السلسلة رقم ❶ : الحالة الغازية للمادة

التمرين 1.1: انطلاقا من الجدول رقم 1 الذي يبين أسماء الوحدات الأساسية في النظام الدولي للوحدات (SI) ورموزها تعرف على الأبعاد و الوحدات المشتقة بملأ الجدول رقم (2).

الجدول (1): أسماء الوحدات الأساسية للنظام الدولي للوحدات ورموزها

الكمية (المقدار)	رمز المقدار	الوحدة	الرمز الدولي	الرمز العربي	رمز البعد
الطول	$l, x, r, \ldots$	المتر	m	م	L
الكتلة	m	الكيلوغرام	Kg	كغ	M
الزمن	t	الثانية	s	ثا	T
شدة التيار الكهربائي	I,i	الأمبير	A	آ	I
درجة الحرارة الثرموديناميكية	T	الكلفن	K	ك	Θ
كمية المادة	n	المول	mol	مول	N
شدة الإضاءة	I_v	القنديلة	Cd	قد	J
الزاوية المستوية	$\alpha, \beta, \gamma, \varphi$	الراديان (مكملة)	rad	راد	1
الزاوية المجسمة	Ω	الستيراديان (مكملة)	sr	ستيراد	1

تسمح طريقة تحليل الأبعاد إلى بناء المقادير المميزة لنظام فيزيائي، نرمز للبعد بـ [ ] مثال نقول بعد المسافة هو الطول ونكتب: $[x] = L$ والشكل العام للبعد هو: $\dim Q = L^{\alpha} \ {}^{\beta}T^{\gamma}I^{\delta}\Theta^{\varepsilon}N^{\zeta}J^{\eta}$

الجدول (2): أسماء بعض الوحدات المشتقة للنظام الدولي للوحدات ورموزها

الكمية (المقدار)	العلاقة المستعملة	إسم الوحدة	رمز الوحدة	رمز البعد	تعريف الوحدة
القوة	$F = m \times a$	النيوتن	N	$L.M.T^{-2}$	$m.Kg.s^{-2}$
الضغط	$P = \frac{F}{S}$	باسكال	P_a	$M.T^{-2}.L^{-1}$	$Kg.m^{-1}.s^{-2}$
الكتلة الحجمية	$\rho = \frac{m}{V}$	\	\	M/L^3	kg/m^3
الكثافة	$d = \frac{\rho_{fluide}}{\rho_{eau}}$	\	\	\	\
الطاقة					
الإستطاعة					
الشحنة الكهربائية					
ثابت الغازات	$P.V = n.R.T$	\	\		

التمرين I.2: أ- أعط قيم درجات الحرارة التالية في السلالم المختلفة لدرجة الحرارة (السلسيوس أي المئوي و الفهرنهايت و الرنكين و الكلفن أي المطلق): $\theta = -5°C$ ، $T = 220K$ ، $\theta_F = 68°F$ ، $T = 400\ °R$

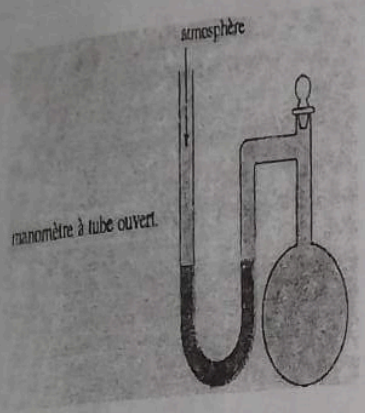
ب- أعط قيم الضغوط التالية بواحداته المختلفة (جو ، باسكال ، بار ، مم زئبق أي التور) : 0.0768 جو، 1037.83 باسكال، 0.257 بار، 455 مم زئبق.

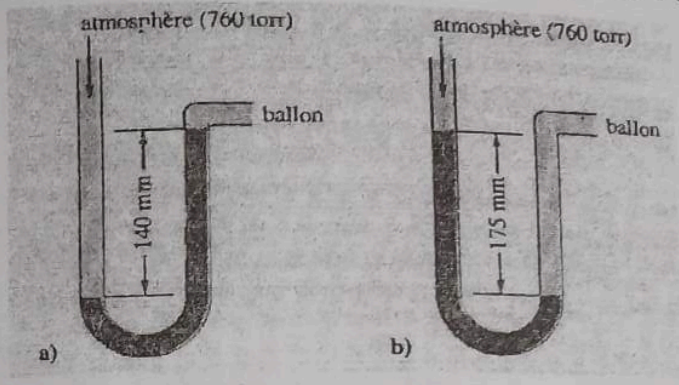
التمرين I.3: قام العالم طورشلي (Torricelli) بقياس الضغط بواسطة البارومتر (baromètre)، فوجد أن الضغط الجوي يوافق إرتفاع h=760 mmHg أرسم شكلا تخطيطيا لبارومتر طورشلي؟ وأحسب القوة التي يؤثر بها عمود من الزئبق شكله أسطواني ارتفاعه 15 cm ومساحة قاعدته 12 cm^2 و الضغط بوحدة الباسكال؟ إذا علمت أن الكتلة الحجمية للزئبق Hg هي 13,6 g/mL

