

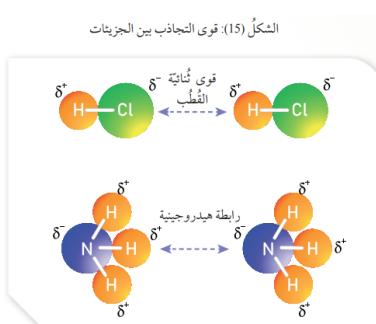
الدرس الثاني : الخصائص الفيزيائية للسوائل : Physical Properties of Liquids

- ترتبط جزيئات المواد المختلفة في الحالة السائلة والصلبة ، وكذلك ذرات الغازات النبيلة بقوى تجاذب معينة.
- تؤثر قوى التجاذب بين الجزيئات في الخصائص الفيزيائية لها. وقد درست ثلاثة أنواع من هذه القوى؛ وهي :

1. **الرابطة الهيدروجينية** : التي تنشأ بين الجزيئات القطبية التي تحتوي على ذرة هيدروجين مرتبطة برابطة تساهمية مع إحدى الذرات ذات السالبية الكهربائية العالية وهي (F, O, N) .

- حيث ترتبط ذرة **الهيدروجين** هذه بذرة (F, O, N) من جزيء آخر. وتعد أقوى **أنواع قوى التجاذب** بين الجزيئات.

2. **قوى ثنائية القطب** : الجزيئات القطبية الأخرى فترتبط بقوى تنشاء عندما ترتبط ذرة تحمل شحنة جزئية موجبة في جزيء بذرة تحمل شحنة جزئية سالبة من جزيء آخر، وهي أقل قوة من الرابطة الهيدروجينية. (انظر الشكل 15)



3. **قوى لندن** : هي القوى الناشئة عن الاستقطاب اللحظي للذرات أو الجزيئات و تكون في **الجزيئات غير القطبية** وهي أضعف أنواع قوى الترابط بين الجزيئات وتزداد قوتها بزيادة الكتلة المولية.

4. يوصف السائل بأنه مادة ذات **حجم ثابت** وتأخذ **شكل الإناء الذي توضع فيه**، ويمكن فهم خصائص السوائل اعتماداً على حركة جزيئاتها وقوى التجاذب بينها.

5. جزيئات السائل في حركة مستمرة وعشوانية كالغازات، وهذا سبب تسمية السوائل والغازات بالمائع.

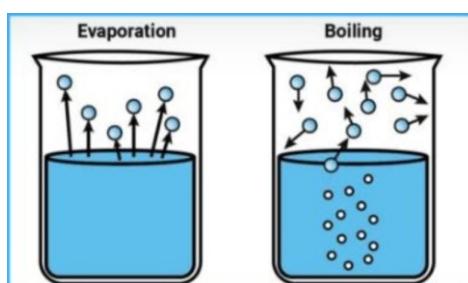
6. **المائع** : هو المادة التي لها القدرة على الجريان أو الانسياب، وتأخذ شكل الإناء الموجودة فيه.

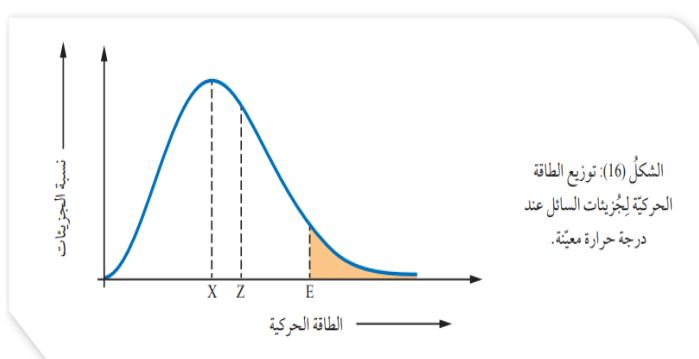
7. ترابط جزيئات السائل بقوى تجاذب ضعيفة نسبياً، يجعلها أكثر تقارباً، وطاقتها الحركية أقل من جسيمات الغاز، وهذا التقارب يجعلها **غير قابلة للانضغاط** ، كما تكون كثافتها أكبر من **كثافة الغازات**.

8. أهم خصائص السوائل :

1. التبخر

- عملية **التبخر** بأنها : تحول المادة من الحالة السائلة إلى الحالة الغازية.
- حتى تحدث عملية التبخر يجب أن تكون الطاقة الحرارية لبعض الجزيئات كافية للتغلب على قوى التجاذب بينها وبين الجزيئات المحيطة بها، ففقط من سطح السائل إلى الحالة الغازية.





يوضح الشكل (16) توزيع الطاقة الحركية لجزيئات السائل عند درجة حرارة معينة؛ حيث تمثل الرموز (X , Z , E) ما يأتي :

X : الطاقة الحركية التي يمتلكها أكبر عدد من جزيئات السائل.

- Z : متوسط الطاقة الحركية للجزيئات.
- E : الحد الأدنى من الطاقة الحركية اللازمة للتغلب على قوى التجاذب بين جزيئات السائل.

أما المنطقة المظللة فتمثل نسبة الجزيئات التي تمتلك طاقة كافية للتباخر.

نلاحظ من المنحنى، وجود جزء يبدأ

نلاحظ من المنحنى وجود جزيئات تمتلك طاقة كافية للتبخر ناتجة عن الحركة الدائمة والتصادمات المستمرة بين جزيئات السائل ففقد بعض الجزيئات المتصادمة طاقة تكتسبها الجزيئات الأخرى وتزيد الطاقة الحركية لبعض الجزيئات، فتصبح كافية للتغلب على قوى التجاذب التي تربطها مع الجزيئات المحيطة بها، ففقط من سطح السائل، أي تتبخر.

