

## النظرية الحركية للغازات:

النظرية التي تنص على أن جزيئات الغازات في حركة مستمرة تسمى النظرية الحركية للغازات و هذه النظرية لها عدة افتراضات:

- تتحرك جزيئات الغازات بسرعة و عشوائيا
- المسافة بين جزيئات الغاز أكبر من نصف قطرها و لذلك يكون حجمها ضئيلا جدا
- كل التصادمات بين جزيئات الغاز مرنة ( لا تفقد الطاقة خلال التصادم)
- متوسط الطاقة الحركية لجزيئات الغاز يزداد بزيادة درجة الحرارة.

الغاز الذي تنطبق عليه المواصفات المذكورة آنفا يسمى **غاز مثالي**.

في الواقع, الغازات التي نواجهها في الواقع لا ينطبق عليها هذا الوصف تماما و لكن يمكن أن يكون قريبا جدا منه.

الغازات النبيلة ذات الذرات الصغيرة جدا مثل الهيليوم و النيون تقترب جدا من سلوك الغاز المثالي و ذلك لأن القوى بين الجزيئية فيها ضعيفة جدا.

الحجم الذي يحتله الغاز يعتمد على :

- الضغط , و يقاس الضغط بوحدة الباسكال Pa
- درجة الحرارة, و تقاس درجة الحرارة بوحدة الكلفن

للتحويل من درجة الحرارة المئوية إلى درجة الحرارة المطلقة ( كلفن) نستخدم القانون

$$273 + \text{درجة الحرارة المئوية} = \text{درجة الحرارة المطلقة}$$

مثال : حوّل درجة الحرارة  $100^{\circ}\text{C}$  إلى درجة الحرارة المطلقة.

الحل:

$$100 + 273 = 373 \text{ K} = \text{درجة الحرارة المطلقة}$$

## الحجم المولاري للغاز:

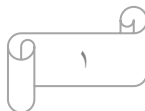
حجم الغاز المثالي يعتمد فقط على عدد الجسيمات الموجودة فقط و ليس على طبيعتها, و لذلك حجم مول واحد من أي غاز مثالي عند ظروف محددة يكون دائما نفسه.

الحجم الذي يحتله مول واحد من غاز عند ظروف محددة يسمى **الحجم المولاري**

**الحجم المولاري لغاز مثالي عند الظروف المعيارية STP هي  $22.4 \text{ mol/L}$**

و هذا يعني أنه عند الظروف المعيارية, يكون حجم مول واحد من الأمونيا  $\text{NH}_3$  و حجم مول واحد من غاز  $\text{CO}_2$  و حجم مول واحد من  $\text{H}_2$  جميعا متساوية و قيمتها  $22.4 \text{ mol/L}$

**الظروف المعيارية STP هي درجة الحرارة  $273\text{K}$  و ضغط  $1 \text{ atm}$  أو  $100\text{kPa}$**



$$\text{عدد المولات} = \frac{\text{الحجم}}{\text{الحجم المولاري}}$$

يجب أن تكون وحدة الحجم المستخدمة في القانون L أو  $dm^3$

للتحويل من mL إلى L نقسم على 1000

للتحويل من  $cm^3$  إلى  $dm^3$  نقسم على 1000

مثال: احسب عدد المولات الموجودة في  $250 \text{ cm}^3$  من غاز الأكسجين  $O_2$  عند الظروف المعيارية STP

الحل:

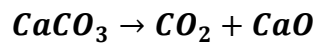
نحول أولاً الحجم إلى  $dm^3$  بالقسمة على 1000

$$\frac{250}{1000} = 0.25$$

نعوض بالقانون

$$\text{عدد المولات} = \frac{0.25}{22.4} = 0.011 \text{ mol}$$

مثال : احسب حجم ثاني أكسيد الكربون عند الظروف القياسية STP الناتج عن تفكك 10 g من كربونات الكالسيوم حسب المعادلة



علماً أن Ca=40 , C=12 , O=16

الحل

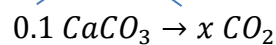
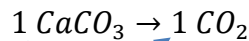
نحسب أولاً عدد مولات كربونات الكالسيوم

الكتلة المولية لكربونات الكالسيوم وتحسب كما يلي

$$CaCO_3 = (40 \times 1) + (12 \times 1) + (16 \times 3) = 100 \text{ g/mol}$$

$$n = \frac{10}{100} = 0.1 \text{ mol}$$

ثم نحسب عدد مولات ثاني أكسيد الكربون الناتجة



$$x = \frac{1 \times 0.1}{1} = 0.1 \text{ mol}$$

ثم نحسب حجم ثاني أكسيد الكربون من خلال قانون الحجم المولاري

$$\text{الحجم المولاري} \times x = \text{عدد المولات} = \text{الحجم}$$

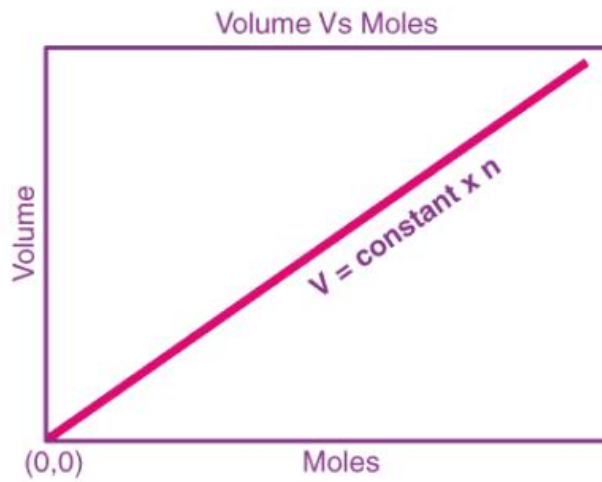
$$0.1 \times 22.4 = 2.24 \text{ L}$$

قانون أفوغادرو:

الحجوم المتساوية من الغازات عند نفس الظروف من الضغط و درجة الحرارة تحتوي على العدد نفسه من الجزيئات.

$$\frac{V_1}{n_1} = \frac{V_2}{n_2}$$

و يمثل بيانيا كما يلي



BYJU'S  
The Learning App

© Byjus.com

مثال: مول واحد من غاز الهيليوم يملئ بالوناً حجمه 1.5 L فكم يكون حجم بالون فيه 2.5 مول من غاز الهيليوم ؟ افترض أن الضغط ودرجة الحرارة ثابتين.

