقيداً.

16- أيّ من التالي مادة صلبة لابلورية ؟
أ- الثلج . ب- الألماس . ج- الجرافيت د- الزجاج

17- أيّ من التالي لا ينطبق على المواد الصلبة البلورية ؟
أ- لها شكل محدّد ثابت خارج الوعاء. ب- بإمكانها أن توجد كبلورة واحدة .
ج- تمسك بجزيئاتها في مواقع نسبية ثابتة . د- غير منتظمة هندسياً.

18- أيّ من التالي مادة صلبة بلورية ؟
أ- قنينة حليب بلاستيكية. ب- الكوارتز. ج- قنينة زجاجية د- أنبوب زجاجي ثلاثي الأبعاد

19- أيّ من حالات المادة الصلبة تحتوي على بلورات جزيئية تساهمية ؟
أ- الملح . ب- الماء. ج- الصوديوم د- الألماس .

20- ما التسمية التي تطلق على الترتيب ثلاثي الأبعاد لجسيمات البلورة ؟
أ- التماثل البلوري ب- التركيب البلوري. ج- وحدة الخلية د. النظام البلوري

21- أيّ من التالي لا علاقة له ببلورات الشبكة التساهمية ؟
أ- الموصلية العالية . ب- الصلاده . ج- درجة الانصهار العالية . د- الهشاشة .

22- أيّ من العبارات التالية لا تنطبق على البلورات الأيونية ؟
أ- تتألف من أيونات موجبة وأيونات سالبة في نمط منتظم .
ب- توفر قوى الترابط الشديدة بين أيوناتها الموجبة والسالبة خصائص معينة .
ج- تكون أيوناتها وحيدة أو متعددة الذرات .
د- تتكوّن من جزيئات متماسكة بقوى بينية .

23- ما الجزء الأصغر من شبكة البلورة الذي يُظهر النمط ثلاثي الأبعاد ؟
أ- وحدة الحلية. ب- شكل البلورة ج- نظام التناسق . د- التماثل البلوري.

أسئلة مراجعة القسم 3-6

أولاً : اختر الإجابة الصحيحة لكل مما يأتي :

1- عندما يحصل التجمد والانصهار في معدّل واحد ، يكون النظام
أ- متساميا. ب- مثالياً. ج- متجانساً د- متزنا .

2- يصبح النظام في حالة اتزان عندما
أ- لا يحصل أي تغير فيزيائي أو كيميائي ب- تلغي التغيُّرات الفيزيائية التغيُّرات الكيميائية المقابلة .
ج- تحصل التغيُّرات الفيزيائية أو الكيميائية في معدلات متساوية . د- تحصل تغيُّرات فيزيائية فقط .

3- في حالة تغير أيّ سائل إلى بخار، يكون ذلك السائل
أ- قد امتصّ طاقة حرارية من محيطه . ب- في حالة اتزان مع بخاره. ج- يغلي د- يتكاثف

4- إذا زاد معدّل التبخر من سطح سائل على معدّل التكثف فإن
أ- النظام في حالة اتزان . ب- السائل يغلي.
ج- الطاقة لم تعد متوافرة . د- تركيز البخار في تزايد.

5- عند ثبات درجة الحرارة ومساحة السطح لسائل ، فإن
أ- السائل لا يكون في حالة اتزان مع بخاره . ب- التبخُّر لم يعد حاصلاً.
ج- معدل التبخُّر يبقي ثابتا. د- معدل التكثُّف أكبر من معدل التبخُّر.

6- تدخل جزيئات سطح السائل في حالة البخار فقط ، عندما
أ- لا تصل إلى حالة الاتزان . ب- يكون تركيز البخار صفراً .
ج- تكون طاقتها عالية لدرجة أنها تتفوق على قوى الجذب في السائل . د- لا يحصل تكثف.

7- يقل تركيز البخار عندما
أ- يزداد معدّل التبخر. ب- تبقى درجة الحرارة ثابتة .
ج- ترتفع درجة الحرارة . د- يفوق معدّل االتكثف معدّل التبخر.

