المستوى : السنة الثانية ثـانوي

الوحدة **05** **نموذج الغاز المثالي - تعيين كمية المادة في الحالة الغازية**

GUEZOURI A. Lycée Maraval – Oran

الاصدار 1.00

01

الإجابة بنعم أو لا

GUEZOURI
Abdelkader
Oran

1 - لا (الوحدة الدولية لقياس الضغط هي الباسكال) .

2 - لا (تنتهي نحو 273,15 °K)

3 - لا (درجة بداية تجمد الماء هي T = 273 °K)

4 - لا (ضغط الغاز ينتهي نحو الصفر عندما تنتهي t نحو - 273,15 °C)

5 - لا

6 - نعم

7 - لا (نعتبره مثاليا كلما كانت له درجة حرارة تبعده عن الحالة السائلة)

8 - نعم نظريا (لا يمكن الحصول على هذه النتيجة)

9 - ينتج ضغط الغاز من تصادم الجزيئات مع بعضها بعضا ومع جوانب الإناء الذي يشمل الغاز

10 - نعم

11 - لا (القوة الضاغطة ثابتة ، والضغط يتناسب عكسيا مع السطح)

12 - نعم

13 - نعم

14 - لا (في نفس درجة الحرارة والضغط تحتوي الحجوم المتساوية من جميع الغازات على نفس كمية المادة)

15 - لا (يتناسب الحجم مع درجة الحرارة في ضغط ثابت)

16 - لا (الضغط لا يكون معدوما عند درجة الحرارة 273 °K)

17 - نعم (كان يُعتقد أنه لا يمكن تحقيق الفراغ ، وذلك حتى عصر غاليلي ، إلى أن أثبت تلميذه توريسيلي Torricelli أنه يمكن تحقيق ذلك ، وذلك عندما ملأ أنبوبا بالزئبق ثم نكسه فوق حوض من الزئبق فنزل هذا الأخير في الأنبوب واستقر على ارتفاع قدره 76 cm فوق مستوى الزئبق في الحوض ، وبذلك يكون الجزء من الأنبوب الواقع فوق مستوى الزئبق فارغا من أي مادة . ثم استنتج توريسيلي أن الذي يمنع مواصلة نزول الزئبق في الأنبوب هو ضغط الهواء على سطح الزئبق في الحوض . هذه التجربة أدت بتوريسيلي إلى اكتشاف جهاز قياس الضغط)

02

إملاء الفراغات

- تكون الجزيئات **حرة** في الغاز ، ذلك ما يسمح لها بحركة **سرعتها** كبيرة مقارنة مع سرعتها في حالة السائل .
- يُطبّق الغاز **قوة** ضاغطة على **السطح** الملامس له نتيجة **التصادمات** بين جزيئات الغاز والسطح الملامس له
- ينصّ قانون بويل ماريوط على أن جداء **الضغط** مع **الحجم** ثابت دوما إذا كانت **كمية مادته** ودرجة حرارته ثابتين .
- ينصّ قانون **شارل** على ان النسبة بين ضغط غاز ودرجة حرارته المطلقة **ثابتة** إذا كان **حجمه** و**كمية مادته** ثابتين .
- ينصّ قانون غاي لوساك على أن **حجم** غاز يتناسب مع درجة حرارته **المطلقة** إذا كان ضغط الغاز **ثابتا** وكمية مادته ثابتة .
- يساوي الضغط الجوي : **760 mm** Hg أو **101,3** kPa أو 1 **atm**

قلم الجزائر
WWW.DZPEN.COM

03

لدينا قانون الغازات المثالية : $PV = n\,RT$ ، ومنه $n = \dfrac{PV}{RT}$

قبل تغيير الحجم : $n_1 = \dfrac{P_1\ V_1}{R\ T_1}$

بعد تغيير الحجم : $n_2 = \dfrac{P_2\ V_2}{R\ T_2}$

وبما أن كمية المادة لم تتغيّر فإن $n_1 = n_2$ ، وكذلك درجة الحرارة ، وبالتالي $P_1\ V_1 = P_2\ V_2$ ، ومنه :

$$P_2 = \frac{P_1\ V_1}{V_2} = \frac{0,75\times10^5\times5}{1,5} = 2,5\times10^5\,Pa$$

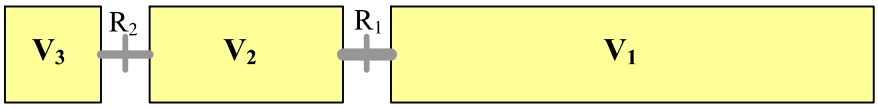
04

1 - القوة الضاغطة هي $F = P\times S = P\times\pi\times R^2 = 5\times10^5\times3,14\times(0,2)^2 = 6,3\times10^4\,N$

2 – الحجم لا يتغيّر لأن الأسطوانة مصنوعة من الحديد ، فمَهْما ضغط الغاز على جوانبها يبقى دائما حجمها ثابتا ، أي V = 30 L

05

أ) لا يوجد أي سؤال .



توضيح : في المعطيات $P = 2\times10^5$ Pa وليس 2,105 Pa .

ب) عندما نفتح الصمام R_1 يمر الغاز إلى الغرفة الثانية ويشغل حجمي الغرفتين .

كمية المادة لم تتغير من الحالة التي كان فيها الحجم V_1 والحالة التي أصبح فيها الحجم $V' = V_1 + V_2$

وكذلك درجة الحرارة بقيت ثابتة ، وبالتالي : $P_1\ V_1 = P\ V'$ ، ومنه $P = \dfrac{P_1\ V_1}{V'} = \dfrac{2\times10^5\times5}{5+2} = 1,43\times10^5\,Pa$

جـ) عندما نفتح الصمام R_2 يشغل الغاز حجوم كل الغرف .

كمية المادة لم تتغير ودرجة الحرارة كذلك وبالتالي $P\ V' = P_3\ V_t$ ، حيث P_3 هو الضغط الجديد في الغرفة الثالثة ، وهو في نفس الوقت الضغط في كل الغرف و $V_t = V_1 + V_2 + V_3 = 8L$

$$P_3 = \frac{P\ V'}{V_t} = \frac{1,43\times10^5\times7}{8} = 1,25\times10^5\,Pa$$

GUEZOURI
Abdelkader
Oran

06

يجب إعطاء حجم غاز الهيليوم في البالون ، ولكي نواصل الحل نأخذ مثلا هذا الحجم $V_0 = 0,5$ L

أ) بتطبيق قانون الغازات المثالية $P\ V = n\ RT$ ، ومنه كمية مادة الهيليوم

$$n = \frac{PV}{RT} = \frac{1,013\times1000\times0,5\times10^{-3}}{8,3\times(20+273)} = 2,08\times10^{-4}\,mol$$

كتلة غاز الهليوم He هي m ، حيث $m = n\times M = 2,08\times10^{-4}\times4 = 8,32\times10^{-4}\,g$

قلم الجزائر
WWW.DZPEN.COM

ب)

- يزداد حجم البالون لأن الضغط الخارجي (ضغط الهواء على البالون) ينقص كلما سحبنا الهواء من الحجرة .

يكون سطح البالون في حالة توازن بين قوة ضغط غاز الهيليوم داخل البالون وقوة ضغط الهواء خارج البالون ، وعندما نسحب الهواء يبقى هذا السطح خاضعا فقط للضغط الداخلي ، وبالتالي يزداد حجم البالون .

- أكبر حجم للبالون قبل تمزقه هو $V = 3L$ ، ونعلم أن كمية مادة الهيليوم لم تتغير في هذه العملية ، وبالتالي نحسب الضغط

$$P = \frac{n\,RT}{V} = \frac{2,08\times10^{-4}\times8,3\times293}{3\times10^{-3}} \approx 169Pa$$

ملاحظة :

وحدة ثابت الغازات R هي $Pa.m^3.mol^{-1}K^{-1}$ أو $J.mol^{-1}K^{-1}$ ، وللحصول على الوحدة الثانية من الأولى .

نعلم أن Pa هو $N.m^{-2}$ ، وبالتالي $Pa.m^3.mol^{-1}K^{-1} = N.m^{-2}.m^3.mol^{-1}.K^{-1} = N.m.mol^{-1}.K^{-1}$

ونعلم أن $N.m$ عبارة عن قوة مضروبة في مسافة ، وهي تعبّر عن عمل القوة ، لهذا نعبّر عنها بالجول $N.m = J$ ، وأخيرا

$$Pa.m^3.mol^{-1}K^{-1} = J.mol^{-1}.K^{-1}$$

07

لم تتغير كمية مادة الهواء في العجلة ، وبالتالي $\frac{P_0V_0}{T_0} = \frac{PV}{T}$ ، وبما أن حجم العجلة بقي ثابتا ، فإن $V = V_0$ ، ومنه

$$P = \frac{T}{T_0}\times P_0 = \frac{298}{273}\times1,8 = 1,96\ bar$$

08

بتطبيق قانون الغازات المثالية $PV = n\,RT$ ، ومنه $V = \frac{n\,R\,T}{P}$ (1)

GUEZOURI
Abdelkader
Oran

كمية مادة الغاز هي $n = \frac{m}{M} = \frac{1,58}{16} \approx 0,1\ mol$

بالتعويض في العلاقة (1) : $V = \frac{0,1\times8,3\times312,7}{181049} = 1,43\times10^{-3}m^3 = 1,43L$

09

كمية المادة ثابتة ، وبالتالي $n = \frac{P_1\,V_1}{T_1} = \frac{P_2\,V_2}{T_2}$ ، ومنه $V_2 = \frac{T_2\,P_1\,V_1}{T_1\,P_2} = \frac{268,98\times180270\times1,968}{343,91\times0,7\times1,013\times10^5} = 3,9L$

10

الكتلة المولية للغاز هي $M = \frac{m}{n}$ (1)

حيث m هي كتلة الغاز و n هي كمية مادة الغـاز .

نحسب كمية مادة الغاز من قانون الغازات المثالية $n = \frac{PV}{RT} = \frac{0,93\times1,013\times10^5\times1,358\times10^{-3}}{8,3\times282,55} = 5,45\times10^{-2}mol$

بالتعويض في (1) : $M = \frac{3,86}{5,45\times10^{-2}} \approx 71\ g/mol$

قلم الجزائر
WWW.DZPEN.COM

11

كمية مادة ثنائي الهيدروجين $n = \frac{PV}{RT} = \frac{200\times10^5\times100\times10^{-3}}{8,3\times293} \approx 822\ mol$

كتلة غاز الهيدروجين هي $m = M\times n = 2\times822 = 1644\ g = 1,644\ kg$

لحساب ضغط الغاز نفرض أن الحجم يبقى ثابتا ، وبالتالي $\frac{P_2}{T_2} = \frac{P_1}{T_1}$ ومنه $P_2 = \frac{T_2}{T_1}\times P_1 = \frac{773}{293}\times200 = 527,6\ bar$

12

الحجم المولي لغاز معناه الحجم الذي يشغله $1\ mol$ من هذا الغاز .

$V = \frac{nRT}{P} = \frac{1\times8,3\times273}{101,3\times10^3} = 0,02236\ m^3 \approx 22,4L$

GUEZOURI
Abdelkader
Oran

13

كمية مادة ثنائي الأكسجين الإبتدائية هي :

$n_1 = \frac{P_1\ V_1}{RT_1} = \frac{50\times10^5\times10\times10^{-3}}{8,3\times293} \approx 20,56\ mol$

بعد إخراج كمية الغاز من القارورة حجم الغاز لا يتغير لأن الغاز يشغل كل القارورة ، على عكس البالون المطاطي .

نحسب كمية مادة الغاز الباقية في القارورة

$n_2 = \frac{P_2\ V_1}{RT_1} = \frac{40\times10^5\times10\times10^{-3}}{8,3\times293} \approx 16,44\ mol$

قبل إخراج كمية الغاز	بعد إخراج كمية الغاز
$P_1 = 50$ bar $V_1 = 10$ L $T_1 = 20°C$	$P_2 = 40$ bar $V_2 = 10$ L $T_2 = 20°C$
كمية المادة n_1	كمية المادة n_2

وبالتالي تكون كمية مادة الغاز المستخرجة من القارورة هي n' حيث $n' = n_1 - n_2 = 20,56 - 16,44 = 4,12\ mol$

كتلة ثاني الأكسجين المستخرجة من القارورة هي $m = n\times M = 4,12\times32 \approx 132\ g$

بعد عملية تمديد الغاز المستخرج يصبح يشغل الحجم V ، حيث $V = \frac{n'RT}{P} = \frac{4,12\times8,3\times333}{1,04\times10^5} = 0,109\ m^3$

14

ملاحظة : نصحّح المعلومة رقم 5 . كتلة الحقنة وهي مملوءة بالغاز $m' = 86,59$ g وليس 68,59 g

لكي نختار صيغة الغاز يجب حساب الكتلة الجزيئة المولية له ، $M = \frac{m_g}{n}$ (1)

حيث m_g هي كتلة الغاز في الحقنة .

نحسب كمية المادة من قانون الغازات المثالية $n = \frac{PV'}{RT} = \frac{101,3\times10^3\times153\times10^{-6}}{8,3\times298} \approx 6,26\times10^{-3}\ mol$

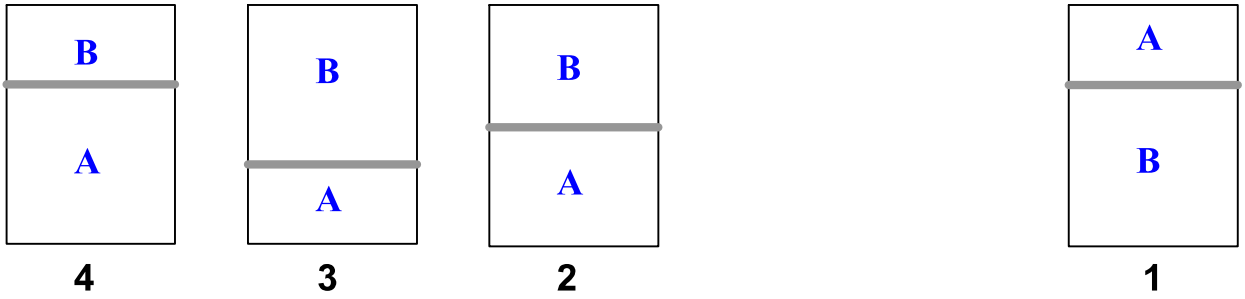
كتلة الغاز في الحقنة هو $m_g = 86,59 - 86,3 = 0,29\ g$

بالتعويض في (1) : $M = \frac{0,29}{6,26\times10^{-3}} \approx 46\ g/mol$

هذه الكتلة المولية توافق ثاني أكسيد الآزوت NO_2 ، لأن $M_{NO_2} = 14 + 16\times2 = 46\ g/mol$

قلم الجزائر
WWW.DZPEN.COM

15



درجة الحرارة بقيت ثابتة ، إذن القوى الضاغطة على المكبس من الجهتين لا تتغير مهما كانت وضعية الغرفتين ، تبقى محصلة هذه القوى عمودية على المكبس ومتجهة خارج الغرفة ، وتبقى طويلتها ثابتة لأن هذه الأخيرة تتعلق بعدد تصادمات جزيئات الغاز في وحدة الزمن مع المكبس ، وبالتالي الشكل الصحيح هو **3** .

16

يشرع المحرك في الاشتغال عندما يكون الضغط داخل الخزان $P_1 = (1{,}01 + 2{,}5) = 3{,}51 \text{ bar}$

يتوقف المحرك عن الاشتغال عندما يكون الضغط داخل الخزان $P_2 = (1{,}01 + 7) = 8{,}01 \text{ bar}$

نحسب كمية مادة الهواء n_1 الموجودة في الخزان عندما كان الضغط داخل الخزان $P_1 = 3{,}51 \times 10^5 \text{ Pa}$

$$n_1 = \frac{P_1 V}{RT} = \frac{3{,}51\times10^5 \times 4}{8{,}3\times301} = 562 \ mol$$

ملاحظة : نعتبر الهواء غازامثاليا (الهواء متكوّن من عدة غازات نعتبرها كلها مثالية) . الكتلة المولية للهواء هي $M = 29 \text{ g /mol}$ رغم أن الهواء جسم خليط .

كتلة الهواء في الخزان عند الضغط P_1 هي $m_1 = M \times n_1 = 29\times562 = 16298g \approx 16{,}3 \ kg$

نحسب كمية مادة الهواء n_2 الموجودة في الخزان عندما كان الضغط داخل الخزان $P_2 = 8{,}01 \times 10^5 \text{ Pa}$

حجم الهواء داخل الخزان يبقى ثابتا مهما كان الضغط ، وهو حجم الخزان .

$$n_2 = \frac{P_2 V}{RT} = \frac{8{,}01\times10^5 \times 4}{8{,}3\times301} = 1282{,}5 \ mol$$

كتلة الهواء في الخزان عند الضغط P_2 هي $m_2 = M \times n_2 = 29\times1282{,}5 = 37192{,}5g \approx 37{,}2 \ kg$.

الآن الخزان مملوء والمحرك متوقف والضغط يساوي P_2 . نحسب كتلة الهواء التي يجب إخراجها من الخزان من أجل جعل المحرك يشتغل ، أي خفض الضغط إلى القيمة P_1 . هذه الكتلة من الهواء هي : $m = m_2 - m_1 = 37{,}2 - 16{,}3 = 20{,}9 \ kg$

نحسب كمية المادة الموافقة $n = \frac{m}{M} = \frac{20900}{29} \approx 721 \ mol$

نحسب الآن حجم الهواء الذي استخرجة الشخص المستعمل للخزان ، أي الحجم الموافق لكمية المادة المحسوبة (720,7 mol) ، وهذا في الشروط التي يشتغل فيها هذا المستخدم ، أي $(P = 3{,}013 \text{ bar} \ ، \ T = 20°C)$

$$V' = \frac{nRT'}{P'} = \frac{721\times8{,}3\times(273+20)}{(1{,}01+2)\times10^5} = 5{,}825 \ m^3$$

نعلم أن المستخدم يستخرج 5 m^3 من الهواء في ساعة واحدة ، إذن يستخرج $5{,}82 \text{ m}^3$ في المدة $t = \frac{5{,}825}{5} \approx 1{,}165 \ h$

وهي المدة التي يبقى فيها المحرك متوقفا .

قلم الجزائر
WWW.DZPEN.COM

لكي نحسب مدة اشتغال المحرك ، نحسب أولا كمية مادة الهواء المستخرجة من الخزان خلال ساعة واحدة ، أي $V'' = 5\ m^3$

$$n'' = \frac{P \times V''}{RT} = \frac{3,01 \times 10^5 \times 5}{8,3 \times 293} \approx 519\ mol$$ ، وهذا يوافق كتلة من الهواء قدرها

$$m'' = M \times n'' = 29 \times 619 = 17951\ g = 17,95\ kg$$

المحرك يبدأ في الاشتغال عندما يكون الضغط P_1 في الخزان ، بحيث يشرع في تزويد الخزان بالهواء بمقدار 25 kg في الساعة الواحدة ، وفي نفس الوقت مستخدم الخزّان يخرج منه في الساعة الواحدة 17,95 kg ، نلاحظ أن كمية الهواء الداخلة للخزان أكثر من كمية الهواء الخارجة منه ، إذن بعد مدة معيّنة من بدء اشتغال المحرك يمكن أن يصل الضغط داخل الخزّان إلى القيمة $P_2 = 8,01\ bar$ وتكون حينذا كتلة الهواء داخل الخزّان 20,9 kg فيتوقف المحرك .

المطلوب منا إيجاد هذه المدّة الزمنية .

في كل ساعة تكون كتلة الهواء داخل الخزان $m_3 = 25 - 17,95 = 7,05\ kg$

وبالتالي يكون عدد ساعات اشتغال المحرك $t' = \frac{20,9}{7,05} = 2,96\ h$

17

كمية مادة الغاز لا تتغيّر اثناء التبريد ، والحجم كذلك ، وبالتالي $\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2}$ ، ومنه الضغط الجديد هو :

$$P_2 = \frac{T_2}{T_1} \times P_1 = \frac{283}{323} \times 1,1 \times 10^5 = 9,6 \times 10^4\ Pa$$

GUEZOURI
Abdelkader
Oran

- من أجل الحجم $V_1 = 1\ L$: $n_1 = \frac{1,1 \times 10^5 \times 10^{-3}}{8,3 \times 323} = 0,041\ mol$
- من أجل الحجم $V_2 = 2\ L$: $n_2 = n_1 \times 2 = 0,041 \times 2 = 0,082\ mol$
- من أجل الحجم $V_3 = 0,5\ L$: $n_3 = \frac{n_1}{2} = \frac{0,041}{2} = 0,020\ mol$

18

1 - كمية مادة الهواء هي $n = \frac{PV}{RT} = \frac{2,1 \times 10^5 \times 30 \times 10^{-3}}{8,3 \times 293} = 2,6\ mol$ ، وكتلة الهواء هي

$$m = n \times M = 2,6 \times 29 = 75,4 g$$

2 - الحجم يبقى ثابتا ، اي $V = 30\ L$. درجة الحرارة المطلوبة هي : $T = \frac{PV}{nR} = \frac{2,3 \times 10^5 \times 30 \times 10^{-3}}{2,6 \times 8,3} \approx 320°K$

3 - كمية المادة هي نفسها سواء استعملنا الهواء أو غاز ثنائي الآزوت N_2 ، لكن كتلة الغاز تتعلق بكتلته المولية .

نعلم أن الكتلة المولية للهواء هي 29 g / mol ولغاز ثنائي الأزوت هي 28 g / mol ، وهما قيمتان متقاربتان ، أي أننا لو استعملنا غاز ثنائي الآزوت تكون كتلته في العجلة $m = n \times M = 2,6 \times 28 = 72,8 g$ ، وبالتالي الفرق لا يكون شاسعا بين الكتلتين .

إذن القيم التي يوصي بها الصانع في الحالتين لا تختلف اختلافا محسوسين (القيم التي تُكتب على الباب الأمامي للسيارة أثناء صناعتها)

هناك عامل آخر لم ينتبه له صناع السيارات المصدَّرة للجزائر ، وهو حالة الطرق الجيدة جدا عندنا ، ولهذا نطلب منهم أن يصنعوا لنا عجلات بالاسمنت المسلح ويملؤونها بالحديد بدل الهواء أو الآزوت !!

قلم الجزائر
WWW.DZPEN.COM

ملاحظة

في هذا التمرين نحتـاج لدرجة حرارة الخزانين .

لا نقول : (خزّانين موصولين) ، بل نقول : (خزّانان موصولان) ، ولا نقول (يحتويان غازا) ، بل نقول : (يحتويان على غاز)

1 - لكي نواصل الحل نأخذ مثلا درجة الحرارة $30°C$.

بتطبيق قانون الغازات المثالية $PV = n\,RT$

$$n_1 = \frac{P_1\,V_1}{RT} = \frac{2\times10^5\times2\times10^{-3}}{8,3\times303} \approx 0,16\ mol \quad ، \quad n_2 = \frac{P_2\,V_2}{RT} = \frac{10^5\times5\times10^{-3}}{8,3\times303} \approx 0,20\ mol$$

2 - الحجم الكلي هو $V_t = 2+5 = 7L$

$$P_t = \frac{(n_1+n_2)\times \mathrm{RT}}{\mathrm{V_t}} = \frac{0,36\times8,3\times303}{7\times10^{-3}} = 1,3\times10^5\,Pa$$

GUEZOURI
Abdelkader
Oran