التمرين I.4: يستعمل المانومتر (manomètre) ذي الأنبوب المفتوح لقياس الضغط.

عندما يكون البالون مفتوح فإن مستوى الزئبق يكون متساوى،

أما إذا كان البالون يحوى غاز ما فإنه يتغير كما في الشكلين (a) و (b).





أ- أحسب ضغط الغاز في الحالتين (a) و (b) بوحدات التور و الجو و الباسكال؟

ب-أحسب ضغط الغاز بوحدة التور في الحالتين (a) و (b) عندما يصبح الضغط الجوي 610 torr ؟

التمرين I.5: ليكن لديك التفاعل التالي:

$$2NO_{2(g)} \rightarrow N_2O_{4(g)}$$

إذا كان التفاعل تام فما هو حجم غاز $N_2O_{4(g)}$ المتشكل في نفس الشروط التجريبية من الضغط و درجة الحرارة عندما نأخذ 25 mL من غاز $NO_{2(g)}$ ؟

التمرين I.6: أكمل الجدول التالي إذا علمت أن الغاز هو غاز مثالي:

P (atm)	V(L)	n (mol)	T
5	14,03	2	155 °C
0,3	2	0,047	155 K
4,47	25	2,01	678,01k
133,22	2,25	10,5	75 °C

التمرين I.7: إناء من الفولاذ حجمه 2L نملأه بغاز الهيدروجين H_2 عند ضغط 10^5 Pa ودرجة حرارة 17 °C فأحسب عدد مولات غاز الهيدروجين المتواجدة داخل الإناء؟

التمرين I.8: تشغل عينة من غاز الهيدروجين في الحالة المعيارية (1جو و0°م) حجما مقداره 500 ل، أحسب

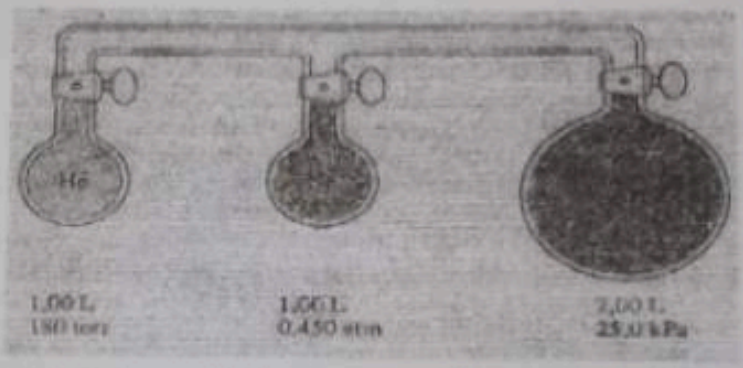
أ- الحجم عند ضغط 740 مم زئبق إذا بقيت درجة الحرارة ثابتة . ب- الحجم عند 82°م إذا بقي الضغط ثابتا .

جـ- الضغط في الدرجة 41°م إذا بقي الحجم ثابتا . د- الحجم في الدرجة 47°م و ضغط 800 مم زئبق.

التمرين I.9: تعرف كثافة الغاز d بالنسبة بين الكتلة الحجمية للغاز على الكتلة الحجمية للهواء عند نفس الشروط من الضغط و درجة الحرارة.

أ- تشغل عينة من غاز مثالي في الحالة المعيارية (1جو و0°م) حجما مقداره 22,4 L فأوجد العلاقة بين الكتلة المولية للغاز و الكثافة d إذا علمت أن الكتلة الحجمية للهواء في الشروط المعيارية هي 1,29 g/L ؟

التمرين I.10: يحوى كل إناء في الشكل على غاز معين ذو حجم و ضغط ما، تمزج الغازات عن طريق فتح الصمام، أحسب الضغط الكلي النهائي و النسبة المئوية لحجم كل غاز في الخليط، عندما تتم عملية المزج عند درجة حرارة ثابتة و إهمال حجم الوصل و الصمام.