- سؤال (78) : فسّر حدوث عملية التبخر من سطح السائل عند أي درجة حرارة .
الجواب : نظراً لوجود جزيئات تمتلك حداً أدنى من الطاقة اللازمة للتباخر في أي لحظة.

الجواب :

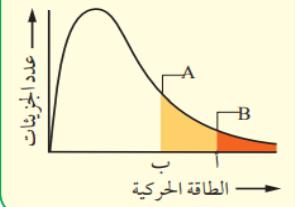
أ) الحد الأدنى من الطاقة الحركية اللازمة للتغلب على قوى التجاذب بين جزيئات السائل B.

ب) الحد الأدنى من الطاقة الحركية اللازمة للتغلب على قوى التجاذب بين جزيئات السائل A .

سؤال (79) :

افخر يمثل الشكل الذي توزع
الطاقة الحرارية لجزيئات السائلين
A عند درجة حرارة معينة.
- ماذا تمثل كل من النقطتين

-أيُّ السائِلَيْنَ أَسْرَعُ تَبَخْرًا عِنْدَ
دَرْجَةِ الْحَرَارَةِ نَفْسِهَا؟



السائل A أسرع تبخراً من السائل B لأن الحد الأدنى من الطاقة اللازمة لتبخره أقل من السائل B.

حيث السائل A يمتلك عدد جزيئات أكبر تمتلك طاقة أكبر .



♦ العوامل المؤثرة في سرعة التبخر :

1. قوى التجاذب بين الجزيئات :

تختلف السوائل في سرعة تبخرها اعتماداً على قوى التجاذب بين جزيئاتها عند ثبات درجة الحرارة، ويبيّن الجدول (1) نوع قوى التجاذب بين جزيئات سائلين؛ كحول الإيثانول والأسيتون، ومقارنة بين سرعة تبخرهما.

المادة	نوع قوى الترابط بين جزيئاتها في الحالة السائلة	الحد الأدنى من الطاقة اللازمة للتبخر	سرعة التبخر
كحول الإيثانول <chem>CH3CH2OH</chem>	الروابط الهيدروجينية	أكبر	أقل سرعة
الاسيتون <chem>CH3COCH3</chem>	ثنائية القطب	أقل	أسرع

كلما كانت الروابط بين الجزيئات **أقوى** ، تحتاج طاقة أكبر لتبخرها ، وتكون **سرعة التبخر لها قليلة**.
كلما زادت الكتلة المولية له .

- **سؤال (80) : تختلف سرعة (معدل) تبخر السائل تبعاً لاختلاف السائل .**
- **الجواب :** لأن قوى التجاذب بين الجزيئات تختلف من سائل إلى آخر

- **سؤال (81) : إذا وضعت كمية معينة من البنزين (C₆H₆) في كأس مفتوح للهواء (كأس مفتوح) ولو وضعت نفس الكمية من الماء في كأس مفتوح ، عند نفس درجة الحرارة . أي الكأسين سيأخذ زماناً أكبر يتبخر بشكل كامل ؟**
- **الجواب :**

سوف يتبخر البنزين خلال وقت معين ثم يختفي منه تماماً بمرور الوقت. أمّا الماء فسوف يستغرق تبخره زمناً أطول من الزمن اللازم لتبخر البنزين ، وهذا سببه أن قوى التجاذب بين جزيئات الماء أكبر من قوى التجاذب بين جزيئات البنزين.

- **سؤال (82) : أيهما أسرع تبخرا عند نفس درجة الحرارة الإيثير أم الماء ؟ فسر إجابتك .**
- **الجواب :** الإيثير CH₃CH₂OCH₂CH₃ ، الماء (H₂O) ، ففي حالة الإيثير تكون قوى التجاذب بين جزيئاته ضعيفة إلى حد ما، ولها لا تحتاج جزيئات الإيثير إلى طاقة عالية كي تتغلب على قوى التجاذب الضعيفة الواقعة بينها. أما في حالة الماء، فإن قوى التجاذب بين جزيئاته عالية. ولها تحتاج جزيئات الماء التي قد تهرب من سطحه وتحول إلى بخار، إلى طاقة أعلى بكثير من مثيلتها في حالة الإيثير. ولها السبب فإنه عند نفس درجة الحرارة يعد الإيثير أكثر تطايراً وأسرع وأعلى في ضغطه البخاري من الماء.

- **سؤال (83) أتحقق : أرتّب السوائل الآتية تصاعدياً تبعاً لتزايد سرعة تبخرها .**



الجواب : CHCl₃ : جزيء قطبي تكون الروابط بين جزيئاته ثنائية القطب. متوسطة القوة

CH₃OH : جزيء قطبي تكون الروابط بين جزيئاته هيدروجينية . القوية

CH₃CH₃ : جزيء غير قطبي تكون الروابط بين جزيئاته قوى لدن الضعيفة .

الترتيب : CH₃CH₃ > CHCl₃ > CH₃OH



2. درجة الحرارة.

- نظراً لأن الطاقة الحركية لجزيئات المادة تتناسب تناصباً طردياً مع درجة الحرارة، فإن الطاقة الحركية لجزيئات السائل **تزداد** بزيادة درجة الحرارة، بذلك **يزداد** تبخر السائل.

سؤال (84) : عند درجة حرارة معينة هل تكون جميع الجزيئات لها نفس الطاقة الحركية ؟

الجواب : عند ثبوت درجة الحرارة لا تكون الطاقة الحركية لجميع جزيئات السائل متساوية. أي أنها لا تتطابق جميعاً بسرعة واحدة، بل تكون هناك بعض الجزيئات التي تقل طاقتها الحركية عن متوسط الطاقة الحركية لأغلب جزيئات السائل. كما أن هناك نسبة أخرى من الجزيئات تكون طاقتها الحركية أعلى من هذا المتوسط.