8- أبقي نظام سائل - بخار في حالة اتزان عند درجة حرارة ثابتة ، فيما تمت مضاعفة حجم النظام . متى تستعاد حالة الاتزان ؟
أ- عندما يقل تركيز جزيئات البخار ب- عندما يكون ضغط البخار مساوياً لضغط البخار الأصلي
ج- عندما يزداد حجم السائل بصورة ملحوظة . د- عندما يزداد عدد جزيئات السائل .

9- عند رفع درجة حرارة نظام متزن (سائل - بخار) ستكون لحالة الاتزان الجديدة
أ- نسبة مئوية أعلى من السائل . ب- نسبة مئوية أعلي من البخار..
ج- كميات متساوية من السائل والبخار. د. نسبة السائل 100 %

10- ماذا يحدث عندما يقل حجم نظام متزن (سائل - بخار)؟
أ- تنخفض درجة الحرارة . ب- تتكون نسبة أعلى من السائل .
ج- تتكوّن نسبة أعلى من البخار. د- ينخفض الضغط البخاري.

11- إذا انخفضت درجة حرارة نظام متزن (سائل - بخار) فإن
أ- تركيز البخار يقل . ب- معدل التبخير يزداد.
ج- الاتزان لا يتأثر. د- النسبة المئوية للسائل في النظام تقل .

12- عندما يزداد حجم نظام متزن (سائل - بخار) ، يكون تأثير ذلك
أ- زيادة في التكثف. ب- قلة في التبخُّر. ج- زيادة في الضغط البخاري. د- زيادة في التبخُّر.

13- إذا ارتفعت درجة حرارة نظام متزن (سائل - بخار) ، ستصبح حالة الاتزان الجديدة
أ- ذات تركيز بخار أقل . ب- ذات تركيز بخار أكثر.
ج- ذات معدلات تكاثف وتبخر غير متساوية . د- أكبر حجماً.

14- إذا رُفعت درجة حرارة نظام متزن ومغلق (سائل - بخار) ، فإن ضغط بخاره
أ- ينقص . ب- يزداد ج- يبقى كما هو. د- لا توجد علاقة .

15- إن الضغط البخاري لسائل معيّن
أ- هو نفسه في جميع السوائل .
ب- هو ذلك الضغط الذي يقاس عند درجة حرارة 0°C فقط .
ج- يبقى ثابتاً في ذلك السائل وعند جميع درجات الحرارة .
د- هو الضغط الذي يؤثر به بخار في حالة اتزان مع سائله عند درجة حرارة معيّنة .

16- عند درجة حرارة معيّنة ، يصبح للسوائل المختلفة ضغوط بخارية مختلفة ، لأن
أ- طاقة الجسيمات هي نفسها في السوائل المختلفة . ب- معدلات الانتشار متساوية في السوائل .
ج- قوى التجاذب بين الجسيمات تختلف باختلاف السوائل د- السوائل جميعاً لا تكون في حالة اتزان في الوقت نفسه

17- السائل المتطاير هو السائل
أ- الذي يمتلك قوى تجاذب شديدة بين جسيماته . ب- الذي يتبخّر بسرعة .
ج- الذي ليس له رائحة . د- الأيوني .

18- إن الضغط البخاري للماء
أ- يكون ثابتاً عند جميع درجات الحرارة ب- يكون محدّداً عند درجات حرارة معيّنة .
ج- ليس له علاقة بدرجات الحرارة . د- يتناسب عكسياً مع درجات الحرارة .

19- يزداد الضغط البخاري لسائل بارتفاع درجة الحرارة وذلك بسبب
أ- انخفاض معدّل التكثف. ب- زيادة معدل طاقة الجسيمات في السائل .
ج- نقص الحجم . د- انخفاض درجة الغليان .