الحل:

نطبق قانون أفوغادرو

$$\frac{V_1}{n_1} = \frac{V_2}{n_2}$$

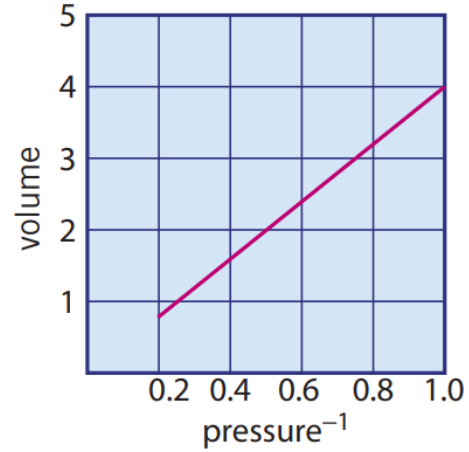
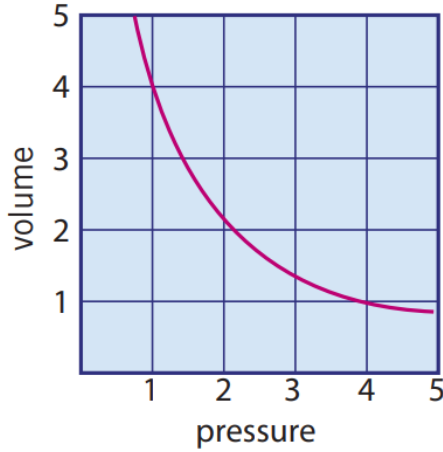
نطبق بالمعطيات

$$\frac{1.5}{1} = \frac{V_2}{2.5} \rightarrow V_2 = \frac{1.5 \times 2.5}{1} = 3.75 \text{ L}$$

### قانون بويل:

ضغط كتلة معينة من الغاز عند درجة حرارة ثابتة يتناسب عكسيا مع حجم الغاز

و التمثيل البياني لهذه العلاقة يمكن أن يتم بطريقتين, الأولى بمقارنة الحجم  $V$  مقابل الضغط  $P$  و الذي يعطي خط (قطع زائد) مما يدل على العلاقة العكسية بينهما, بينما الرسم البياني الثاني يوضح العلاقة بين الحجم  $V$  و مقلوب الضغط  $\frac{1}{P}$  و الذي يعطي خط مستقيم يبدأ من الصفر



رياضيا تمثل هذه العلاقة بالمعادلة التالية

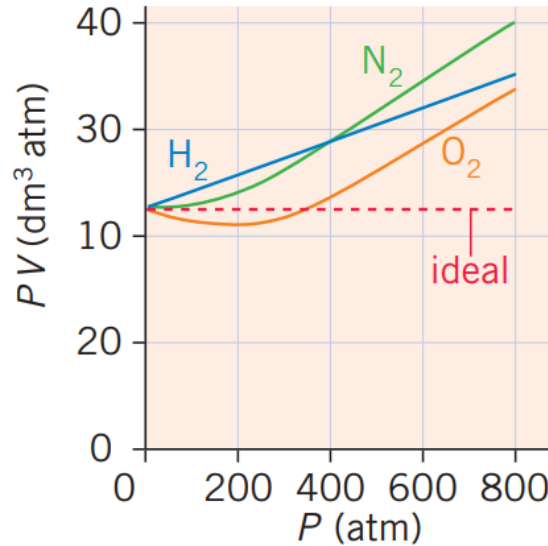
$$PV = k$$

حيث  $k$  ثابت لكمية معينة من غاز عند درجة حرارة معينة, أما التمثيل الرياضي الأهم لقانون بويل هو

$$P_1V_1 = P_2V_2$$

تنطبق هذه العلاقة فقط عندما تكون درجة الحرارة ثابتة, قانون بويل يتوافق مع نظرية الحركة الجزيئية , إذا ازداد حجم وعاء الغاز تنتقل جزيئات الغاز مسافات أطول قبل أن تصطدم مع بعضها البعض أو بجدران الوعاء و يقل بالتالي عدد الاصطدامات مع جدران الوعاء و يقل الضغط.

نظرية الحركة الجزيئية تنطبق فقط على الغازات المثالية , و في الغاز المثالي تكون الجسيمات مستقلة تماما , و لكن **الغازات الحقيقية تبتعد عن سلوك الغاز المثالي عند رفع الضغط.**



جزيئات الغاز إذا كانت في وعاء تقوم بالضغط على جدران الوعاء, لأن جزيئات الغاز تقوم بالاصطدام بجدران الوعاء بشكل مستمر, فإذا قمنا بتقليل الحجم ( عند درجة حرارة ثابتة) فإن الجزيئات تصبح أقرب لبعضها البعض فيزداد معدل اصطدامها بجدران الوعاء و يزداد ضغط الغاز.

مثال: بالون حجمه 1.2 L عند ضغط 750 mmhg , إذا افترضنا أن درجة الحرارة تبقى ثابتة ما حجم البالون إذا تقلص حجمه إلى 600 mmhg

الحل:

$$P_1 V_1 = P_2 V_2$$

$$750 \times 1.2 = 1.5 V_2$$

$$V_2 = \frac{750 \times 1.2}{600} = 1.5 L$$

قانون شارل:

عند ضغط ثابت, حجم كتلة معينة من الغاز يتناسب طرديا مع درجة الحرارة المطلقة.

الرسم البياني التالي يوضح بيانيا حجم الغاز مقابل درجة الحرارة و تكون العلاقة خط مستقيم , ومهما كان الغاز المستخدم فإن الحجم 0 سيكون دائما عند درجة الحرارة نفسها (273 K -), و بالتالي فإن العلاقة بين حجم الغاز و درجة الحرارة المطلقة هي علاقة خط مستقيم و قاطعها صفر.