سؤال (85) : ماذا يحدث لدرجة حرارة السائل الذي تتبعه جزيئاته ؟

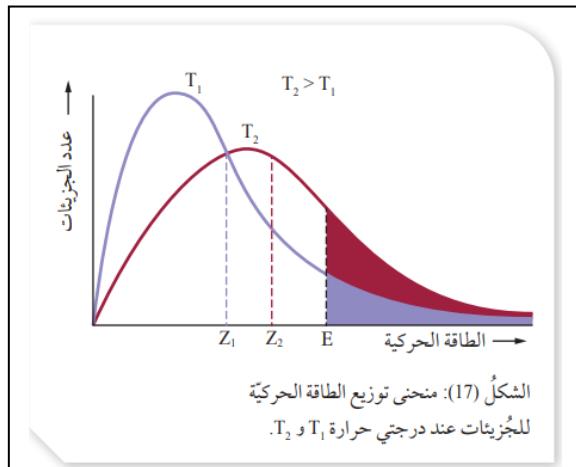
الجواب : إن هروب بعض الجزيئات عالية الطاقة من سطح السائل سوف يؤدي إلى خفض متوسط الطاقة الحركية للجزيئات التي تبقى في هذا السائل. ويتربّ على ذلك أن عملية التبخر تؤدي إلى خفض درجة حرارة السائل .

سؤال (86) : لماذا تتبع السوائل تلقائياً عند درجة حرارة الغرفة؟

الجواب : لأن جزيئات السائل في حركة مستمرة، وبعض الجزيئات لها سرعات كبيرة أي طاقة حركية مرتفعة ، وهذه الجزيئات التي لها طاقة حركية مرتفعة يمكنها أن تتغلب على قوى التجاذب بين جزيئات السائل وتهرب من سطح السائل (تبخر)، بشرط أن تكون قريبة من السطح. وعندما يفقد السائل جزيئاته ذات الطاقة الحركية المرتفعة فإن درجة حرارة السائل تنخفض. لذا يمتص السائل حرارة من الوسط المحيط (الجو المحيط) فتزداد الطاقة الحركية لبعض الجزيئات فتبخر، وتستمر هذه العملية حتى يتبخّر كل السائل .

سؤال (87) : علّ نشعر بالبرودة بعد الإستحمام ؟

الجواب : لأن الماء عندما يتبخّر من على أجسامنا يسحب حرارة منها فنشعر بالبرد. ومثله العرق الذي يخرج من أجسامنا، فعندما يتبخّر يساعد الجسم على المحافظة على درجة حرارة الجسم .



سؤال (88) : ماذا يسمى الشكل المجاور ؟

الجواب : توزيع الطاقة الحركية لجزيئات السائل عند درجتي حرارة 1 و 2 حيث $T_2 > T_1$

سؤال (89) : ماذا يمثل الرمز E ؟

الجواب : يمثل الرمز (E) الحد الأدنى من الطاقة اللازمة للتخلّص ولا يعتمد على درجة الحرارة .
و عند مقارنة المساحة المظللة تحت المنحنيين، نجد أن عدد الجزيئات التي تمتلك الطاقة اللازمة للتخلّص عند درجة حرارة T_2 أكبر منها عند T_1

سؤال (90) : ماذا يمثل الرمز Z ؟

الجواب :

Z_1 : متوسط الطاقة الحركية لجزيئات عند درجة الحرارة T_1 .

Z_2 : متوسط الطاقة الحركية لجزيئات عند درجة الحرارة T_2 .

- سؤال (91) : فسر من خلال منحنى توزيع الطاقة الحركية تأثير درجة الحرارة على سرعة التبخر .

الجواب :

إن زيادة درجة الحرارة تزيد من متوسط الطاقة الحركية لجزيئات (Z) وتزيد من عدد التصادمات بينها، فيزداد عدد الجزيئات التي تمتلك الحد الأدنى من الطاقة اللازمة للتبخر وتزداد سرعة التبخر.

عملية تبخر مول واحد من الماء :



طاقة التبخر المولية للماء

- عملية التبخر عملية ماصة للطاقة .

ويوضح الجدول (2) طاقة التبخر المولية لعدد من السوائل .

الجدول (2): طاقة التبخر المولية لعدد من السوائل عند درجة الغليان .

اسم السائل وصيغته	قوى التجاذب بين الجزيئات	طاقة التبخر المولية عند درجة الغليان ΔH_{vap} (kJ/mol)	درجة الغليان °C
بنتان $CH_3(CH_2)_3CH_3$	لندي	25.79	36
-بيوتانول $CH_3(CH_2)_2CH_2OH$	روابط هيدروجينية	43.29	117.7
بيوتانول $CH_3COCH_2CH_3$	ثنائية القطبية	31.3	79.59

لاحظ ... تزداد طاقة التبخر المولية للسوائل بزيادة قوى التجاذب بين جزيئاته .

2. التكافث : Condensation

- التكافث : عملية تحول المادة من الحالة الغازية إلى الحالة السائلة التكافث Condensation

سؤال (93) أتحقق : كيف يحدث التكافث ؟

الجواب : تحدث عندما تنخفض درجة حرارة البخار فتقل الطاقة الحركية لجزيئاته وتقل سرعتها، وعندما تتقرب للحد الكافي تتجاذب متحولةً إلى الحالة السائلة .

- ينجم عن عملية التكافث تحرُّر كمية من الطاقة مساوية لكميَّة الطاقة المُمتصَّة عند التبخر .

سؤال (94) : وضح المقصود بطاقة التكافث المولية .

الجواب : كمية الطاقة الناتجة من تكافث مول واحد من بخار المادة من الحالة الغازية إلى الحالة السائلة عند درجة حرارة معينة .