التمرين I.11: تبلغ النسبة المئوية الكتلية للمكونات الرئيسية للهواء الجاف في الظروف المعيارية (1جو و0°م): الأزوت 75.25%، الأكسجين 23.15%، ثنائي أكسيد الكربون 0.046%، الأرغون 1.28%.

أ- أحسب الكسور المولية للمكونات. ب- أحسب النسبة المئوية الحجمية للمكونات.

ج- أحسب الحجم الجزئي للأكسجين إذا كان ضغط الهواء 1جو، حجمه 1م^3 ودرجة حرارته 273 كلفن.

د- إستنتج كتلة مول من مكونات الهواء في الظروف المعيارية.

التمرين I.12: أحسب الضغط بوحدة الجو atm المطبق من طرف 0,5 mol من غاز الأزوت N_2 داخل إناء حجمه 1L ودرجة حرارة قدرها 25 °C بتطبيق: قانون الغاز المثالي، النظرية الحركية للغازات المثالية، قانون فاندر فالز ثم قارن بين النتائج المتحصل عليها؟

$$a = 1,408\ (L^2.atm)/mol^2\ ;\quad b = 3,913x10^{-2}\ L.mol^{-1}$$

$\theta_F = 68°F$

$\theta_C = (\theta_F - 32)\frac{5}{9} = (68-32)\frac{5}{9} = 20°C$

$\theta_K = \theta_C + 273,15 \Rightarrow \theta_K = 293,15\ K$

$\theta_C = (\theta_R - 491,67)\frac{5}{9}$

$\theta_R = \frac{5}{9}\theta_C + 491,67$

$= \frac{5}{9} 20 + 491,67$

$\theta_R = 527,67R$.

$p = 0,0768\ atm = 0,0768 \times 1,01325$

$p = 0,0778\ bar$.

$p = 0,0778 \times 10^5\ Pa$.

$p = 0,0768 \times 760 = 58,36\ mmHg = 58,36\ torr$.

$p = 1037,83\ pa$.

1 atm → $1,01325 \times 10^5$ Pa atm الى

x atm → 1037,83 Pa

$p_x = 0,01\ atm$.

bar الى

1,01325 bar → $1,01325 \times 10$ Pa.

x bar → 1037,83 Pa

$p_x = 0,01\ bar$.

التمرين 1 ج 1 = mm Hg

1,013 25 bar → 760 mm Hg.

0,01 bar → px

px = 7,60 torr

ج 3 =

F = mg

m = ρ.v = ρ.h.S = 13,6 x 10³ x 12

= 2448 g = 2,448 kg.

F = 2,448 x 9,81 = 24,01 N.

$p = \frac{F}{S} = \frac{24,01}{12 \times 10^{-4}} = 2 \times 10^{4}$ kg / m⁻¹.s⁻²

$= 2 \times 10^{4}$ Pa.

= 4 ü

$P_g < P_{atm}$ = a ﺔﻟﺎﺣ

$P_g = P_{atm} - P_{Hg}$.

$P_{Hg} = \frac{F}{S} = \frac{mg}{S} = \frac{\rho \cdot V \cdot g}{S} = \frac{\rho \cdot R \cdot \delta \cdot g}{S} = \rho \cdot h \cdot g$

$= 13,6 \times 10^{3} \times 140 \times 10^{-3} \times 9,8$

$P_{Hg} = 18,67 \times 10^{3}$ Pa.

$P_{gaz} = P_{atm} - P_{Hg} = 1,013257 \times 10^{5} - 18,67 \times 10^{3}$

$= 8,26 \times 10^{4}$ Pa $= 0,82$ atm $= 615,6$ torr

= b ﺔﻟﺎﺣ

$P_g > P_{atm}$

$P_{Hg} = (P_{gaz}) - P_{atm}$,

$P_{Hg} = \rho \cdot h \cdot g = 13,6 \times 1,57 \times 10^{3} \times 9,8 \times 10^{3} =$

$= 2,33 \times 10^{4}$ Pa.

$P_{gaz} = 2,33 \times 10^{4} + 1,013257 \times 10^{5} = 124624$ Pa.

$= 1,22$ atm $= 930,07$ torr

$= \frac{\quad}{\quad} = \quad$ atm.