20- من المتوقع ان يكون الضغط البخاري لمركّب أيوني منصهر
أ- أقل من الضغط البخاري للمركبات الأخرى ب- صفراً ، إلا إذا كان في حالة غليان .
ج- أعلى من الضغط البخاري للسوائل المتطايرة د- متناسباً مع الحجم .

21- يغلي الماء الواقع تحت ضغط يزيد علي 760 mmHg عند درجة حرارة
أ- أعلى من 100 °C ب- أقل من 100 °C ج- 100 °C د- 4 °C

22- لماذا يجد متسلق قمة جبل إيفرست أن الماء يغلي عند درجة حرارة أقل من 100 °C ؟
أ- لوجود ضغط جوي أعلى من الضغط الجوي عند مستوى سطح البحر. ب- لأن اللهب المستخدم في التسخين أشد على هذا الارتفاع .
ج- لأن الضغط الجوي أقل من الضغط الجوي عند مستوى سطح البحر. د- البخار الجوي قليل .

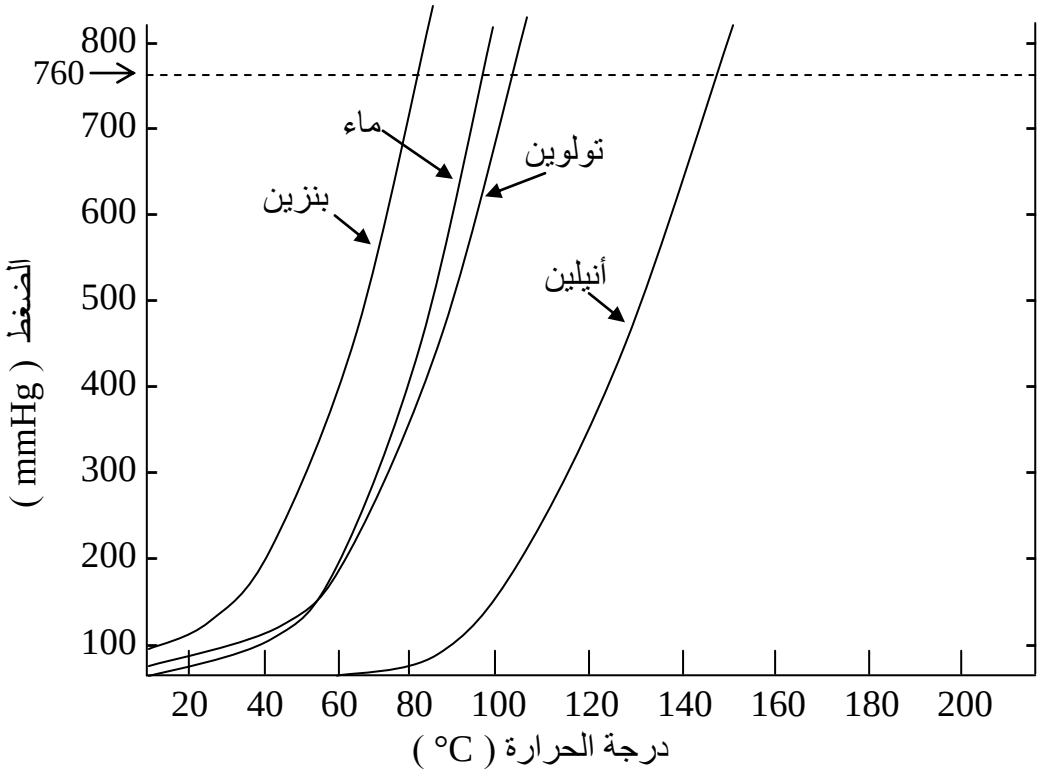
23- يغلي الجليسرول عند درجة حرارة أعلى من درجة غليان الماء ،هذا يعني أن قوى التجاذب بين جسيمات الجليسرول
أ- غير موجودة . ب- أضعف من القوى بين جسيمات الماء.
ج- هي القوى نفسها بين جسيمات الماء. د- أقوى من القوى بين جسيمات الماء.

24- تبلغ درجة غليان إيثر ثنائي الإيثيل حوالي 35°C تحت ضغط 1atm ، ما ستكون عليه درجة غليانه تحت ضغط 1.5 atm
أ- -10 °C ب- 20 °C ج- 40 °C د- 100 °C

25- درجة حرارة السائل في أثناء غليانه
أ- تبقى ثابتة . ب- ترتفع . ج- تنخفض د- تقترب من درجة الغليان القياسية .

26- إن السائل في أثناء عملية التجمّد
أ- يفقد طاقته الحركية . ب- يفقد طاقته الكامنة . ج- يكتسب طاقة كامنة . د- يكتسب طاقة حركية.

27- عند انخفاض الضغط الجوي على سطح سائل ، فإن درجة غليانه
أ- تنخفض ب- ترتفع ج- تبقى ثابتة . د- لا علاقة لها بذلك .



28- وفقاً للشكل أعلاه ، ما المادة الأكثر تطايراً ؟
أ- البنزين ب- التولوين ج- الماء د- الأنيلين

29- ماذا يمثل الخط المنقط في أعلى الشكل ؟
أ- عدد مولات السائل الموجود ب- درجة حرارة السوائل الثلاثة مجتمعة
ج- الضغط الجوي القياسي د- درجة الغليان

أسئلة مراجعة القسم 6-4

أولاً : اختر الإجابة الصحيحة لكل مما يأتي :

1- إن الزاوية المحصورة بين الروابط H - O في جزئ الماء هي دليل على
أ- تهجين sp^3 . ب- تهجين sp^2 ج- الأفلاك 2s د- الأفلاك 2p

2- ما النمط المحدّد الذي تتجمّد به جزيئات الماء ؟
أ- سداسي الأضلاع ب- ثلاثي الزوايا ج- مربع . د- دائري .

3- لماذا تكون جزيئات الماء قطبية ؟
أ- لأنها تحتوي على نوعين من الذرّات . ب- لارتفاع السالبية الكهربائية للاكسجين عن الهيدروجين .
ج- لأن الروابط الهيدروجينية ضعيفة . د- لاحتوائها على روابط تساهمية .

4- لماذا يكون الثلج أقل كثافة من الماء ؟
أ- لأن عدد الجزيئات المجمعة في الماء أكبر منها في حالة الثلج ب- لأن مستوى طاقة الماء أقل من مستواها في الثلج ج- لأن جزيئات الماء متباعدة أكثر من جزيئات الثلج . د-لأن للماء شوائب كيميائية أقل .

5- ما الذي يجمع جزيئات الماء في حالة الثلج ؟
أ- روابط ايونية . ب- قوى تنافر بينية . ج- روابط هيدروجينية د- روابط أكسجين - أكسجين .

6- إذا كانت جزيئات الماء غير قطبية ، فمن المتوقّع أن
أ- الماء صلباً عند درجة حرارة الغرفة . ب- الماء قابلاً للاشتعال .
ج- يكون الماء غازا عند درجة حرارة الغرفة . د- تكون الروابط الهيدروجيبية أكثر قوة (أشد)

7- إن فرق السالبية الكهربائية بين الأكسجين والهيدروجين في جزئ الماء يؤدي إلى
أ- قابلية اشتعال ب- تكوّن رابطة قطبية ج- وجود ترابط أيوني د- شكل خطّي

8- ما درجة تجمد الماء الموجود تحت الضغط الجوّي القياسي ؟
أ- -10 °C ب- 0 °C ج- 4 °C د- 32 °C

9- كيف تقارن الحرارة المولية لانصهار الثلج مع الحرارة المولية لانصهار بقية المواد الصلبة ؟
أ- نفسها تقريباً . ب- تكون أقل نسبياً .
ج- تكون أكثر نسبياً . د- تكون مشابهة للحرارة المولية لانصهار المواد الصلبة عديمة اللون