رياضيا يمكن تمثيل قانون شارل كما يلي

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

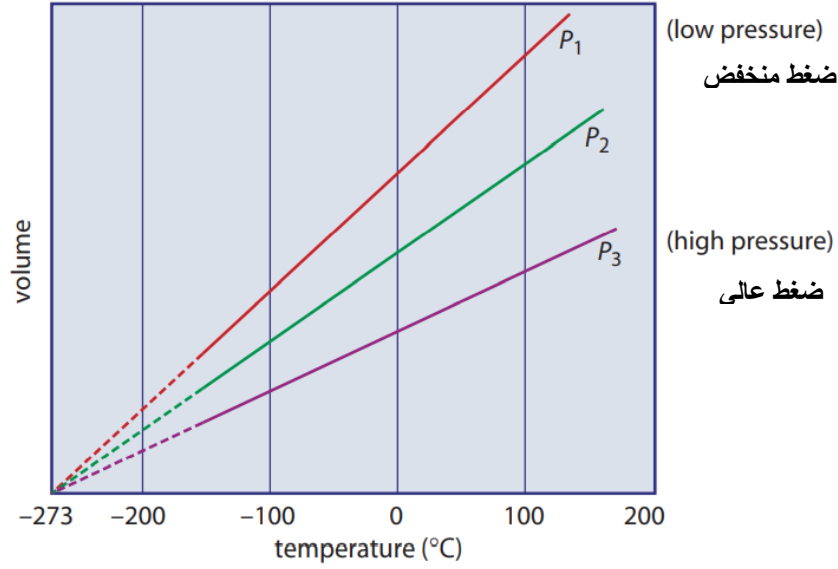
حيث k قيمة ثابتة لغاز معين عند ضغط ثابت, و تقاس درجة الحرارة بوحدة الكلفن K

أما التمثيل الأهم رياضيا لقانون شارل هو

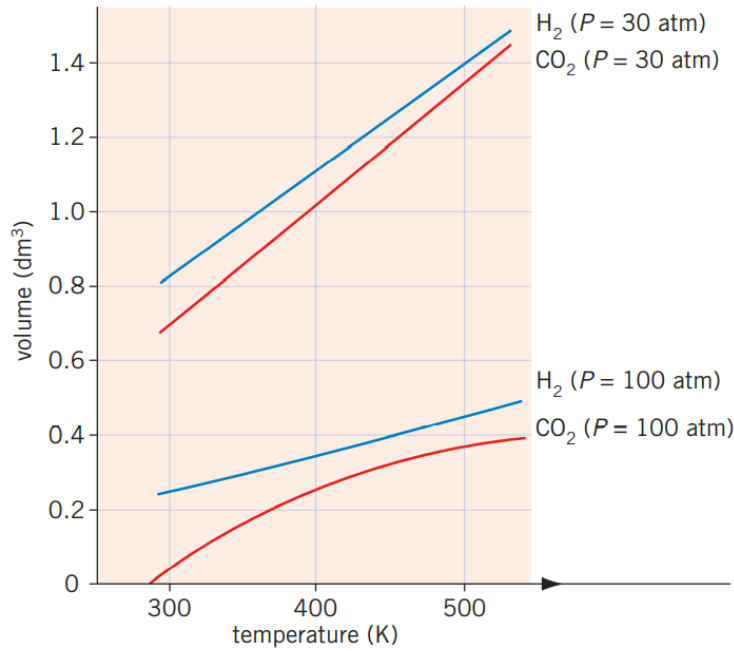


$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$$

ينطبق قانون شارل إذا كان الضغط و كمية الغاز ثابتين، يتوافق قانون شارل مع النظرية الحركية للغازات فإذا زادت درجة حرارة جزيئات الغاز تزداد تبعاً لها الطاقة الحركية للجسيمات فتزداد سرعة حركة الجسيمات و يزداد معدل اصطدامها ببعضها البعض و بجدران الوعاء.



متى تتبع الغازات الحقيقية قانون شارل؟ لنجيب عن هذا السؤال ننظر للشكل التالي



مثال : عينة من غاز حجمها 2.8 L عند درجة حرارة غير معروفة, إذا تم غمر هذه العينة في ثلج ( درجة حرارته 0 °C و تقلص الحجم إلى 1.4 L كم تكون درجة حرارة الغاز الابتدائية؟

الحل:

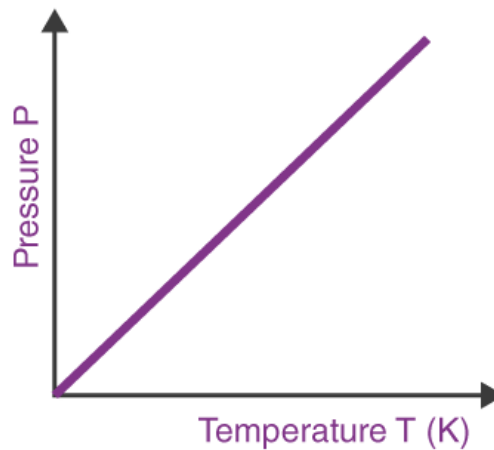
$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$ $T_2 = \frac{V_2 T_1}{V_1}$	لإيجاد درجة الحرارة الابتدائية نحل قانون شارل بالنسبة لدرجة الحرارة الابتدائية $T_1$
$K = ^\circ\text{C} + 273$ $K = 0 + 273 = 273$	قبل أن نقوم بعملية الحساب, نحول درجة الحرارة من الدرجة المنوية إلى الكلفن
$T_2 = \frac{2.8 \times 273}{1.4} = 546 \text{ K}$	نعوض بالقانون

قانون جاي لوساك:

ينص قانون جاي لوساك على أن ضغط كمية معينة من الغاز يتناسب طرديا مع درجة الحرارة عند ثبوت الحجم. و تمثل هذه العلاقة رياضيا كما يلي

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

و تمثل العلاقة بيانيا كما يلي



BYJU'S  
The Learning App

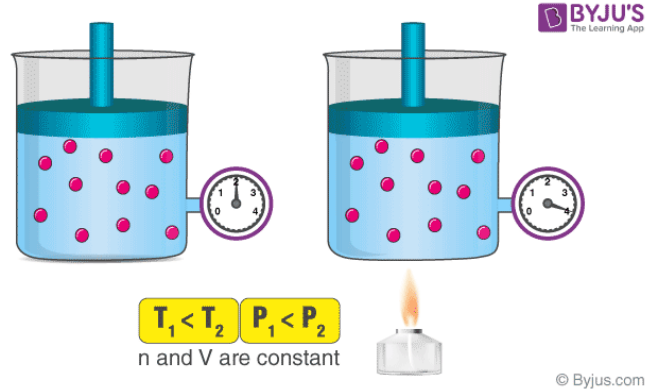
© Byjus.com

و لكن التمثيل الرياضي الأهم لقانون جاي لوساك هو:

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

مثال من الحياة لقانون جاي لوساك:

عند تسخين الأيروسول يزداد ضغطه و من الممكن يؤدي ذلك إلى انفجار, و لهذا السبب يكتب على الأوعية المضغوطة علامات تحذيرية تنص على أنه يجب أن يحفظ بعيدا عن النار و يحفظ في بيئة باردة.



