كتاب

كيمياء٣

مسار العلوم الطبيعية

نظام المقررات للمرحلة الثانوية

إعداد/ الحسن الأحمري

طبعة ١٤٣٦-١٤٣٧هـ

الفهرس	
الموضوع	الصفحة
الفصل الأول: حالات المادة الدرس الأول: الغازات الدرس الثاني: قوى التجاذب الدرس الثالث: المواد السائلة والمواد الصلبة الدرس الرابع: تغيرات الحالة الفيزيائية	٢
الفصل الثاني: الطاقة والتغيرات الكيميائية الدرس الأول: الطاقة الدرس الثاني: الحرارة الدرس الثالث: المعادلات الكيميائية الحرارية الدرس الرابع: حساب التغير في المحتوى الحراري	٢٥
الفصل الثالث: سرعة التفاعلات الكيميائية الدرس الأول: نموذج لسرعة التفاعلات الكيميائية الدرس الثاني: العوامل المؤثرة في سرعة التفاعل الدرس الثالث: قوانين سرعة التفاعل	٤٨
الفصل الرابع: الاتزان الكيميائي الدرس الأول: حالة الاتزان الديناميكي الدرس الثاني: العوامل المؤثرة في الاتزان الديناميكي الدرس الثالث: استعمال ثوابت الاتزان	٦٢
الفصل الخامس: مشتقات المركبات الهيدروكربونية وتفاعلاتها الدرس الأول: هاليدات الألكيل وهاليدات الأريل الدرس الثاني: الكحولات والإيثرات والأمينات الدرس الثالث: مركبات الكربونيل الدرس الرابع: تفاعلات أخرى للمركبات العضوية الدرس الخامس: البوليمرات	٨٤

الفصل الأول:
حالات المادة

الدرس الأول: الغازات Gases

نظرية الحركة الجزيئية The Kinetic–Molecular Theory

قام العالمان بولتزمان وماكسويل بوضع نموذج لتفسير خصائص الغازات عرف بالنظرية الحركية للجزيئات التي تصف سلوك المادة بالاعتماد على حركة جسيماتها.

فروض نظرية الحركة الجزيئية:

1) الجسيمات متباعدة وبالتالي تنعدم قوى التجاذب والتنافر بينهما.

2) حركة الجسيمات مستمرة وعشوائية ويكون التصادم بين جسيمات الغاز مرنة.

التصادم المرن: هو التصادم الذي لا تُفقد من خلالها الطاقة ولكنها تنتقل بين الجسيمات المتصادمة.

3) للجسيمات طاقة حركية تحددها كتلة الجسيم وسرعته كما في العلاقة الرياضية التالية: $KE=\frac{1}{2}mv^2$

حيث KE=الطاقة الحركية ،m=كتلة الجسيم ، v=سرعة الجسيم

– جسيمات عينة من غاز معين لها الكتلة نفسها ولكن ليس لها السرعة نفسها وبالتالي ليس لها كمية الطاقة الحركية نفسها.

درجة الحرارة: هو مقياس لمتوسط الطاقة الحركية لجسيمات المادة.

الخواص المؤثرة على سلوك الغازات:

1) الكثافة المنخفضة.

2) الانضغاط والتمدد.

3) الانتشار والتدفق.

قانون جراهام:

لفظياً: معدل سرعة تدفق الغاز تتناسب عكسياً مع الجذر التربيعي للكتلة المولية

رياضياً: $\frac{Rate_A}{Rate_B}=\sqrt{\frac{molar\ mass_B}{molar\ mass_A}}$

ملاحظة: يعتمد معدل الانتشار على كتلة الجسيمات(علل) لأن الجسيمات الخفيفة أسرع انتشاراً من الجسيمات الثقيلة.

مثال: إذا كانت الكتلة المولية للأمونيا هي 17g/mol الكتلة المولية لكلوريد الهيدروجين هي 36.5g/mol فاحسب نسبة معدل انتشارهما.

$$\frac{Rate_{NH_3}}{Rate_{HCl}}=\sqrt{\frac{molar\ mass_{HCl}}{molar\ mass_{NH_3}}}=\sqrt{\frac{36.5}{17}}=1.465$$

مسائل تدريبية:

1) احسب نسبة معدل التدفق لكل من النيتروجين N_2 والنيون Ne. **(Ne=20 , N=14)**

$$\frac{Rate_{N_2}}{Rate_{Ne}}=\sqrt{\frac{molar\ mass_{Ne}}{molar\ mass_{N_2}}}=\sqrt{\frac{20}{2\times14}}=0.85$$

2) احسب نسبة معدل الانتشار لكل من أول أكسيد الكربون وثاني أكسيد الكربون. **(C=12 , O=16)**.

$$\frac{Rate_{CO}}{Rate_{CO_2}}=\sqrt{\frac{molar\ mass_{CO_2}}{molar\ mass_{CO}}}=\sqrt{\frac{(1\times12)+(2\times16)}{(1\times12)+(1\times16)}}=1.25$$

3) ما معدل تدفق غاز كتلته المولية ضعف الكتلة المولية لغاز يتدفق بمعدل 3.6 mol/min.

$$\frac{Rate_A}{Rate_B}=\sqrt{\frac{molar\ mass_B}{molar\ mass_A}}$$

$$\frac{Rate_A}{3.6}=\sqrt{\frac{1}{2}}$$

$$\frac{Rate_A}{3.6}=0.7$$

$$Rate_A=3.6\times0.7=2.52 mol/min$$

ضغط الغاز Gas Pressure

الضغط: هو القوة الواقعة على وحدة المساحة.

أجهزة قياس الضغط الجوي:

- أول من أثبت وجود ضغط للهواء هو العالم **تورشلي**.

1) **البارومتر:** أداة تستخدم لقياس الضغط الجوي.

2) **المانومتر:** أداة تستخدم لقياس ضغط الغاز المحصور.

وحدات الضغط الجوي:

1) باسكال(Pa): مقدار قوة واحد نيوتن لكل متر مربع ($1Pa=1N/m^2$)

2) الضغط الجوي(atm).

3) ملم زئبق(mm Hg).

4) تور(torr).

5) رطل(psi).

6) بار(bar).

قانون دالتون للضغوط الجزئية:

لفظياً: الضغط الكلي لخليط من الغاز يساوي مجموع الضغوط الجزئية للغازات التي في الخليط.

رياضياً: $p_{total}=p_1 + p_2 + p_3 + \dots\dots$

يعتمد الضغط الجزئي للغاز على ما يلي:

1) عدد مولاته. 2) حجم الوعاء. 3) درجة حرارة خليط الغازات.

* الضغط الجزئي للغاز لا يعتمد على نوع الغاز.

مثال: إذا كان الضغط الكلي لخليط من الغازات مكوناً من الأكسجين O_2 وثاني أكسيد الكربون CO_2 والنيتروجين N_2 يساوي 0.97atm فاحسب الضغط الجزئي للأكسجين علماً بأن الضغط الجزئي لثاني أكسيد الكربون 0.7atm وللنيتروجين 0.12 atm.

$p_{total}=p_{O2} + p_{CO2} + p_{N2}$

$0.97= p_{O2}+0.7+0.12$

$0.97= p_{O2}+0.82$

$p_{O2}=0.97-0.82$

$p_{O2}=0.15atm$

مسائل تدريبية:

1) احسب الضغط الجزئي لغاز الهيدروجين في خليط من غاز الهيليوم وغاز الهيدروجين علماً بأن الضغط الكلي يساوي 600 mmHg والضغط الجزئي للهيليوم يساوي 439 mmHg.

$p_{total}=p_{He} + p_{H2}$

$600= 439+ p_{H2}$

$p_{H2}= 600-439$

$p_{H2}=161mmHg$

2) أوجد الضغط الكلي لخليط غاز مكون من أربعة غازات بضغوط جزئية على النحو التالي:

5kPa و 4.56kPa و 3.02kPa و 1.2kPa.

$p_{total}=1.2+3.02+4.56+5=13.78kPa$

3) أوجد الضغط الجزئي لغاز ثاني أكسيد الكربون في خليط من الغازات، علماً بأن ضغط الغازات الكلي يساوي 30.4kPa والضغوط الجزئية للغازين الآخرين هما 16.5kPa و 3.7kPa.

$p_{total}=p_1+p_2+p_{CO2}$

$30.4=16.5+3.7+p_{CO2}$

$30.4=20.2+p_{CO2}$

$p_{CO2}=30.4-20.2$

$p_{CO2}=10.2kPa$

4) الهواء خليط من الغازات يحتوي على غاز النيتروجين بنسبة 78% وغاز الأكسجين 21% وغاز الأرجون 1%(وهناك كميات ضئيلة من الغازات الأخرى). فإذا علمت أن الضغط الجوي يساوي 760 mm Hg فما الضغوط الجزئية لكل من النيتروجين والأكسجين والأرجون في الهواء.

