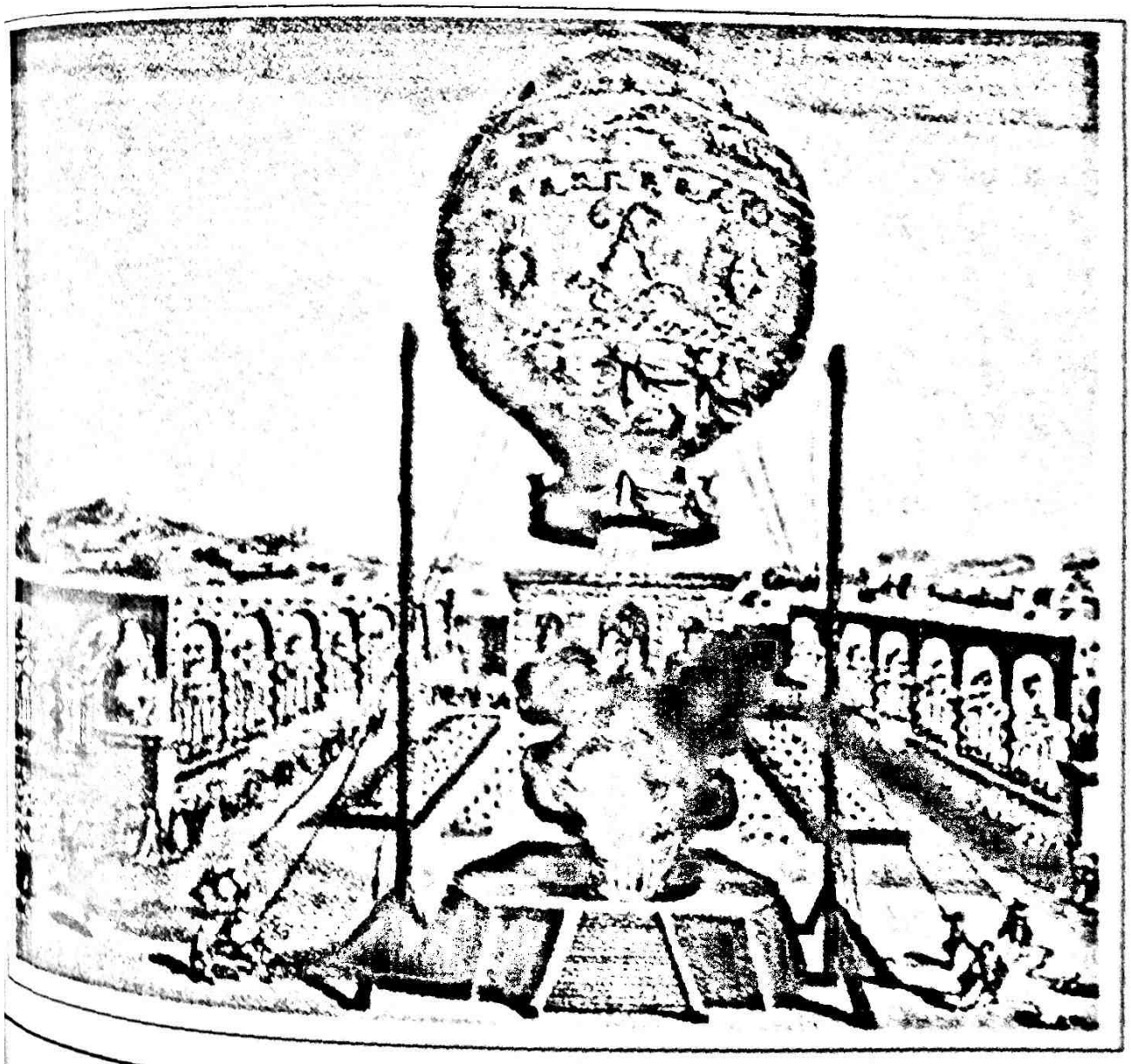
1. نموذج الغاز المثـــالي

طريقة لتعيين كمية المادة في الحالة الغازية

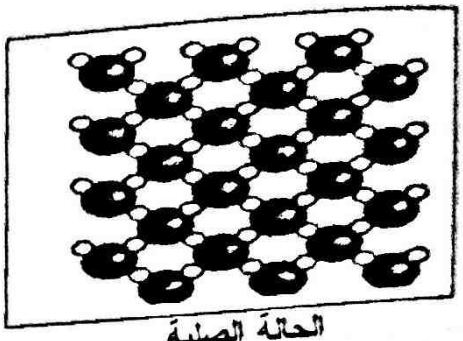
الكفاءات المستهدفة :

- يكتشف أن للغازات نفس السلوك في درجة حرارة منخفضة و ض ' نخفض .
- يعطي التفسير الميكروسكوبي لدرجة حرارة و ضغط غاز .
- يحسن إستعمال $PV = nRT$ من أجل حساب كمية المادة .
- ماذا نعني بعبارة ضغط غاز ؟
- يعرف الضغط الجوي و بماذا يتعلق
- يعين كمية المادة في الحالة الغازية

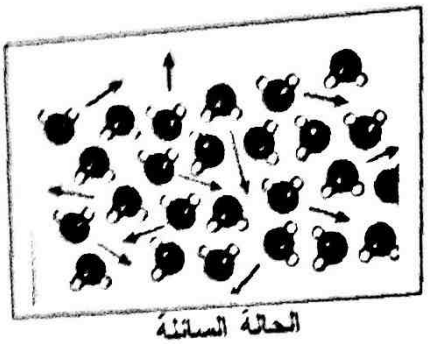


نموذج الغاز المثـــالي

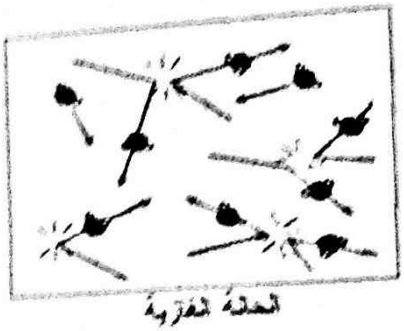
الحالات الثلاث للمادة



الحالة الصلبة



الحالة السائلة



الحالة الغازية

الحالة الغازية :

الجزيئات أو الذرات فيها منتشرة و موزعة عشوائيا ، متباعدة فيما بينها و تشغل حجما صغير في الحيز الموجود فيها .

الحالة السائلة :

حركة الجزيئات (الشوارد أو الذرات) فيها يكون عشوائيا و لكن تشغل حجم كبير في الحيز الموجود بينها و تكون رتبة قيمة المسافة فيما بينها بنفس رتبة أبعادها.

الحالة الصلبة :

الجزيئات أو الشوارد تكون تقريبا ثابتة و لا تغادر مكانها و تكون رتبة قيمة المسافة فيما بينها بنفس رتبة أبعادها أي صغيرة جدا .

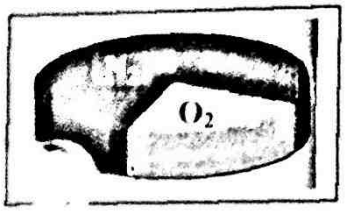
تركيب الهواء

الهواء عبارة عن خليط يحتوي حجميا على :

78 % من غاز الأزوت N_2 ،

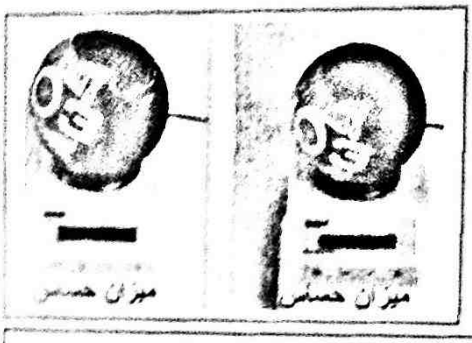
21 % من غاز الأوكسجين O_2 ،

1 % غازات أخرى .



كتلة كمية من غاز معينة

بواسطة ميزان حساس نزن بالون مملوء بالهواء فيشير الميزان إلى قيمة معينة .
ننفخ هواء إضافي في البالون فيشير الميزان إلى قيمة أكبر.

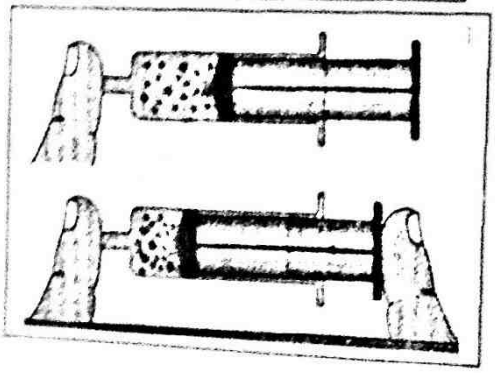


نتيجة :

الغاز له كتلة و منه ثقل .

الهواء قابل للإضغاط

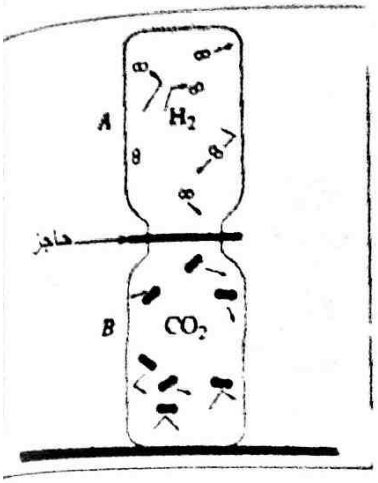
نحقق التجربة الموضحة في الشكل المقابل :
عندما نضغط على مكبس الحقنة حجم الهواء ينقص أو ينضغط و عندما نترك المكبس لحاله يرجع إلى موضعه الإبتدائي أي الهواء زاد حجمه أي تمدد .



نتيجة :

الغاز قابل للتمدد و الإنضغاط .

الضغط في الغازات



الحالة الميكروسكوبية للغاز

نشاط :

نحقق التجربة الموضحة في الشكل المقابل :

1ـ نضع بين القارورتين A و B حاجز يفصلهما ثم نملأ القارورة A بغاز الهيدروجين H_2 و القارورة B بغاز CO_2

2ـ ننزع الحاجز و نرج القارورة المحتواة على الغازين .

3ـ خلال 30 mn نرجع الحاجز للفصل بين القارورتين ثم نضيف إلى كل قارورة ماء الكلس فنلاحظ التعكر في كل منهما دليل على وجود CO_2 في القارورتين .

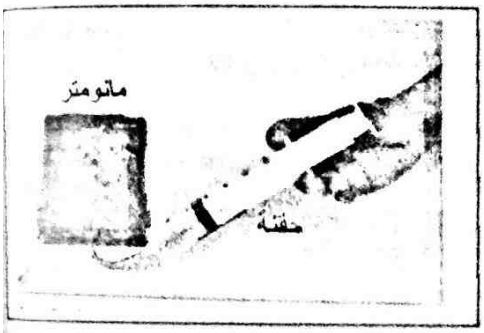
التفسير :

1) غاز CO_2 جزيئاته كتلتها أكبر من كتلة جزيئات H_2 بـ 22 مرة ، يصعد نحو الأعلى و ينتشر في القارورتين . و نفس الشيئ بالنسبة لـ H_2 ينزل نحو الأسفل و ينتشر في القارورتين .

2) الغازات تتشكل من جزيئات (ذرات) متباعدة و تنتشر أي تتوزع عشوائيا في كل الحيز الذي تتواجد فيه .

نتيجة :

الغاز يتشكل من جزيئات (ذرات) متباعدة جدا فيما بينها و في حركة لا نهائية في جميع الإتجاهات .



دراسة حالة غاز

نشاط :

1) نملأ حقنة إلى نصفها بالهواء

2) نصل الحقنة بجهاز قياس الضغط (Manomètre) إلكتروني

3) نلاحظ تغير الضغط ، من خلال تغير حجم الهواء في الحقنة ، بالضغط على مكبس الحقنة .

4) نلاحظ تغير الضغط عند وضع الحقنة في إناء به ماء ساخن .

5) نعيد التجربة بملأ الحقنة إلى ربع حجمها .

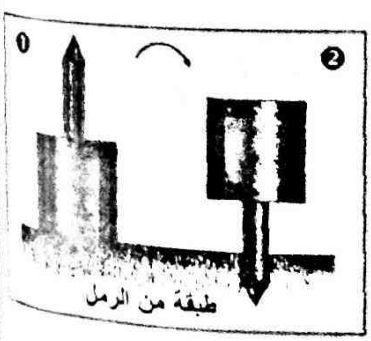
الملاحظات :

1) عندما ينقص حجم الهواء في الحقنة ، المانومتر يشير إلى ازدياد في الضغط وعند ازدياد حجم الهواء في الحقنة المانومتر يشير إلى نقصان في الضغط .

2) عند وضع الحقنة في ماء ساخن تزداد درجة حرارة الهواء بداخلها ، الحجم لم يتغير ، نلاحظ ازدياد الضغط . يمكن إرجاع نفس قيمة الضغط و هذا بازدياد حجم الهواء .

3) إذا كان حجم الهواء الإبتدائي في الحقنة مختلف عن مما هو في السابق (الربع) ، نشاهد نفس الملاحظات السابقة و لكن قيم الضغط التي يشير إليها المانومتر تكون أقل . أي الضغط يتعلق كذلك بكمية المادة .

نتيجة : حالة كمية المادة n من غاز ، أي خصائصه ، تتعلق بحجمه V و ضغطه P و درجة حرارته θ .



مفهوم الضغط

نشـاط :

1) جسم معدني مؤلف من جزء اسطواني مقطعه كبير و جزء آخر يكون مقطعه صغير

2ـ نضع طبقة من الرمل في إناء واسع .

3ـ نضع الجسم المعدني السابق على الرمل في وضعيتين كما في الشكل .

الملاحظة :

الجسم الموضوع على المقطع الكبير يغوص في الرمل بمسافة صغيرة أما في حالة وضعه على المقطع الصغير ، الجسم يغوص في الرمل بمسافة أكبر .

الخلاصة :
كلا الجسمين خاضعين لنفس القوة و هي قوة الثقل . لكن تأثير قوة الثقل في الحالة ❷ أكبر مما هي في الحالة ❶

نتيجة :
تأثير نفس القوة مطبقة عموديا على مساحة سطح قابل للتشوه ، يكون أكبر كلما كان مساحة السطح الخاضعة للقوة أصغر

$$F \sim 1 / S$$

تعريف الضغط :
عندما تؤثر قوة F عموديا على مساحة سطح جسم (S) فإن هذا الأخير يخضع إلى ضغط P :

$$P = F / S$$

حيث القوة F تقدر بالنيوتن ، المساحة S تقدر بـــ m^2 ، الضغط P يقدر بـــ بالباسكال (Pa) (Pascal)

وحدة الضغط :
وحدة الضغط في جملة الوحدات الدولية (SI) هي الباسكال (Pascal) و رمزها Pa . أي : $1\ Pa = 1\ N/m^2$.
و لان قيمة هذه الوحدة ضعيفة جدا أمام كثير من القيم المتداولة في بعض المجالات نلجأ إلى استعمال مضاعفاتها و هي الهكتوباسكال (hPa) حيث $1\ hPa = 100\ Pa$ والكيلوباسكال (Kpa) حيث $1\ Kpa = 10^3\ Pa$ كما تستعمل وحدات أخرى في بعض المجالات و هي :

- البار (bar) رمزها bar حيث : $1\ bar = 10^5\ Pa$
- الجو (atmosphère) رمزها atm حيث : $1\ atm = 1{,}013 . 10^5\ Pa$
- السنتيمتر زئبق رمزها cm Hg حيث : $76\ cm\ Hg = 1{,}013 . 10^5\ Pa$

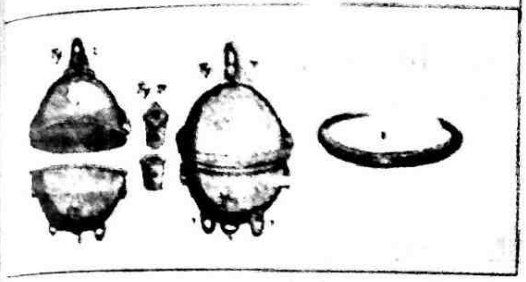
قياس الضغط
يدعى الجهاز الذي يقيس الضغط بـــ Manomètre .
أجهزة قياس الضغط متعددة الأنواع في الشكل و في تركيبها . هناك أجهزة مخصصة لقياس الضغط الجوي التي تدعى عامة بارومتر نسبة لوحدة البار لقياس الضغط وفي العموم الأجهزة الأخرى المستعملة في الصناعات والمخابر إما أنها من نوع تفاضلي (pressiomètre différentiel) أم مطلق (pressiomètre absolu) .
مثال لمقياس الضغط التفاضلي ذلك الذي يستعمل في محلات تصليح العجلات وفي محطات البنزين لضبط ضغط عجلات السيارات .

تمرين تطبيقي :
قارورة غاز من حديد حجمها 30 L ، قاعدتها السفلى على شكل قرص نصف قطره 20 cm
تحتوي غاز تحت ضغط P = 5 bars .
1ـــ اقترح طريقة لقياس ضغط الغاز .
2ـــ ما هي القوة الضاغطة المطبقة من طرف الغاز على قعر القارورة ؟
3ـــ هل هذه القوة معتبرة أم ضعيفة الشدة ؟ كيف تفسر عدم تشوه القعر و ماذا تقول عن جدران القارورة ؟

الحـل :
1ـــ يوصل مخرج الغاز في القارورة بمقياس الضغط و يضبط بإحكام ثم نفتح الصمبور ليمر الغاز إلى المقياس ثم نقرأ قيمة الضغط .
2ـــ لدينا $P = F / S \Rightarrow F = P \times S$
$S = 3{,}14 . R^2 = 3{,}14 . 0{,}2^2 = 0{,}1256\ m^2$
$F = P . S$
و بالتعويض في العلاقة : $F = 5 . 10^5 . 0{,}1256 = 62800\ N$
نجد :
3ـــ هذه القوة هي محصلة قوى الإصطدام لجزيئات الغاز على نقاط قعر القارورة . أي أن هذه القوة لا تؤثر كما هي في نقطة من قاعدة القارورة لأن القوى الضاغطة تمتاز بكونها قوى موزعة على جميع نقاط سطح تلامس الغاز بالإناء الذي يحتويه أي أن شدة القوة في كل نقطة تكون أقل بكثير من شدة المحصلة المحسوبة .

الضغط الجوي

نشاط :
1) نملأ بالون بغاز كلور الهيدروجين (HCl)
2) نطق البالون بسدادة مزودة بأنبوبة تدخل داخل البالون
3) نغمس النهاية الأخرى للأنبوبة في إناء به ماء



الملاحظات :
الماء يصعد إلى داخل البالون .

التفسير :
كلور الهيدروجين غاز ينحل بسهولة في الماء ، بمجرد أن يصل غاز HCl و يمس الماء ينحل . هذا ما يسبب نقصان في كمية كلور الهيدروجين HCl في البالون أي نقصان الضغط في البالون . و هذا ما يفسر وجود ضغط على مساحة سطح الماء في الإناء حيث الجو يضغط عليه بضغط يدعى الضغط الجوي فيندفع الماء في البالون .

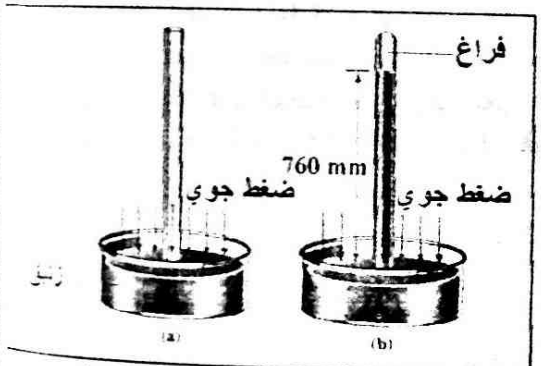
ـ ينفس المنطق نفسر عدم قدرة 8 أحصنة لفصل نصفي كرتي Magdbourg و هذا لوجود ضغط يدعى بالضغط الجوي يؤثر عليهما و حيث أن الضغط بداخلهما معدوم . فالضغط الجوي يمنع انفصال نصفي الكرتين عن بعضهما.

نتيجة :
الهواء المحيط بنا خاضع لضغط يدعى الضغط الجوي .

قيمة الضغط الجوي
قيمة الضغط الجوي تكون في حدود : P = 1 atm (Atmosphére) أو : $P = 1,0 .10^5$ Pa (Pascal)
لأسباب تاريخية ندعو الضغط الجوي النظامي القيمة : P = 101325 Pa

قياس الضغط الجوي
يقاس الضغط الجوي بجهاز يدعى البارومتر .
اخترع البارومتر الزئبقي من قبل العالم طوريشيلي(Torricelli) (1608 ـ 1647). سنة 1643 .

هذا الجهاز مؤلف من أنبوب طويل من الزجاج مملوء بالزئبق مغلق من إحدى نهايتيه و منكس على حوض به زئبق . عادة الأنبوب طوله 1 m ، جزء من الزئبق الموجود في الأنبوب ينزل في الحوض ، نزول الزئبق من الأنبوب إلى الحوض يتوقف عندما يكون ضغط الزئبق الموجود في الأنبوب يساوي إلى الضغط الجوي المطبق على مساحة سطح الزئبق في الحوض . الزئبق الموجود في الأنبوب ينزل تحت تأثير ثقله و لكن تأثير ضغط الهواء على مساحة سطح الزئبق في الحوض يمنعه من النزول خارج الأنبوب . يستقر الزئبق عند تتساوى القوى المؤثرة أي عند حالة التوازن .



قياس الضغط الجوي بالبارومتر الزئبقي

الزئبق سائل معدني له كثافة . عند مستوى سطح البحر الضغط الناتج عن عمود (أنبوب) من الزئبق ارتفاعه 760 mm يساوي إلى : P = 760 mm .Hg) (ملمتر زئبقي) أو بوحدات أخرى : . P = 1 atm = 760 mm.Hg = 1 Torr

تطبيق :
إذا طبقنا قوة شدتها F = 1,00 . 102 N على مساحة سطح $S = 5,00\ cm^2$. ما هو الضغط الناتج بـال KPa بالـ atm .
إليك جدول الوحدات :

atm	mmHg	Torr	N/m^2	Pa	kPa	bar	mbar
1	760	760	101325	101325	101,325	1,01325	1013,25

تمرين تطبيقي :

الضغط الجوي على سطح الأرض هو 10^5 Pa .

1ـ ما هي القوة الناتجة عن الضغط الجوي على ملعب مستطيل عرضه 50 m و طوله 100 m ؟

2ـ ما هي القوة الناتجة عن الضغط الجوي على باب مساحتها $2\ m^2$ ، إذا كان الفرق في الضغط على وجهي الباب هو 10^3 Pa ؟ فما هي شدة محصلة القوى المطبقة على الباب ؟ هل يمكنك أن تفتح هذا الباب بيدك ؟

الحل :

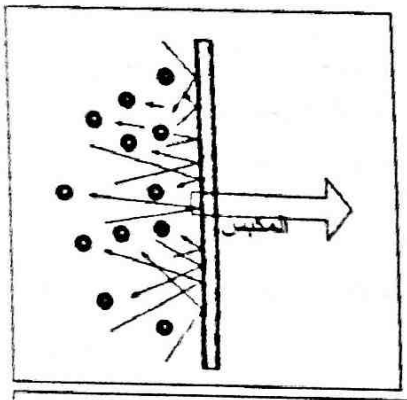
1ـ مساحة الملعب هي : $S = 50 . 100 = 5000\ m^2$

$$F = P \times S = 10^5 \times 5000 = 5 \times 10^8\ N$$

2ـ

$$F = \Delta P \times S = 10^3 \times 2 = 2 \times 10^3\ N$$

لا يمكن فتح هذا الباب لأننا لا نستطيع بذل مثل هذه القوة بواسطة اليد فقط .



ضغط الغاز على المستوى الميكروسكوبي

نشـاط :

نضع كريات زجاجية صغيرة داخل أسطوانة شفافة ثم نرج هذه الكريات أي نجعلها تتحرك بسرعة بجهاز مناسب . تحت تأثير تصادم الكريات نلاحظ حركة المكبس (الشكل) .

ـ بنفس التفسير السابق ، قوة الضغط المطبقة من الغاز على جدران الإناء الموجود به ناتج عن التصادمات العديدة لجزيئاته مع جدار الإناء (الشكل) .

قياس ضغط الغازات الأخرى

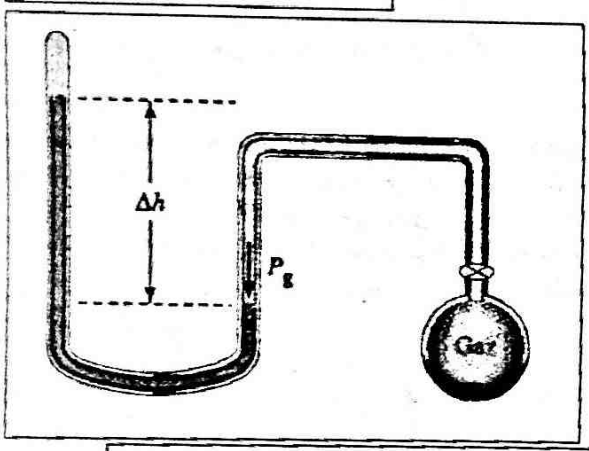
البارومتر الذي رأيناه سابقا عادة يستخدم لقياس الضغط الجوي أما الغازات الأخرى فعادة يستخدم جهاز آخر يدعى **المانومتر** (Manométre) وهو جهاز يشبه البارومتر و لكن على شكل حرف **U** . عندما يكون الخزان فارغا من الغاز ، يكون مستوى ارتفاع الزئبق نفسه في فرعي الأنبوب **U** فيكون عندئذ ضغط الغاز في الخزان معدوم .