- يمكن التعبير عن عملية تكافث مول من بخار الماء بالمعادلة :



- لاحظ أن طاقة التبخر المولية للماء تساوي طاقة تكافثه المولية .
- إن عملية التكافث طاردة للطاقة .



الجواب :

سؤال (95) :

سوف ترتفع درجة حرارة الماء عند تسخينه عند درجة حرارة 100°C ، و تثبت درجة الحرارة لفترة من الزمن مع استمرار التسخين و هذا يعني أن الماء سيمتص كمية طاقة حرارية إضافية تساعد في التغلب على قوى التجاذب بين جزيئاته ، متحولًا إلى بخار الماء ، و هذا يدل على أن بخار الماء يخزن طاقة حرارية أكبر من التي يخزنها الماء عند 100°C ، و عند ملامسته الجلد سينتkaاف مطلقاً هذه الحرارة مسبباً حروقًا أشد من التي يسببها الماء عند درجة حرارة 100°C .

أفحّش: **أفسّر**، بالاستعانة بالشكل الآتي الذي يمثل منحنى تسخين الماء: الحرقوق الناجمة عن بخار الماء أشدّ من تلك الناجمة عن الماء الساخن عند 100°C .

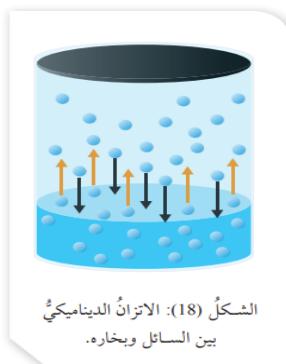


3. الضغط البخاري : Vapor Pressure

عند وضع سائل في وعاء مكشوف فإنه يستمر بالتبخر .

عند وضع السائل في وعاء **مغلق**؛ فإنه يبدأ بالتبخر بحيث تفلت من سطحه الجزيئات ذات الطاقة الحرارية العالية وبمرور الوقت يزداد عدد جزيئات بخار السائل داخل الوعاء، ويزداد تصادمها مع بعضها ومع جدار الوعاء وسطح السائل، قد نتائج ذلك بعض الجزيئات جزءاً من طاقتها الحرارية خلال تلك التصادمات فتkaاف.

بمرور الوقت يزداد عدد الجزيئات المتكافئة حتى يصبح مساوياً لعدد الجزيئات المتبقية خلال وحدة الزمن؛ أي أن سرعة التبخر تساوي سرعة التkaاف كما يوضح الشكل (18)، ويُوصَفُ هذا الوضع بأنه حالة اتزان ديناميكي .



عند الاتزان الديناميكي يثبت ضغط بخار السائل مع استمرار عملية التبخر والتkaاف بنفس السرعة .

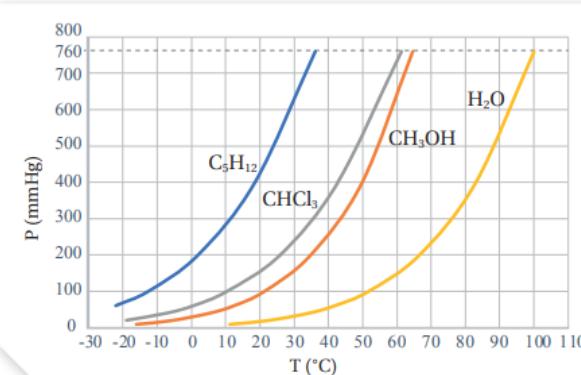
سؤال (96) : وضح المقصود بالضغط البخاري Vapor Pressure للسائل .

الجواب : الضغط الناجم عن جزيئات بخار السائل والمؤثر في سطحه عند الاتزان عند درجة حرارة معينة

سؤال (97) : ما هي العوامل التي تؤثر في الضغط البخاري للسائل ؟

الجواب : يتاثر الضغط البخاري للسائل بدرجة الحرارة و قوى التجاذب بين جزيئاته .

- يبين الشكل (19) تغير الضغط البخاري لأربعة سوائل: البنتان C_5H_{12} وثلاثي كلورو ميثان $CHCl_3$ ، والميثanol CH_3OH والماء H_2O ، مع زيادة درجة الحرارة.



الشكل (19): التغير في الضغط البخاري مع درجة الحرارة لعدد من السوائل.

أُحدِّدُ الضغطَ البخاريَّ لـكُلِّ مِنْ ثلَاثِيَّ كُلُورُومِيَثَانٍ وَالمِيَاثَانُولِ وَالْمَاءِ عَنْ دَرْجَةِ حرَارَةِ 50^{\circ}C، وَأُقَارِنُهُ بِقِيمَةِ ضَغْطِهِ الْبَخَارِيِّ الْوَارَدَةِ فِي الجُدولِ (3). مَاذَا أَسْتَنْجِ؟

- الاحظ : أنه كلما ازدادت درجة الحرارة ازداد الضغط البخاري للسائل. (**علاقة طردية**)
- ولمعرفة أثر قوى التجاذب بين جزيئات السائل في ضغطه البخاري؛ الاحظ قيم الضغط البخاري للسوائل الأربع عند درجة الحرارة نفسها ونوع قوى التجاذب بين جزيئات كل سائل. انظر الجدول (3).
- الجدول (3): أثر قوى التجاذب بين جزيئات السائل في ضغطه البخاري.

نوع قوى التجاذب بين جزيئات السائل	الضغط البخاري (mmHg) عند 20 °C	المادة	
روابط هيدروجينية	17.5	الماء	
روابط هيدروجينية	98	الميثanol	
ثنائية القطب	150	<th>ثلاثي كلورو ميثان</th>	ثلاثي كلورو ميثان
قوى لندن	410	بنتان	

- الاحظ : أنه كلما كانت قوى التجاذب بين جزيئات السائل أقوى قل ضغطه البخاري . (**علاقة عكسية**)

سؤال (98) : فسر الضغط البخاري للميثanol أعلى منه في الماء .

الجواب : الماء الذي تترابط جزيئاته بروابط هيدروجينية قوية له أقل ضغط بخاري؛ لأن الحد الأدنى من الطاقة اللازمة للتغلب على قوى الترابط بين جزيئاته أكبر عند درجة حرارة معينة، وعند مقارنته بالميثanol؛ فالرغم من أن الكتلة المولية للميثanol أعلى منها للماء؛ إلا أن عدد الروابط الهيدروجينية التي يصنعها الميثanol أقل منها للماء، لذلك؛ فضغطه البخاري أعلى .

سؤال (99) : رتب المواد الآتية تصاعدياً حسب الضغط البخاري لها عند نفس درجة الحرارة .

C_5H_{12} ، $CHCl_3$ ، CH_3OH ، H_2O

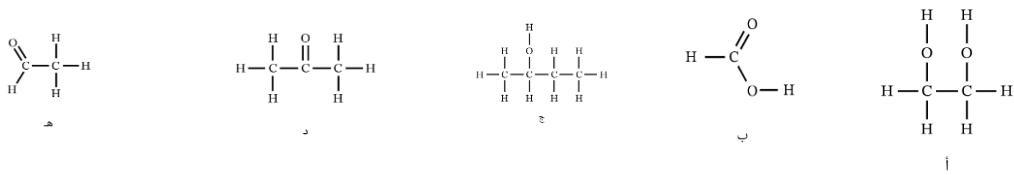
$C_5H_{12} > CHCl_3 > CH_3OH > H_2O$: **الجواب :**

سؤال (100) : أي من العوامل الآتية لا يؤثر على الضغط البخاري لسائل؟

[أ] تركيز المحاليل [ب] حجم السائل [ج] درجة الحرارة [د] القوى بين الجزيئات

الجواب : ب

سؤال (101) : أي السوائل الآتية يكون لها أكبر ضغط بخاري عند 25°C ؟



الجواب : هـ

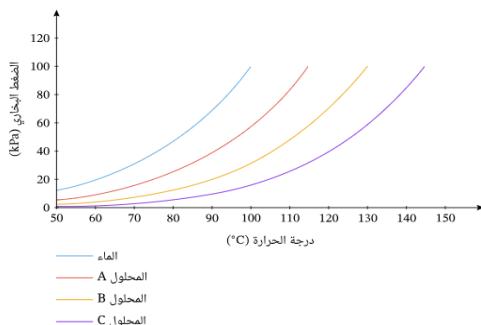
الأشكال الموضحة في الخيارات (أ) و(ب) و(ج) تحتوي على ذرة هيdroجين مرتبطة بذرة أكسجين، وهو ما يعني وجود روابط هيdroجينية بين جزيئات هذه السوائل. الروابط الهيدروجينية هي قوى بين جزيئية قوية للغاية، لذا يجب أن يكون لهذه السوائل ضغط بخاري أقل من السوائل التي لا يمكن أن تكون روابط هيdroجينية. إن الخيارين (د) و(ه) لا يحتويان على روابط هيdroجينية، ويجب أن تكون القوى بين الجزيئات لهما أضعف من الخيارات (أ) و(ب) و(ج).

الخياران (د) و(هـ) بهما رابطة $C=0$ قطبية، إذن، سيكون لهما تداخلات ثنائية الأقطاب بين جزئية. بالإضافة إلى ذلك، سيكون للسوائل قوى تشتت لندن وهي موجودة بين أي جزيئات مرتتبطة تساهيماً. تعتمد قوة قوى تشتت لندن على قيم الكتلة الجزئية. فالجزيئات الأقل ت تعرض لقوى تشتت لندن أقوى، بينما تتعرض الجزيئات الأخف لقوى تشتت لندن أضعف. الخيار (د) أثقل من الخيار (هـ). يجب أن يتعرضالجزيء الموجود في الخيار (د) لقوى تجاذب بين جزئية أقوى من الجزء الموجود في الخيار (هـ).

يجب أن يكون للجزيء الموجود في الخيار (هـ) أكبر ضغط بخاري؛ لأنّه يتعرّض لضعف قوى تجاذب بين جزيئيه. إذن، الإجابة الصحيحة هي الخيار (هـ).

سؤال (102) : مرتب

يوضح التمثيل البياني الآتي الضغط البخاري مقابل درجة الحرارة للماء النقى وثلاثة محليل من NaCl ما المحلول الذى له أعلى تركيز؟



المحلول 1

2. محلول B

المحلول 3

الحواب

الضغط البخاري لسائل هو ضغط الاتزان الذي يؤثر به البخار على سطح السائل. ينتج هذا البخار الموجود فوق سطح السائل من خلال عملية التبخر. عند إضافة مذاب، مثل NaCl إلى سائل، تعيق جسيمات المذاب عملية التبخر، مما يؤدي إلى انخفاض الضغط البخاري للسائل. يمكن أن نرى ذلك في التمثيل البياني في السؤال: الضغط البخاري لمحاليل NaCl الثلاثة أقل من الضغط البخاري للماء النقي عند جميع درجات الحرارة كلما ارتفع تركيز المادة المذابة، انخفض الضغط البخاري بدرجة أكبر. ومن ثم، فإن محلول NaCl الذي له أعلى تركيز، يقابل المنحنى الذي له أقل ضغط بخاري. المنحنى، الذي له أقل ضغط بخاري هو المحلول (C)، أداء المحلول (C) له أعلى تركيز من NaCl .

سؤال () : أي المحاليل الآتية تتوقع أن يكون لها أقل ضغط بخاري؟ افترض أن جميع المحاليل في نفس درجة الحرارة.