يجب تحويل الضغوط الجوية(atm) إلى mmHg ×760

$pN_2=0.78\times760=592.8mmHg$

$pO_2=0.21\times760=159.6mmHg$

$pAr=0.01\times760=7.6mmHg$

حل أسئلة التقويم الغازات Gases

1) فسر سبب استخدام نظرية الحركة الجزيئية لتفسير سلوك الغازات.

لأن الغازات تتكون من جسيمات صغيرة تتحرك عشوائياً وتتصادم بتصادمات مرنة.

2) صف كيف تؤثر كتلة جسيم الغاز في معدل انتشاره وتدفقه.

يقل معدل سرعة الانتشار والتدفق بزيادة كتلة جسيم الغاز (علاقة عكسية).

3) فسر كيف يمكن قياس ضغط الغاز.

الضغط الجوي يقاس بجهاز البارومتر وضغط الغاز المحصور في وعاء مغلق يقاس بجهاز المانومتر.

4) فسر لماذا يقلب وعاء الماء عند جمع الغاز بإحلاله محل الماء.

لأنه إذا لم يقلب الوعاء سيمر الغاز (أقل كثافة من الماء) من خلال الماء ويتسرب من فتحة الوعاء.

5) احسب الضغط الجزئي لأحد الغازين المحصورين في وعاء، إذا علمت أن الضغط الكلي 1.2atm والضغط الجزئي لأحدهما هو 0.75 atm.

$p_{total}=p_1+p_2 \& 1.2=0.75+p_2 \ \& \ P_2=0.45atm$

6) استنتج ما إذا كان لدرجة الحرارة تأثير في معدل انتشار الغاز. فسر إجابتك.

يزداد معدل انتشار الغازات بزيادة درجة الحرارة (علاقة طردية).

حل أسئلة المراجعة الغازات Gases

1) ما التصادم المرن؟

هو التصادم الذي لا يفقد الطاقة الحركية.

2) كيف تتغير الطاقة الحركية للجسيمات تبعاً لدرجات الحرارة؟

الطاقة الحركية تزداد بزيادة درجة الحرارة (علاقة طردية).

3) استخدم نظرية الحركة الجزيئية لتفسير قابلية الغازات للتمدد والانضغاط.

الغازات قابلة للتمدد والانضغاط وبالتالي يقل حجمها بسبب وجود فراغات كثيرة بين جزيئاتها وعند التوقف عن الضغط تعود لوضعها السابق.

4) اذكر افتراضات نظرية الحركة الجزيئية.

a) تتكون الغازات من جسيمات ذات حجوم صغيرة ومتباعدة الجزيئات.

b) تكون حركة جسيمات الغاز مستمرة وعشوائية وتكون تصادمات مرنة.

c) لجسيمات الغاز طاقة حركية وتكون درجة الحرارة هي المقياس المتوسط لها.

5) صف الصفات العامة للغازات.

a) كثافة منخفضة b) قابلة للانضغاط والتمدد c) لها خاصية الانتشار والتدفق

6) قارن بين الانتشار والتدفق ثم فسر العلاقة بين سرعة هذه العمليات والكتلة المولية للغاز.

كلاهما يفسر حركة جسيمات الغازات فالانتشار هو حركة إحدى المواد من خلال الأخرى بينما التدفق هو تسرب المادة من خلال الثقوب الصغيرة نتيجة للضغط. يتناسب معدل الانتشار والتدفق عكسياً مع الجذر التربيعي للكتلة المولية.

7) في الشكل التالي: ماذا يحدث لكثافة جسيمات الغاز في الاسطوانة عندما يتحرك المكبس من الموقع a إلى الموقع b.

تقل الكثافة لأن جسيمات الغاز تأخذ حجماً أكبر في وحدة المساحة.

8) فسر لماذا تختلف تعليمات طريقة عمل الخبز الموجودة على علبة المكونات في المناطق المنخفضة والمرتفعة؟ وهل تتوقع أن يكون الزمن اللازم لعمل الخبز أطول أم أقصر عند الارتفاعات العالية.

بسبب اختلاف ضغط الهواء نتيجة لاختلاف درجة الارتفاع حيث يقل الضغط على المرتفعات العالية مما يؤدي إلى انخفاض في درجة غليان الماء لذلك يزداد زمن الطبخ.

9) ما الكتلة المولية لغاز يتدفق 3مرات أبطأ من الهيليوم؟ (He=4)

$$\frac{Rate_X}{Rate_{He}} = \sqrt{\frac{molar\ mass_{He}}{molar\ mass_x}}$$

$$\frac{1}{3} = \sqrt{\frac{4}{molar\ mass_x}}$$ بتربيع الطرفين

$$\frac{1}{9} = \frac{4}{molar\ mass_x}$$

molar mass x=36g/mol

10) ما نسبة سرعة تدفق الكريبتون إلى النيون عند نفس درجة الحرارة والضغط؟ (Kr=83.8 , Ne=20)

$$\frac{Rate_{Kr}}{Rate_{Ne}} = \sqrt{\frac{molar\ mass_{Ne}}{molar\ mass_{Kr}}} = \sqrt{\frac{20}{83.8}} = 0.49$$

11) احسب الكتلة المولية لغاز سرعة تدفقه أسرع 3مرات من الأكسجين تحت الظروف نفسها. (O=16)

$$\frac{Rate\ O_2}{Rate_X} = \sqrt{\frac{molar\ mass_X}{molar\ mass_{O_2}}}$$

$$\frac{1}{3} = \sqrt{\frac{molar\ mass_X}{32}}$$ بتربيع الطرفين

$$\frac{1}{9} = \frac{molar\ mass\ x}{32}$$

molar mass x=3.56g/mol

12) ما الضغط الجزئي لبخار الماء الموجود في عينة هواء، إذا كان الضغط الكلي لها 1atm والضغط الجزئي للنيتروجين 0.79atm وللأكسجين 0.2atm وللغازات الأخرى المتبقية 0.0044atm.

$p_{total}=p_{N2}+p_{O2}+p_{other}+p_{H2O}$

$1=0.79+0.2+0.0044+p_{H2O}$

$p_{H2O}=1-0.9944=0.0056atm$

13) ما ضغط الغاز الكلي في دورق مغلق يحتوي على أكسجين له ضغط جزئي يساوي 0.41atm وبخار ماء له ضغط جزئي يساوي 0.58atm.

$P_{total}=p_{O2}+p_{H2O}=0.41+0.58=0.99atm$

14) تبلغ قيمة الضغط عند قمة أعلى جبل في العالم (قمة إفرست) 33.6kPa تقريباً، حول قيمة الضغط إلى وحدة ضغط جوي atm ثم قارن بين هذا الضغط والضغط عند سطح البحر.

$33.6 \div 101.3=0.33atm$ عبارة عن ثلث الضغط عند سطح البحر

15) يساوي الضغط الجوي عند قمة أحد جبال المملكة 84kPa تقريباً. ما قيمة الضغط بوحدتي atm و torr.

$84\times7.501=630.084torr\&84\div101.3=0.829atm$

16) يساوي الضغط على عمق 76.21m في المحيط 8.4atm تقريباً. ما قيمة الضغط بوحدتي kPa و mmHg.

$8.4\times101.3=850.92kPa\&8.4\times760=6384mmHg$

17) يمثل الشكل التالي: تجربة إذ يملأ الدورق الأيسر فيها بغاز الكلور ويملأ الدورق الأيمن بغاز النيتروجين. صف ما يحدث عند فتح الصمام بينهما. افترض أن درجة حرارة النظام ثابتة خلال التجربة.

تنتشر الغازات حتى يمتلأ الدورقين بخليط الغاز نفسه.

الدرس الثاني: قوى التجاذب Forces of Attraction

القوى بين الجزيئات Intermolecular Forces

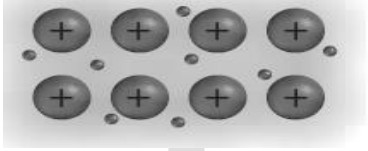
مقارنة بين قوى التجاذب والقوى بين الجزيئات:

قوى الترابط(التجاذب) الجزيئية: قوى التجاذب التي تربط بين جسيمات المادة بروابط أيونية وتساهمية وفلزية.

القوى بين الجزيئات: قوى بينية تربط بين جسيمات متشابهة مثل قوى التشتت والثنائية القطبية والروابط الهيدروجينية.

– القوى بين الجزيئية أضعف من قوى الترابط(التجاذب) الجزيئية.