مثال : ضغط غاز في اسطوانة بعد ما تم تسخينه إلى 250K أصبح 1.5 atm كم كانت درجة حرارته الأصلية إذا كان ضغطه الابتدائي 1 atm

الحل

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

$$T_1 = \frac{P_1 T_2}{P_2} = \frac{1 \times 250}{1.5} = 166.6 K$$

قانون الغاز المثالي

معادلة تجمع فيها قوانين الغازات و هي :

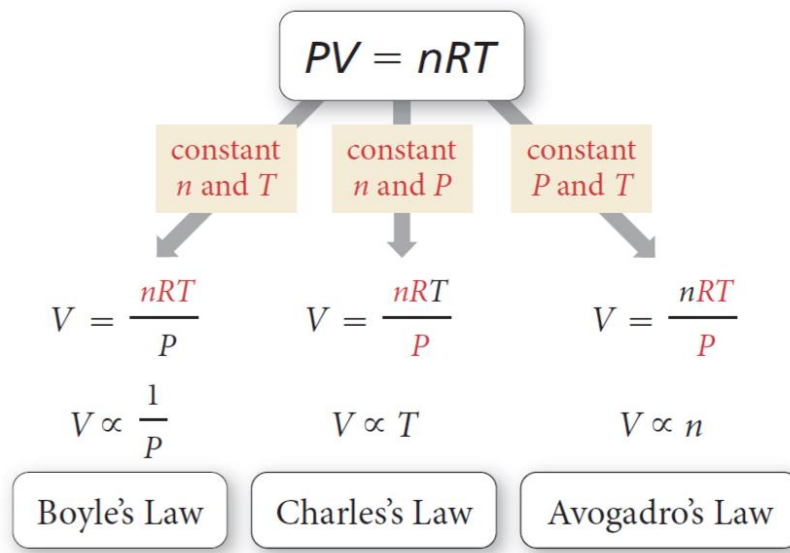
$$PV = nRT$$

حيث R هو ثابت الغاز المثالي و هو قيمة ثابتة لجميع الغازات

$$R = 0.0821 \frac{L \cdot atm}{mol \cdot K}$$

تتضمن معادلة الغاز المثالي قوانين الغازات البسيطة ( بويل , شارل , جاي لوساك ) في داخلها





مثال : احسب حجم 0.05 مول من غاز النيتروجين عند ضغط 2.5 atm و درجة حرارة 300 K  
الحل:

$$PV = nRT$$

$$V = \frac{nRT}{P} = \frac{0.05 \times 0.0821 \times 300}{2.5} = 0.4926 \text{ L}$$

الكثافة و الكتلة للغاز

العلاقة التي تربط بين كثافة الغاز و كتلته المولية هي:

$$d = \frac{PM}{RT}$$

حيث  $d$  الكثافة و  $M$  الكتلة المولية

مثال : احسب كثافة غاز النيتروجين عند درجة حرارة 398 K و ضغط 2 atm علما أن كتلته المولية 28 g/mol

الحل:

$$d = \frac{PM}{RT} = \frac{2 \times 28}{0.0821 \times 398} = 1.71 \text{ g/L}$$

مثال : عينة من غاز كتلتها 0.8 g و حجمها 0.25 L عند درجة حرارة 298 و ضغط 4 atm , كم تكون كتلتها المولية؟

الحل:

نحسب أولا عدد مولات الغاز من قانون الغاز المثالي

$$PV = nRT \rightarrow n = \frac{PV}{RT} = \frac{4 \times 0.25}{0.0821 \times 298} = 0.040 \text{ mol}$$

و الآن نستطيع ايجاد الكتلة المولية للغاز من قانون عدد المولات

$$\text{الكتلة المولية} = \frac{\text{الكتلة}}{\text{عدد المولات}} = \frac{0.8}{0.04} = 20 \text{ g/mol}$$

### مخاليط الغازات و الضغوط الجزئية

قانون دالتون : الضغوط الجزئية لخليط من الغازات يساوي مجموع الضغوط الجزئية للغازات المكونة له.

$$P_{\text{total}} = P_a + P_b + P_c$$

حيث  $P_{\text{total}}$  هو الضغط الكلي للخليط, و  $P_a$  و  $P_b$  و  $P_c$  هي الضغوط الجزئية

قانون الكسر المولي: عدد مولات أحد مكونات المخلوط مقسوماً على مجموع عدد مولات المخلوط.

$$X_a = \frac{n_a}{n_{\text{total}}}$$

عدد مولات المكون

الكسر المولي

عدد المولات الكلي في المخلوط

كما يمكن كتابة المعادلة التالية المشتقة من المعادلة نفسها

$$P_a = X_a \cdot P_{\text{total}}$$

مثال : خليط 1 L من غازات الهيليوم و الأرجون و النيون ضغطه الكلي 600 mmhg عند درجة حرارة 298 K . إذا كان الضغط الجزئي للهيليوم 350 mmhg و الضغط الجزئي للنيون 115 mmhg , كم يكون الضغط الجزئي للأرجون؟

الحل:

$$P_{\text{total}} = P_a + P_b + P_c$$

$$600 = 350 + 115 + P_{\text{Ar}}$$

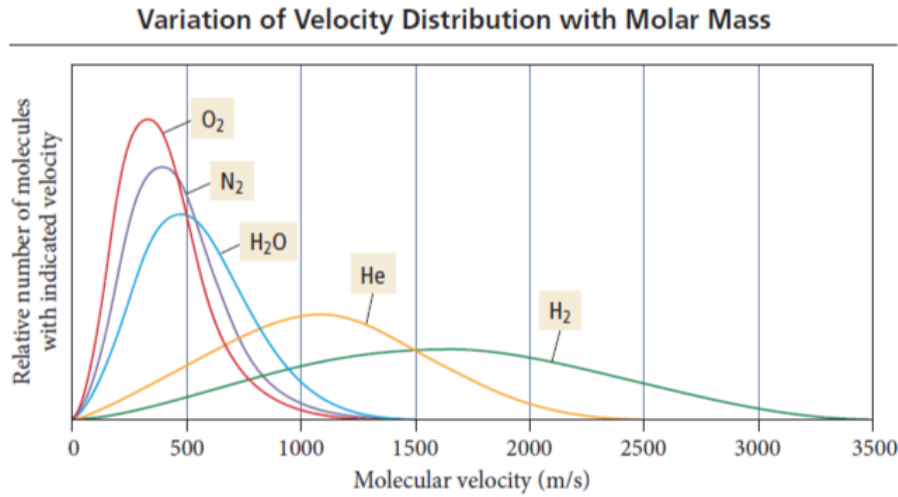
$$P_{\text{Ar}} = 600 - 350 - 115 = 135 \text{ mmhg}$$

درجة الحرارة و سرعة جسيمات الغاز

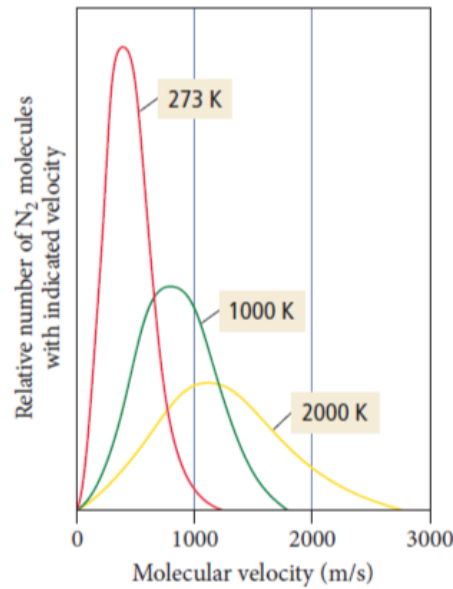
في خليط من الغازات عند درجة حرارة معينة, تتحرك الجسيمات الأخف أسرع من الجسيمات الثقيلة.

سرعة الجذر المتوسط المربعة لمجموعة من جسيمات الغاز تتناسب طرديا مع الجذر التربيعي لدرجة الحرارة المطلقة (بالكلفن) و تتناسب عكسيا مع الجذر التربيعي للكتلة المولية للجسيمات.

$$\mu_{rms} = \sqrt{\frac{3RT}{M}}$$



من خلال الشكل السابق, نلاحظ أن توزيع سرعة جسيمات الغاز الأخف مثل الهيليوم و الهيدروجين ينزاح نحو سرعات أعلى و يصبح المنحنى عريضا



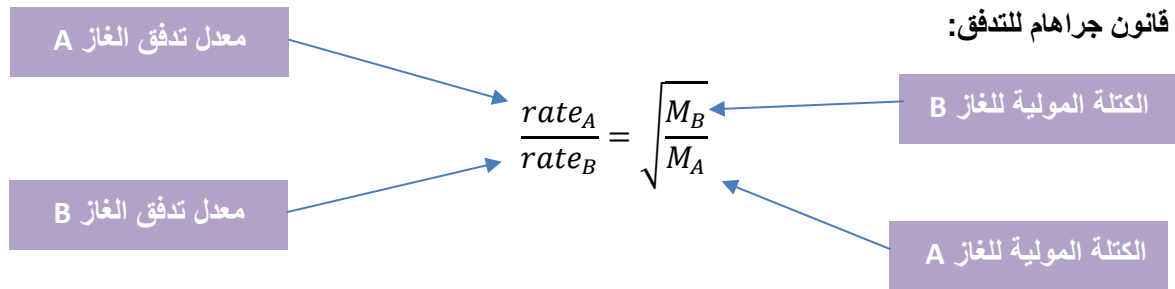
نلاحظ في الشكل السابق الذي يوضح توزيع سرعات غاز النيتروجين عند درجات حرارة مختلفة أن سرعة الجذر المتوسط تزداد بزيادة درجة الحرارة و يصبح المنحنى أعرض

### الانتشار و التدفق:

الانتشار : العملية التي يتم فيها انتشار جزيئات الغاز نتيجة لاختلاف التركيز.

التدفق: العملية التي تتدفق فيها جزيئات الغاز من الوعاء عبر ثقب صغير.

قانون جراهام للتدفق:



مثال : ينتشر غاز بسرعة تساوي أربعة أضعاف سرعة انتشار غاز الأكسجين  $O_2$  . ما الكتلة المولية لهذا الغاز علما أن الكتلة المولية لغاز الأكسجين  $32 \text{ g/mol}$

الحل:

$$\frac{rate_A}{rate_B} = \sqrt{\frac{M_B}{M_A}}$$

حيث أن سرعة تدفق الغاز تساوي 4 أضعاف تدفق الأكسجين يكون

$$4 = \sqrt{\frac{32}{M_{\text{المجهول}}}}$$

نأخذ الجذر التربيعي للطرفين

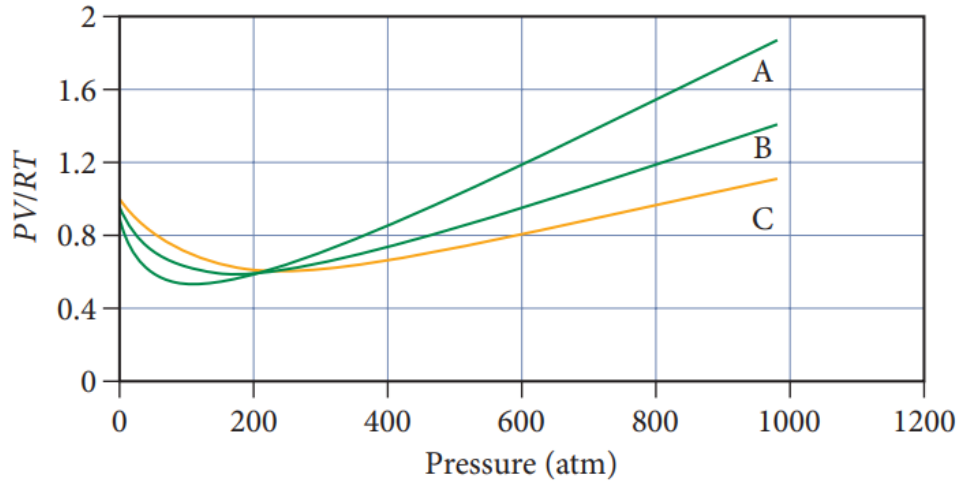
$$16 = \frac{32}{M_{\text{المجهول}}}$$

$$M_{\text{المجهول}} = \frac{32}{16} = 4$$

نحسب قيمة الجذر لإيجاد الكتلة المولية للغاز

$$M_{\text{المجهول}} = \sqrt{4} = 2$$

تدريب : الشكل البياني التالي يظهر العلاقة بين  $PV/RT$  و الضغط لثاني أكسيد الكربون عند ثلاث درجات حرارة مختلفة, رتب هذه المنحنيات A و B و C حسب درجة حرارتها؟



الحل:

الغاز يقترب من سلوك الغاز المثالي ( القيمة 1 ) عند درجة الحرارة العالية, لذلك المنحنى C يكون الأعلى درجة غليان , بينما يكون المنحنى A الأكثر حيود عن سلوك الغاز المثالي ( القيمة 1 ) هو الأقل درجة غليان, و يكون المنحنى B بدرجة حرارة متوسطة

$$C > B > A$$

اسئلة اختيارية مع الحل

١- وعاء مغلق فيه 250 mL من غاز عند 35 °C و ضغط جوي واحد 1 atm , تم تسخين الوعاء إلى درجة حرارة 350 °C , سوف يزداد الضغط بمعامل يساوي.....