= 2 ﺔﻟﺎﺣ ﻲﻓ ﻂﻐﻀﻟا ﺐﺴﺣا - ب

$P_{gaz} = P_{atm} + P_{Hg}$

$= \frac{2,33 \times 10^{4} \times 760}{1,013257 \times 10^{5}} + 610 = 784,80$ torr

حل تمرين 05

$$2NO_2 \rightarrow N_2O_4$$
$$2\,mol \qquad 1\,mol$$

$P_1V_1 = n_1RT$ ... ① $\quad P_2V_2 = n_2RT$ ... ②

بقسمة ① على ② نجد:

$$\frac{P_2V_2}{P_1V_1} = \frac{n_2RT}{n_1RT}\cdot\frac{P_2V_2}{P_1V_1}\cdot\frac{n_1}{n_1} \Rightarrow V_2 = \frac{n_2}{n_1} \times V_1$$

$$V_2 = \frac{25 \times 1}{2} = 12,5\ ml.$$

حل تمرين 06

4) $PV = nRT$

$$V = \frac{nRT}{P} = \frac{2 \times 0,082 \times (127 + 273,15)}{5}$$

$$V = 14,04\ l.$$

2) $PV = nRT \Rightarrow n = \frac{PV}{RT} = \frac{0,3 \times 2}{0,082 \times 127} = 0,04\ mol.$

3) $PV = nRT \Rightarrow T = \frac{PV}{nR} = \frac{4,48 \times 25}{2,01 \times 0,082} = 678,101\ K$

4) $PV = nRT \Rightarrow P = \frac{nRT}{V} = \frac{10,5 \times 0,082 \times (77 + 273,15)}{2,25}$

$$= 133,22\ atm$$

حل ن 7 =

$$n = \frac{PV}{RT} = \frac{10^5 \times 8 \times 10^{-3}}{8,31 \times (17 + 273,15)} = 0,08 \text{ mol}$$

حل ن 8 =

1- حساب الحجم عند ضغط 740 mmHg

لدينا =

$p_i = 1 \text{ atm}$ = ①

$V_i = 500 \text{ l}$

$T_i = 273,15 \text{ K}$

$n_i = n_f$.

= ②

$p_f = 740 \text{ mmHg} = 0,97 \text{ atm}$

$V_f = ?$ $T_f = T_i$

$p_i V_i = nRT_i$ ---①

$p_f V_f = nRT_f$ ---②

بقسمة ② على ① نجد =

$$\frac{p_f V_f}{p_i V_i} = \frac{nRT_f}{nRT_i} = 1$$

$$V_f = \frac{p_i V_i}{p_f} = \frac{1 \times 500}{0,97} = 515,46 \text{ l}.$$

$$P_i = P_f$$

- c.

$$P_i V_i = nRT_i$$

$$P_f V_f = nRT_f$$

$$\frac{P_i V_i}{P_f V_f} = \frac{nRT_i}{nRT_f}$$

$$V_f = \frac{T_f \times V_i}{T_i} = \frac{(82 + 273) \times 500}{273,15}$$

$$V_f = 602,10\ \ell.$$

$$V_i = V_f$$

- 2.

$$\frac{P_i V_i}{P_f V_f} = \frac{T_i nR}{T_f nR}$$

$$P_f = \frac{P_i \times T_f}{T_i} = \frac{1 \times 314,15}{273,15} = 1,15 \text{ atm}$$

->

$$PV = nRT$$

$$V = \frac{1 \times 0,082 \times (41 + 273,15)}{1,15} = 25\ell.$$

~~الفصل 2 : أساسيات التوازن وتفاعلات الأكسدة والإرجاع~~

حل ت 9 =

$$d = \frac{\rho_g}{\rho_{air}} \quad ; \quad \rho_g = \frac{m_g}{V_g}$$

$$n = \frac{m}{M} \Rightarrow m = n \cdot M \quad -①$$

ومن قانون الغازات المثالية:

$$PV_g = nRT$$

$$n = \frac{P V_g}{RT} \quad -②$$

$$m = \frac{P V_g M}{RT}$$

إذن،

ومنه

$$\rho_g = \frac{P V_g M}{V_g RT} = \frac{PM}{RT}$$

$$d = \frac{PM}{\rho_{air} RT} = \frac{1 \cdot M}{(1,18)(0,082)(273,15)} = \frac{M}{29}$$

حل ت 10 =

- حساب الضغط الكلي =

كمية المادة ثابتة =

$$n_T = n_{He} + n_{Ne} + n_{AR}$$

$$\frac{P_T V_T}{RT} = \frac{P_{He} V_{He}}{RT} + \frac{P_{Ne} V_{Ne}}{RT} + \frac{P_{AR} V_{AR}}{RT}$$

$$P_T = \frac{P_{He} V_{He} + P_{Ne} V_{Ne} + P_{AR} V_{AR}}{V_T} = 2291,27 \text{ torr}$$

