دولة ليبيا
وزارة التعليم
مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية

الفيزياء

للسنة الثانية بمرحلة التعليم الثانوي

القسم العلمي

الدرس الثاني

المدرسة الليبية بفرنسا ـ تور

العام الدراسي:
1441 / 1442 هـ . 2020 / 2021 م.

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

الوحدة 2

النظرية الحركية البسيطة للمادة

Simple Kinetic Theory of Matter

مخرجات التعلم

في هذه الوحدة، سوف

- تقارن خواص الأجسام الصلبة، والسوائل، والغازات.
- تبين فهمًا أن الحركة البراونية توفر دليلًا على النموذج الجزيئي الحركي للمادة.
- تصف بشكل نوعي البنية الجزيئية للأجسام الصلبة، والسوائل، والغازات مع ربط خواصها بالقوى، والمسافات بين الجزيئات، وبحركة الجزيئات.
- تصف العلاقة بين حركة الجزيئات ودرجة الحرارة.
- تفسر ضغط أي غاز بدلالة حركة جزيئاته.
- تصف كيف أن أي تغير في حجم كتلة ثابتة لغاز عند درجة حرارة ثابتة ينتج عن تغير في ضغط مسلط على الغاز.
- تتذكر وتطبق العلاقة، $p_1V_1 = p_2V_2$

سنطور في هذه الوحدة نموذجًا جزيئيًّا للمادة. وكلمة جزيئي تعني ضمنًا أن النموذج يُبنى على حقيقة تكون المادة من جزيئات أو جسيمات. يجب أن يكون النموذج الجزيئي للمادة قادرًا على تفسير الخواص المتعددة للمادة. فيجب على سبيل المثال أن يكون قادرًا على وصف الحالات الثلاث للمادة، وظواهر الانصهار والغليان (تغير الحالات). وسنرى فعليًّا في هذه الوحدة، والوحدات القليلة التالية كيفية تفسير هذا النموذج لمجموعة كاملة من الظواهر الفيزيائية، ولكن دعونا أولًا نصف خواص الأجسام الصلبة، والسوائل، والغازات.

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية - ليبيا

2 – 1 حالات المادة الثلاث
Three States of Matter

ثلج

ماء

بخار ماء

شكل 2 – 1 الحالات الثلاث للماء

يبين شكل 2 – 1 الحالات الثلاث للماء: ثلج، وماء، وبخار ماء، ونطلق على هذه الحالات الثلاث: صلبة، وسائلة، وغازية على الترتيب.

ويلخص جدول 2 – 1 بعض خواص الحالات المتعددة للمادة، أي الصلبة، والسائلة، والغازية.

جدول 2 – 1 خواص الحالات المتعددة للمادة

حالة المادة	الخواص
صلبة	شكل وحجم ثابت صلدة وجاسئة عمومًا تحتاج قوة كبيرة لتغيير شكلها ذات كثافة عالية غير قابلة للانضغاط إطلاقًا
سائلة	حجم ثابت ولكن ليس لها شكل ثابت ذات كثافة متوسطة ليست قابلة للانضغاط
غازية	ليس لها شكل أو حجم ثابت ذات كثافة منخفضة قابلة للانضغاط

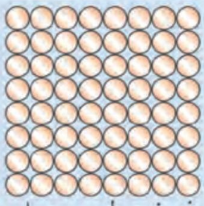
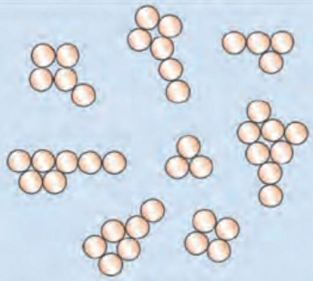
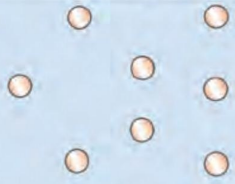
2 – 2 النموذج الجزيئي الحركي للمادة
The Kinetic Molecular Model of Matter

يمكننا ابتكار نموذج لتفسير خواص الحالات الثلاث للمادة، يفترض تكوُّنها من جسيمات دقيقة تسمى ذرات، أو مجموعات من ذرات موصولة معًا تسمى جزيئات، وتكون تلك الجسيمات في حركة مستمرة وعشوائية. هذا هو النموذج الجزيئي الحركي للمادة.