- أ ( 2      ب ( 10      ج ( 250      د ( 585

الحل: أ

نحول درجة الحرارة أولا إلى الكلفن

$$T_1 = 35 + 273 = 308 \text{ K}$$

$$T_2 = 350 + 273 = 623 \text{ K}$$

نعوض بقانون جاي لوساك

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

$$\frac{1}{308} = \frac{P_2}{623} \rightarrow P_2 = \frac{623 \times 1}{308} = 2$$

٢- الضغط المسلط على عينة من غاز حجمها 600 mL ازداد من 100 kPa إلى 300 kPa عند درجة حرارة ثابتة, كم سيكون الحجم الجديد للغاز؟

- أ ( 200 mL      ب ( 300 mL      ج ( 1200 mL      د ( 1800 mL

الحل : أ

$$P_1 V_1 = P_2 V_2$$

$$600 \times 100 = 300 V_2$$

$$V_2 = \frac{600 \times 100}{300} = 200 \text{ mL}$$

٣- وعاء يحتوي على 1 L عند درجة حرارة 73 °C – سمح له بالتمدد إلى 1.5 L , كم يجب أن تكون درجة الحرارة لكي يحدث هذا التمدد عند ضغط ثابت؟

- أ ( -36°C      ب ( 0 °C      ج ( 27 °C      د ( 73 °C

الحل: ج

نحو درجة الحرارة أولا إلى الكلفن

$$K = ^\circ C + 273 = -73 + 273 = 200 K$$

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

$$\frac{1}{200} = \frac{1.5}{T_2} \rightarrow T_2 = \frac{1.5 \times 200}{1} = 300 K$$

نحو درجة الحرارة من كلفن إلى درجة مئوية

$$^\circ C = K - 273 = 300 - 273 = 27 ^\circ C$$

٤- عينة من الهواء حجمها 4 L عند درجة حرارة 0 °C و ضغط 2 atm , تم تسخينها إلى 273 °C و ازداد الضغط إلى 8 atm , فكم سيكون حجم الغاز الجديد؟

أ ( 1 L      ب ( 8 L      ج ( 2 L      د ( 32 L

الحل : ج

نحو درجة الحرارة إلى الكلفن

$$T_1 = 0 + 273 = 273 K$$

$$T_2 = 273 + 273 = 546 K$$

نطبق قانون الغازات العام

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2}$$

$$\frac{2 \times 4}{273} = \frac{8 V_2}{546} \rightarrow V_2 = \frac{2 \times 4 \times 546}{8 \times 273} = 2 L$$

٥- عينة من غاز حجمها 2 L عند ضغط 1000 kPa سمح لها بالتمدد عند درجة حرارة ثابتة حتى أصبح الضغط 300 kPa . كم يكون الحجم الجديد للغاز؟

أ ( 3 L      ب ( 3.33 L      ج ( 6 L      د ( 6.66 L

الحل : د

$$P_1 V_1 = P_2 V_2$$

$$2 \times 1000 = 300 V_2 \rightarrow V_2 = \frac{2 \times 1000}{300} = 6.66$$

٦- عينة من غاز ضغطها الابتدائي 500 mmhg و حجم ابتدائي 5 L , كم يكون الضغط عندما يتقلص الحجم إلى 2.5 L ( بافتراض ثبات درجة الحرارة )

أ ( 1000 mmhg      ب ( 1.60 mmhg      ج ( 0.5 mmhg      د ( 1.22 mmhg

الحل : أ

$$P_1 V_1 = P_2 V_2$$

$$500 \times 0.5 = 225 P_2$$

$$P_2 = \frac{500 \times 5}{2.5} = 1000 \text{ mmhg}$$

٧- عند أي الظروف من الضغط و درجة الحرارة سيتصرف الغاز كغاز مثالي

الضغط	درجة الحرارة	
منخفض	منخفضة	أ
منخفض	عالية	ب
عالي	عالية	ج
عالي	منخفضة	د

الحل : ب

٨- عينة من غاز عند درجة حرارة 127 °C تضاعف حجمها عد ضغط ثابت , كم تكون درجة حرارتها النهائية؟

أ ( 200 K      ب ( 254 K      ج ( 400 K      د ( 800 K

الحل :

نفترض أن حجمها الابتدائي 1 L فيكون حجمها بعد المضاعفة 2 L ثم نحول درجة الحرارة إلى الكلفن

$$T_1 = 127 + 273 = 400 \text{ K}$$

و نعوض بقانون شارل

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

$$\frac{1}{400} = \frac{2}{T_2} \rightarrow T_2 = \frac{400 \times 2}{1} = 800 \text{ K}$$

٩- وعاء يحتوي على غاز عند ضغط 40 kPa , حجم و درجة حرارة هذه العينة تم مضاعفتها فكم يكون حجم هذه العينة بعد التغيرات؟

أ ( 10 kPa      ب ( 20 kPa      ج ( 40 kPa      د ( 80 kPa



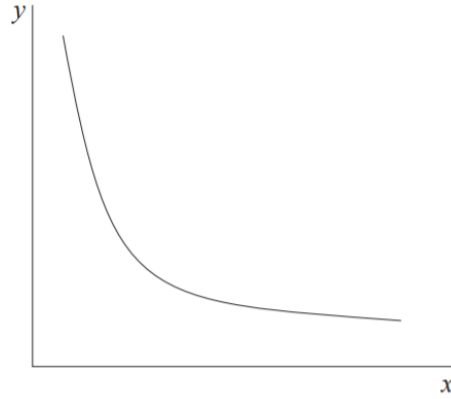
الحل

نفترض أن درجة الحرارة 1 K و الضغط 1 L و بعد المضاعفة ستكون درجة الحرارة 2 K و الحجم 2L و نعوض بقانون الغازات العام

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2}$$

$$\frac{1 \times 40}{1} = \frac{2P_2}{2} \rightarrow P_2 = \frac{1 \times 40 \times 2}{2 \times 1} = 40 \text{ kPa}$$

١٠- الرسم البياني التالي يمثل العلاقة بين متغيرين لكمية معينة من الغاز



أي المتغيرات يمكن أن تكون هذه المتغيرات

المقطع x	المقطع y	
الضغط	درجة الحرارة	أ
الحجم	درجة الحرارة	ب
الضغط	الحجم	ج
درجة الحرارة	الحجم	د

