الفصل الخامس: الغازات وقوانينها
Gases and their laws

تعتبر الغازات احدى حالات المادة الثلاثة

قبل الدراسة لآبد من معرفة بعض المفاهيم

(أ) الضغط: هو القوة المؤثرة على وحدة المساحة

$$P = \frac{F}{A}$$

F: القوة (force)

A: المساحة (area)

الضغط (pressure)

(ب) الضغط الجوي (atmospheric pressure):

هو الضغط الناتج عن عمود من الهواء من الطبقات العليا على نقطة على سطح الارض.

(ج) وحدات قياس الضغط

- **الباسكال (psi):**

هو الضغط الناتج عن قوة مقدارها 1 نيوتن على مساحة 1سم^2.

(د) الظروف القياسية للغازات (STP)

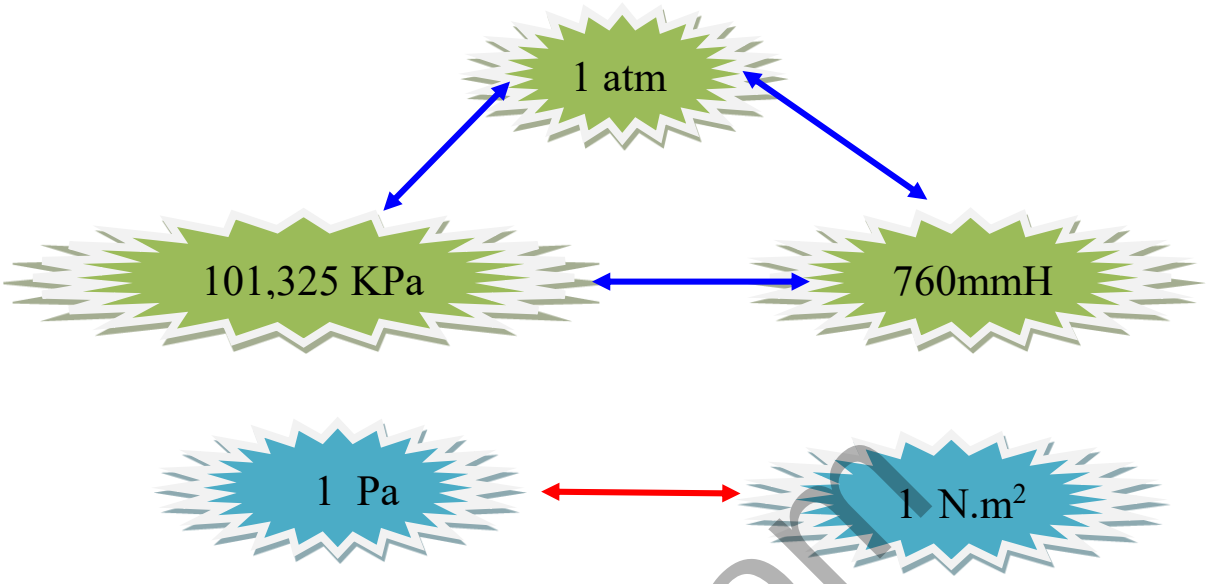
الضغط الجوي = 1 ض جو

درجة الحرارة= صفر^{o}م

جهاز البارومتر" يستخدم لقياس الضغط"

afidni.com

(هـ) بعض التحويلات الهامة:



1. نظرية الحركية الجزيئية (Kinetic- Molecular Theory)

➢ تفترض هذه النظرية:

1- تتكون الغازات من عدد كبير من الجزيئات المتناهية في الصغر.

2- تفصلها مسافات اكبر من حجم الجزئيات نفسها.

3- حجم الجزيئات مهمل اذا ما قورن بالحيز الذي يشغله وهذا يفسر اخفاض كثافة الغازات وايضا للانضغاط.

الحركة العشوائية لجزيئات الغاز

4- جزيئات الغاز في حركة مستمرة, وعشوائية في جميع الاتجاهات وفي مسارات مستقيمة وبسرعات مختلفة.

5- تصطدم الجزيئات مع بعضها ومع جدار الاناء الحاوي له ***بتصادم مرن***[1].

[1] **التصادم المرن:** لا يفقد جزيئات الغاز أي من طاقة حركته ما دامت درجة الحرارة ثابتة.