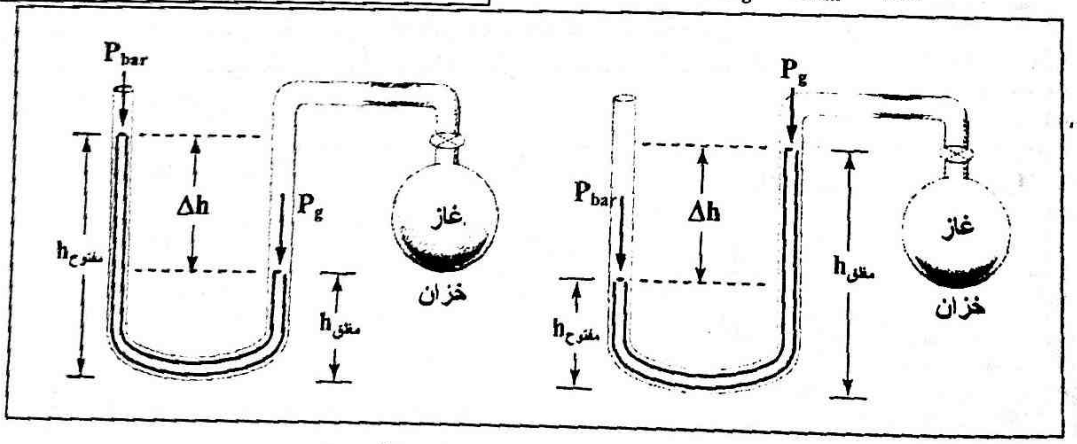
عندما نملأ الحوض بالغاز ، هذا الأخير يطبق ضغط يجعل مستوى ارتفاع الزئبق يختل فيرتفع مستوى الزئبق في جهة الأنبوب المغلقة فنستنتج قيمة ضغط الغاز من الفرق في الإرتفاع في الفرعين :

$$\Delta h = h_{\text{مفتوح}} - h_{\text{مغلق}}$$

إذن تكون قيمة ضغط الغاز بـ mmHg :

$$P_g = P_{bar} + \Delta h$$





من جهة أخرى إذ كان لدينا m كتلة الغاز و ρ الكتلة الحجمية له و g الجاذبية الأرضية فإن :

$$P_g = F / S = (m . g) / S$$

$$P_g = (m . g) / S = (\rho . V . g) / S = (S . h . \rho . g) / S$$

$$P = g . \rho . h$$

تطبيق :

احسب ارتفاع عمود من الماء التي يطبق نفس الضغط الذي يطبقه عمود من الزئبق ارتفاعه 760 mm .

تعطى : $\rho_{Hg} = 13,6\ g/m^2$ ، $\rho_{H2O} = 1,00\ g/m^2$

الحل :
حالة الزئبق : $P_{Hg} = g \cdot \rho_{Hg} \cdot h_{Hg}$ حالة الماء : $P_{H2o} = g \cdot \rho_{H2O} \cdot h_{H2O}$ و لدينا : $P_{Hg} = P_{H2O}$

$$g \cdot \rho_{Hg} \cdot h_{Hg} = g \cdot \rho_{H2O} \cdot h_{H2O}$$

$$13,6 \cdot 760 = 1,00 \cdot h_{H2O} \; ; \quad h_{H2O} = 10,3 \; m$$

تأثيرات الحرارة

هل يمكن قياس الحرارة بالإحساس ؟

نشاط :

1ـ نملأ ثلاث أواني بالماء عند درجات الحرارة :

$\theta_3 = 30\ °C$ ، $\theta_2 = 20\ °C$ ، $\theta_1 = 10\ °C$

2ـ ندخل أصبع اليد اليسرى في إناء ($\theta_1 = 10\ °C$) و أصبع من اليد اليمنى في إناء ($\theta_2 = 30\ °C$) و ننتظر 5 mn .

3ـ ندخل الأصبعين في نفس الوقت في الإناء ($\theta_3 = 20\ °C$) .

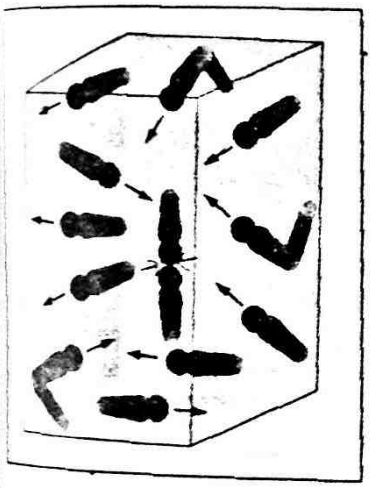
ـ الإحساس يكون ليس نفسه في الإناء $\theta_2 = 20\ °C$ رغم تساوي درجة الحرارة . فالأصبع الآتي من الإناء (10 °C) يحس بارتفاع درجة الحرارة و الأصبع الآتي من الإناء ($\theta_2 = 30\ °C$) يحس بانخفاض درجة الحرارة .

نتيجة : لا يمكن قياس الحرارة بالإحساس .

للحرارة تأثيرات :

1ـ بارتفاع درجة الحراة يزداد حجم السوائل

2ـ بارتفاع درجة الحراة يزداد حجم الغازات



الحالة الحرارية للغاز

ـ جزيئات الغاز تتحرك بسرعة كبيرة يجعل تأثير الجاذبية عليها مهمل و بالتالي لا تسقط و بالتالي لا نجد جزيئات الغاز تسقط إلى أسفل الإناء مثل جزيئات السائل أو الصلب .

الغاز يشغل كل الحيز الموجود فيه و تكون جزيئاته موزعة بانتظام في الحيز المحدد بالوعاء الموجود به و تكون هذه الجزيئات في حركة مستمرة بسرعة لا يمكن تحديدها بالنسبة لجزيئة واحدة لأنها تتغير قيمة وجهة نتيجة اصطدامها خلال حركتها إما بجزيئات أخرى أو بجدران الوعاء .

ـ بعض الجزيئات خلال حركتها تزداد سرعتها فتكتسب طاقة و أخرى تنقص سرعتها فتفقد طاقة و منها تكون قيمة الطاقة المكتسبة و المفقودة متساوية . فل يوجد فقدان للطاقة الكلية للغاز .

ـ النظرية الحركية للغازات تشرح تغيرات الطاقة الحركية و منه قياس درجة الحرارة للغاز بقياس الطاقة الحركية المتوسطة لمجموع جزيئات الغاز ، حيث كلما زادت الحرارة للغاز تزداد سرعة حركة الجزيئات أي طاقتها الحركية .

الغاز	الكتلة المولية	السرعة المتوسطة 25 °C m/s	السرعة المتوسطة 100 °C m/s
H_2	2,0	$1,93 \cdot 10^3$	$2,16 \cdot 10^3$
H_e	4,0	$1,36 \cdot 10^3$	$1,53 \cdot 10^3$
O_2	32	482	539
CO_2	44	410	460

نتيجة :

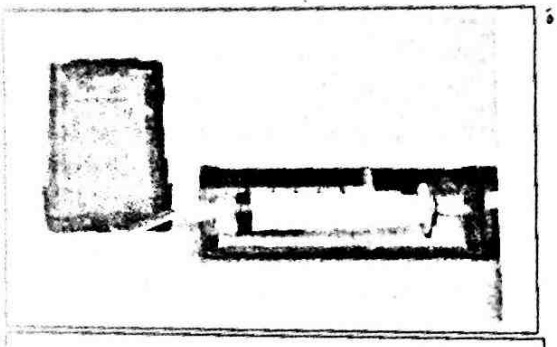
الحالة الحركية لجزيئات الغاز تميز خصائصه الحرارية التي يمكن استعمالها لتعريف درجة حرارته.

قانون بويل ـ ماريوط BOYLE - MARRIOTE

العلاقة بين حجم و ضغط الغاز

نشاط :

a) نقوم بامتصاص حجم قدره 30 ml من الهواء داخل حقنة ثم نوصلها بجهاز مانومتر (قياس الضغط) .



b) بواسطة مكبس ، ننقص أو نزيد من حجم الغاز V عند درجات حرارة ثابتة .

1) نقيس قيم الضغط الموافقة لكل حجم V

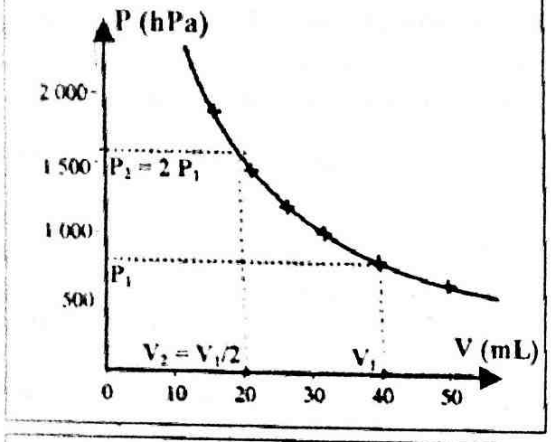
2) نرسم المنحنى البياني الموافق لتغيرات الضغط P بدلالة الحجم V

الملاحظة :

حجم الغاز يتناسب عكسيا مع ضغطه عند درجات حرارة ثابتة .

النتائج العددية

V (mL)	17	22	27	32	40	50
P (hPa)	1868	1454	1185	1007	795	633
P . V (hPa . L)	31,7	32,0	32,0	32,2	31,8	31,7



1ـ قسمة أي قيمة للحجم على 2 توافقها ضرب القيمة الموافقة من الضغط في 2 .هذا يدلنا على ما يلي:

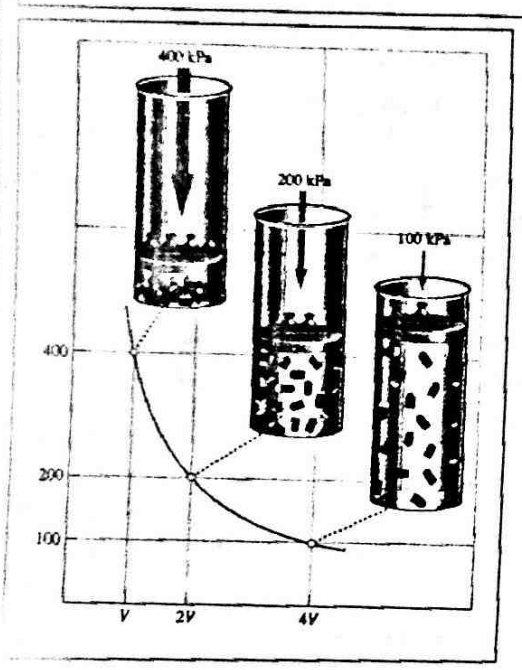
$$P . V = Cte = 32\ hPa . L.$$

نص قانون بويل ــ ماريوط

ضغط الغاز المثالي يتناسب عكسا مع حجمه ، إذا بقيت درجة حرارته ثابتة . يمكن التعبير عن قانون **بويل ــ ماريوط** بالعلاقة التالية :

$$P . V = Cte$$

جداء قيم الضغط P و الحجم V لنفس كمية المادة لغاز عند درجة حرارة ثابتة يكون دائما ثابت .



مثـــال :

قارورة من غاز الأوكسجين O_2 تحتوي على 15 L من الغاز تحت ضغط $P = 150\ bar$. ما هو الحجم الذي يشغله هذا الغاز تحت ضغط $P' = 1,0\ bar$ و هذا عند نفس درجة الحرارة .

الحـــل :

ليكن V' الحجم الجديد المطلوب ، من قانون بويل ــ ماريوط نكتب :

$$P' . V' = a \ ; \ P . V = a \ ;$$

$$P . V = P' . V' \Rightarrow V' = (P . V) / P'$$

$$\Rightarrow V' = (150 . 15) / 1 = 2250\ L$$

نموذج الغاز المثالي

ــ قانون بويل ــ ماريوط يكون محقق أكثر في الغازات التي يكون ضغطها أصغر .

ملاحظة : هذا القانون وضعه للمرة الأولى سنة 1662 العالم الفيزيائي (Sir Robert Boyle) و قام بإعادة دراسته و تقنينه سنة 1676 العالم الفيزيائي الفرنسي (Edme Mariotte) و لهذا سمي بقانون : BOYLE - MARRIOTE

تمرين تطبيقي :

نقوم بسحب كمية من غاز CO_2 ثاني أوكسيد الكربون بواسطة حقنة ، ثم نوصلها بمقياس الضغط ، نضغط في كل مرة على المكبس و نقرأ الحجم و نسجل النتائج المدونة في الجدول الآتي :

الحجم V (mL)	40,0	34,2	30,0	26,6	24,0
الضغط P (atm)	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0
P . V					

1ـ املأ الجدول ، ماذا تلاحظ ؟

2ـ هل قانون بويل ماريوط محقق ؟

الحـل :

1ـ نملأ الجدول فنلاحظ أن الجداء P . V ثابت .

V (mL) الحجم	40,0	34,2	30,0	26,6	24,0
P (atm) الضغط	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0
P . V (atm.mL)	48	47,88	48	47,88	48

2ـ $P . V = 48$ atm.ml

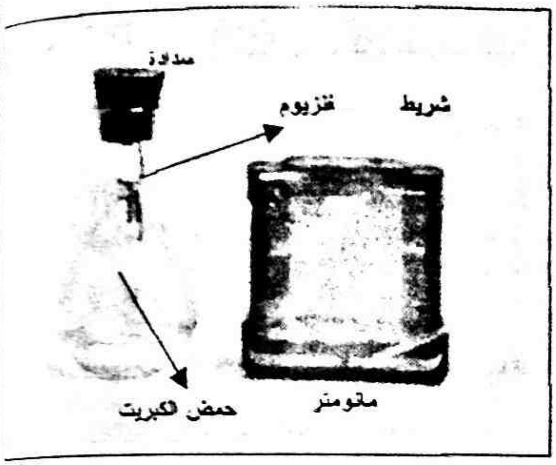
أي أن : $P . V = Cte$ إذن قانون بويل – ماريوط محقق .

ـ تعريف الغاز المثالي

ندعو الغاز المثالي الغاز النموذجي الذي يتحقق فيه قانون بويل ـ ماريوط مهما كان ضغطه

ـ عند ضغط ضعيف ، الغازات الشهيرة : He ، H_2 ، O_2 ، CO_2 يمكن اعتبارها مثالية بتقريب 1% و منه هواء القاعة التي ندرس فيها يمكن اعتباره مثالي و كذا بالنسبة للحالات الأخرى التي سوف ندرسها

علاقة الجداء P . V بكمية المادة



نشـاط :

1) نسكب 50 mL من حمض الكبريت (1 mol/L) في حوجلة .
2) نسد الحوجلة بترك شريط من المغنزيوم معلق على السدادة طوله معلوم .
3) نصل الحوجلة بجهاز قياس الضغط (مانومتر) .
4) نجعل شريط المغنزيوم يمس الحمض ليبدأ التفاعل .
5) عند انتهاء (إختفاء) شريط المغنزيوم و عند الوصول إلى التوازن الحراري ، نقيس قيمة الضغط في الحوجلة .
6) نقوم بنفس الخطوات السابقة من أجل أطوال مختلفة لشريط المغنزيوم .

الملاحظات :

ـ القياسات تمت عند درجات حرارة ثابتة
ـ اختفاء المغنزيوم بتفاعله مع الحمض يعطي غاز الهيدروجين .

التفسير :

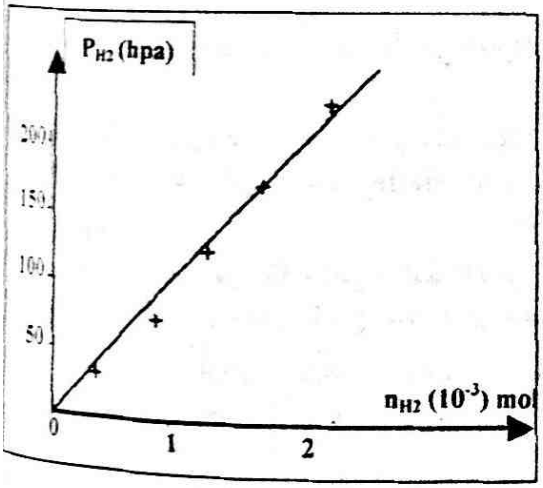
ـ خروج غاز الهيدروجين (H_2) ينتج من التفاعل التالي : $Mg + 2H^+ \rightarrow H_{2(g)} + Mg^{+2}$
ـ خروج غاز الهيدروجين H_2 هو الذي يسبب ازدياد الضغط في الحوجلة .

الدراسة الكمية

ـ حسب معادلة التفاعل السابقة ، كمية المادة للهيدروجين الناتجة تساوي إلى كمية المادة للمغنزيوم المختفية التي يمكن معرفة قيمتها من كتلة شريط المغنزيوم الإبتدائية أي قبل التفاعل .
ـ قياس ارتفاع الضغط ينتج من طرح القيمة الإبتدائية للضغط قبل التفاعل من القيمة النهائية له عند اختفاء شريط المغنزيوم .

النتائج العددية

L_{Mg} (cm)	0,0	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0
n_{H2} (10^{-3}) mol	0,00	0.4	0,9	1,3	1,7	2,2
P_{H2} (hpa)	0,00	30,6	72,6	123,6	171,6	230,6



ـ نرسم المنحنى البياني لتغيرات قيمة الضغط P بدلالة كمية المادة n
نتحصل على المنحنى البياني الموضح في الشكل المقابل :
المنحنى عبارة عن خط مستقيم مائل يمر من المبدأ .

إذن معالته من الشكل : $P = K' . n$

بما أن الحجم ثابت إذن يمكن كتابة العلاقة السابقة : $P . V = K . n$

و حسب قانون بويل ـ ماريوط : $P . V = a = Cte$

من العلاقتين السابقتين نستنتج أن : $a = K . n$

نتيجة :
من أجل درجة حرارة معينة ، ثابت قانون بويل ــ ماريوط يتعلق بكمية المادة n . $a = K . n$

ملاحظة :
الدراسات التجريبية دلت على أن الثابت K لا يتعلق بطبيعة الغاز و بالتالي نقول أنه يتعلق فقط بدرجة الحرارة .

نتيجة :
K ثابت يتعلق بدرجة الحرارة للغاز و يعبر عن الحالة الحركية (أي الحرارية) للغاز ولا يتعلق بطبيعة الغاز .

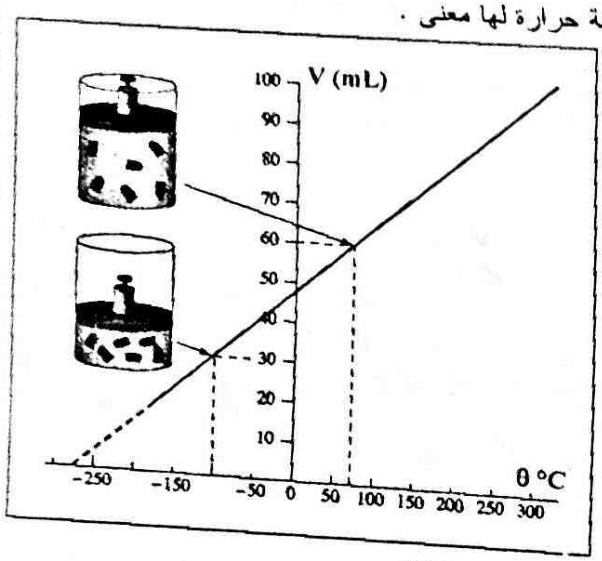
قانون غاي لوساك (Gay - Lussac)(1778 - 1850)

درس العالم غاي لوساك العلاقة بين حجم و درجة حرارة الغازات و وجد أنه كلما ارتفعت درجة حرارة الغاز كلما زاد حجمه و يحدث العكس حيث :

ــ عندما نضاعف درجة حرارة حجم من الغاز $V = 1\ L$ تحت ضغط ثابت من 100 °C إلى 200 °C فإن الحجم لا يتضاعف بل يصبح فقط $V' = 1,27\ L$.

ــ عندما نقول أن الضغط أو الحجم معدوم هذا معناه أنه فعلا قيمتهما معدومة أي لا يوجد مقدار نقيسه و لكن عندما نقول أن درجة الحرارة معدومة فهذا ببساطة يعني درجة حرارة تجمد الماء .

ــ القيم السالبة للضغط أو الحجم ليس لها معنى لكن القيمة السالبة لدرجة حرارة لها معنى .



ــ العالم شارل لاحظ أنه كلما رفعنا بـــ 1 °C درجة حرارة غاز يوافقها زيادة في حجم الغاز قدرها 1/273 من حجم الغاز عند 0 °C و منه عندما ننقص بـــ 1 °C درجة حرارة غاز يوافقها نقصان في حجم الغاز يعادل 1/273 من حجم الغاز عند 0 °C .

ــ عند تمثيل المنحنى البياني لتغيرات حجم الغاز V بدلالة درجة حرارته θ °C نحصل على البيان المرفق :

تمديد المنحنى إلى أن يقطع محور الفواصل أين يكون الحجم معدوم و لكن في الحقيقة كل هذا من الخيال لأنه قبل بلوغ هذه الدرجات تحت الصفر (السالبة) الغاز يتميع ثم يتصلب . درجة الحرارة المقابلة للحجم المعدوم $V = 0$ تساوي 273,15 °C . في سنة 1848، العالم الإنجليزي Wiliam Thomson (Lord Kelvin) اختار هذه الدرجة 273,15 °C و اصطلح عليها إسم الصفر المطلق في سلم يدعى نسبة إليه بسلم كالفن .

$$T(K) = T(°C) + 273,15$$ حيث : وحدة درجة الحرارة في هذا السلم هو كلفن (K)

التفسير :
المنحنى البياني $V = f(\theta)$ عبارة عن خط مستقيم مائل نحو الأسفل أي ميله سالب و عند تمديده نتحصل على $V = 0$ من أجل $\theta = -273$ °C . معادلة المستقيم تكون من الشكل : $V = K\theta + b$
من أجل : $V = 0$ تكون $\theta_0 = -273$ °C و توافق الصفر المطلق أي : $\theta_0 = 0$ K
عند $P = 0$ نجد : $b = -K\theta_0$.
يمكن أن نكتب : $V = K(\theta - \theta_0) = K(\theta + 273)$
و منه : $V = K . T$
و حسب قانون الغازات المثالية نحصل على : $K = nR / P$

و منه نص غاي لوساك :
تحت ضغط ثابت ، حجم كمية مادة معينة من الغاز يتناسب طرديا مع درجة حرارته بالكلفن (K) .
نعبر عن قانون شارل بالعلاقات التالية : $V \propto T \Rightarrow V = K . T$ حيث b ثابت.
و منه نكتب : $V_i / T_i = V_f / T_f$

مثـال ــ1 :
وضع بالون في حجرة درجة الحرارة فيها 27 °C فكان حجمه $V_1 = 2,00\ L$. ما هو حجم هذا البالون إذا أخرجناه من الحجرة إلى مكان درجة الحرارة به 27 °C ، باعتبار الضغط ثابت لم يتغير .

الحـــل :

نحول أولا درجات الحرارة من (°C) إلى (K) : $T(K) = T(°C) + 273$

درجة الحرارة الإبتدائية للغاز : $T_i = 27 + 273 = 300\ K$

درجة الحرارة النهائية للغاز : $T_f = 27 + 213 = 350\ K$

حسب قانون غاي لوساك : $V = K \cdot T \Rightarrow V_i / T_i = K = V_2/T_2 \Rightarrow V_i/T_i = V_f/T_f$

و منه : $V_f = (T_f \cdot V_i) / T_i = (2{,}00 \times 250) / 300 = 1{,}67\ L$.

مثـــال ـــ2 :

كمية من غاز الميثان موجودة في وعاء حجمه $V_1 = 8{,}0\ L$ في درجة الحرارة $t_1 = 30\ °C$ تحت الضغط الجوي ، ما هو حجم الغاز إذا ارتفعت درجة حرارته إلى $t_2 = 40\ °C$ تحت نفس الضغط .

الحـــل :

بما أن كمية مادة الغاز و ضغطه ثابتين فإن قانون غاي لوساك محقق و منه : $V_1 \cdot T_2 = V_2 \cdot T_1$

$V = (V_1 \times T_2) / T_1 = 8 \times (40 + 273) / (273 + 30) = 8{,}26\ L$

علاقة الجداء P . V بدرجة الحرارة T

من قانون بويل ـــ ماريوط وصلنا إلى النتيجة التالية : $P \cdot V = n \cdot K$

الثابت K لا يتعلق بطبيعة الغاز بل يتعلق فقط بدرجة الحرارة : $K = R \cdot T$

ندعو R بالثابت المولي للغازات المثالية و قيمته : $R = 8{,}31\ldots\ (Pa \cdot m^3)\ (mol^{-1} \cdot K^{-1})$

أو قيمته : $R = 8{,}314\ 5510\ 70\ (KPa \cdot L)\ (mol^{-1} \cdot K^{-1})$

أو قيمته : $R = 8{,}314\ 5510\ 70\ (J)\ (mol^{-1} \cdot K^{-1})$

أو قيمته : $R = 0{,}082058\ (atm \cdot L)\ (mol^{-1} \cdot K^{-1})$

أو قيمته : $R = 62{,}364\ (Torr \cdot L)\ (mol^{-1} \cdot K^{-1})$

قانون الغازات المثالية

العلاقات السابقة : $P \cdot V = n \cdot K$ ، $K = R \cdot T$

تؤدي إلى علاقة الغاز المثالي : $\mathbf{P \cdot V = n \cdot R \cdot T}$ حيث :

P : ضغط الغاز (Pa)

V : حجم الغاز m^3

T : درجة الحرارة (K)

n : كمية المادة (mol)

n : الثابت المولي للغازات $R = 8{,}314\ 5510\ 70\ (Pa \cdot m^3)\ (mol^{-1} \cdot K^{-1})$

ملاحظة :

لا يمكن أن تصل درجة الحرارة إلى قيمة أقل من 0 K أي أقل من 273°C – حيث درجة الحرارة الصغرى التي تحصلنا عليها حاليا هي (10^{-6} K) .

قانون شارل (Jacques -Charles) علاقة الضغط بدرجة الحرارة

نشاط :

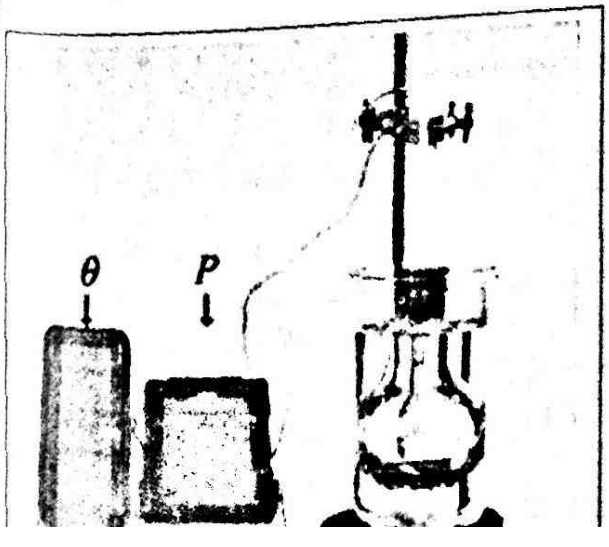
1ـــ نضع حوجلة مغلوقة مملوءة بالهواء في حمام ماري عند درجة حرارة معينة .

2ـــ نصل الحوجلة بجهاز قياس الضغط (مانومتر) مضبوط عند الصفر .

3ـــ نسخن الحمام عند درجات حرارة مختلفة و نقيس قيمة الضغط الموافقة لكل درجة حرارة .

4ـــ نسجل النتائج في جدول .

5ـــ نرسم المنحنى البياني $P = f(\theta)$. ماذا نستنتج ؟



الملاحظات :

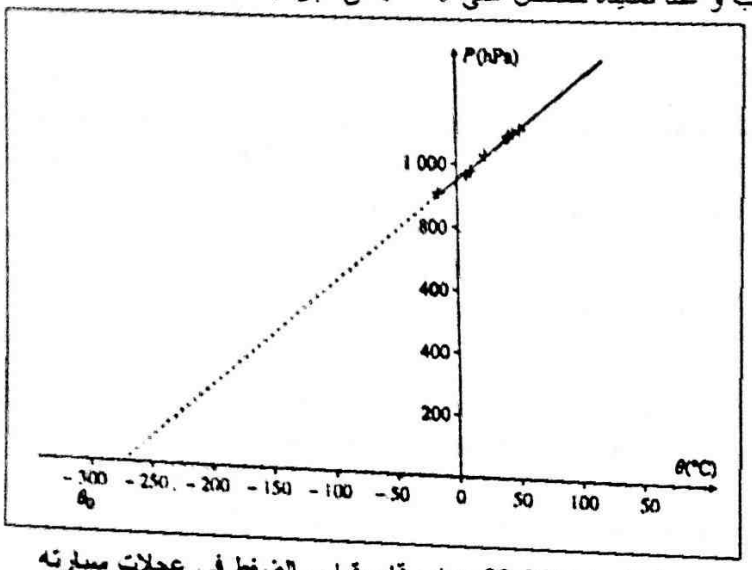
1ـــ النتائج أخذت باعتبار الضغط ثابت .

2ـــ ضغط الغاز يزداد بازدياد درجة الحرارة .

θ = 0°C	-15,2	7,5	10,2	23,7	41	43,6	46,3	51,7
P (hPa)	901	969	980	1030	1085	1093	1109	1130

أ- نرسم المنحنى البياني $P = f(\theta)$

نحصل على خط مستقيم مائل نحو الأسفل أي ميله سالب و عند تمديده نتحصل على $P = 0$ من أجل $\theta = -273\ °C$



التفسير :

معادلة المستقيم تكون من الشكل : $P = K\theta + b$

من أجل : $P = 0 \Rightarrow \theta_0 = -273\ °C$

توافق الصفر المطلق أي : $\theta_0 = 0\ K$

عند $P = 0$ نجد : $b = -K\theta_0$.

يمكن أن نكتب : $P = K(\theta - \theta_0) = K(\theta + 273)$

و منه : $\mathbf{P = K.T}$

و حسب قانون الغازات المثالية نحصل على :

$$K = nR/V$$

نعبر عن قانون شارل بالعلاقة التالية :

$$P_i / T_i = P_f / T_f$$

تمرين تطبيقي :

قبل أن يسافر ستيح انطلاقا من مدينة ورقلة ، حيث كانت درجة الحرارة $t = 32\ °C$ ، قام بقياس الضغط في عجلات سيارته فوجده $P = 180\ kPa$ وعند وصوله إلى مدينة الجزائر وجد درجة الحرارة $t = 10\ °C$ فقام بقياس الضغط في العجلات .

كم يعطي هذا القياس ؟ نعتبر أن كمية المادة للغاز داخل العجلات ثابتة والعجلات ذات حجم ثابت .

الحـل :

باعتبار أن كمية المادة للغاز داخل العجلات ثابتة والعجلات ذات حجم ثابت وأن القياس تم عند التوازن الحراري مع الوسط الخارجي ، يكون لدينا : $P_1 / T_1 = P_2 / T_2$

نجد أن الضغط في العجلات يصبح : $P_2 = (P_1 \times T_2)/T_1 = [180 \times (10 + 273)]/[273 + 32] = 167{,}01\ KPa$

الحجم المولي . قانون أفوغادرو ــ أمبير (Avogadro - Ampère)

من أجل درجة حرارة معينة و ضغط معين 1 mol من غاز يشغل حجم قدره : $\mathbf{V_m = RT/P}$

هذا الحجم يدعى **بالحجم المولي** .

في الشروط النظامية من الضغط و الحرارة أي : $P = 1\ atm$ ($\theta = 0\ °C$) ($T = 273\ K$)

$$V_m = (8{,}315 \cdot 273)/(1{,}013 \cdot 10^5) = 22{,}4\ L .$$

$$\mathbf{V_m = 22{,}4\ L/mol}$$

تفسير اقتراب الغازات الحقيقية من الغاز المثالي أو ابتعادها عنه :

ــ في الغازات الحقيقية لا بد من وجود قوى تجاذب بين الجزيئات المتجاورة رغم كون هذه القوى صغيرة جدا . فإذا كانت درجة حرارة الغاز مرتفعة ، كان معدل السرعة كبيرا والبعد بين الجزيئات المتجاورة كبيرا فيتحرك كل جزيء بين كل صدمتين متتاليتين بسرعة كبيرة و وفق خط مستقيم كما في الغاز المثالي دون أن تتمكن قوى جذب الجزيئات المجاورة له من حرفه عن تلك الإستقامة نظرا لسرعته الكبيرة .

ــ كذلك إذا كان الغاز الحقيقي خاضعا لضغط مخفف فإن البعد بين جزيئاته يكون كبيرا بحيث تتضاءل قوى جذب الجزيء من قبل الجزيئات المجاورة له حتى تكاد تكون معدومة . فيتحرك الجزيء تقريبا كما في الغاز المثالي و يكون حجم الجزيء مهملا بالنسبة لحجم الفراغ المحيط كما في الغاز المثالي أيضا .

ــ فالغاز الحقيقي في هاتين الحالتين يسلك سلوك الغاز المثالي تقريبا فنقول عنه بأنه يقترب جدا من الغاز المثالي أو ينقاد لقوانين الغاز المثالي و نلاحظ أن الغاز يكون في هاتين الحالتين بعيدا عن شروط تمييعه لانخفاض ضغطه أو ارتفاع درجة حرارته كما انه يكون ذا كتلة حجمية ضئيلة جدا .

ــ أما إذا كان ضغط الغاز الحقيقي كبيرا أو كانت درجة حرارته قليلة الإرتفاع (أي إذا كان قريبا من شروط تمييعه) فإن جزيئاته تصبح قريبة من بعضها (كتلته الحجمية كبيرة) فتصبح قوى التجاذب بين جزيئاته المتجاورة غير مهملة كما أن حجم الجزيء لا يكون مهملا بالنسبة لحجم الفراغ المحيط به فنقول عن الغاز الحقيقي بأنه أصبح بعيدا في هاتين الحالتين عن الغاز المثالي فلا ينقاد عندها لقوانينه بل يشذ عنها .

الغاز المثالي (أعمال تطبيقية) . TP

الأهداف :

ـ ايجاد كتلة غاز مجهول .

ـ إثبات أن حجمين متساوين من غازين متوازنين ، تحت نفس الضغط وعند نفس درجة الحرارة ، يحتويان نفس عدد المولات (فرضية أفوقادرو hypothèse d' Avogadro)

ـ قياس حجم مول من غاز في الشروط النظامية وإثبات أنه $V_m = 22,4\ L$

الأدوات المستعملة :

ميزان حساس ، محرار ، بارومتر ، حقنة 140 mL أو أكبر ، غاز ثنائي الأكسجين ، غاز مجهول .

التجربة :

- قس درجة الحرارة و الضغط الجوي في المخبر .
- قم بإحداث فراغ في الحقنة حتى الحجم 140 mL و ثبت المكبس بواسطة مسمار مثلا .
- سجل كتلة الحقنة في هذه الظروف .
- أوصل الحقنة بمصدر غاز ثنائي الأكسجين و اسحب منه حجما يساوي V = 140 mL
- زن الحقنة بغاز ثنائي الأكسجين .
- أعد التجربة بواسطة غاز مجهول قمت بتحضيره من تفاعل كربونات الصوديوم مع حمض الخل

1 ـ دون النتائج في الجدول .

2 ـ احسب كتلة الغاز المجهول الذي حجمه 140 mL ، ثم عين كمية مادته n .

3 ـ احسب كتلته المولية M ، ما هو هذا الغاز ؟

4 ـ احسب عدد مولات غاز ثنائي الأكسجين الموجودة في V = 140 mL

5 ـ قارن النتائج المتحصل عليها . هل فرضية أفوقادرو محققة ؟

6 ـ احسب الحجم المولي لغاز ثنائي الأكسجين في درجة الحرارة t = 23 °C ثم في الشروط النظامية

7 ـ احسب الحجم المولي للغاز المجهول في الشروط النظامية ، ماذا تستنتج ؟

الإجابة :

1 ـ تدوين القياسات

الغاز	غاز ثنائي الأكسجين	غاز مجهول
درجة الحرارة t	23 °C	23 °C
الضغط الجوي	100 KPa	100 KPa
كتلة الحقنة فارغة	76,53 g	76,53 g
كتلة الحقنة مع الغاز	76,71 g	76,78 g
كتلة الغاز	0,18 g	0,25 g

2 ـ كتلة الغاز المجهول هي : $M = 76,78 - 76,53 = 0,25g$

عدد مولات الغاز المجهول باعتبار الغاز مثالي $P.V = nRT$ نجد : $n = (P.V)/(R.T)$

ت.ع : $n = (100 \times 10^3 \times 0,14 \times 10^{-3})/(8,31 \times 296) = 5,7 \times 10^{-3}\ mol$

3 ـ $n = m/M \Rightarrow M = m/n = 0,25/5,7.10^{-3} = 43,85 = 44\ g/mol$

ـ وهي الكتلة المولية الجزيئية لغاز ثنائي أكسيد الكربون CO_2

4ـ حساب عدد مولات غاز الأوكسيجين : $n = m/M = 0,18/32 = 5,6 \times 10^{-3}\ mol$

$n(O_2) = 5,6.10^{-3}\ mol = n(CO_2)$

النتيجة :

بما أن $n(O_2) = n(CO_2)$ نستنتج أن حجمين متساويين من غازين مختلفين أخذا عند نفس درجة الحرارة وتحت نفس الضغط يحتويان على نفس عدد المولات . إذن فرضية أفوقادرو محققة في هذه الحالة .

حجم المولي لغاز ثنائي الأكسجين في شروط التجربة t = 23 °C والضغط الجوي P = 100 kPa بالعلاقة التالية :

$V_m = M/m \cdot V = (32/0,18) \times 0,140 = 24,88$ L

V_m : الحجم المولي لغاز ثنائي الأكسجين عند t = 23 °C ، M : كتلته المولية ،

m : كتلة غاز الأكسجين داخل الحقنة ، V : حجم غاز ثنائي الأكسجين داخل الحقنة .

حساب الحجم المولي لغاز ثنائي الأكسجين في الشروط النظامية $P = 101,03 \cdot 10^3$ Pa ، T = 273 K

لكي نحصل على الحجم المولي في الشروط النظامية نستعمل قانون الغازات المثالية حيث عندما يكون عدد المولات ثابت فإن

العلاقة المحققة : $(P_1 \cdot V_1) / T_1 = (P_2 \cdot V_2) / T_2$ أين تمثل :

P_2 ، T_2 ، V_2 : الحجم ، درجة الحرارة و الضغط في الشروط النظامية .

P_1 ، T_1 ، V_1 : الحجم ، درجة الحرارة و الضغط في شروط التجربة .

تكون نتائج الحسابات :

$V_2 = (P_1 \cdot V_1 \cdot T_2) / (P_2 \cdot T_1)$

$V_2 = (100 \cdot 10^3 \times 24,8 \times 273) / (23 + 273) \times 101,3 \times 10^3 = 22,4$ L

7 ـ نحسب الحجم المولي لغاز ثنائي أكسيد الكربون في درجة حرارة t = 23 °C بالعلاقة التالية :

$V_m = M/m \cdot V = (44)/(0,25) \times 0,140 = 24,64$ L

نحسب حجم الغاز المثالي : $V_2 = (P_1 \cdot V_1 \cdot T_2) / (P_2 \cdot T_1)$.

$V_2 = (100 \cdot 10^3 \times 24,64 \times 273) / (23 + 273) \times 101,3 \times 10^3 = 22,4$ L

ملاحظة : الحجم المولي لـ O_2 و CO_2 متساويان : $V_2(O_2) = V_2(CO_2) = 22,4$ L

النتيجة :

الحجم المولي لكل الغازات ثابت و تكون قيمته في الشروط النظامية : V = 22,4 L

الشروط النظامية من درجة الحرارة و الضغط هي : (t = 0 °C أو (273 K) و (P = 1 atm) .

الخلاصة

الغاز :

جسم مادي جزيئاته حرة و في حركة عشوائية كبيرة في جميع الإتجاهات . تكون المسافات في الغاز بين جزيئاته كبيرة بالنسبة لأبعادها و هذا ما يجعل حجم كمية مادة في الحالة الغازية كبيرا مقارنة بحجمها في حالتها السائلة .

الضغط P :

مقدار فيزيائي سلمي يعبر عن النسبية بين شدة القوة المطبقة على سطح و قيمة هذا السطح **P = F / S**

- يقاس الضغط بنوعين من مقياس الضغط و نميز :

1 ـ مقياس الضغط المطلق : و يقيس القيمة المطلقة للضغط

2 ـ مقياس الضغط التفاضلي : يقيس الفرق بين ضغط الغاز المعتبر و الضغط الجوي .

- يقاس الضغط في جملة الوحدات الدولية بالباسكال (Pa) و تستعمل وحدات أخرى هي :
- الجو : $1 \text{ atm} = 1,013 \times 10^5$ Pa ، البار : $1 \text{ Bar} = 10^5$ Pa ، عمود الزئبق : 1 atm = 76cm Hg

العلاقة بين ضغط الغاز و حجمه و درجة حرارته و كمية مادته

- **قانون بويل – ماريوط :** في الغاز المتوازن عند درجة حرارة ثابتة ، الضغط P يتناسب عكسا مع الحجم V

أي : $P \cdot V = C^{te}$

- **قانون شارل :** في الغاز المتوازن الموضوع في خزان ذي حجم ثابت ، الضغط P يتناسب طردا مع درجة الحرارة t

أي : $P = P_0 (1 + \alpha t)$ حيث : $\alpha = P_0 / 273$ ، T هي درجة الحرارة المئوية للغاز و P_0 ضغطه عند t = 0 °C

وعند انعدام درجة الحرارة المطلقة T ، يكون شكل القانون : $P = K \cdot T$ أين K يمثل ثابت التناسب .

- **درجة الحرارة المطلقة :** سلم جديد لقياس الحرارة اقترحه العالم الإنجليزي اللورد كالفن مبدأه يوافق الدرجة المئوية t = -273°C ، والعلاقة بين درجة الحرارة المطلقة والمئوية تكون : $T(K) = t(°C) + 273$

قانون الغاز المثالي

قانون الغاز المثالي هو نموذج نظري للغازات الحقيقية التي يمكن اعتبارها مشابهة له في الخصائص الفيزيائية عند أخذها تحت ضغط ضعيف و درجة حرارة منخفضة و ينطبق عليها قانون الغاز المثالي الذي يربط بين ضغط الغاز P و حجمه V و درجة الحرارة T وعدد مولاته (كمية المادة) n بالعلاقة : $P \cdot V = n \cdot R \cdot T$

تمارين

التمرين – 1

أجب بنعم أو لا :

1ـ الوحدة الدولية لقياس الضغط هي البار .
2ـ يمكن لدرجة الحرارة المطلقة في غاز أن تبلغ 275 °C –
3ـ درجة الحرارة T = 0 °K توافق درجة تجمد الماء .
4ـ إذا كان ضغط غاز P = 0 ، فإن درجة حرارته t = 0 °C .
5ـ في الغاز المثالي تضيع طاقة الجزيئات بواسطة الإحتكاكات .
6ـ يمكن اعتبار كل الغازات التي تحقق فيها قوانين بويل – ماريوط ، شارل و غي لوساك كمثالية .
7ـ يمكن اعتبار الغاز الحقيقي مثاليا كلما ارتفعت درجة حرارته .
8ـ الغاز المثالي ضغطه عند درجة الحرارة T = 0 °K معدوم .
9ـ ينتج ضغط الغاز من اصطدام جزيئات الغاز مع بعضها البعض .
10ـ كلما نقصت سرعة جزيئات الغاز كلما نقصت درجة حرارته .
11ـ تزداد القوة الضاغطة المطبقة من طرف غاز على سطح يلامسه كلما زادت مساحة السطح .
12ـ يتناقص الضغط الجوي كلما إرتفعنا في الجو .
13ـ يساوي الباسكال ضغط قوة شدتها 1 N على سطح مساحته 1 متر مربع .
14ـ غازان يشغلان نفس الحجم و يحتويان على نفس كمية المادة و درجة حرارتهما مختلفتان ، يخضعان لنفس الضغط .
15ـ قانون غاي لوساك ينص على أن PV = Cte
16ـ البيان P = f (T) يمر من المبدأ عندما تقدر درجة الحرارة بـ °C .
17ـ اثبت توريتشيلي بتجربته بأن الطبيعة لا تخشى الفراغ كما كان يعتقد .

الحـل – 1

1ـ لا . الوحدة الدولية لقياس الضغط هي الباسكال . 2ـ لا . أصغر قيمة هي 273 °C – .
3ـ لا . درجة حرارة تجمد الماء هي T = 273 °K . 4ـ لا . 5ـ لا . 6ـ نعم . 7ـ نعم . 8ـ نعم . 9ـ نعم .
10ـ نعم . 11ـ نعم . 12ـ نعم . 13ـ نعم . 14ـ لا . 15ـ لا . 16ـ لا . 17ـ نعم .

التمرين – 2

أجب بملأ الفراغات التالية :

• تكون الجزيئات ..... في الغاز ، ذلك ما يسمح لها بحركة ..... كبيرة مقارنة مع ..... في حالة السائل .
يطبق الغاز ..... ضاغطة على ..... الملامس له نتيجة ..... بين جزيئات الغاز والسطح الملامس له .
• ينص قانون بويل ماريوط على أن جداء .... مع .... ثابت دوما إذا كانت .... ودرجة حرارته .....
• ينص قانون .... على أن النسبة بين ضغط غاز ودرجة حرارته المطلقة .... إذا كان .... و .... ثابتة
• ينص قانون غي لوساك على أن .... غاز يتناسب مع درجة حرارته .... إذا كان ضغط الغاز ..... و ..... ثابتة .
• يساوي الضغط الجوي .....Hg أو .....kPa أو 1

الحـل – 2

• تكون الجزيئات متباعدة في الغاز ، ذلك ما يسمح لها بحركة بسرعة كبيرة مقارنة مع سرعتها في حالة السائل .
يطبق الغاز قوة ضاغطة على السطح الملامس له نتيجة التصادم بين جزيئات الغاز والسطح الملامس له .
• ينص قانون بويل – ماريوط على أن جداء الضغط مع الحجم ثابت دوما إذا كانت كمية المادة و درجة حرارته ثابتة .
• ينص قانون شارل على أن النسبة بين ضغط غاز و درجة حرارته المطلقة ثابتة إذا كان حجمه و كمية المادة ثابتة .
• ينص قانون غي لوساك على أن حجم غاز يتناسب مع درجة حرارته طردا إذا كان ضغط الغاز ثابت و كمية المادة ثابتة .
• يساوي الضغط الجوي 76 cm Hg أو 101,3 KPa أو 1 atm.

التمرين – 3

تشغل كمية من غاز حجما قدره $V_1 = 5\ m^3$ تحت ضغط $P_1 = 0,75 . 10^5\ Pa$ و في درجة حرارة T . نغير حجم الغاز إلى أن يساوي $V_2 = 1,5\ m^3$ دون تغيير في درجة الحرارة . عين الضغط الجديد P_2 للغاز .

الحـل – 3

خلال عملية تغيير الحجم بقيت كمية المادة ثابتة (عدد مولات الغاز لم يتغير) و درجة حرارة الغاز ثابتة أي :

$P_1V_1 = P_2V_2 = n\,RT$ و منه نستنتج :

$P_2 = P_1V_1 / V_2 = (0.75 . 10^5 . 5) / 1.5 = 2.5 . 10^5$ Pa .

التمرين ــ 4

أسطوانه من حديد حجمها $V = 30$ L قاعدتها ذات نصف قطر $R = 20$ cm تحتوي غاز تحت ضغط $P = 5$ bar

a ــ ما هي شدة القوة المطبقة من طرف الغاز على قاعدة الأسطوانة ؟

b ــ كم يصبح حجم الغاز V_2 إذا خفضنا الضغط داخل الأسطوانة إلى $P_2 = 2$ bar ؟ باعتبار درجة الحرارة ثابتة .

c ــ اذكر طريقة لتخفيض ضغط الغاز دون تغيير كمية المادة له ، باعتبار حجم الأسطوانة ثابت لا يمكن تغييره .

الحل ــ 4

a ــ شدة القوة المطبقة على قاعدة الأسطوانة :

نحول أولا وحدة الضغط من البار إلى الباسكال : 5 bar $= 5 . 10^5$ Pa

$F = P / S = P / \pi R^2 = (5 . 10^5) / (3.14 . 0.04) = 3.98 . 10^6$ N

b – إذا اعتبرنا أن درجة الحرارة ثابتة خلال عملية تخفيض الضغط يصبح حجم الغاز : $P_1V_1 = P_2V_2 = n\,RT$

و منه نستنتج : $V_2 = (P_1V_1) / P_2 = (5 . 30) / 2 = 75$ L

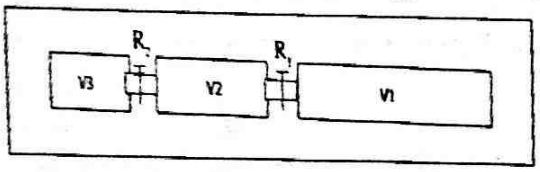
c ــ إذا اعتبرنا أن للأسطوانة حجم ثابت $V = 30$ L لا يتغير فالحل الوحيد لتخفيض ضغط الغاز (دون تغير كمية المادة) هو تخفيض درجة حرارته بحيث : $P_1/T_1 = P_2/T_2$

تكون نتائج الحسابات : $5/T_1 = 2/T_2 \Rightarrow T_2 = 2\,T_1 / 5$

التمرين ــ 5

ليكن لدينا ثلاثة غرف حجمها V_3 ، V_2 ، V_1 موصولة بقنوات تحتوي كل واحدة على صمام R كما في الشكل :

في البداية الغرفة 1 تحتوي على غاز ضغطه $P = 2{,}105$ Pa و حجمه V_1 ، الصمامين مغلقين والغرفتين 2 و 3 فارغتين . نعتبر أن درجة حرارة الغاز تبقى ثابتة خلال التجربة .



a ــ نفتح الصمام R_1 ، احسب الضغط الجديد للغاز بعدما يحدث التوازن .

b ــ نفتح الآن الصمام R_2 ، احسب الضغط الجديد في الغرفة الثالثة ؟

ت . ع : $V_3 = 1$ L ، $V_2 = 2$L ، $V_1 = 5$ L .

الحل ــ 5

a ــ بعد فتح الصمام R_1 يحدث تغييرلحجم الغاز مع بقاء كمية المادة ثابتة (عدد مولات الغاز لم يتغير) و درجة حرارة الغاز ثابتة أي : $P_1 . V_1 = P_2\,V' = nRT$ حيث : $V' = V_1 + V_2$

و منه نستنتج : $P_2 = (P_1 . V_1) / (V_1 + V_2) = (2{,}105 . 5)/(5 + 2) = 1{,}5$ Pa.

b ــ بعد فتح الصمام R_2 يحدث كذلك تغيير لحجم الغاز مع بقاء كمية المادة ثابتة (عدد مولات الغاز لم يتغير) و درجة حرارة الغاز ثابتة ثابتة أي : $P_2 . V' = P_3 . V'' = n\,RT$ حيث : $V'' = V_1 + V_2 + V_3$

و منه نستنتج : $P_3 = (P_2 . V') / (V_1 + V_2 + V_3) = (1{,}5 . 7) / 8 = 1{,}31$ Pa

التمرين ــ 6

بالون لا يمكن أن يتمزق إلا إذا تجاوز حجمه حجم $V = 3$ L ، نقوم بملئه بغاز الهيليوم عند درجة الحرارة 20 °C تحت ضغط $P = 1{,}013$ KPa .

a ــ ما هي كمية المادة و كتلة غاز الهيليوم المحتواة داخل البالون ؟

b ــ ندخل هذا البالون في غرفة و نسحب الهواء من هذه الغرفة بواسطة محرك .

كيف تتوقع سلوك حجم غاز الهيليوم داخل البالون ؟

ما هو ضغط الهواء في الغرفة في اللحظة التي يتمزق فيها البالون ؟

ت.ع : $M_{(He)} = 4$ g/mol ؛ $R = 8{,}31$ KJ /mol

الحل ــ 6

a ــ كمية المادة و كتلة غاز الهيليوم المحتواة داخل البالون :

ــ كمية المادة : حسب قانون الغاز المثالي : $P_1 . V_1 = n\,RT_1 \Rightarrow n = (P_1 . V_1) / R\,T_1$

ت . ع : $n = (1{,}013 . 3) / (8{,}31 . (20 + 273)) = 1{,}25 . 10^{-3}$ mol .

ــ كتلة غاز الهيليوم المحتواة داخل البالون : $n = m/M \Rightarrow m = n . M = 1{,}25 . 10^{-3} . 4 = 5 . 10^{-3}$ g

b ــ ندخل هذا البالون في غرفة و نسحب الهواء من هذه الغرفة بواسطة محرك ، نتوقع سلوك حجم غاز الهيليوم داخل البالون : هو الإنفجار : باعتبار حجم الغرفة أكبر بكثير من حجم البالون ، فعندما تفرغ الغرفة من الغاز ينشأ حيز من الفراغ ، فإن الغاز الموجود داخل البالون يحاول يشغل هذا الحيز بالضغط على جدران البالون فينفجر هذا الأخير لأنه يتمزق إذا تجاوز حجمه حجم

. V = 3 L

ـ ضغط الهواء في الغرفة في اللحظة التي يتمزق فيها البالون : كانت الغرفة فارغة من الهواء في لحظة تمزق البالون و بالتالي تكون قيمة الضغط فيها معدومة .

التمرين ـ 7

ضغط الهواء داخل عجلة في فصل الشتاء عند درجة الحرارة 0 °C هو 1,8 Bar . كم يساوي هذا ضغط داخل العجلة في يوم من فصل الصيف تكون فيه درجة الحرارة 25 °C ، علما أن حجم العجلة يبقى ثابت .

الحل ـ 7

حساب الضغط داخل العجلة في درجة الحرارة 25 °C : حدث تغيير لدرجة حرارة الغاز مع بقاء كمية المادة ثابتة (عدد مولات الغاز لم يتغير) مع بقاء حجم الغاز ثابت أي : $P_1 / T_1 = P_2 / T_2 = n R$

$P_2 = (P_1 . T_2) / T1 = 1,8 . (25 + 273) / (0 + 273) = 1,96 \text{ bar} = 1,96 . 10^5 \text{ Pa}$

التمرين ـ 8

احسب حجم 1,58 g من غاز الميثان CH_4 ، أخذ عند درجة حرارة 39,7 °C و تحت ضغط 181049 Pa .

الحل ـ 8

حساب حجم 1,58 g من غاز الميثان CH_4 :

حسب قانون الغاز المثالي : $P . V = n RT \Rightarrow n = (P_1 . V_1) / R T$.....(1)

ـ كمية المادة لغاز الميثان CH_4 : $n = m/M = 1,58 / 16 = 9,87 . 10^{-2} \text{ mol}$ .....(2)

من العلاقتين (1) و (2) : $V = (n RT) / (P) = 9,87 . 10^{-2} . 8,31 . (39,7 + 273) / (181049)$

ت . ع : $V = 1,41 . 10^{-3} \text{ m}^3$.

التمرين ـ 9

عينة من غاز تشغل الحجم $V_1 = 1,968$ L تحت $P_1 = 180270$ Pa عند $T_1 = 343,91$ °K .
نمددها إلى أن يصبح ضغطها $P_2 = 0,70$ atm عند $T_2 = 268,98$ °K . ما هو حجمها V_2 حينئذ ؟

الحل ـ 9

حساب حجمها V_2 حينئذ :

حسب قانون الغاز المثالي : $P_1 . V_1 = n RT_1 \Rightarrow n = (P_1 . V_1) / R T$.....(1)

حدث تغيير لدرجة حرارة الغاز مع بقاء كمية المادة ثابتة (عدد مولات الغاز لم يتغير) مع تغير حجم الغاز أي :

$P_2 . V_2 = n RT_2 \Rightarrow n = (P_2 . V_2) / R T_2$.....(2)

من العلاقتين (1) و (2) : تكون نتائج الحسابات : $V_2 = (P_1 . V_1 . T_2) / (P_2 . T_1)$.

$V_2 = (180270 . 1,968 \times 268,98) / (343,91) \times 0,71 \times 10^5 = 3,91$ L

التمرين ـ 10

عينة من غاز كتلتها 3,86 g و حجمها 1,358 L تحت 0,93 atm و عند 282,55 K . ما هي الكتلة المولية لهذا الغاز ؟

الحل ـ 10

الكتلة المولية لهذا الغاز :

حسب قانون الغاز المثالي : $P . V = n RT \Rightarrow n = (P . V) / R T$

ت . ع : $n = (0,942 . 10^5 . 1,358 . 10^{-3}) / (8,31 . 282,55) = 5,45 . 10^{-2} \text{ mol}$.

ـ الكتلة المولية للغاز : $n = m/M \Rightarrow M = m / n = 3,86 / (5,45 . 10^{-2}) = 71 \text{ g/mol}$

التمرين ـ 11

قارورة حجمها 100 L تحتوي على غاز هيدروجين عند 20 °C و مضغوطا تحت ضغط 200 bar .
احسب عدد مولات الغاز و كتلته و ضغطه عند 500 °C .

الحل ـ 11

عدد مولات الغاز و كتلته عند 500 °C هي نفسها عند 20 °C (تغير حجم القارورة و الضغط و الحرارة لا تغير كمية المادة).

ـ حساب عدد مولات الغاز عند 20 °C :

حسب قانون الغاز المثالي : $P . V = n RT \Rightarrow n = (P . V) / R T$

ت . ع : $n = (200 . 10^5 . 100 . 10^{-3}) / (8,31 . 293) = 821,41 \text{ mol}$.

ـ حساب كتلة الغاز عند 20 °C : $n = m/M \Rightarrow m = n . M = 821,41 . 2 = 1642,82$ g

ـ حساب ضغط الغاز عند 500 °C :

حسب قانون الغاز المثالي : $P_1 . V = n R T_1 \Rightarrow n = (P_1 . V)/R T_1$.....(1)

حدث تغير لدرجة حرارة الغاز مع بقاء كمية المادة ثابتة (عدد مولات الغاز لم يتغير) مع بقاء حجم الغاز ثابت .

أي : $P_2 . V = n R T_2 \Rightarrow n = (P_2 . V_2)/R T_2$.....(2)

من العلاقتين (1) و (2) : تكون نتائج الحسابات : $P_2 = (P_1 . T_2) / (T_1)$.

$P_2 = (200 . 773)/ (293) = 527.64$ bar .

التمرين ــ 12

احسب الحجم المولي V_M لغاز مثالي درجة حرارته 0 °C و يخضع للضغط الجوي العادي $101,3 . 10^3$ Pa .

الحل ــ 12

ــ حساب الحجم المولي V_M : الحجم المولي يوافق كمية مادة قدرها $n = 1$ mol

حسب قانون الغاز المثالي : $P . V_M = n R T \Rightarrow V_M = (n R T)/P$

ت . ع : $V_M = (1 . 8,31 . 273) / (101,3 . 10^{-3}) = 22,4$ L .

التمرين ــ 13

في قارورة فولاذية حجمها 10 L ، يوجد غاز الأكسجين حيث درجة الحرارة 20 °C و الضغط 50 bar .
للقيام بتجربة في المخبر ، نأخذ كمية من الأكسجين بحيث يصبح الضغط في القارورة يساوي 40 bar مع بقاء درجة الحرارة ثابتة . نمدد الأكسجين المستخرج إلى أن يخضع لضغط 1,04 bar ثم نسخنه إلى 60 °C .
ما هي كتلة الأكسجين المستخرج ؟ و أي حجم يشغله في النهاية ؟

الحل ــ 13

ــ حساب كتلة الأكسجين المستخرج :

1) حساب كتلة الأكسجين في القارورة الفولاذية عند 20 °C و تحت الضغط 50 bar :

حسب قانون الغاز المثالي : $P_1 . V_1 = n_1 R T_1 \Rightarrow n_1 = (P_1 . V_1)/R T_1$

ت . ع : $n_1 = (50 . 10^5 . 10 . 10^{-3}) / (8,31 . 293) = 20,53$ mol .

ــ كتلة الأكسجين : $n_1 = m_1/M \Rightarrow m = n . M = 20,53 . 32 = 657,13$ g

2) الأكسجين المتبقي في القارورة الفولاذية موجود عند 20 °C و الضغط 40 bar و حجم 10 L و كمية المادة n_2 :

حساب كتلة الأكسجين m_2 في القارورة الفولاذية عند 20 °C و الضغط 40 bar :

حساب قانون الغاز المثالي : $P_2 . V_1 = n_2 R T_1 \Rightarrow n_2 = (P_2 . V_1)/R T_1$

ت . ع : $n_2 = (40 . 10^5 . 10 . 10^{-3}) / (8,31 . 293) = 16,43$ mol .

ــ كتلة الأكسجين : $n_2 = m_2/M \Rightarrow m_2 = n_2 . M = 16,43 . 32 = 525,70$ g

ــ حساب كتلة الأكسجين m المستخرج : $m = m_1 - m_2 = 657,13 - 525,70 = 131,43$ g

ــ حساب حجم الأكسجين المستخرج في النهاية أي بعد تمديده :

ــ كمية المادة للأكسجين المستخرج : $n = m/M = 131,43 / 32 = 4,11$ mol

و منه نستنتج حجم الأكسجين المستخرج عند 60 °C و الضغط 1.04 bar :

حسب قانون الغاز المثالي: $P . V = n R T \Rightarrow V = (n R T)/P$

ت . ع : $V = (4,11 . 8,31 . 333) / (1,04 . 10^5) = 0,109$ m^3

التمرين ــ 14

في مخبر الكيمياء وجدت زجاجة مغلقة تحتوي على غاز مجهول لا لون له . من أجل التعرف على هذا الغاز قمت بأخذ عينة منه بواسطة حقنة و سجلت القياسات التالية :
1 ــ درجة الحرارة $T = 25$ °C . 2 ــ الضغط الجوي $P = 101,3 . 10^3$ Pa . 3 ــ حجم الغاز المجهول $V = 153$ mL .
4 ــ كتلة الحقنة فارغة 86,3 g . 5 ــ كتلة الحقنة مملوءة بالغاز 86,59 g .
ما هو الغاز المجهول من بين الغازات N_2 ، NO_2 ، CO_2 ، SO_2

الحل ــ 14

لمعرفة الغاز المجهول نحسب كتلته المولية و نقارنها بالكتلة المولية للغازات المقترحة .

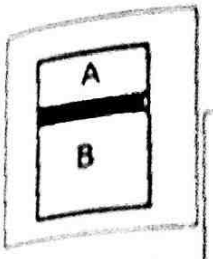
ــ حساب كتلة الغاز المجهول m : $m = m_1 - m_2 = 86,59 - 86,3 = 0,29$ g

ــ حساب كمية المادة للغاز المجهول : حسب قانون الغاز المثالي : $P . V = n R T \Rightarrow n = (P . V)/R T$

ت . ع : $n = (101,3 . 10^3 . 153 . 10^{-6}) / (8,31 . 298) = 6,26 . 10^{-3}$ mol .

ــ حساب الكتلة المولية للغاز المجهول : $n = m/M \Rightarrow M = m / n = 0,29 / (6,26 . 10^{-3}) = 46$ g/mol

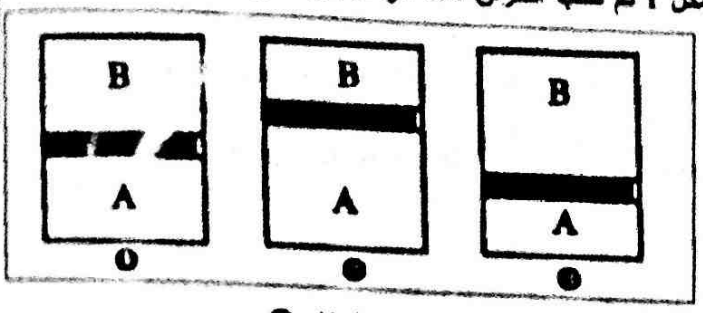
من بين الغازات N_2 ، NO_2 ، CO_2 ، SO_2 نجد الغاز NO_2 هو الذي يوافق ، لأن كتلته المولية تساوي : 46 g/mol



التمرين ــ 15

خزان بغرفتين يفصل بينهما مكبس مهمل الكتلة يمكنه الانزلاق دون احتكاك . الخزان معزول حراريا . عند التوازن يكون المكبس كما في الشكل 1 ثم نقلب الخزان . ما هو الشكل ، من الثلاثة المقترحة ، الموافق لوضع المكبس عند التوازن؟

برر إجابتك .



الحل ــ 15

الشكل ، من الثلاثة المقترحة ، الموافق لوضع المكبس عند التوازن هو الشكل ●

التبرير : جزيئات الغاز تتحرك بسرعة كبيرة يجعل تأثير الجاذبية عليها مهمل و بالتالي لا تسقط ، و بالتالي لا تجد جزيئات الغاز تسقط إلى أسفل الإناء مثل جزيئات السائل أو الصلب . الغاز يشغل كل الحيز الموجود فيه و تكون جزيئاته موزعة بانتظام في الحيز المحدد بالوعاء الموجود به و تكون هذه الجزيئات في حركة مستمرة بسرعة لا يمكن تحديدها بالنسبة لجزيئة واحدة لأنها تتغير قيمة وجهة نتيجة اصطدامها خلال حركتها إما بجزيئات أخرى أو بجدران الوعاء .

ــ إذا لم نهمل كتلة الغاز أي ثقله فإن قوة الثقل الأكبر كمية يوافقها الشكل المذكور .

التمرين ــ 16

ينتج جهاز ضغط الهواء (compresseur) متبوع بمبرد مائي (refroidisseur à eau) 25 Kg/h من الهواء المضغوط في خزان سعته $4\ m^3$ حيث درجة الحرارة ثابتة و تساوي $28\ °C$. يستعمل عامل هذا الهواء بواسطة تجهيز يخرج الهواء في درجة حرارة $20\ °C$ بتدفق قدره $5\ m^3/h$ و تحت ضغط يفوق الضغط الجوي بـ $2\ bar$. يتم تبريد الهواء من $28\ °C$ إلى $20\ °C$ في أنبوب الإخراج . اشتغال الجهاز و توقفه يتعلق بالضغط داخل الخزان حيث يشتغل المحرك عندما ينخفض الضغط في الخزان إلى ضغط $2,5\ bar$ فوق الضغط الجوي و يتوقف عندما يرتفع الضغط فيه بقدر $7\ bar$ عن الضغط الجوي .

ما هو زمن توقف المحرك ؟ و ما هي مدة اشتغاله ؟

الحل ــ 16

ــ زمن توقف المحرك :

ــ حساب كمية المادة للهواء في الخزان عند $28\ °C$ و ضغط $3,5\ bar$ أي عندما ينخفض الضغط في الخزان إلى ضغط $2,5\ bar$ فوق الضغط الجوي حيث قيمة الضغط الجوي $1\ bar$: حسب قانون الغاز المثالي : $P.V = n_1 RT \Rightarrow n_1 = (P.V)/RT$

ت . ع : $n_1 = (3,5 . 10^5 . 4) / (8,31 . 301) = 559,70\ mol$.

ــ حساب كمية المادة للهواء في الخزان عند $28\ °C$ و ضغط $8\ bar$ أي عندما ينخفض الضغط في الخزان الى ضغط $7\ bar$ فوق الضغط الجوي حيث قيمة الضغط الجوي $1\ bar$: حسب قانون الغاز المثالي : $P.V = n_2 RT \Rightarrow n_2 = (P.V)/RT$

ت . ع : $n_2 = (8 . 10^5 . 4) / (8,31 . 301) = 1279,33\ mol$.

ــ حساب كمية المادة للهواء عند $28\ °C$ و التي تصرف عندما ينخفض الضغط في الخزان من $7\ bar$ فوق الضغط الجوي الى قيمة $2,5\ bar$ فوق الضغط الجوي :

$n = n_2 - n_1 = 1279,33 - 559,70 = 719,63\ mol$

ــ حساب كمية المادة للهواء عند $20\ °C$ و ضغط $3\ bar$ و التي يصرفها التجهيز المبرد خلال زمن $1\ h$:

حسب قانون الغاز المثالي : $P.V = n_3 RT \Rightarrow n_3 = (P.V)/RT$

ت . ع : $n_3 = (3 . 10^5 . 5) / (8,31 . 293) = 616,06\ mol$.

ــ زمن توقف المحرك هو زمن صرف كمية المادة عندما ينخفض الضغط في الخزان من $8\ bar$ إلى قيمة $3,5\ bar$:

خلال زمن $1\ h$ تصرف كمية من المادة قدرها $n_3 = 616,06\ mol$

و منه خلال زمن t تصرف كمية من المادة قدرها $n = 719,63\ mol$

$$\left.\begin{array}{l} 616,06\ mol \rightarrow 1\ h \\ 719,63\ mol \rightarrow t \end{array}\right\} \Rightarrow t = 719,63 . 1)/616,06 = 1,17\ h$$

التمرين ــ 17

يحتوي إناء غازا تحت ضغط $1,1 . 10^5\ Pa$ و $50\ °C$. يبرد الغاز في حجم ثابت إلى $10\ °C$.

ما هو الضغط الجديد للغاز ؟ ما هي كمية مادة الغاز إذا كان حجمه : $1\ L$ ــ a ، $2\ L$ ــ b ، $0,5\ L$ ــ c ؟

الحل ــ 17

ــ كتلة و حجم الغاز ثابتتين إذن : النسبة P/T ثابتة : $T_1 = 273 + 50 = 323\ K$ ، $T_2 = 273 + 10 = 283\ K$

$P_1/T_1 = P_2/T_2 \Rightarrow P_2 = (P_1 . T_2) / T_1 = (1,1 . 10^5 . 283) / 323 = 9,64 . 10^4\ Pa$.

ـ كمية مادة الغاز إذا كان حجمه : 0,5 L ـ c ، 2 L ـ b ، 1 L ـ a :

حسب قانون الغاز المثالي : $P.V = nRT \Rightarrow n = (P.V)/RT$

ت . ع : مع : a ـ نجد : $V = 10^{-3}\ m^3$: $n = (1,1 . 10^5 . 1 . 10^{-3}) / (8,31 . 323) = 0,041\ mol$.

مع : b ـ نجد : $V = 2 . 10^{-3}\ m^3$: $n = (1,1 . 10^5 . 2 . 10^{-3}) / (8,31 . 323) = 0,082\ mol$.

مع : c ـ نجد : $V = 0,5 . 10^{-3}\ m^3$: $n = (1,1 . 10^5 . 0,5 . 10^{-3}) / (8,31 . 323) = 0,0205\ mol$.

التمرين ـ 18

نملأ عجلة سيارة بالهواء عند 20,0 °C و تحت ضغط 2,10 bar ، الحجم الداخلي للعجلة 30 L و يعتبر ثابت .

1 ـ ما هي كمية المادة و كتلة الهواء المحتواة في العجلة ؟

2ـ بعد مدة من السير ، راقب السائق ضغط العجلة فوجده يساوي 2,30 bar ، ما هي درجة حرارة الهواء في العجلة حينئذ ؟

3ـ هل تختلف قيم ضغط الهواء التي يوصي بها الصانع لو استعملنا الأزوت بدلا من الهواء ؟

الحـل ـ 18

1 ـ حساب كمية المادة للهواء المحتواة في العجلة :

حسب قانون الغاز المثالي : $P.V = nRT \Rightarrow n = (P.V)/RT$

ت . ع : $n = (2,10 . 10^5 . 30 . 10^{-3}) / (8,31 . 293) = 2,59\ mol$.

ـ حساب كتلة الهواء المحتواة في العجلة :

نبحث أولا عن الكتلة المولية للهواء انطلاقا من الكتلة الحجمية ρ باعتبار الشروط نظامية : $\rho = 1,29\ g/L$

$$\rho = M/22,4 \Rightarrow M = 1,29 . 22,4 = 29\ g/mol$$

و منه نستنتج كتلة الهواء المحتواة في العجلة : $n = m/M \Rightarrow m = n . M = 2,59 . 29 = 75\ g$

2ـ حساب درجة حرارة الهواء في العجلة بعد مدة من السير :

كتلة و حجم الغاز ثابتتين إذن : النسبة P/T ثابتة : $T_1 = 273 + 20 = 293\ K$ ؛ $T_2 = ?$

$$P_1/T_1 = P_2/T_2 \Rightarrow T_2 = (P_2 . T_1) / P_1 = (2,30 . 10^5 . 293) / (2,10 . 10^5) = 321\ K = 48\ °C$$

3ـ لا تختلف قيم ضغط الهواء التي يوصي بها الصانع لو استعملنا الأزوت بدلا من الهواء لتقارب كتلتيهما المولية .

التمرين ـ 19

خزانين موصلين بأنبوب ، مهمل الحجم و مزود بصنبور ، يحتويان غازا مثاليا في درجة حرارة 27 °C نعتبرها ثابتة خلال التجربة .

الخزان الأول حجمه $V_1 = 2,0\ L$ و الضغط فيه $P_1 = 2,0 . 10^5\ Pa$

الخزان الثاني حجمه $V_2 = 5,0\ L$ و الضغط فيه $P_2 = 1,0 . 10^5\ Pa$

1 ـ احسب كميتي المادة n_1 و n_2 للغاز في الخزانين .

2 ـ نفتح الصنبور . استنتج الحجم الكلي V_T المشغول من طرف الغاز و احسب الضغط P_f للغاز في هذه الحالة .

الحـل ـ 19

1 ـ حساب كميتي المادة n_1 و n_2 للغاز في الخزانين :

حسب قانون الغاز المثالي : $P_1.V_1 = n_1 RT \Rightarrow n_1 = (P_1.V_1)/RT$

ت . ع : $n_1 = (2,0 . 10^5 . 2,0 . 10^{-3}) / (8,31 . 300) = 0,16\ mol$.

حسب قانون الغاز المثالي : $P_2.V_2 = n_2 RT \Rightarrow n_2 = (P_2.V_2)/RT$

ت . ع : $n_2 = (1,0 . 10^5 . 5,0 . 10^{-3}) / (8,31 . 300) = 0,2\ mol$.

2 ـ نفتح الصنبور .

استنتاج الحجم الكلي V_1 المشغول من طرف الغاز :

الحجم الكلي للغاز : $V_T = V_1 + V_2 = 7 . 10^{-3}\ m^3$

و كمية المادة هي : $n = n_1 + n_2 = 0,16 + 0,2 = 0,36\ mol$

و الضغط النهائي يكون :

$$P_f = (n RT) / V_T = (0,36 . 8,31 . 300) / (7 . 10^{-3}) = 1,28 . 10^5\ Pa$$