الحل : ج

العلاقة بين الحجم و الضغط عكسية فيكون المنحنى قطع زائد

١١- ما الضغط بالباسكال Pa لعينة 3 مول من غاز حجمها 500 mL عند درجة حرارة

25°C , علما أن R= 8.31 J/K.mol

- A)  $\frac{3 \times 8.31 \times 298}{500}$   
 B)  $\frac{3 \times 8.31 \times 25}{0.0005}$   
 C)  $\frac{3 \times 8.31 \times 25}{500}$   
 D)  $\frac{3 \times 8.31 \times 298}{0.0005}$

الحل : D

نحوّل درجة الحرارة إلى كلفن

$$K = ^\circ C + 273 = 25 + 273 = 298 K$$

و نحوّل الحجم إلى  $m^3$ 

$$1 cm^3 = 1 \times 10^{-6} m^3$$

$$500 cm^3 = x m^3$$

$$x = \frac{5 \times 1 \times 10^{-6}}{1} = 0.0005 m^3$$

و نعوض بقانون الغازات العام

$$PV = nRT \rightarrow P = \frac{nRT}{V} = \frac{3 \times 8.31 \times 298}{0.0005}$$

١٢- عينة من غاز حجمها 1 L تم مضاعفة درجة حرارتها و تضاعف ضغطها 3 مرات كم يكون الحجم النهائي للغاز بوحدة اللتر.

$$\frac{1}{6} \quad \frac{3}{2} \text{ (ج) } \quad \frac{2}{3} \text{ (ب) } \quad \frac{1}{3} \text{ (أ) }$$

الحل : ب

نفترض أن درجة الحرارة الابتدائية 1 و بعد المضاعفة تصبح 2 و نفترض أن الضغط 1 و بعد المضاعفة ثلاث مرات يصبح 3 و نعوض بالقانون العام للغازات

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2}$$

$$\frac{1 \times 1}{1} = \frac{3V_2}{2} \rightarrow V_2 = \frac{2 \times 1 \times 1}{3} = \frac{2}{3}$$

١٣- عينة من غاز الهيليوم تم جمعها في وعاء عبر ثقب صغير فيه, غاز الهيليوم ( كتلته المولية 4) يتدفق بمعدل 0.2 مول بالدقيقة , إذا سمح لعينة من الميثان ( كتلته المولية 16 ) بالتدفق عند نفس الظروف فكم يكون معدل تدفقها؟

( أ ) 0.1 مول بالدقيقة (ب) 0.14 مول بالدقيقة (ج) 0.2 مول بالدقيقة (د) 0.8 مول بالدقيقة

الحل: أ

$$\frac{0.2}{x} = \sqrt{\frac{16}{4}}$$

بأخذ الجذر التربيعي للطرف

$$\frac{0.04}{x^2} = \frac{32}{4} \rightarrow x^2 = \frac{4 \times 0.04}{16} = 0.01$$

$$x = 0.1$$

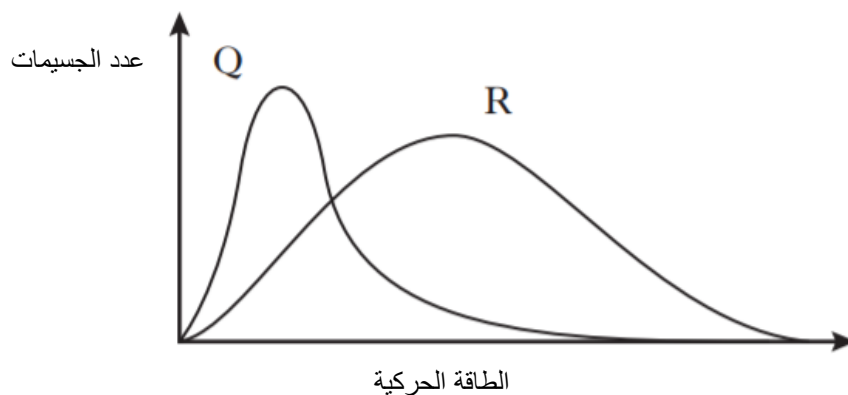
١٤- أي الغازات التالية تتوقع أن يكون الأكثر انحرافاً عن سلوك الغاز المثالي

- A)  $H_2$       B) He      C) Ne      D)  $CCl_4$

الحل : D

كلما كبر حجم الغاز كلما زاد انحرافه عن سلوك الغاز المثالي

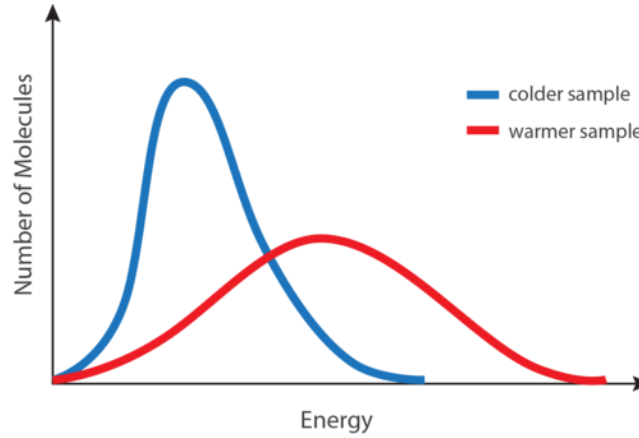
١٥- أي الخيارات في الجدول يمثل بشكل صحيح المنحنى Q و R في الشكل البياني التالي



المنحنى R	المنحنى Q	
2 مول من $O_2$ عند $100^\circ C$	1 مول من $O_2$ عند $50^\circ C$	أ
2 مول من $O_2$ عند $100^\circ C$	1 مول من $O_2$ عند $100^\circ C$	ب
1 مول من $O_2$ عند $100^\circ C$	2 مول من $O_2$ عند $50^\circ C$	ج
2 مول من $O_2$ عند $100^\circ C$	2 مول من $O_2$ عند $100^\circ C$	د

الحل : أ

يزداد عرض المنحنى كلما ازدادت درجة الحرارة



١٦- عند أي الظروف سيكون لوحد مول  $CH_4$  أصغر حجم

أ) درجة حرارة 273K و 1 kPa

ب) درجة حرارة 273K و 2kPa

ج) درجة حرارة 546K و 1kPa

د) درجة حرارة 546K و 2kPa

الحل: العلاقة بين الحجم و درجة الحرارة طردية, فكلما قلت درجة الحرارة قل الحجم

و العلاقة بين الحجم و الضغط عكسية, فكلما زاد الضغط قل الحجم

و من الخيارات نختار الأقل درجة حرارة و أكبر ضغط و هو الخيار ب

١٧- اسطوانة تحتوي على 1 مول من غاز مثالي عند ضغط ثابت , زيادة عدد مولات الغاز

سوف يؤدي إلى

أ) تزداد درجة الحرارة

ب) تقل درجة الحرارة

ج) لا تتغير درجة الحرارة

د) لا نعرف على وجه الدقة

الحل : ب

باستخدام قانون الغاز المثالي

$$PV = nRT$$

عند ثبات الضغط و الحجم تصبح المعادلة تحتوي على ثلاث ثوابت هي  $P, V, R$  و بالتالي نكتب

$$k = nT$$

و بالتالي تكون العلاقة عكسية, كلما ازداد عدد المولات تقل درجة الحرارة.