10- يتحوّل الماء من حالة السيولة إلى الصلابة عند درجة حرارة 0°C وتحت ضغط
أ- 1 atm ب- 706 mmHg ج- -1 atm د- 1.436 atm

11- ما درجة غليان الماء الموجود تحت الضغط القياسي ؟
أ- 100 °C ب- 112 °C ج- 212 °C د- 200 °C

12- في أي درجة يصبح الماء في أقصى كثافته ؟
أ- 0 °C ب- 2 °C ج- 4 °C د- 6 °C

13- عندما يسخن الماء من درجة تجمده إلى درجة حرارة 4 °C ، فإنه
أ- يتقلص . ب- يتمدّد ج- يحافظ على حجم ثابت د- يزداد وزنه

14- لماذا لا يتجمّد الماء تماماً في البحيرات والبرك ذات المناخ المعتدل خلال فصل الشتاء ، فيقتل كافة أنواع الحياة التي تعيش فيه ؟
أ- لأن الماء عديم اللون. ب- لأن الثلج يطفو.
ج- لأن الحرارة المولية لانصهار الثلج منخفضة نسبياً. د- لأن الماء يتقلص عند تجمده

15- ما خصائص الماء التي تجعل بخاره مفيدا لنظام التدفئة المنزلية
أ- حرارة مولية مرتفعة للتبخير. ب- حرارة مولية منخفضة للانصهار
ج- كثافة عالية . د- درجه غليان منخفضة .

16- تبلغ الحرارة المولية لتبخير الماء 40.79 kJ عند درجة حرارة 100°C فما حرارة تبخير 1.00 g من الماء ؟
أ- 40.79 J ب- 80.3 J ج- 500 J د- 2.26 kJ

17- تبلغ الحرارة المولية لانصهار الثلج 6.009 kJ/mol كم يلزم من طاقة لصهر 94.0 g من الثلج ؟
أ- 0.869 kJ ب- 81.7 kJ ج- 31.3 kJ د- 282. kJ

18- تبلغ الحرارة المولية لانصهار الثلج 6.009 kJ/mol ما كمية الحرارة المتحرِّرة عند تجميد 253 g من الماء
أ- 759 kJ ب- 0.429 kJ ج- 2.33 kJ د- 84.4 kJ

19- الحرارة المولية القياسية لتبخير الماء 40.79 kJ/mol كم يلزم من طاقة لتبخير 94.0 g من الماء ؟
أ- 0.128 kJ ب- 213 kJ ج- 41.5 kJ د- 7.81. kJ

20- الحرارة المولية القياسية لتبخير الماء 40.79 kJ/mol كم هي كتلة البخار اللازمة لتحرير 500. kJ من الطاقة الحرارية أثناء التكثف ؟
أ- 221 g ب- 325 g ج- 1130 g د- 1660 g

أسئلة إجابة قصيرة :

1- اقترح كيف يحصل التبخر

الجواب :

للجسيمات في السائل طاقات حركية مختلفة . تتغلب الجسيمات الموجودة في سطح السائل التي لها متوسط طاقة أعلى على القوى البينية التي تربطها بالسائل . لذلك تنفلت هذه الجسيمات من السائل لتدخل الحالة الغازية .

2- قارن بين التبخير والتبخر.

الجواب :

التبخير *هو العملية التي يتحول فيها السائل أو الصلب إلى غاز.*

أما ***التبخر*** *فهو نوع من التبخير ، وبعبارة أدق هو تلك العملية التي تنفلت فيها الجسيمات من سطح السائل لتدخل الحالة الغازية .*

3- كيف يتكون الصلب ؟

الجواب

عندما يبرد السائل ، يتدنى معدل طاقة جسيماته . وعندما تصبح الطاقة قليلة ، تعمل قوى التجاذب بين الجسيمات على تقريبها لتصبح أكثر انتظاما. إن هذا الترتيب المنتظم هو الصلب .