- (أ) محلول بتركيز 0.2 M من سكر الغلوكوز
 (ب) محلول بتركيز 0.2 M من MgSO_4
 (ج) محلول بتركيز 0.2 M من KCl
 (د) محلول بتركيز 0.2 M من AlCl_3
 (هـ) محلول بتركيز 0.2 M من LiBr

الجواب : المحاليل في هذا السؤال لها التركيز نفسه، لكن المواد المذابة تتفكك إلى أعداد مختلفة من الجسيمات في محلول والمحلول الذي يحتوي على المذاب الذي يتفكك إلى أكبر عدد من الجسيمات، سيكون له أقل ضغط بخاري.

الجلوكوز لا تتفكك في محلول.

يتفكك MgSO_4 إلى جسيمين : Mg^{2+} و SO_4^{2-}

يتفكك KCl إلى جسيمين : K^+ و Cl^-

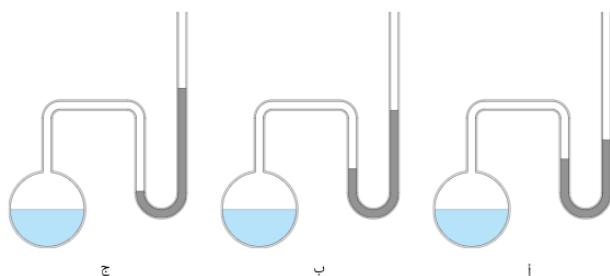
يتفكك AlCl_3 إلى أربعة جسيمات : Al^{3+} و 3Cl^-

يتفكك LiBr إلى جسيمين : Li^+ و Br^- .

يتفكك AlCl_3 إلى أكبر عدد من الجسيمات، وهذا يشير إلى أن له **أقل ضغط بخاري**. إذاً، الإجابة هي الخيار (د).

سؤال (103) : مرتب

توضّح الصورة الآتية ثلاثة أجهزة مانومتر، يحتوي كل منها على عينة من حمض الإيثانويك. في أي مانومتر يوجد حمض الإيثانويك الذي له أعلى درجة حرارة؟



الجواب :

عند زيادة درجة الحرارة، تتبرّح كمية أكبر من حمض الإيثانويك، ما يزيد كمية بخار حمض الإيثانويك في الدورق. سيؤدي المزيد من بخار حمض الإيثانويك إلى وجود ضغط أكبر في الدورق. هذا يعني أن المانومتر الذي به أعلى ضغط في الدورق هو المانومتر الذي له أعلى درجة حرارة.

بالنظر إلى الأشكال الموضحة سابقاً، يمكننا ملاحظة أن المانومتر (ج) له الضغط الأكبر في الدورق؛ لأن الغازات في الدورق دفعت السائل في الطرف الأيمن من الأنابيب إلى أعلى مستوى. هذا يعني أن المانومتر (ج) يحتوي على حمض الإيثانويك الذي له أعلى درجة حرارة، لذا الخيار (ج) هو الإجابة الصحيحة.

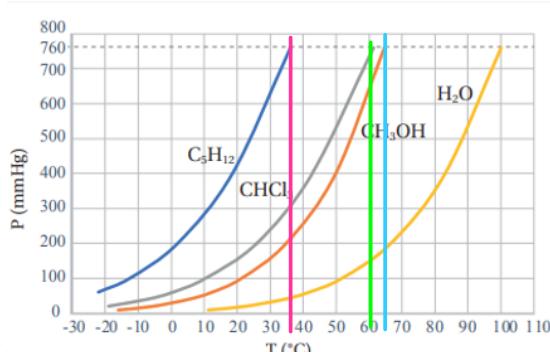
ملاحظة هامة جداً ...

- الضغط البخاري هو الضغط الذي يؤثّر به البخار على سطح السائل (أو الصلب) عندما يكونان في حالة اتزان ديناميكي معًا، وفي نظام مغلق عند درجة حرارة وضغط ثابتين.
- تغلي المادة عندما يكون الضغط البخاري مساوياً للضغط الجوي في نظام مفتوح، أو الضغط الخارجي في نظام مغلق.
- تؤدي زيادة درجة الحرارة إلى زيادة الضغط البخاري.
- المواد ذات القوى بين الجزيئية الأضعف سيكون لها ضغط بخاري أعلى عند أي درجة حرارة، ومن ثم ستغلي عند درجة حرارة أقل.
- يمكن قياس الضغط البخاري باستخدام المانومتر.
- تؤثّر إضافة مذاب إلى مادة على الخواص التجميعية للمذيب.
- إضافة مذاب إلى مادة ما يؤدي إلى تقليل الضغط البخاري، ما يؤدي إلى ارتفاع درجة الغليان وانخفاض درجة التجمد.
- تتأثر الخواص التجميعية لمحلول ما بنسبة عدد جسيمات المذاب إلى عدد جسيمات المذيب.
- المواد المذابة الأيونية تؤثّر على الخواص التجميعية لمحلول ما أكثر من المواد غير المتأينة ، حيث تنتج المواد الأيونية المزيد من الجسيمات عند الذوبان في المذيب.

4. درجة الغليان : Boiling point

- تزداد الطاقة الحركية لجزيئات السائل عند تسخينه، ويزداد عدد الجزيئات التي تمتلك طاقة كافية للتغلب على قوى التجاذب بين الجزيئات، وعندما تصبح الطاقة التي تمتلكها الجزيئات في أجزاء السائل جميعها كافية لت bxerه يبدأ السائل بالغليان .
- عند الغليان تتكون فقاعات كثيرة في جميع أجزائه وترتفع إلى سطحه وتغادره؛ أي تنتقل إلى الحالة الغازية، عند ذلك؛ يكون ضغطه البخاري مساوياً للضغط الخارجي المؤثر على سطحه، وتسماً درجة الحرارة عند ذلك درجة غليان السائل.

- يمكن جعل السائل يغلي عند أي درجة حرارة، وذلك من خلال التحكم في الضغط المؤثر في سطحه.
- تؤدي زيادة درجة الحرارة إلى زيادة في الطاقة الحركية لجزيئات السائل .
- عندما يتساوى الضغط البخاري للسائل مع الضغط الجوي فإن السائل يبدأ بالغليان .
- وعليه فإن درجة غليان السائل هي : الدرجة الحرارية التي يتساوى عنها ضغط بخار السائل مع الضغط الجوي.
- يوضح الجدول (4) الضغط البخاري للماء عند درجات حرارة مختلفة.



الضغط البخاري (mmHg)	درجة حرارة (°C)
17.5	20
55.3	40
149.4	60
355	80
760.0	100

- عندما يكون الضغط الخارجي المؤثر على سطح السائل 17.5 mmHg ؛ فإن الماء يغلي على درجة حرارة 20°C .
- أما درجة الحرارة التي يصبح عندها الضغط البخاري للسائل مساوياً للضغط الجوي (1 atm, 760 mmHg) . فتسمى درجة الغليان المعيارية ، وتعتمد درجة الغليان على قوى التجاذب بين جزيئات السائل وتزداد بزيادتها.

 الرابط بالحياة أوانى الضغط

تُستخدم أوانى الضغط للعمل على إضاج الطعام بسرعة؛ وذلك لأن ارتفاع ضغط البخار داخلها يؤدي إلى رفع درجة غليان الماء عن 100°C؛ فينضج الطعام خلال زمن أقل. وحتى لا يحدث انفجار بسبب زيادة الضغط، يوجد صمام يسمح بخروج بعض البخار؛ مما يقلل الضغط داخلها.

سؤال (104) اتحقق:
اعتماداً على الجدول ، استنتاج درجة غليان الماء عندما يبلغ الضغط المؤثر على سطحه 355 ؟

الجواب : 80°C

سؤال (105) : اعتماداً على الشكل (19)، احدد درجة الغليان المعيارية لكل من ثلاثي كلورو ميثان والبنتان والميثanol

ثلاثي كلورو ميثان : 61°C

البنتان : 37°C

الميثanol : 65°C

سؤال (106) افك :

أحدد أي السائلين NH_3 أم HF له أعلى درجة غليان .

الجواب :

سؤال (107) : أي الألكينات الآتية له أقل درجة غليان ؟ (أ) الهاكسين (ب) البنتين (ج) البروبين (د) البيوتين (ه) الإيثين

الجواب :

ملحوظه على درجة الغليان : Boiling Point

- درجة الغليان هي درجة الحرارة التي يكون عندها ضغط بخار السائل مساوياً للضغط الخارجي المؤثر على السائل.
- عند الوصول لدرجة الغليان تثبت درجة الحرارة مع استمرار التسخين حتى يتbx كل السائل ، وذلك لأن الطاقة الحرارية الممتصة يتم استغلالها في تحويل السائل إلى بخار عند درجة الغليان.

العوامل المؤثرة على درجة الغليان :

(1) قوى التجاذب بين الجزيئات :

- كلما زاد التجاذب بين جزيئات السائل تزداد درجة غليانه وذلك لازدياد الطاقة اللازمة لفصل الجزيئات بعضها عن بعض.
- فمثلاً الجزيئات القطبية درجات غليانها أعلى من الجزيئات غير القطبية المتقاربة في الوزن الجزيئي.
- وكذلك وجود روابط هيدروجينية بين الجزيئات القطبية يزيد من تجاذبها وبالتالي تزداد درجة غليانها .

سؤال (108) : درجة غليان الميثanol CH_3OH أعلى من الميثان، CH_4 فسر ذلك .

الجواب : وذلك لأن الميثanol يحتوي بين جزيئاته على روابط هيدروجينية ، أما الميثان فهو غير قطبي أصلاً .

سؤال (109) : درجة غليان الإيثanol $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ أعلى من ثنائي ميثيل ايثر CH_3OCH_3 فسر ذلك .

الجواب : وذلك لأن الإيثanol يوجد بين جزيئاته روابط هيدروجينية بعكس الإيثير الميثيلي.

(2) حجم الجزيء (الوزن الجزيئي) :

- كما سبق وأخذنا أن قوى لندن تزداد بزيادة الوزن الجزيئي أو العدد الذري أو الحجم .

سؤال (110) : درجة غليان الإيثان CH_3CH_3 أكبر من الميلان ، CH_4

الجواب : لأن الإيثان أكبر حجماً (يحتوي على عدد أكبر من الإلكترونات) ، وبالتالي فإن قوى لندن فيه تكون أكبر.

(3) الضغط الخارجي :

- تعتمد درجة غليان سائل الماء على الضغط الخارجي ، أي أنه كلما زاد الضغط الخارجي تزداد درجة الغليان.

◦ درجة غليان الماء عند سطح البحر أي عند (1atm) تساوي (${}^{\circ}\text{100C}$).

◦ في الأماكن المنخفضة تزداد درجة غليان الماء عن (${}^{\circ}\text{100C}$) وذلك لازدياد الضغط الخارجي .

◦ في الأماكن المرتفعة تقل درجة غليان الماء عن (${}^{\circ}\text{100C}$) وذلك لأنخفاض الضغط الخارجي.

التجربة 2

العوامل المؤثرة في سرعة التبخر

المواد والأدوات:

كحول الإيثanol، ثنائي إيثيل إيتيل، مِنْجَار مِدَرَّج (10 mL) عدد (2)، أنبوب اختبار عدد (4) وَأَرْقُمُهَا، كأس زجاجية تحوي (100 mL) ماء درجة حرارته 40°C ، كأس زجاجية تحوي (100 mL) ماء درجة حرارته 15°C ، حامل أنابيب اختبار، ومساك أنابيب اختبار.