النموذج الجزيئي الحركي للمادة يصف المادة على أنها تتركب من جزيئات في حركة مستمرة وعشوائية.

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

جدول 2 – 2 تفسير خواص المادة باستخدام النموذج الجزيئي الحركي

حالة المادة	ترتيب الجسيمات	حركة الجسيمات
 نموذج لجسم صلب	محتشدة معًا بقوة، وتشغل أقل حيز ممكن، وتكون عادة في نمط منتظم، مما يبرر الكثافة العالية للأجسام الصلبة.	تتذبذب حول مواقع محددة، وتبقى متماسكة معًا بالروابط بين الجزيئية القوية فيما بينها، مما يبرر الشكل والحجم الثابت للأجسام الصلبة .
 نموذج لسائل	تتواجد في عناقيد، مع تباعد الجزيئات قليلًا مقارنة بالأجسام الصلبة، مما يبرر الكثافة المتوسطة للسوائل، وميلها لتكوين قطرات صغيرة.	حرة في تحركها بين العناقيد، ولكن محجوزة داخل الوعاء الذي توجد فيه بسبب قوى الجذب بينها. ويفسر ذلك الحجم الثابت للسوائل، وتشكلها رغم ذلك تبعًا لشكل الأوعية التي تحتويها.
 نموذج لغاز	متباعدة عن بعضها جدًّا بحيث تشغل الجزيئات أي مساحة متوافرة. ويبرر ذلك الكثافة المنخفضة للغازات.	حركة مستقلة وسريعة للغاية بطريقة عشوائية. قوى الجذب بينها مهملة، مما يبرر عدم وجود حجم أو شكل محدد لها وإمكانية انضغاطها العالية.

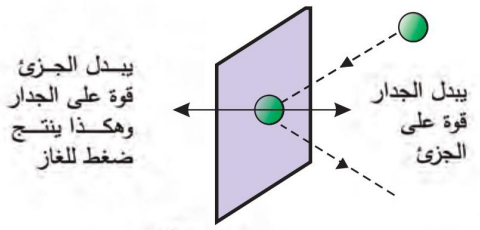
2 – 4 الضغط في الغازات
Pressure in Gases

لندرس وعاء مملوءا بالهواء. إذا أُغلق الوعاء، وترك على منضدة، فسيبقى سليما ولن يهشمة الضغط الجوي الخارجي،وذلك لأن الهواء داخل الوعاء يبذل ضغطاً اتجاة الخارج مساويا للضغط الجوي خارجة ويمكن استخدام النموذج الحركي للغاز لتفسير الضغط الذي تبذلة جزيئات الهواء داخل الوعاء.

ونعرف من الدليل الذي تقدمه الحركة البراونية أن جزيئات الهواء داخل الوعاء في حالة حركة عشوائية مستمرة. فكر الآن فيما يحدث عند ارتطام جزئ بجدار الوعاء.

تكون القوة التي يبذلها الجزيء على الجدار عند التصادم مساوية وعكس القوة التي يبذلها الجدار على الجزيء (قانون نيوتن الثالث للحركة). ان التصادمات العديدة بين جزيئات الهواء والجدار هيا سبب القوة على جدران الوعاء.والقوة لكل وحدة مساحة هيا الضغط،وعلية فإن ضغط الغاز يرجع إلي تصادمات جزيئات الغاز مع جدران الوعاء.

يرجع الضغط في الغازات الي تصادم الجزيئات مع جدران الوعاء.