* حساب النسبة المئوية لكل غاز :

$$\left(\frac{V}{V}\right)_{He}\% = \frac{V_{He}}{V_T} \times 100 = x_i \times 100$$

$$P_i = x_i P_T$$

$$P'_{He} = x_{He} P_T = \frac{n_{He}}{n_T} P_T$$

$$P_{He} = \frac{\frac{P_{He} V_{He}}{RT}}{\frac{P_T V_T}{RT}} \cdot P_T = \frac{P_{He} V_{He}}{V_T} = \frac{180 \times 1}{4} = 45 \text{ torr}$$

$$P'_{Ne} = 342 \times \frac{1}{4} = 85{,}5 \text{ torr}$$

$$P'_{Ar} = 93{,}75 \text{ torr}$$

$$x_{He} = \frac{P'_{He}}{P_T} = 0{,}2006$$

$$\left(\frac{V}{V}\right)_{He}\% = x_{He} \times 100 = 20{,}06$$

$$x_{Ne} = \frac{P'_{Ne}}{P_T} = 0{,}3812$$

$$\left(\frac{V}{V}\right)_{Ne}\% = x_{Ne} \times 100 = 38{,}12$$

$$x_{Ar} = \frac{P'_{Ar}}{P_T} = 0{,}4180$$

$$\left(\frac{V}{V}\right)_{Ar}\% = x_{Ar} \times 100 = 41{,}80$$

حل ن 11 =

1 - حساب الكسور المولية لمكونات الهواء :

$$N_2\% = \frac{m_{N_2}}{m_{air}} \times 100 = \cancel{\quad}$$

$m_{N_2} = 77{,}25 \text{ g}$.

$m_{O_2} = 23{,}15 \text{ g}$

$m_{CO_2} = 0{,}046 \text{ g}$

$m_{Ar} = 1{,}28 \text{ g}$.

$n_{N_2} = \frac{m_{N_2}}{M} = \frac{53,25}{28} = 2,68 \text{ mol}$.

$n_{O_2} = 0,72 \text{ mol}$.

$n_{CO_2} = 1,04 \times 10^{-1} \text{ mol}$.

$n_{Ar} = 0,032 \text{ mol}$.

$n_T = 3,43 \text{ mol}$.

أي

$x_{N_2} = \frac{n_{N_2}}{n_T} = 0,78$

$x_{O_2} = 0,21$

$x_{CO_2} = 3,03 \times 10^{-4}$

$x_{Ar} = 9,32 \times 10^{-3}$

حساب النسب المئوية الحجمية لمكونات الهواء:

$\left(\frac{V}{V}\right)_{N_2}\% = 78\%$

$\left(\frac{V}{V}\right)_{O_2}\% = 21\%$

$\left(\frac{V}{V}\right)_{CO_2}\% = 3,03 \times 10^{-2}\%$

$\left(\frac{V}{V}\right)_{Ar}\% = 0,932\%$

حساب الحجم الكتلي للأكسجين:

$x_{O_2} = \frac{V_{O_2}}{V_T} \Rightarrow V_{O_2} = x_{O_2} \times V_T = 0,21 \times 1 = 0,21 \text{ m}^3$

استنتاج كتلة مول من مكونات الهواء ثم M_{moy}

$n = \frac{m}{M} \Rightarrow M = \frac{m}{n}$,

$M_{moy} = 0,7825 M_{N_2} + 0,2123 M_{O_2} + 0,000046 M_{CO_2} + 0,0128 M_{Ar}$

$M_{moy} = 28,4 \text{ g/mol}$.

حل تمرين 12 =

حساب ضغط غاز الأوزون،

أ- في حالة غاز مثالي:

$$PV = nRT$$

$$P = \frac{nRT}{V} = \frac{0,5 \times 0,082 \times 298,15}{1} = 12,22 \text{ atm}$$

ب- حالة غاز حقيقي:

$$\left(P + \frac{n^2 \cdot a}{V^2}\right)(V - nb) = nRT$$

$$P = \frac{nRT}{V - nb} - \frac{n^2 \cdot a}{V^2} = 12,11 \text{ atm}.$$

ج- باستعمال النظرية الحركية:

$$P = \frac{nRT}{V} = 12,22 \text{ atm}.$$