6- لجزيئات الغاز طاقة حركة نتيجة لحركتها الدائمة والسريعة والعشوائية وتحسب من المعادلة التالي:-

$$KE = \frac{1}{2} mv^2$$

حيث m تمثل كتله الجزئي و v سرعته

- تزداد معدل السرعة والطاقة الحركية للغاز مع درجة الحرارة وتقل لانخفاضها.

7- تتغلب الطاقة الحركية للجزيئات على قوى التجاذب بينها وهي ضعيفة جدا ويمكن اهمالها.

قوانين الغازات

(1) قانون بويل "Boyle's Law": "عند ثبوت درجة الحرارة (T) , يتناسب حجم الغاز (V) تتناسب عكسيا مع الضغط (P) الواقع علية".

عند ثبوت درجة الحرارة

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

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

$$V P = K$$

حيث K: مقدار ثابت " يعتمد على كمية الغاز ودرجة الحرارة"

V: حجم الغاز

P: الضغط

وعند حساب التغير في حالة الغاز من حالة الى حالة , فتكون العلاقة كالتالي:

$$V_1 P_1 = V_2 P_2$$

afidni.com

(2) قانون شارل "Charle's Law": عند ثبوت الضغط (P) , يتناسب حجم الغاز (V) تتناسب طرديا مع درجة الحرارة المطلقة (^oK) ".

عند ثبوت الضغط $V \alpha T$

$$V = KT$$

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

✍ وعند حساب التغير في حالة الغاز من حالة الى حالة , فتكون العلاقة كالتالي:

$$\frac{V_1}{T_2} = \frac{V_2}{T_1}$$

➢ لابد من تحويل درجة الحرارة (t^oC) الى كلفن (^oK) بإضافة 273.

$$^oK = t^oC + 273$$

(3) قانون جاي لوساك Gay - Lussac's Law

"عند ثبوت الحجم (V) , يتناسب ضغط الغاز (P) تتناسب طرديا مع درجة الحرارة المطلقة (^oK)".

$$P = K\,T$$

أي أن

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

✍وعند حساب التغير في حالة الغاز من حالة الى حالة , فتكون العلاقة كالتالي:

$$\frac{P_1}{T_2} = \frac{P_2}{T_1}$$

afidni.com

(4) قانون الغازات الموحد

عندما يتعرض الغاز للمتغيرات الثلاثة درجة الحرارة, الضغط و الحجم معا, فإنه يتم جمعهم في العلاقة الرياضية الآتية:-

$$\frac{PV}{T} = K$$

وعند حساب التغير في حالة الغاز من حالة الى حالة , فتكون العلاقة كالتالي:

$$\frac{P_1V_1}{T_2} = \frac{P_2V_2}{T_1}$$

afidni.com

المسائل على باب الغازات

(1) عبر عن قيم الضغط الآتية بوحدة الكيلو باسكال KPa

(أ) 745 mmHg

(ب) 2.5 atm

الإجابة

(أ)

$$P = \frac{745 \times 101.325}{760} = 99.3 \text{ KPa}$$

P (mmHg)	P (KPa)
760	101.325
745	??

(ب)

$$P = \frac{2.5 \times 101.325}{1} = 253.3 \text{ KPa}$$

P (atm)	P (KPa)
1	101.325
2.5	??

اختبر فهمك (1):

يبلغ متوسط الضغط الجوي في مدينة مسقط *0.830 atm* ، عبّر عن هذا الضغط بوحدة كلٍّ من :

أ- *mmHg* ب- *kPa* ج- torr

أ- الضغط بوحدة mm Hg = 760 mm Hg ×0.830 atm / 1atm

630.8 mm Hg =

ب- الضغط بوحدة kPa = 101.325kPa ×0.830 atm /1atm

84.0 kPa =

ج- الضغط بوحدة torr = 760 torr ×0.830 atm / 1atm

630.8 torr =

afidni.com

(2) قانون بويل

(1) منطاد على ارتفاع عال يحتوي على 30L من غاز الهليوم عند ضغط 103 KPa. ما حجم الغاز في المنطاد عندما يكون على ارتفاع قيمه ضغطه 25 KPa فقط؟ (افترض ان درجة الحرارة تظل ثابتة).

نلاحظ ان:

الغاز

قبل	بعد
P_1, V_1	P_2, V_2 (?)

و ثبات درجة الحرارة

الحل

المعطيات

$V_1 = 30$ L $P_1 = 103$ KPa	$P_2 = 25$ KPa **المطلوب:** $V_2 = ???$ L

$$\therefore P_1V_1 = P_2V_2$$

$$V_2 = \frac{P_1V_1}{P_2} = \frac{30 \times 103}{25} = 123.6 \text{ L}$$

afidni.com

(2) في مركبه ما تتروجينيوجد عينة من غاز النيتروجين في وسادة هوائية حجمها 65L تحت ضغط 745 mmHg. فإذا نقلت هذه العينة من الغاز الى وسادة اخرى حجمها 25 L, كم تكون قيمة ضغط الغاز المحصور في هذه الحالة بوحدة KPa؟ (افترض ان درجة الحرارة تظل ثابتة).

المعطيات

$P_1 = 745$ mmHg
$V_1 = 65$ L

المطلوب:

$V_2 = 25$ L
$P_2 = ???$ KPa

الحل

$$\therefore P_1V_1 = P_2V_2$$

$$P_2 = \frac{P_1V_1}{V_2} = \frac{65 \times 745}{25} = 1937 \text{ mmHg}$$

لتحويل الضغط

P (mmHg)	P (KPa)
760	101.325
1937	??

$$P_2 = \frac{1937 \times 101.325}{760} = 258.3 \text{ KPa}$$

اختبر فهمك (٢):

١- تلاحظ أن أكياس البطاطس الجاهزة تبدو وكأنها منتفخة عند تعرضها لأشعة الشمس، فسّر ذلك في ضوء نظرية الحركة الجزيئية .

٢- أي فروض النظرية الحركية الجزيئية يفسر استخدام الأكياس الهوائية في السيارات لحماية السائقين والركاب عند حدوث الاصطدامات الناجمة عن حوادث السيارات ؟

١- لأن الهواء في داخل الكيس يتمدد بارتفاع درجة الحرارة، فيؤثر بضغط أكبر على جدران الكيس، مما يسبب انتفاخها.

٢- الفرضان الأول والثاني يشيران إلى وجود مسافات كبيرة تفصل بين جزيئات الغاز، مما يجعلها قابلة للانضغاط.

atidri.com

اختبر فهمك (٣) :

١ – كمية من غاز التخدير عند درجة حرارة $(20^{\circ}C)$ حجمها $(2.5L)$ داخل محقن يتحكم فيه مكبس حر الحركة، فإذا انخفض الضغط داخل المحقن من $(105\ kPa)$ إلى $(40.5\ kPa)$ ، عند ثبوت درجة الحرارة. احسب الحجم النهائي للغاز.

٢ – بالون مليء بغاز الهيليوم حجمه $(500\ mL)$ ، تحت ضغط $1\ atm$، أطلق البالون ووصل إلى ارتفاع $(6.5\ km)$، حيث يصبح الضغط $(0.5\ atm)$ ، ما الحجم الذي يأخذه الغاز عند هذا الارتفاع بوحدة اللتر. مفترضا ثبات درجه الحرارة.

١ –

المعطيات:

$V_1 = 2.5L$

$P_1 = 105kPa$

$P_2 = 40.5kPa$

$V_2 = ?$

الحل:

$V_2 = P_1V_1/P_2$

$= 105kPa \times 2.5L / 40.5kPa$

$= 6.5\ L$

٢ – المعطيات :

$V_1 = 500mL$

$P_1 = 1\ atm$

$P_2 = 0.5\ atm$

$V_2 = ?$

الحل:

$V_2 = P_1V_1/P_2$

$500mL \times 1atm / 0.5atm$

$= 1.000mL$

$= 1L$

afidni.com

(3) قانون شارل

تم تسخين أسطوانة لغاز النيتروجين مع مكبس متحرك لدرجة حرارة 315 فإذا كان حجم الغاز في الاسطوانة يساوي 0.3L عند درجة حرارة 25°C, احسب الحجم النهائي للغاز عند درجة حرارة 315°C؟

نلاحظ ان:

الغاز

قبل	بعد
T_1, V_1	T_2, V_2 (?)

و ثبات الضغط

الحل

المعطيات

$V_1 = 0.3$ L	$T_2 = 315 + 273 = 588$ K
$T_1 = 25 + 273 = 298$K KPa	**المطلوب:** V_2 = ??? L

$$\frac{V_1}{T_2} = \frac{V_2}{T_1}$$

$$V_2 = \frac{V_1 T_2}{T_1} = \frac{0.3 \times 588}{298} = 0.59 \text{ L}$$

afidni.com

اختبر فهمك (٤):

١- يحتوي بالون على $(500\ cm^3)$ عند درجة حرارة $(27^\circ C)$، ما حجم البالون إذا أدخل في براد عند درجة حرارة $(-18^\circ C)$؟

٢- في صباح يوم بارد $(10^\circ C)$ ، قام أحد الطلاب بملء بالون بالهواء، وبعد أن امتلأ البالون إلى مستوى $\frac{3}{4}$ من حجمه ، قام بتسخين الهواء حتى امتلىء البالون متخذا أقصى سعة له وهي $(1700\ cm^3)$. ما درجة حرارة الهواء السيليزية في البالون عند هذه السعة؟ (افترض أن ضغط الهواء وكميته ثابتة منذ بدء التسخين).

٣- فسّر قانون شارل في ضوء النظرية الحركية الجزيئية.

٤- لماذا يستخدم مقياس الحرارة المطلقة في حسابات قوانين الغازات عوضًا عن مقياس الدرجات السيليزية؟

(1

المعطيات:

$V_1 = 500cm^3$

$T_1 = 27°C$

$T_2 = -18\ °C$

المطلوب:

$V_2 = ?$

الحل:

$V_2 = V_1T_2/T_2$

$= 500cm^3 \times 255K/300K$

$= 425cm^3$

(2

المعطيات:

$T_1 = 10\ °C$

$V_1 = 3/4 \times 1700cm^3 = 1275cm^3$

$V_2 = 1700cm3$

$T_2 = ?$

الحل:

$T_2 = T_1V_2/V_1$

$= 283K \times 1700cm^3/1275cm^3$

$= 377K$

$= 104^0C$

afidni.com

٣- في ضوء فروض نظرية الحركة الجزيئية، فإن ارتفاع درجة الحرارة، يؤدي إلى زيادة طاقة حركة الجزيئات ، مما يزيد من عدد التصادمات بينها، فيزيد الضغط الداخلي للغاز، فتندفع جزيئات الغاز لتشغل حجما أكبر.

٤- لأنه قد ينتج عن القياس بالدرجات السيليزية وجود درجات حرارة تأخذ قيما سالبة، مما قد يؤدي إلى ظهور حجوم سالبة في بعض الحسابات، وهذه غير ممكن، ولذلك تستخدم درجات الحرارة بالكلفن لأنها تستخدم الأعداد الموجبة فقط للدلالة على درجات الحرارة.

(4) قانون جاي لو ساك

إذا كانت درجة حرارة صهريج يحتوي على غاز الأرجون في الليل 18°C, وكان ضغط الغاز عند هذه الدرجة يعادل 875KPa, ما قيمة ضغط الغاز خلال فترة النهار اذا ارتفعت درجة حرارة الغاز في الصهريج الى 32°C؟ (افترض ثبوت حجم الصهريج وكمية الغاز).

نلاحظ ان:

الغاز

قبل: T_1, P_1

بعد: T_2, P_2 (?)

و ثبات الحجم

الحل

المعطيات

$T_1 = 18 + 273 = 291K$

$P_1 = 875$ KPa

$T_2 = 32 + 273 = 305$ K

المطلوب:

P_2 = ??? PKa

$$\frac{P_1}{T_2} = \frac{P_2}{T_1}$$

$$P_2 = \frac{P_1 T_2}{T_1} = \frac{875 \times 305}{291} = 917 \text{ KPa}$$

afidni.com

اختبر فهمك (٥):

١– فسّر: تكون إطارات السيارات(لا سيما المتهالكة) عرضة للانفجار في أيام الصيف الحارة.

٢– عينة من غاز الهيليوم، يبلغ ضغطها $1.2\ atm$، عند درجة حرارة $22^{\circ}C$. ما درجة الحرارة المئوية التي يصل عندها الهيليوم إلى ضغط $2.0\ atm$ ؟

١– وذلك لأن ارتفاع درجة حرارة الطرقات في أيام الصيف الحارة يؤدي إلى ارتفاع درجة حرارة الهواء في إطارات السيارات، مما يزيد من طاقة حركة الجزيئات ، وهذا بدوره يؤدي إلى تضاعف ضغط الغاز المحبوس في الإطار ، مما يجعل هذه الإطارات عرضة للانفجار.

٢– المعطيات:

$P_1= 1.2\ atm$

$P_2= 2.0 atm$

$T_1=22\ ^{\circ}C$

المطلوب:

$T_2=?$

الحل:

$T_2= P_2T_1/P_1$

$= 2.0atm \times 295K/\ 1.2\ atm$

$= 492K$

$=219^{0}C$

afidni.com

(5) قانون الغازات الموحد

(1) بالون ملئ بالهليوم حجمة **50L** عند درجة حرارة **25°C** وتحت ضغط **1.08 atm** ما حجم البالون , عندما يصبح الضغط **0.855 atm** ودرجة الحرارة **10°C**؟

نلاحظ ان:

الغاز

قبل	بعد
V_1, T_1, P_1	V_2 (?) T_2, P_2

فنجد انه يوجد ثلاث متغيرات

الحل

المعطيات

$V_1 = 50$ L
$T_1 = 25 + 273 = 298$K
$P_1 = 1.05$ atm

المطلوب:

$T_2 = 10 + 273 = 283$ K
$P_2 = 0.855$ atm
$V_2 = ??$ L

بتطبيق القانون

$$\frac{P_1V_1}{T_2} = \frac{P_2V_2}{T_1}$$

$$\therefore P_1V_1T_2 = P_2V_2T_1$$

$$V_2 \text{ (الهيلوم)} = \frac{P_1V_1T_2}{P_2T_1} = \frac{1.08 \times 50 \times 283}{0.855 \times 298} = 60 \text{ L}$$

afidni.com

(2) عينة هواء حجمها **5L** عند درجة حرارة **-50°C** وعند ضغط **107 KPa** , كم يصبح ***الضغط*** الجديد عند ارتفاع الحرارة **102°C**, وتمدد الحجم الى **7L**؟

الحل

المعطيات

$V_1 = 5\ L$
$T_2 = -50 + 273 = 223$
$P_1 = 107\ KPa$

$T_2 = 102 + 273 = 375$
$V_1 = 1.05\ atm$

المطلوب:

$P_2 = ??\ L$

بتطبيق القانون

$$\frac{P_1V_1}{T_2} = \frac{P_2V_2}{T_1}$$

$$\therefore P_1V_1T_2 = P_2V_2T_1$$

$$P_2 = \frac{P_1V_1T_2}{T_1} = \frac{107 \times 5 \times 375}{7 \times 223} = 128.5\ KPa$$

afidni.com

اختبر فهمك (٦):

١- يمكن الحصول على أيٍّ من قوانين الغازات الثلاثة من قانون الغازات الموحد، في حال تم تثبيت المتغير المناسب (أثبت ذلك؟)

٢- ما الضغط اللازم لتقليص حجم (60 mL) من غاز تحت الظروف القياسية إلى 10 mL عند درجة حرارة مقدارها 25°C ؟

٣- عينة من غاز الأرجون حجمها (100 mL) عند درجة حرارة (35°C) وتحت ضغط (760 torr) ما درجة الحرارة اللازمة لخفض ضغط نفس الغاز إلى (720 torr) ، ولزيادة حجمه إلى (200 mL) ؟

١- يمكن الحصول على أيٍّ من قوانين الغازات الثلاثة من القانون الموحد للغازات $P_1V_1/T_1 = P_2V_2/T_2$ ، وذلك بتثبيت المتغير المناسب في كل حالة:

فمثلا عند تثبيت درجة الحرارة، تختصر (T) من طرفي المعادلة العامة للقانون، وبذلك نحصل على قانون بويل :

$$P_1V_1 = P_2V_2$$

وفي حالة تثبيت متغير الضغط ، تختصر (P) من طرفي المعادلة ، فنحصل على قانون شارل:

$$V_1/T_1 = V_2/T_2$$

وعند إبقاء الحجم ثابتا ، تختصر قيمة (V) من طرفي المعادلة ، وبذلك نحصل على قانون جاي لوساك:

$$P_1/T_1 = P_2/T_2$$

٢-المعطيات:

$V_1 = 60mL$

$V_2 = 10mL$

$T_1 = 0\ °C$

$T_2 = 25\ °C$

$P_1 = 101.325kPa$

المطلوب

$P_2 = ?$

afidni.com

الحل:

$$P_2 = P_1V_1T_2/V_2T_1$$

$= 101.325atm \times 60mL \times 298K / 10mL \times 273K$

$=663.6kPa$

$=6.55atm$

٣- المعطيات:

$V_1=100mL$

$V_2= 200mL$

$P_1=760\ torr$

$P_2= 720torr$

$T_1= 35\ ^\circ C$

المطلوب:

T_2

الحل:

$T_2= P_2V_2T_1/P_1V_1$

$= 720torr \times 200mL \times 308K / 760\ torr \times 100mL$

$= 584K$

$=311^0C$

afidni.com