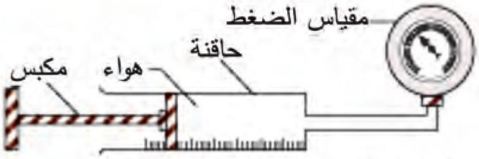


شكل 2 – 3 ضغط الغاز يرجع الي قصف الجزيئات على الجدار

علاقة ضغط الغاز بحجمة (P-V)

يمكن استخدام الجهاز في شكل 2–4 لايجاد العلاقة بين ضغط الغاز وحجمه.

فالغاز المطلوب استقصاءه محبوس داخل الحاقنة، ويدفع المكبس للدخل لزيادة ضغط الغاز، ويقاس الضغط بمقياس الضغط ،ويمكن قراءة حجم الغاز من على المقياس المدرج على الانبوب.



شكل 2 – 4 تحديد علاقة ضغط الغاز بحجمة (P–V) عند درجة حرارة ثابتة

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

كان روبرت بويل أول من استقصى العلاقة بين الضغط والحجم، وقد وجد أن ضغط كمية محددة من الغاز تناسب تناسباً عكسيا مع حجم الغاز عندما تكون درجة الحرارة ثابتة. ويمكن التعبير رياضياً عن ذلك كالتالي :

$$P \propto \frac{1}{V}$$

أو،

$$P = \frac{K}{V}$$

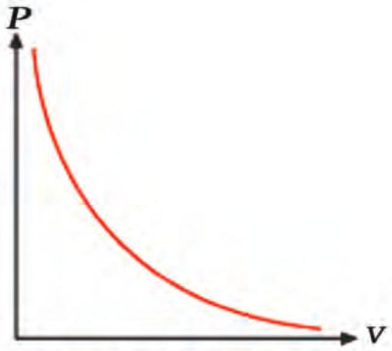
بمعنى، $PV = K$، حيث K كمية ثابته .

أو، $P_1V_1 = P_2V_2$

حيث

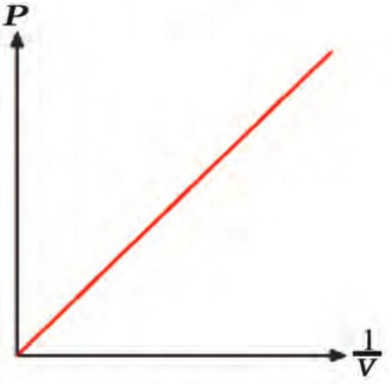
P_2، P_1 هما الضغط الابتدائي والضغط النهائي ،

V_2، V_1 هما الحجم الابتدائي والحجم النهائي على الترتيب.



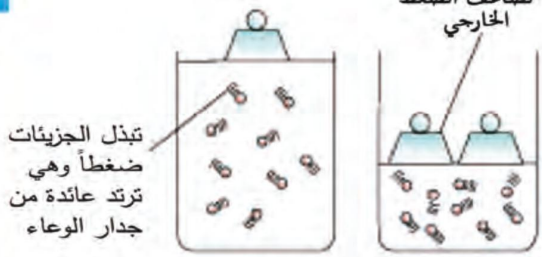
شكل 2-5 تمثيل العلاقة البيانية P مقابل V منحنى منتظم

وعند رسم العلاقة البيانية P مقابل V **تكون النتيجة منحنى منتظما** كما في شكل 2-5 ولكن إذا رسمت العلاقة البيانية P مقابل $\frac{1}{V}$، تكون النتيجة خطا مستقيما (شكل 2-6)



شكل 2-6 الخط المستقيم هو تمثيل العلاقة البيانية P مقابل $\frac{1}{V}$

كيف يمكن تفسير تناسب الضغط تناسباً عكسياً مع الحجم باستخدام النموذج الحركي للغازات ؟ لقد رأينا أن الضغط يرجع ألى قصف الجزيئات على جدران الوعاء. والان عند خفض حجم الوعاء إلي النصف مثلاً فإن عدد الجزيئات سيتضاعف في كل وحدة حجم، مما يعني أن عدد تصادمات الجزيئات مع الجدران سيتضاعف كذلك، وعلية سيتضاعف الضغط . وفي الواقع وبنفس الاستنتاج إذا اصبح الحجم ثلث الحجم الأصلي فإن الضغط سيصبح ثلاثة أضعاف الضغط الاولى.هكذا نرى أن الضغط P يتناسب عكسيا مع الحجم V