المقارنة بين قوى الترابط(التجاذب) الجزيئية:

نوع الرابطة	النموذج	أسس التجاذب	مثال
الأيونية		الشحنات السالبة والموجبة.	NaCl
التساهمية		النواة الموجبة والإلكترونات المشتركة.	H_2
الفلزية		الأيونات الفلزية الموجبة والإلكترونات المتحركة.	Fe

القوى بين الجزيئية:

1) **قوى التشتت (لندن):** عبارة عن قوى ضعيفة تنتج عن إزاحة مؤقتة في كثافة الإلكترونات في السحب الإلكترونية.

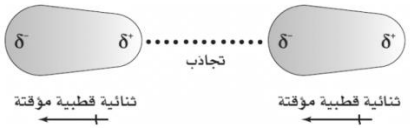
سبب تكون قوى التشتت:

a) يقترب جزيئين أحدهما من الآخر ويحدث بينهما تصادم.

b) تتنافر السحب الإلكترونية لأحدهما مع السحب الإلكترونية للجزيء الآخر.

c) تصبح كثافة الإلكترونات حول كل نواة لكل سحابة إلكترونية أكبر في جهة عن الأخرى فيكون كل جزيء ثنائية قطبية مؤقتة.

d) عند اقتراب ثنائيات الأقطاب المؤقتة بعضها من بعض تنشأ قوى تشتت ضعيفة بين مناطق الشحنات المختلفة لثنائية الأقطاب.



– تزداد قوى التشتت كلما زاد الحجم الذري (عدد الإلكترونات) كما في الهالوجينات.

– كلما كان حجم جزيء الهالوجين كبيراً كلما كان هناك فرق كبير بين المناطق الموجبة والسالبة في ثنائية القطبية المؤقتة وبسبب ذلك يوجد الفلور والكلور في الحالة الغازية والبروم في الحالة السائلة واليود في الحالة الصلبة عند درجة حرارة الغرفة.

2) **قوى ثنائية القطبية:** أي تحتوي الجزيئات القطبية على ثنائية قطبية دائمة أي أن بعض المناطق في الجزيء القطبي تكون سالبة جزئياً دائماً وبعضها الآخر موجب جزئياً دائماً.

مثل غاز كلوريد الهيدروجين HCl حيث تنجذب ذرة الهيدروجين الموجبة جزئياً في الجزيء نحو ذرة الكلور في جزيء آخر والتي تكون سالبة جزئياً.

القوى الثنائية القطبية لغاز كلوريد الهيدروجين أقوى من قوى التشتت(علل) لأن ثنائية القطبية دائمة في هذا الجزيء القطبي.

3) **الرابطة الهيدروجينية**: عبارة عن ارتباط ذرة الهيدروجين مع ذرة أخرى لها كهروسالبية عالية مثل N,O,F.

- الرابطة الهيدروجينية أقوى من قوى التشتت والقوى الثنائية القطبية.
- وجود الرابطة الهيدروجينية في المركب ترفع من درجة غليانه.
- درجة غليان الماء أعلى من درجة غليان الميثان(علل) لأن الماء يكون روابط هيدروجينية بين جزيئاته بينما الميثان يحتوي على قوى تشتت ضعيفة بين جزيئاته.
- درجة غليان الماء أعلى من درجة غليان الأمونيا(علل) لأن الأكسجين في الماء أعلى كهروسالبية من النيتروجين في الأمونيا وبالتالي تكون الرابطة $O-H$ في جزيء الماء أعلى قطبية من الرابطة $N-H$.

حل أسئلة التقويم قوى التجاذب Forces of Attraction

1) فسر ما الذي يحدد حالة المادة عند درجة حرارة معينة؟

يحدد القوى بين الجزيئية الحالة الفيزيائية للمادة ففي الحالة الصلبة تكون القوى بين الجزيئية أقوى أما في الحالة السائلة تضعف هذه القوى وفي الحالة الغازية تتلاشى.

2) قارن بين القوى بين الجزيئية ثم صف القوى الجزيئية.

تتكون القوى بين الجزيئية في الجسيمات وتؤدي هذه القوى إلى ربط الجسيمات مع بعضها البعض.

3) أي الجزيئات التالية يستطيع تكوين روابط هيدروجينية، وأيها يحتوي على قوى التشتت فقط بوصفها قوى بين الجزيئات؟ فسر إجابتك.

a) H_2 b) H_2S c) HCl d) HF

HF يكون روابط هيدروجينية بسبب ارتباط الهيدروجين بذرة لها كهروسالبية عالية.

H_2 تحتوى على قوى التشتت لأنها غير قطبية بسبب تساوي الكهروسالبية.