التحليل والاستنتاج:

1. **أُقارن** الكمية المتبقية من السائل نفسه في الحالتين.
2. **أُقارن**: أي السائلين أسرع تبخر؟
3. **أُحدّد** نوع قوى التجاذب بين جزيئات كل سائل.
4. **أُتَسْرِ** اختلاف السائلين في سرعة تبخرها اعتماداً على قوى التجاذب بين جزيئاتها عند نفس درجة الحرارة.
5. **أُستَنْتَج** العلاقة بين درجة الحرارة وسرعة تبخر السائل.

مراجعة الدرس (2)

- أ. أحدد الضغط البخاري لرابع كلوريد الكربون عند 60°C .
 ب. أحدد درجة الغليان المعيارية للهكسان.
 ج. أرتّب السوائل الثلاثة حسب سرعة تبخرها.
 د. بفرض أن الضغط الجوي على قمة أحد الجبال يساوي 500 mmHg ، أحدد درجة غليان CCI_4 عند هذا الارتفاع
 هـ. **استنتج** السائل الذي له أعلى طاقة تكافث مولية.

7. اختار الإجابة الصحيحة لكل فقرة من الفقرات الآتية:

1. المادة الأسرع تبخراً من المواد الآتية في الحالة السائلة عند الظروف نفسها:

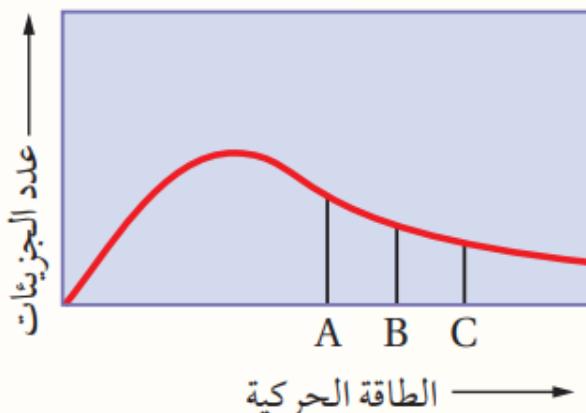


2. المركبات الآتية متقاربة في الكتلة المولية، أي منها له أعلى درجة غليان معيارية:



3. يمثل المنحنى توزيع الطاقة الحركية على الجزيئات لثلاث سوائل مختلفة أعطيت الرموز الافتراضية A, B, C عند درجة حرارة معينة T، وتمثل الخطوط في الشكل الحد الأدنى من الطاقة اللازمة للتغلب على قوى التجاذب بين جزيئات كل سائل. فإن العبارة الصحيحة من العبارات الآتية هي:

- أـ. درجة غليان السائل A أكبر من درجة غليان السائل B.
 بـ. قوى التجاذب بين جزيئات A هي الأضعف..
 جـ. السائل C له أقل طاقة تبخر مولية.
 دـ. الضغط البخاري للسائل C أعلى منه للسائل B.



1. الفكرة الرئيسية: أفسر: يأخذ السائل شكل الإناء الذي يوضع فيه، ولكن حجمه يظل ثابتاً.

2. أوضح المقصود بكل مما يأتي:
 - الضغط البخاري. – درجة الغليان المعيارية.

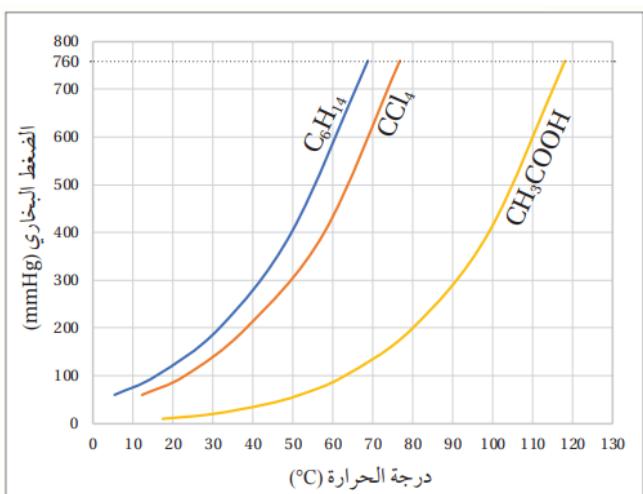
3. أفسر: يغلي الماء في الأغوار على درجة حرارة أكثر قليلاً من 100°C .

4. أصف: سائل في وعاء مغلق ضغطه البخاري ثابت، ما العلاقة بين سرعة تبخره وسرعة تكافث بخاره؟

5. **استنتاج:** يتبخر المركب A بسرعة أكبر من سرعة تبخر المركب B عند 25°C :

- أـ. أي المركبين قوى التجاذب بين جزيئاته أكبر?
 بـ. أي المركبين له ضغط بخاري أعلى عند 25°C ?
 جـ. أي المركبين درجة غليانه المعيارية أكبر؟

6. يمثل المنحنى المجاور تغير الضغط البخاري (mmHg) لثلاثة سوائل هي الهكسان C_6H_{14} ، رابع كلوريد الكربون CCI_4 ، وحمض الإيثانويك CH_3COOH مع درجة الحرارة $^{\circ}\text{C}$. أجيبي على ما يأتي :



تابع مراجعة الدرس (2) الوحدة (1) :

4. يتضمن الجدول الآتي قيم طاقة التبخر المولية لأربعة سوائل مختلفة أعطيت الرموز الافتراضية L, M, T, V؛ أي منها يتوقع أن تكون قوى الترابط بين جزيئاته الأقوى؟

ب. M
د. V

أ. L
ج. T

طاقة التبخر المولية KJ/mol	السائل
29.06	L
43.29	M
50.5	T
34.14	V

حل أسئلة مراجعة الدرس (2) :

لتابعة حملوك الأسئلة والاختبارات تابعنا