١٨- كيف ستتغير درجة الحرارة المطلقة عندما يتقلص ضغط غاز مثالي إلى النصف عند حجم ثابت

أ) يبقى بدون تغيير    ب) يتضاعف    ج) يقل للنصف    د) يعتمد على عدد المولات

الحل : ج

العلاقة بين درجة الحرارة و الضغط طردية, إذا قل الضغط للنصف ستقل درجة الحرارة للنصف

١٩- ما حجم 56 g من غاز النيتروجين  $N_2$  عند STP ؟  $N=14$

أ) 56 L    ب) 28 L    ج) 44.8 L    د) 22.4 L

الحل : ج

نحسب أولاً عدد مولات النيتروجين

$$N = \frac{56}{28} = 2$$

نطبق في قانون الحجم المولاري

الحجم المولاري  $x$  عدد المولات = الحجم

$$\text{الحجم} = 2 \times 22.4 = 44.8 \text{ g}$$

٢٠- خليط من الغازات يحتوي على 0.5 مول من الهيليوم He و 0.2 مول من النيون و 0.3 من الأرجون, ما الكسر المولي للنيون؟

أ) 0.5    ب) 0.2    ج) 0.3    د) 0.5

الحل : ب

$$X_a = \frac{n_a}{n_{total}} = \frac{0.2}{0.5 + 0.2 + 0.3} = 0.2$$

٢١- يشير قانون جراهام إلى

أ) درجات غليان الغازات    ب) انتشار الغازات

ج) خواص انضغاط الغازات    د) العلاقة بين حجم ودرجة حرارة الغاز

الحل : ب

٢٢- عند تسخين 200 mL من غاز عند ضغط ثابت من 0 °C إلى 100 °C يجب ضرب الحجم بـ

A)  $\frac{0}{100}$     B)  $\frac{100}{0}$     C)  $\frac{273}{373}$     D)  $\frac{373}{273}$

الحل: D

نحول درجة الحرارة إلى الكلفن

$$T_1 = 0 + 273 = 273 K$$

$$T_2 = 100 + 273 = 373 K$$

ثم نطبق في قانون شارل

$$V_2 = \frac{373}{273} \times 200$$

الأسئلة ٢٣ و ٢٤ و ٢٥ تتعلق بالجدول التالي:

بافتراض أن جميع الغازات التالية عند درجة حرارة 0 °C و ضغط جوي 1 atm

الكتلة المولية	الغاز	
131	Xe	أ
44	CO <sub>2</sub>	ب
4	He	ج
28	CO	د

٢٣- ما الغاز الذي له أكبر كثافة

أ ب ج د

الحل: أ

الغاز الذي له أكبر كتلة مولية ستكون له أكبر كثافة

٢٤- ما الغاز الذي سيكون له أسرع معدل انتشار

أ ب ج د

الحل: ج

الانتشار هو تدفق الغاز من خلال فتحة صغيرة, عند نفس درجة الحرارة سيكون الغاز الأصغر كتلة مولية هو الأسرع

٢٥- ما الغاز الذي سيكون له أبطأ معدل انتشار

أ ب ج د

الحل: أ

٢٦- عند ظروف معيارية STP , عينة تحتوي على 0.2 مول من CO<sub>2</sub> و عينة أخرى تحتوي على 0.4 مول من N<sub>2</sub>O سيكون لهما نفس .....

أ ( الكتلة ) ب ( الحجم ) ج ( السرعة المتوسطة الجزيئية ) د ( عدد الذرات )

الحل : ج

عند نفس درجة الحرارة يكون للغازات نفس السرعة المتوسطة الجزيئية

٢٧-دورق يحتوي على 0.5 مول من  $SO_2$  و 1 مول من  $CO_2$  و 1 مول من  $O_2$  , إذا كان الضغط الكلي للدورق 750 mmhg فكم يكون الضغط الجزئي للغاز  $SO_2$

أ ( 750 mmhg      ب ( 375 mmhg      ج ( 300 mmhg      د ( 150 mmhg

الحل : د

نحسب أولا الكسر المولي للغاز  $SO_2$ 

$$X_a = \frac{n_a}{n_{total}} = \frac{0.5}{0.5 + 1 + 1} = 0.2$$

$$P_a = X_a \cdot P_{total}$$

$$P_{SO_2} = 0.2 \times 750 = 150 \text{ mmhg}$$

٢٨- أي الغازات التالية سيكون له أعلى معدل سرعة جزيئية عند درجة حرارة 298 K

A) He      B)  $H_2$       C)  $N_2$       D) Ne

الحل : ب

٢٩- عند ١ درجة حرارة يكون لعينة من الماء أعلى متوسط طاقة حركية

أ ( 0 °C      ب ( 100 °C      ج ( 0 K      د ( 100 K

الحل : ب

نحو درجات الحرارة إلى الكلفن

$$K = 0 + 273 = 273 \text{ K}$$

$$K = 100 + 273 = 373 \text{ K}$$

تزداد الطاقة الحركية للغاز بزيادة درجة الحرارة. درجة الحرارة الأعلى يصاحبها أعلى متوسط طاقة حركية

٣٠- كل العبارات التالية تتوافق مع نظرية الحركة الجزيئية للغازات ما عدا

أ ( جزيئات الغاز لا تحتوي على قوى ترابط بين جزيئية

ب ( تتحرك جسيمات الغاز حركة عشوائية

ج ( التصادمات بين جسيمات الغاز مرنة

د ( متوسط الطاقة الحركية لجسيمات الغاز يتناسب طرديا مع درجة حرارة الغاز المثالية

الحل : د

يتناسب متوسط الطاقة الحركية لجسيمات الغاز مع درجة الحرارة **المطلقة و ليس المنوية**