4) هناك أربع روابط تساهمية أحادية في جزيء الميثان CH_4 بينما يوجد 25 رابطة تساهمية أحادية في جزيء الأوكتان C_8H_{18}. كيف يؤثر عدد الروابط في قوى التشتت في كلا المركبين؟ وأي المركبين يكون في الحالة الغازية عند درجة حرارة الغرفة وأيهما في الحالة السائلة؟

وجود الروابط الأكثر يعني وجود إلكترونات أكثر لتكوين قطبية مؤقتة كما يعني أيضاً قوى تشتت أكبر لذلك الميثان غاز والأوكتان سائل.

حل أسئلة المراجعة قوى التجاذب Forces of Attraction

1) وضح الفرق بين القطبية المؤقتة والقطبية الدائمة؟

القطبية المؤقتة: تتكون عندما يقترب جزيء من جزيء آخر وتتنافر الإلكترونات بعضها مع بعض منتجة كثافة إلكترونية أكبر على جانب واحد من الجزيء.

القطبية الدائمة: تتكون في الجزيئية القطبية التي يكون فيها دائماً بعض الأماكن في الجزيء ذات شحنة موجبة جزيئية وأخرى سالبة جزيئية.

2) لماذا تعد قوى التشتت أضعف من القوى الثنائية القطبية؟

لأن قوى التشتت تكون بين الأقطاب المؤقتة بينما القوى الثنائية القطبية تكون بين الأقطاب الدائمة.

3) فسر لماذا تكون الروابط الهيدروجينية أقوى من معظم القوى الثنائية القطبية؟

بسبب اختلاف الكهروسالبية بين ذرة الهيدروجين والذرة المرتبطة بها (N,O,F) مما يجعل القطبية عالية.

4) قارن بين قوى التجاذب بين الجزيئية وقوى التجاذب الجزيئية.

قوى التجاذب بين الجزيئية: تربط بين الجزيئات المختلفة معاً.

قوى التجاذب الجزيئية: تربط بين الذرات في الجزيء معاً.

5) لماذا تتجاذب الجزيئات الطويلة غير القطبية بعضها مع بعض أقوى من تجاذب الجزيئات الكروية غير القطبية التي لها التركيب نفسه؟

لأن الجزيئات الطويلة لها مساحة سطح أكبر لذا تزداد قوى التجاذب بين الجزيئية.

6) استخدم الاختلاف في الكهرسالبية لتحديد الأطراف الموجبة والسالبة للجزيئات القطبية التالية:

a) HF

H^+-F^-

b) HBr

H^+-Br^-

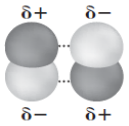
c) NO

N^+-O^-

d) CO

C^+-O^-

7) ارسم تجاذباً ثنائي القطبية بين جزيئين من CO.



ذرة الكربون موجبة جزئياً وذرة الأكسجين سالبة جزئياً وترتبط ذرة الكربون من جزيء مع ذرة الأكسجين من جزيء آخر.

8) أي المواد التالية تكون روابط هيدروجينية؟

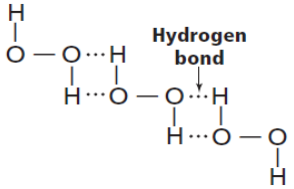
a) H_2O b) H_2O_2 c) HF d) NH_3

جميع المواد أعلاه تكون روابط هيدروجينية.

9) أي الجسيمات التالية يكون روابط هيدروجينية؟ ارسم عدة جسيمات منها موضحاً ترابطهما معاً بواسطة الروابط الهيدروجينية.

a) $NaCl$ b) $MgCl_2$ c) H_2O_2 d) CO_2

H_2O_2 كما في الرسم التالي:



الدرس الثالث: المواد السائلة والمواد الصلبة Liquids and Solids

المواد السائلة Liquids

خواص السوائل:

1) تأخذ شكل الوعاء الذي توجد فيه.

2) تحتفظ بحجمها ثابتاً (جسيماتها تنساب لتتكيف مع شكل الوعاء).

3) لا تتمدد لتملأ الوعاء تماماً.

4) كثافة السوائل أكثر من كثافة الغازات عند درجة حرارة 25°C وضغط جوي 1atm (علل) بسبب وجود القوى بين الجزيئية التي تربط الجسيمات معاً.

5) كثافة السوائل أكبر كثيراً من أبخرتها عند الظروف الجوية نفسها.