شكل 2 - 7 يمكن استخدام النموذج الحركي للغازات لتفسيرتناسب ضغط الغاز تناسبا عكسيا مع الحجم

تذكر : $P_1V_1 = P_2V_2$

مثال محلول 2 - 1

تحتوي أسطوانة، مثبتا عليها مكبس، هواء تحت ضغط $1\times10^5\ Pa$ والهواء الآن في حالة انضغاط نتيجة لدفع المكبس بحيث تشغل الآن نفس كتلة الهواء خمس الحجم الأصلي دون أي تغير في درجة الحرارة.احسب ضغط الهواء.

الحل:

المعطيات : الضغط الابتدائي، $P_1 = 1\times10^5\ Pa$

لنفترض أن الحجم الابتدائي هو، V_1

فيكون الحجم النهائي، $V_2 = \frac{1}{5}V_1$

وبما أن، $P_1V_1 = P_2V_2$، حيث P_2 تساوي الضغط النهائي

$$\therefore P_2 = \frac{P_1V_1}{V_2} = \frac{P_1V_1}{\frac{1}{5}V_1}$$

$$= 5P_1$$

$$= 5 \times 1\times10^5$$

$$= 5\times10^5\ Pa$$

إن الضغط النهائي الآن هو $5.0\times10^5\ Pa$ ،لاحظ أنه عند انضغاط الغاز يقل الحجم ويزيد الضغط.

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

مثال محلول 2 - 2

يبين شكل 2-8 محقنا مدرجا بالسنتيمتر ، وله مكبس لايسرب الغاز . مساحة المقطع العرضي للحاقنة 10cm ويحتوي على كتلة من الغازات ذات ضغط 100 KPa والقراءة على المقياس 3 cm .ماذا يجب ان تكون علية قراءة المقياس اذا خفض الضغط الي 60 KPa تحت درجة حرارة ثابتة؟

شكل 2-8

الحل:

المعطيات :

الضغط الابتدائي، $P_1 = 100KPa = 1\times10^5\,Pa$

الضغط النهائي، $P_2 = 60KPa = 0.60\times10^5\,Pa$

$\because V=L\times A$

الحجم الابتدائي، $V_1 = 3\times10\ cm^3$

ولنفترض أن L هي قراءة الحجم النهائي على المقياس

الحجم النهائي، $V_2 = L\times10\ cm^3$

$$\because P_1V_1 = P_2V_2 \quad \therefore V_2 = \frac{P_1V_1}{P_2}$$

$$= \frac{1\times10^5 \times 3\times10}{0.60\times10^5}$$

$$= 5\times10\ cm^3$$

$$\therefore L = \frac{V_2}{10}$$

$$= 5\ cm$$

قراءة المقياس هي 5 cm ، لاحظ بما أن الضغط النهائي أقل من الضغط الايتدائي ، فيجب أن يكون الحجم أكبر مما كان علية الابتدائي.

تحـــــدي

تشـيع رؤية فقاعات الهواء في حوض السمك . وتزيد الفقاعات في حجمها عند ارتفاعها من قاع الحوض الي اعلاة.وحجم فقاعه الهواء عند قاع حوض سمك يحتوي ماء 1mm وارتفاع مستوى الماء 1m

. ماحجم الفقاعة الهوائية عند ارتفاعها لقمة الحوض ؟ علما بأن كثافة الماء $p = 1000\,kgm^3$ والضغط الجوي، $p_0 = 1\times10^5\,pa$ ، وعجلة الجاذبية، $g = 10\ m\,s^{-2}$

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا