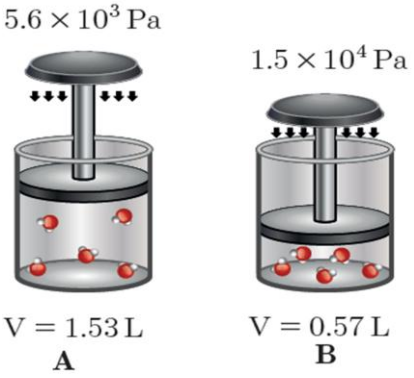
أولاً: قوانين الغاز:

❶ العلاقة بين ضغط الغاز P وحجمه V (قانون بويل):

➢ يوضّح الشّكل المجاور مكبساً يحوي غاز SO_2 في حالتين A و B:



نستنتج أنّه:

① بزيادة الضّغط المطبّق على الغاز ينقص حجمه، ويكون الضّغط المطبّق مساوياً لضغط الغاز.

② عدد مولات الغاز يبقى ثابتاً عند ضغطه.

سؤال: أُجريت عدّة تجارب مخبريّة على عيّنة غازيّة، عند درجة حرارة ثابتة، وكانت النّتائج كما في الجدول الآتي.

V (mℓ) الحجم	P(atm) الضغط	$P.V$ (atm.mℓ)
5	39	195
10	19.5	195
15	13	195
20	9.75	195
25	7.8	195
30	6.5	195

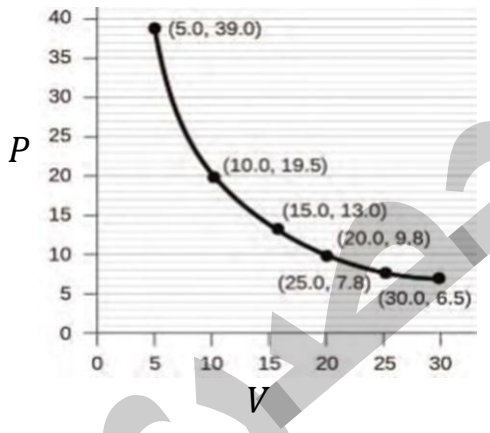
المطلوب:

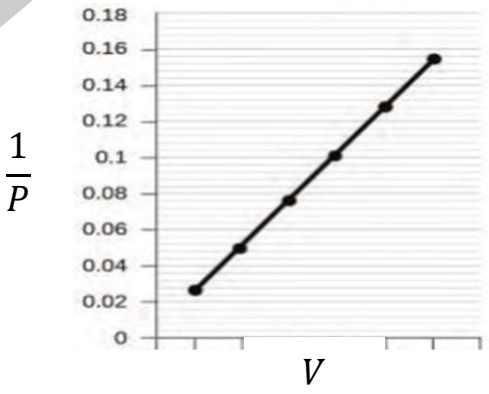
1) ارسم الخطّ البيانيّ لتغيّر الضّغط بدلالة الحجم.
ماذا تستنتج من الرّسم.

2) اكتب نصّ النّتيجة التي توصلت إليها.
ثمّ اكتب بالرّموز العلاقة الرّياضيّة المعبّرة عنها.

الجواب:

1)





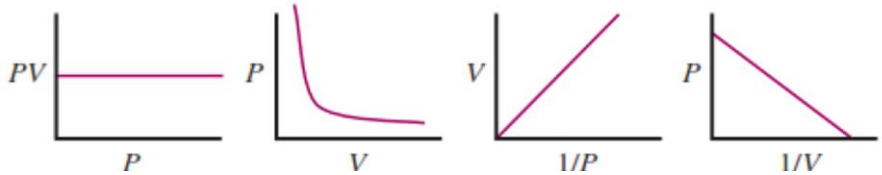
نستنتج من الرّسم أنّ: جداء ضغط غاز (P) في حجمه (V) يساوي مقدار ثابت (const.) عند ثبات درجة الحرارة (T).

أي أنّ: $$P.V = \text{const.}$$

2) يتناسب ضغط غاز (P) عكساً مع حجمه (V) بثبات درجة الحرارة (T).

$$\boxed{P_1.V_1 = P_2.V_2 = \ldots = P.V = \text{const.}}$$

سؤال: أيّ من الخطوط البيانيّة الآتية لا يمثّل قانون بويل، بفرض ثبات درجة الحرارة وعدد المولات. فسّر إجابتك.



الجواب: الخط البيانيّ الأول (من اليمين) لا يمثّل قانون بويل لأنّ العلاقة طرديّة بين الضغط ومقلوب الحجم (وليست عكسيّة).

تطبيق (*1*):

عيّنة من غاز (NO_2) حجمها ($1.5\ \ell$) عند الضّغط ($5.6\times10^3\ \text{Pa}$) **المطلوب حساب:** حجم هذه العيّنة من الغاز عندما يصبح ضغطها ($1.5\times10^4\ \text{Pa}$) بثبات درجة الحرارة.

المعطيات:

الحل:

تطبيق (*2*):

يحوي مكبس غاز حجمه ($1\ \ell$) عند الضّغط النّظامي. احسب قيمة الضّغط المطبّق ليصبح حجمه ($300\ \text{m}\ell$) مع بقاء درجة الحرارة ثابتة ($175\ ^\circ\text{C}$).

المعطيات:

الحل:

❷ العلاقة بين حجم الغاز V ودرجة الحرارة T (قانون شارل):

- عند وضع البالون المملوء بالهواء في الآزوت السّائل (درجة الحرارة $-190\ ^\circ\text{C}$) **نستنتج أنّه** يتناقص حجم الهواء داخل البالون نتيجة انخفاض درجة الحرارة.

سؤال: أُجريت عدّة تجارب مخبريّة على عيّنة غازيّة، عند ضغط ثابت، وكانت النّتائج كما في الجدول الآتي، المطلوب:

الحجم $V\ (\ell)$	درجة الحرارة $T\ (\text{K})$	$\frac{V}{T}\ (\ell.\text{K}^{-1})$
22	270	0.081
21	259	0.081
18	220	0.081
9	111	0.081

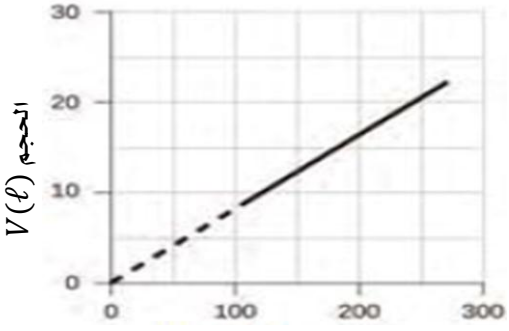
1) **ارسم الخطّ البيانيّ لتغيّر الحجم بدلالة درجة الحرارة مقدّرةً بالكلفن، ماذا تستنتج من الرّسم.**

2) **اكتب نصّ النّتيجة التي توصلت إليها.**

ثمّ اكتب بالرّموز العلاقة الرّياضيّة المعبّرة عنها.

الجواب:

1)



نستنتج من الرّسم أنّ: نسبة حجم غاز (V) إلى درجة حرارته (T) (مقدّرةً بالكلفن) تساوي مقدار ثابت عند ثبات الضّغط (P). أي أنّ:

$$\frac{V}{T}=\text{const.}$$

2) يتناسب حجم غاز (V) طرداً مع درجة حرارته (T) بثبات الضّغط (P).

$$\frac{V_1}{T_1}=\frac{V_2}{T_2}=\ldots=\frac{V}{T}=\text{const.}$$

تطبيق (3):

يبلغ حجم عيّنة من غاز ($3\ \ell$) عند درجة الحرارة ($27\ ^\circ\text{C}$) وضغط ثابت. **المطلوب حساب:**

الحجم الذي تشغله هذه العيّنة عند تسخينها إلى الدّرجة ($177\ ^\circ\text{C}$) وبقاء الضّغط ثابت.

المعطيات:

الحل:

❸ العلاقة بين ضغط الغاز P ودرجة الحرارة T (قانون غاي - لوساك):

أُجريت عدّة تجارب مخبريّة على عيّنة غازيّة، عند حجم ثابت، وكانت النّتائج كما في الجدول الآتي، المطلوب:

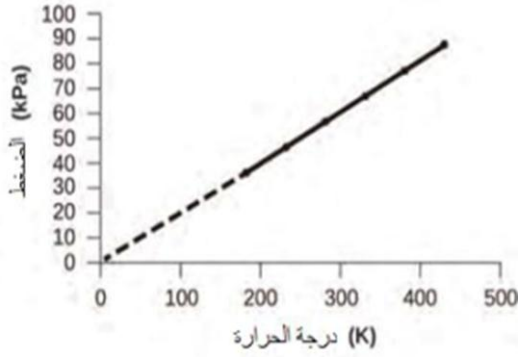
الضغط $P(\text{atm})$	درجة الحرارة $T(\text{K})$	$\frac{P}{T}\ (atm.\text{K}^{-1})$
36	173	0.208
46.5	223	0.208
56.8	273	0.208
67.2	323	0.208
77.6	373	0.208
88	423	0.208

1) ارسم الخطّ البيانيّ لتغيّر الضّغط بدلالة درجة الحرارة.
ماذا تستنتج من الرّسم.

2) اكتب نصّ النّتيجة التي توصلت إليها.
ثمّ اكتب بالرّموز العلاقة الرّياضيّة المعبّرة عنها.

الجواب:

1)



نستنتج من الرّسم أنّ: نسبة ضغط غاز (P) إلى درجة حرارته المطلقة (T) تساوي مقدار ثابت (const.) عند ثبات الحجم (V). أي أنّ:

$$\frac{P}{T}=\text{const.}$$

2) يتناسب ضغط غاز (P) طرداً مع درجة حرارته المطلقة (T) عند ثبات الحجم (V).

$$\frac{P_1}{T_1}=\frac{P_2}{T_2}=\ldots=\frac{P}{T}=\text{const.}$$

أ. أسامة الحصري

تطبيق (4):

علبة معدنيّة تحوي غاز البوتان، ضغطه (360 kPa) عند درجة حرارة (27 °C). **والمطلوب حساب:** قيمة الضّغط الجديد للغاز في العلبة إذا تُركت في سيّارة وارتفعت درجة حرارتها إلى (47 °C) في يوم حارّ (بإهمال تمدّد العلبة).

المعطيات:

الحل:

❹ العلاقة بين عدد مولات الغاز n وحجمه V (قانون أفوغادرو):

أُجريت التّجربة الآتية لإيجاد العلاقة بين حجم الغاز (V) وعدد مولاته (n) عند ثبات الضّغط (P) ودرجة الحرارة (T):

الحجم $V\ (\ell)$	عدد المولات $n\ (\text{mo}\ell)$	$\frac{V}{n}\ (\ell.\text{mo}\ell^{-1})$
49.2	2	24.6
73.8	3	24.6

نستنتج أنّ:

1) نسبة حجم عيّنة من غاز (V) إلى عدد مولاته (n) تساوي مقدار ثابت (const) عند ثبات الضّغط (P) ودرجة الحرارة (T)، أي أنّ:

$$\frac{V}{n} = \text{const.} = V_{m\ell}$$

2) يتناسب حجم عيّنة من غاز (V) طرداً مع عدد مولاته (n) عند ثبات الضّغط (P) ودرجة الحرارة (T)، أي أنّ:

$$\boxed{\frac{V_1}{n_1} = \frac{V_2}{n_2} = \ldots = \frac{V}{n} = \text{const.} = V_{m\ell}}$$

حالة خاصّة: حجم ($1\ \text{mo}\ell$) من أي غاز في الشّرطين النّظاميّين (الضّغط $P = 1\ \text{atm}$ ودرجة الحرارة $T = 0^\circ\text{C} = 273\ \text{K}$) هو حجم ثابت ويساوي ($22.4\ \ell$)، وبالتالي يُصبح قانون أفوغادرو:

$$\frac{V}{n} = V_{m\ell} \Rightarrow V = V_{\text{mo}\ell} \times n \Rightarrow \boxed{V = 22.4 \times n}$$

❺ قانون الغازات العام (معادلة الغاز المثالي):

يربط متحوّلات الغاز جميعها.

$$P.V = n.R.T$$

$$\frac{P.V}{T} = nR$$

وفي عيّنة غازيّة:

$$\Rightarrow \boxed{\frac{P_1.V_1}{T_1} = \frac{P_2.V_2}{T_2} = \ldots = \frac{P.V}{T} = nR}$$

تطبيق (5):

احسب قيمة R (ثابت الغازات العام) لمول واحد من أيّ غاز في كل من الحالتين:

a) في الشّرطين النّظاميّين. **b)** في الشّرطين النّظاميّين مقاساً بالواحدات الدولية.

الحل:

سؤال: اختر الإجابة الصّحيحة:

أكبر قيمة لضغط الغاز بثبات درجة الحرارة في وعاء إذا كان:

a	حجمه (22.4 ℓ) يحوي (1 moℓ) من الغاز.	**b**	حجمه (22.4 ℓ) يحوي (2 moℓ) من الغاز.
c	حجمه (11.2 ℓ) يحوي (2 moℓ) من الغاز.	**d**	حجمه (11.2 ℓ) يحوي (1 moℓ) من الغاز.

ملاحظات للمسائل:

$m\ell \xrightarrow{\times 10^{-3}} \ell \xrightarrow{\times 10^{-3}} m^3$	$kPa \xrightarrow{\times 10^{+3}} Pa \xrightarrow{\times 10^{-5}} atm$	$^0C \xrightarrow{+273} K$

حساب عدد مولات غاز:

❶ في حال عُلِمت كتلة الغاز:	❷ في حال الشّرطين النظاميين:	❸ في حال عُلِمَ عدد جزيئات الغاز:	❸ في حال عُلِمَ كل من ضغط الغاز وحجمه ودرجة الحرارة:
$n = \frac{m}{M}$	$n = \frac{V}{V_{mo\ell}} = \frac{V}{22.4}$	$n = \frac{\text{عدد جزيئات الغاز}}{\text{عدد أفوغادرو}}$	$n = \frac{P.V}{R.T}$

أ. أسامة الحصري

المسألة الأولى: **الامتحان النّصفي الموحّد 2020**

عيّنة من غاز الأكسجين (O_2) حجمها ($24.6\ \ell$) عند الضّغط ($1\ atm$) ودرجة حرارة ($27\ ^\circ C$). **المطلوب:**

❶ احسب عدد مولات هذا الغاز في العيّنة.

❷ إذا تحوّل غاز الأكسجين (O_2) إلى غاز الأوزون (O_3) عند الضّغط ودرجة الحرارة ذاتها. **المطلوب حساب:**

a) عدد مولات غاز الأوزون النّاتج.

b) حجم غاز الأوزون النّاتج.

علماً أنّ: ($R = 0.082\ \ell.atm.mo\ell^{-1}.K^{-1}$)

الحل:

المسألة الثانية:

عيّنة من غاز الأكسجين (O_2) حجمها في الشّرطين النّظاميّين ($44.8\ \ell$). **المطلوب حساب:**

❶ عدد مولات غاز الأكسجين في العيّنة، وكتلته.

❷ ضغط هذه العيّنة من الغاز إذا سُخّنت إلى الدّرجة ($273\ ^\circ C$) مع بقاء حجمها ثابت.

علماً أنّ: ($R = 0.082\ \ell.atm.mo\ell^{-1}.K^{-1}$)

الأوزان الذريّة: ($O:16$)

الحل:

الغاز المثالي:

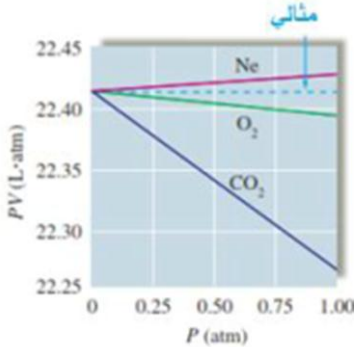
هو غاز تتوافر فيه الشّروط الآتية:

① انعدام قوى التّجاذب بين جزيئاته.

② حجم جزيئات الغاز مهملة بالنّسبة لحجم الوعاء الذي يحتويه.

③ التّصادمات بين جزيئات الغاز تصادمات مرنة.

④ تتحرّك جزيئات الغاز حركة عشوائيّة.



نستنتج: يسلك غاز النيون (Ne) سلوك غاز مثاليّ، في حين يسلك غاز (CO_2) سلوك غاز حقيقيّ.

أ. أسامة الحصري

المسألة الثالثة:

احسب ضغط عيّنة من غاز النّتروجين (N_2) عدد جزيئاتها (3.011×10^{23}) في حوجلة حجمها ($3\ \ell$) عند الدّرجة ($27\ ^\circ C$). علماً أنّ: ($R=8.314\ m^3.Pa.mo\ell^{-1}.K^{-1}$)، وعدد أفوغادرو ($6.022\times10^{23}$).

المعطيات:

الحل:

المسألة الرابعة:

منطاد مليء بغاز الهدروجين يستخدمه مُستكشف ليصل به إلى القطب الشّمالي، وقد حصل على غاز الهدروجين من خلال تفاعل حمض الكبريت الممدّد مع برادة الحديد، فإذا كان حجم المنطاد في الشّرطين النظاميّين ($4800\ m^3$)، ونسبة غاز الهدروجين الضائع المتسرّب خلال عمليّة الملء ($20\ \%$)، **المطلوب:**

❶ اكتب معادلة التّفاعل الحاصل. ❷ احسب كتلة الحديد المستخدم. ❸ احسب كتلة حمض الكبريت.

الأوزان الذريّة: ($H:1\ ,\ O:16\ ,\ S:32\ ,\ Fe:56$)

الحل:

أ. أسامة الحصري

المسألة الخامسة:

يستمد جسم الإنسان الطّاقة اللازمة للقيام بوظائفه الحيويّة من تأكسد سكّر العنب وفق المعادلة الآتية:

$$C_6H_{12}O_6 + 6O_2 \longrightarrow 6CO_2 + 6H_2O$$

تنقل كريّات الدّم الحمراء نواتج التّفاعل إلى الرئتين، ثمّ يخرج (CO_2) على شكل غاز بعمليّة الزّفير، **والمطلوب حساب:**

❶ حجم غاز (CO_2) المنطلق نتيجة أكسدة ($2.7\ g$) من سكّر العنب في جسم الإنسان، عند درجة الحرارة ($37\ °C$) والضّغط ($0.9\ atm$). علماً أنّ: $R = 0.082\ \ell.atm.mo\ell^{-1}.K^{-1}$

❷ كتلة غاز (CO_2) المنطلق في الشّروط السّابقة.

❸ حجم غاز الأكسجين (O_2) اللازم لأكسدة ($0.9\ g$) من سكّر العنب عند الضّغط ($1.2\ atm$) ودرجة الحرارة ($27\ °C$)، أيّ خارج جسم الإنسان. الأوزان الذريّة: ($C:12\ ,\ H:1\ ,\ O:16$)

الحل:

أ. أسامة الحصري

المسألة السادسة:

يمثّل الشّكل المجاور حوجلتين متماثلتين متّصلتان ببعضهما بصمّام، تحوي الحوجلة الأولى غاز النّشادر (الأمونيا) (NH_3)، بينما تحوي الحوجلة الثّانية غاز كلور الهدروجين (HCl)، فإذا علمت أن حجم كل حوجلة ($1.23\ \ell$)، ودرجة حرارتهما ($27\ °C$)، وكتلة غاز النّشادر ($5.1\ g$) وكتلة غاز كلور الهدروجين ($7.3\ g$).

عند فتح الصمّام يتفاعل غاز النّشادر مع غاز كلور الهدروجين، وينتج ملح كلوريد الأمونيوم الصّلب. **المطلوب:**

❶ اكتب المعادلة الكيميائيّة المعبّرة عن التّفاعل الحاصل.

❷ بيّن حسابيّاً ما هو الغاز المتبقّي بعد نهاية التّفاعل.

❸ احسب الضّغط عند نهاية التّفاعل (بإهمال حجم كلوريد الأمونيوم الصّلب المتشكّل). $R = 0.082\ \ell.atm.mo\ell^{-1}.K^{-1}$

❹ احسب كتلة ملح كلوريد الأمونيوم النّاتج. الأوزان الذريّة: ($H:1\ ,\ N:14\ ,\ Cl:35.5$)

الحل:

أ. أسامة الحصري

المسألة السّابعة:

يتم تخزين الغازات في حاوية معدنيّة تتحمّل الضّغط العالي، فإذا علمت أنّ ضغط غاز النّتروجين يساوي (8314 kPa) داخل حاوية حجمها (300 ℓ) عند الدّرجة (27 °C). **المطلوب حساب:**

❶ كتلة غاز النّتروجين داخل الحاوية. ❷ عدد جزيئات غاز النّتروجين داخل الحاوية.

❸ الحجم الذي سيشغله غاز النّتروجين في الشّرطين النّظاميّين.

❹ درجة الحرارة التي تجعل الضّغط في الحاوية مساوياً لـ (100 atm) مع ثبات الحجم.

❺ ضغط الغاز إذا نُقِلَ إلى حاويةٍ حجمها (150 ℓ) عند ثبات درجة الحرارة (27 °C).

علماً أنّ: $R = 8.314\ m^3.Pa.mo\ell^{-1}.K^{-1}$ ، 6.022×10^{23} = عدد أفوغادرو ، الأوزان الذريّة: (N: 14)

المعطيات:

الحل:

أ. أسامة الحصري

ثانياً: كثافة الغاز (الكتلة الحجميّة للغاز):

سؤال (1): انطلاقاً من قانون الغازات العام (معادلة الغاز المثاليّ)، أوجد قانون كثافة الغاز. وماذا تستنتج.

الجواب:

سؤال (2): أعطِ تفسيراً علمياً: يرتفع المنطاد في الجو عند تسخين الهواء داخله.

الجواب: لأنّه بتسخين الهواء داخل المنطاد ينقص كثافته لتصبح أقل من كثافة الهواء المحيط به ممّا يؤدي إلى ارتفاعه.

ملاحظة: تُقدّر واحدة الكثافة بـ ($g.\ell^{-1}$).

المسألة الثامنة:

إذا كانت كثافة غاز ($1.4\ g.\ell^{-1}$) عند الدّرجة ($27\ ^\circ C$) والضّغط ($1.4\ atm$). **المطلوب حساب:**

❶ الكتلة المولّية لهذا الغاز.

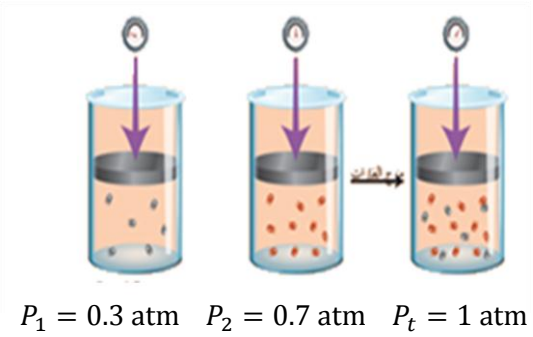
❷ كثافة هذا الغاز عند الدّرجة ($57\ ^\circ C$) والضّغط ($1.1\ atm$). علماً أنّ: ($R = 0.082\ \ell.atm.mo\ell^{-1}.K^{-1}$)

الحل:

أ. أسامة الحصري

ثالثاً: قانون دالتون والضغوط الجزئيّة:

لاحظ الشّكل المجاور (بفرض ثبات الحجم ودرجة الحرارة)، ماذا تستنتج؟



$P_1 = 0.3$ atm $P_2 = 0.7$ atm $P_t = 1$ atm

تستنتج أنّ:

الضّغط الكلّي لمزيج غازي يساوي مجموع الضّغوط الجزئيّة للغازات المكوّنة له.

يُعبّر عنه بالعلاقة: $P_t = P_1 + P_2 + P_3 + \dots$

سؤال (1): استنتج عبارة الضّغط الكلّي لمزيج مكوّن من ثلاثة غازات مختلفة بثبات الحجم ودرجة الحرارة.

الجواب:

حسب قانون دالتون:

$$P_t = P_1 + P_2 + P_3 + \dots$$

يُعطى ضغط كل غاز وفق قانون الغازات العام:

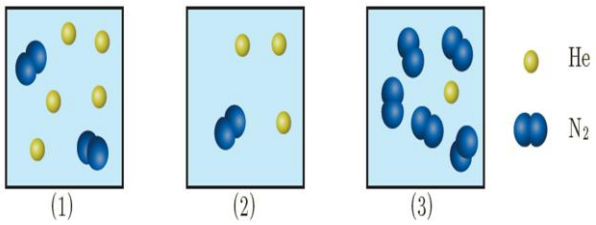
$$P_1 = n_1.\frac{R.T}{V} \quad , \quad P_2 = n_2.\frac{R.T}{V} \quad , \quad P_3 = n_3.\frac{R.T}{V}$$

$$P_t = n_1.\frac{R.T}{V} + n_2.\frac{R.T}{V} + n_3.\frac{R.T}{V}$$

$$P_t = (n_1 + n_2 + n_3)\frac{R.T}{V}$$

$$\boxed{P_t = n_t \frac{R.T}{V}}$$

سؤال (2): يُمثّل الشّكل المجاور عيّنات غازيّة:



إذا علمت أنّ هذه العيّنات موجودة عند درجة الحرارة ذاتها. المطلوب:

رتّب هذه العيّنات حسب: ① تزايد الضّغط الكلي.

② تزايد الضّغط الجزئيّ للهليوم.

الجواب:

المسألة التّاسعة: مزيجٌ غازيّ في وعاء حجمه (8.2 ℓ) يحتوي على (2 moℓ) من غاز (A) و(0.5 moℓ) من غاز (B) وكميّة من غاز (D)، إذا كان الضّغط الكلّي للوعاء (16.5 atm) عند درجة الحرارة (27 °C). **المطلوب:**

❶ احسب عدد مولات الغاز (D). ❷ احسب الضّغط الجزئيّ للغاز (D). علماً أنّ: ($R = 0.082\ \ell.\text{atm.mo}\ell^{-1}.\text{K}^{-1}$)

❸ إذا استُبدِلَ المزيج السّابق في الشّروط ذاتها بـ (5.5 moℓ) من غاز (C). هل يتغيّر الضّغط الكلّي، فسّر ذلك.

رابعاً: علاقة الضّغوط الجزئيّة بالكسور المولّية:

سؤال: استنتج عبارة الضّغط الكلّي لمزيج غازي بدلالة الكسر المولي.

المسألة العاشرة:

يحوي مزيجٌ غازيّ على (60 %) من غاز النّتروجين، و(15 %) من غاز الأكسجين، و(25 %) من غاز ثنائي أكسيد الكربون، فإذا كان الضّغط الكلّي للمزيج (1.1 atm). **والمطلوب:**

❶ احسب الضّغط الجزئيّ لكلّ غاز.

❷ كم يُصبح الضّغط الكلّي إذا امتُصّ غاز ثنائي أكسيد الكربون من المزيج بواسطة الصّود الكاوي.

خامساً: النظريّة الحركيّة للغازات:

تتضمّن النظريّة الحركيّة للغازات النّقاط الآتية:

① عشوائيّة الحركة: تتحرّك جزيئات الغاز بحركة عشوائيّة مستمرّة وفق مسارات مستقيمة ضمن الحجم الذي يشغُله الغاز.

② يُهمل حجم جزيء الغاز مقابل حجم الغاز نتيجة تباعد الجزيئات.

③ تُهمل قُوى التّأثير المتبادل بين جزيئات الغاز.

④ لا يتغيّر متوسّط الطّاقة الحركيّة للجزيئات بمرور الزّمن، وتنتقل الطّاقة بين الجزيئات من خلال التّصادمات، بشرط بقاء درجة الحرارة ثابتة، وينتج ضغط الغاز نتيجة تصادم جزيئاته مع جدار الإناء الذي يحويه.

⑤ تزداد الطّاقة الحركيّة لجزيئات الغاز بازدياد درجة الحرارة.

أ. أسامة الحصري

المسألة الحادية عشرة:

مـزيجٌ غـازيّ في وعـاء حجمـه ($41\ m^3$) يحـوي ($8\ kg$) مـن غـاز الميتـان (CH_4)، و ($15\ kg$) مـن غـاز الإيتـان (C_2H_6)، وكميّة من غاز مجهول (x)، فإذا علمت أنّ الضّغط الكلّي للوعاء ($1\ atm$) عند الدّرجة ($27\ ^\circ C$)، **المطلوب حساب:**

❶ الضّغط الجزئيّ لكل غاز. ❷ عدد مولات الغاز المجهول (x). ❸ الكسر الموليّ لغاز الميتان.

علماً أنّ: ($R = 0.082\ \ell.atm.mo\ell^{-1}.K^{-1}$) ، الأوزان الذريّة: ($C:12\ ,\ H:1$)

المعطيات:

الحل:

❶

❷

❸

أ. أسامة الحصري

المسألة الثانية عشرة:

يُحضّر مزيج غازي مؤلّف من (10% بوتان C_4H_{10}) و (90% أرغون Ar)، بملء وعاء مُخلّى من الهواء حجمه ($41\ \ell$) بغاز البوتان حتّى يصبح الضّغط ($0.975\ atm$)، ثمّ يُضاف غاز الأرغون حتّى يُحقّق النّسبة السّابقة، مع ثبات درجة الحرارة ($52\ ^\circ C$).

والمطلوب حساب: ❶ كتلة غاز الأرغون في المزيج. ❷ الضّغط الكلّي للمزيج النّهائيّ.

علماً أنّ: $R = 0.082\ \ell.atm.mo\ell^{-1}.K^{-1}$

الأوزان الذريّة: ($Ar:40$, $C:12$, $H:1$)

المعطيات:

الحل:

أ. أسامة الحصري

سادساً: قانون غراهام في الانتشار والتسرّب:

سؤال (1): أعطِ تفسيراً علمياً لكلّ ممّا يأتي:

① عند رش كميّة صغيرة من العطر في غرفة تنتشر رائحته في كامل أرجاء الغرفة.

الجواب: بسبب الحركة العشوائيّة لجزيئات الغاز لتملأ الحيّز التي توجد فيه بشكل متجانس تقريباً.

② عند وضع عبوتين من محلول حمض كلور الماء المركّز ومحلول النّشادر المركّز بجانب بعضهما نلاحظ وجود أبخرة بيضاء بالقرب من عبوة حمض كلور الماء المركّز.

الجواب: بسبب انتقال جزيئات غازَي كلور الهدروجين والنّشادر خارج عبوتيهما وتكوين ملح كلوريد الأمونيوم الأبيض.

$$NH_{3(g)} + HCl_{(g)} \longrightarrow NH_4Cl_{(s)}$$

نستنتج أنّ:

① نسبة سرعتَي انتشار غازَين في وسط، ضمن الشّروط ذاتها من الضّغط ودرجة الحرارة، تتناسب عكساً مع الجذر التّربيعي لنسبة كتلتيهما الموليّة. أي أنّ:

$$\frac{v_1}{v_2} = \sqrt{\frac{M_2}{M_1}}$$

v_1: سرعة انتشار الغاز الأوّل. M_1: الكتلة الموليّة للغاز الأوّل.

v_2: سرعة انتشار الغاز الثّاني. M_2: الكتلة الموليّة للغاز الثّاني.

② تزداد سرعة انتشار غاز كلّما نقصت كتلته الموليّة وفق قانون غراهام.

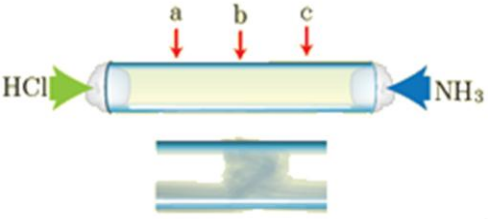
سؤال (2): لديك العيّنات الغازيّة الآتية الموجودة عند الضّغط ودرجة الحرارة ذاتها: $(He\ ,\ H_2O\ ,\ H_2\ ,\ N_2\ ,\ O_2)$.

والمطلوب: ① رتّب هذه العيّنات حسب تزايد سرعة انتشارها. **الأوزان الذريّة:** $(He:4\ ,\ O:16\ ,\ N:14\ ,\ H:1)$

② احسب نسبة سرعة انتشار بخار الماء إلى سرعة انتشار غاز الهدروجين.

سؤال (3): يُملأ أنبوب زجاجيّ طوله $(1\ m)$ **بغاز الأرغون عند الضّغط** $(1\ atm)$، **وأغلق طرفيه بالقطن كما في الشّكل المجاور. يدخل غاز** (HCl) **من أحد طرفيه، وغاز** (NH_3) **من الطّرف الآخر في نفس الوقت.**

يتفاعل الغازان ضمن الأنبوب الزّجاجي ليتكوّن ملح (NH_4Cl) **الصّلب.**



المطلوب: في أيّ نقطة $(a$ **أو** b **أو** $c)$ **تتوقّع أن يتكوّن هذا الملح، ولماذا؟**

الأوزان الذريّة: $(N:14\ ,\ H:1\ ,\ Cl:35.5)$

الجواب:

$$M_{(HCl)} = 36.5\ g.mo\ell^{-1} > M_{(NH_3)} = 17\ g.mo\ell^{-1}$$

يتكوّن الملح عند النّقطة (a) لأنّ غاز (NH_3) أسرع انتشاراً من غاز (HCl).

أسئلة ومسائل وظيفة

أولاً: اختر الإجابة الصّحيحة لكلّ ممّا يأتي:

❶ عيّنة غاز حجمها (200 ℓ) عند الضّغط (2 kPa)، فإذا نَقُصَ الضّغط إلى ربع ما كان عليه، عندئذٍ يُصبح حجم هذه العيّنة عند ثبات درجة الحرارة مساوياً:

a	800 ℓ	b	200 ℓ	c	50 ℓ	d	1600 ℓ

❷ عند زيادة حجم غاز في مكبس ثلاث مرّات مع بقاء درجة الحرارة ثابتة، فإنّ ضغطه:

a	ينقص ثلاث مرّات.	b	يزداد ثلاث مرّات.	c	يتضاعف.	d	لا يتغيّر.

❸ تشغُل عيّنة غازيّة حجماً قدره (30 mℓ) عند الدّرجة (25 °C) وضغط ثابت، إذا سُخّنت العيّنة إلى الدّرجة (50 °C) يصبح حجمها مقدّراً بـ (mℓ):

a	60	b	27.5	c	15	d	32.5

❹ يبلغ ضغط عيّنة من غاز (4 atm) عند الدّرجة (0 °C)، نسخّن العيّنة حتّى الدّرجة (273 °C) مع بقاء حجمها ثابت، فيصبح الضّغط الجديد مقدّراً بـ (atm) مساوياً:

a	2	b	6	c	8	d	10

❺ يزداد ضغط غاز موجود في وعاء مغلق عند:

a	زيادة حجم الوعاء.	b	زيادة عدد الجزيئات.	c	نقصان درجة الحرارة.	d	تغيير نوع الغاز.

❻ يحتوي مزيج غازي على (2 mol) من النّتروجين و (4 mol) من الأكسجين عند الضّغط (0.98 atm). إذا استُبدل المزيج بـ (6 mol) من الأكسجين، تكون قيمة الضّغط النّاتج مقدّرةً بـ (atm):

a	0.32	b	0.349	c	0.65	d	0.98

❼ إنّ نسبة سرعة انتشار غاز الهدروجين إلى سرعة انتشار غاز الأكسجين. علماً أنّ: (H:1 , O:16)، تساوي:

a	4	b	$\frac{1}{4}$	c	16	d	1

ثانياً: أجب عن السّؤال الآتي:

❶ لديك العيّنات الغازيّة الآتية الموجودة عند الضّغط ودرجة الحرارة ذاتها: (SO_2 , CO_2 , He). **والمطلوب:**

رتّب هذه العيّنات حسب:

a) تزايد كثافتها. **b)** تزايد سرعة انتشارها.

الأوزان الذريّة: (S:32 , O:16 , C:12 , He:4)

ثالثاً: حل المسائل الآتية:

المسألة الأولى:

احسب حجم عيّنة من غاز عدد جزيئاتها (3.011×10^{23}) موجودة في حوجلة عند الضّغط (2 atm) ودرجة الحرارة (300 K).

علماً أنّ: $R=0.082\ \ell.atm.mol^{-1}.K^{-1}$

عدد أفوغادرو = 6.022×10^{23}

المسألة الثانية:

عيّنة من غاز (A_2) حجمها (12 ℓ) وعدد مولاتها (0.6 mol)، إذا تحوّل الغاز (A_2) إلى الغاز (A_3) عند ضغط ودرجة حرارة ثابتين.

المطلوب حساب:

❶ عدد مولات الغاز (A_3).

❷ حجم الغاز (A_3) المتشكّل.

علماً أنّ: ($R=0.082\ \ell.atm.mol^{-1}.K^{-1}$)

المسألة الثالثة:

يحترق غاز الميتان بأكسجين الهواء وفق المعادلة الآتية:

$$CH_{4(g)} + 2O_{2(g)} \longrightarrow CO_{2(g)} + 2H_2O_{(g)}$$

والمطلوب حساب:

❶ حجم غاز (CO_2) المنطلق نتيجة احتراق ($32\ g$) من غاز الميتان عند درجة الحرارة ($500\ K$) والضّغط ($2\ atm$).

❷ عدد مولات غاز الأكسجين (O_2) وضغطه الموافق اللازم لاحتراق ($320\ g$) من غاز الميتان إذا كان حجم غاز الأكسجين ($800\ \ell$) ودرجة الحرارة ($400\ K$).

علماً أنّ: ($R = 0.082\ \ell.atm.mo\ell^{-1}.K^{-1}$)

الأوزان الذريّة: ($C:12\ ,\ H:1\ ,\ O:16$)

المسألة الرابعة:

حوجلتين متماثلتين متّصلتان ببعضهما بصمّام، تحوي الحوجلة الأولى غاز (A)، بينما تحوي الحوجلة الثّانية غاز (B)، فإذا علمت أن حجم كل حوجلة ($0.6\ \ell$)، ودرجة حرارتهما ($27\ °C$)، وكتلة كل من الغازَين ($4\ g$). عند فتح الصمّام يتفاعل الغاز (A) مع الغاز (B) وفق المعادلة: $A_{(g)} + B_{(g)} \longrightarrow AB_{(s)}$

المطلوب:

❶ بيّن حسابيّاً ما هو الغاز المتبقّي بعد نهاية التّفاعل.

❷ احسب الضّغط عند نهاية التّفاعل (بإهمال حجم $AB_{(s)}$ الصّلب المتشكّل).

❸ احسب كتلة الملح النّاتج.

علماً أنّ: ($R = 0.082\ \ell.atm.mo\ell^{-1}.K^{-1}$)

الكتل المولّية:

$$M_{(A)} = 40\ g.mo\ell^{-1}\ ،\ M_{(B)} = 80\ g.mo\ell^{-1}$$

$$M_{(AB)} = 120\ g.mo\ell^{-1}$$

المسألة الخامسة:

يحتوي مزيج غازيّ على (78%) من غاز النّتروجين، و(22%) من غاز الأكسجين، فإذا كان الضّغط الكلّي للمزيج ($1.1\ atm$). **المطلوب:** احسب الضّغط الجزئيّ لكلّ غاز.

المسألة السادسة:

تشغل عيّنة من غاز الأكسجين (O_2) حجماً قدره ($310\ \ell$) عند الضّغط ($41\ kPa$) تحت درجة حرارة ($37\ °C$). **المطلوب حساب:**

❶ عدد مولات هذا الغاز في العيّنة.

❷ حجم هذا الغاز إذا أصبح الضّغط ($205\ kPa$) مع ثبات درجة الحرارة.

❸ درجة الحرارة التي يصبح عندها حجم هذا الغاز ($930\ \ell$) عند ثبات الضّغط.

❹ الضّغط الذي يصبح عنده حجم الغاز ($580\ \ell$) ودرجة الحرارة ($47\ °C$).

علماً أنّ: ($R = 0.082\ \ell.atm.mo\ell^{-1}.K^{-1}$)

الأوزان الذريّة: ($O:16$)

المسألة السابعة:

نضع ($0.5\ mo\ell$) من غاز في وعاء حجمه ($30\ \ell$) عند الدّرجة ($27\ °C$). **والمطلوب حساب:**

❶ ضغط هذا الغاز.

❷ حجم هذا الغاز في الشّرطين النّظاميّين.

علماً أنّ: ($R = 0.082\ \ell.atm.mo\ell^{-1}.K^{-1}$)

المسألة الثامنة:

مزيج غازيّ في وعاء حجمه ($100\ \ell$)، يحتوي على ($32\ g$) من غاز الميتان (CH_4)، و($140\ g$) من غاز النّتروجين (N_2)، وكميّة من غاز مجهول (x)، فإذا علمت أنّ الضّغط الكلّي للمزيج الغازيّ ($2.46\ atm$) عند الدّرجة ($27\ °C$). **المطلوب حساب:**

❶ الضّغط الجزئيّ لكلّ غاز في المزيج.

❷ عدد مولات الغاز المجهول (x).

❸ الكسر المولّي لكلّ غاز.

علماً أنّ: ($R = 0.082\ \ell.atm.mo\ell^{-1}.K^{-1}$)

الأوزان الذريّة: ($C:12\ ,\ H:1\ ,\ N:14$)

☺ انتهت الوظيفة ☺

أ. أسامة الحصري