-كثافة الماء السائل أكثر من كثافة بخار الماء عند درجة حرارة 25°C وضغط جوي 1atmولكن جسيمات الغاز والسائل لها متوسط الطاقة الحركية نفسه(علل) بسبب وجودهما عند درجة الحرارة نفسها.

6) تختلف السوائل عن الغازات في أنها تعد غير قابلة للضغط في كثير من التطبيقات والتغير في حجمها صغير جداً (علل) لأن جسيمات السائل متراصة بإحكام ويتطلب الأمر ممارسة ضغط هائل عليه لتقليل حجمه مقداراً ضئيلاً جداً.

7) تصنف الغازات والسوائل على أنها موائع (علل) بسبب قابليتها للانسياب والانتشار.

8) تنتشر السوائل عادة أبطأ من الغازات عند درجة الحرارة نفسها وتكون السوائل أقل ميوعة من الغازات (علل) نتيجة لتدخل القوى بين الجزيئية في عملية الانسياب.

9) **اللزوجة:** مقياس مقاومة السائل للتدفق والانسياب حيث تكون جزيئات السائل قريبة من بعضها البعض حتى أن قوى التجاذب بينها تبطيء من حركتها عندما يتجاوز بعضها بعضاً.

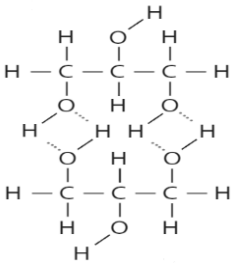
العوامل المؤثرة على لزوجة السائل:

a) نوع القوى بين الجزيئية. b) حجم الجسيمات وشكلها. c) درجة الحرارة.

- ليست كل السوائل لزجة لأن العلماء اكتشفوا ما يعرف بالميوعة الفائقة (موائع غير اعتيادية بخصائص لم تشاهد في المادة العادية) حيث قاموا بتبريد الهيليوم إلى درجة حرارة دون 270.998°C- فوجدوا أن خصائصه قد تغيرت وفقد سائل الهيليوم لزوجته ومقاومته للانسياب.

10) كلما كانت القوى بين الجزيئية في السوائل كبيرة زادت درجة لزوجتها.

مثال: تعتبر مادة الجليسرول التي تستخدم في المختبر لتشحيم الأدوات سائلاً لزجاً(علل) بسبب قدرتها على تكوين روابط هيدروجينية بين جزيئاتها.-HO-$CH_2CH(OH)CH_2$-OH.



11) يؤثر حجم الجسيمات وشكلها في لزوجتها، وكتلة الجسيمات وسرعة حركتها تحددان الطاقة الحركية الكلية لها.

مثال: لدينا قوى التجاذب بين جسيمات السائل(A) مساوية لقوى التجاذب بين جسيمات السائل(B) لكن كتلة جسيمات السائل(A) أكبر من كتلة جسيمات السائل(B) فيكون السائل (A) أكثر لزوجة من السائل(B) وحركة الجسيمات في السائل(A) أبطأ من حركة جسيمات السائل(B).

- تكون لزوجة الجسيمات ذات السلاسل الطويلة في تركيبها أكبر من لزوجة الجسيمات ذات السلاسل الصغيرة(علل) لأن المسافة بين ذرات الجسيمات المتجاورة قصيرة جداً وبهذا تكون فرصة حدوث تجاذب بين الذرات أكبر.

12) تنخفض اللزوجة مع ارتفاع درجة الحرارة.

لا ينتشر زيت الطبخ في المقلاة إلا عند تسخينه(علل) لأن زيادة درجة الحرارة تزيد الطاقة الحركية لجسيمات الزيت وتساعد هذه الطاقة الجسيمات على التغلب على القوى بين الجزيئية التي يرتبط بعضها مع بعض وتمنعها من الانسياب.

– يجب أن يبقى زيت المحرك لزجاً (علل) للتقليل من احتكاك الأجزاء المتحركة فيه.

13) **التوتر السطحي**: هو الطاقة اللازمة لزيادة مساحة سطح سائل بمقدار معين (مقياس لمقدار قوة السحب إلى الداخل بواسطة الجسيمات الموجودة داخل السائل).

سبب وجود ظاهرة التوتر السطحي تعود إلى عدم تساوي القوى بين الجزيئية في جسيمات السائل جميعها. فالجسيمات الموجودة في وسط السائل تنجذب إلى تلك الموجودة فوقها وأسفل منها وعلى جانبيها. أما الجسيمات الموجودة على سطح السائل فلا توجد قوة تجاذب من أعلى توازن التي أسفل منها ولذلك تجذبها محصلة القوى النهائية إلى أسفل فيحتل السطح أقل مساحة ممكنة بحيث يبدو كأنه مشدود بإحكام مثل سطح الطبلة. ولزيادة مساحة السطح لابد للجسيمات الموجودة في الداخل أن تتحرك نحو السطح وهذا يتطلب طاقة للتغلب على قوى التجاذب التي تربط الجسيمات بعضها ببعض في الداخل.

– كلما زادت قوى التجاذب بين الجسيمات زاد التوتر السطحي.

– للماء توتر سطحي عال(علل) بسبب قدرة جسيماته على تكوين روابط هيدروجينية متعددة.

– قطرات الماء كروية الشكل(علل) لأن مساحة سطح القطرة الكروية أصغر من مساحة سطح أي شكل آخر له الحجم نفسه.

– يسير ويقف العنكبوت على سطح ماء البركة دون أن يبتل(علل) بسبب التوتر السطحي الكبير للماء.

العوامل الخافضة للتوتر السطحي: هي المركبات التي تعمل على خفض التوتر السطحي للماء.

– يصعب على الماء لوحده إزالة الأوساخ عن الجلد والملابس(علل) لأن جسيمات الأوساخ لا تستطيع اختراق سطح قطرات الماء لذلك تستخدم المنظفات والصابون لكسر الرابطة الهيدروجينية بين جسيمات الماء وبالتالي تقلل التوتر السطحي.

14) التماسك والتلاصق:

التماسك: قوى الترابط بين الجسيمات المتماثلة مثل تجاذب جسيمات الماء مع بعضها البعض.

التلاصق: قوى الترابط بين الجسيمات المختلفة مثل تجاذب جسيمات الماء مع جسيمات ثاني أكسيد السليكون في الزجاج.

يرتفع الماء إلى أعلى مع وجود جسيمات ثاني أكسيد السليكون في الزجاج(علل) لأن قوى التلاصق بين جسيمات الماء وثاني أكسيد السليكون في الزجاج أكبر من قوى التماسك بين جسيمات الماء.

15) **الخاصية الشعرية**: عبارة عن ارتفاع الماء إلى أعلى في الأنبوب الاسطواني إذا كان رفيعاً جداً.

– يكون مستوى الماء مرتفعاً داخل الأنابيب الشعرية الدقيقة(علل) لأن قوى التلاصق للأنابيب ذات المساحة الصغرى أكبر منها في الأنابيب ذات المساحة الكبرى.

– تمتص المناديل الورقية كميات كبيرة من الماء(علل) بسبب وجود الخاصية الشعرية التي يتم من خلالها سحب الماء داخل الفراغات الضيقة بين ألياف السليلوز الموجودة في المناديل الورقية وكذلك تكون الرابطة الهيدروجينية بين جسيمات الماء وجسيمات السليلوز.

المواد الصلبة Solids

الخواص العامة للمادة الصلبة:

1) لها شكل وحجم محددين.

2) لا توجد بين جسيماتها مسافات.

3) لا تصنف بأنها من الموائع (علل) بسبب وجود قوى تجاذب قوية بين جسيماتها بحيث تكون قادرة على تقييد حركة هذه الجسيمات لتجعلها تهتز إلى الأمام والخلف مع الاحتفاظ بمكانها الثابت.

4) معظم المواد الصلبة تكون أكثر كثافة من معظم السوائل (علل) لأن جسيمات المادة الصلبة قريبة من بعض أكثر مما هي عليه في السوائل.

5) عند وجود مادة في الحالة الصلبة والحالة السائلة في الوقت نفسه فإن المادة الصلبة تغرق في السائل مثل المكعبات الصلبة من البنزين تغرق في البنزين السائل (علل) لأن البنزين الصلب أكثر كثافة من البنزين السائل.

6) الضغط لا يحدث أي تغيير في حجم المواد الصلبة (علل) لأن جسيماتها متراصة ومتقاربة.

7) مكعبات الثلج والجليد تطفو فوق الماء (علل) لأن كثافة الماء في حالة الصلابة أقل من كثافته في حالة السيولة.

8) **المادة الصلبة البلورية**: هي مادة ذراتها أو أيوناتها أو جزيئاتها مرتبة في شكل هندسي منتظم.

الشبكة البلورية: عبارة عن تمثيل مواقع الجسيمات في البلورة في صورة نقاط.