الفصل [4] الخصائص الفيزيائية للغازات

قسم 4 ـ 1 :ـ نظرية الحركة الجزيئية للمادة

((جسيمات المادة في حالة حركة دائمة))

وتستخدم النظرية لتوصيف سلوك المادة وجزيئاتها اعتمادا على (طاقة الجسيمات – القوى المؤثرة فيها)

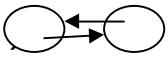
الغاز المثالي :- غاز افتراضي (غير موجود فعلا) يحقق تماما كل فرضيات نظرية الحركة الجزيئية

****نظرية الحركة الجزيئية للغازات (5 فرضيات)**

1- تتألف الغازات من أعداد كبيرة من الجسيمات المتناهية في الصغر والبعيدة عن بعضها مقارنة بحجمها

وهذا يعلل :- (**1**- الكثافة المنخفضة للغازات **2**- سهولة انضغاط الغازات)

2- التصادم بين الجزيئات أو مع جدران الوعاء تصادم مرن أي (لا يرافقه فقدان للطاقة الحركية الكلية)


لاحظ انتقال الطاقة عند التصادم بين الجسمين)

3- جسيمات الغاز في حالة حركة دائمة سريعة وعشوائية بسبب امتلاكها للطاقة الحركية

4- لا يوجد قوى تجاذب أو تنافر بين جسيمات الغاز

5- الطاقة الحركية للأجسام $KE = \frac{1}{2} mv^2$

حيث :- **m** كتلة الجسيم ، **v** سرعة الجسيم

* نلاحظ أن :-

1) الكتلة **m** لنفس الغاز ثابتة لذلك فطاقة حركتها تعتمد على سرعتها فيزداد معدل السرعات والطاقات الحركية بارتفاع درجة الحرارة ويقل بانخفاضها

2) جسيمات الغاز الخفيف مثل H_2 له معدل سرعات أعلى من جسيمات الغاز الأثقل مثل O_2 عند نفس درجة الحرارة

mssuae.com/vb

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

**** نظرية الحركة الجزيئية وطبيعة الغازات**

- التمدد :- تحرك جسيمات الغاز بسرعة في كافة الاتجاهات دون أي تجاذب يذكر [**3** و **4**]

- الميوعة (الانسياب) :- تكون قوى التجاذب بين جسيمات الغاز مهملة [**4**]

تسمى السوائل والغازات بالموائع (علل) لأنها تمتلك صفة الانسياب

- انخفاض الكثافة :- بسبب التباعد الكبير بين الجسيمات [**1**]

- قابلية الانضغاط :- بسبب التباعد الكبير بين الجسيمات [**1**] فيمكن ضغطها في اسطوانة فولاذية (علل)

- الانتشار (التدفق):- ظاهرة الامتزاج التلقائي بين جسيمات المواد بفعل الحركة العشوائية [**3**]

(مرور جسيمات غاز من خلال فتحة صغيرة جدا)

وتعتمد على :- **سرعة** و **أقطار** جسيمات الغاز و **قوى التجاذب بين** جسيمات الغاز

فالأخف والأسرع وغير القطبي أكثر انتشارا

**** انحراف الغازات الحقيقية عن السلوك المثالي**

- الغاز الحقيقي :- هو الذي لا يتفق بشكل تام مع فرضيات نظرية الحركة الجزيئية

* حدد فاندرفالز سبب الانحراف (**علل** لانحراف الغاز الحقيقي عن سلوك الغاز المثالي) بان :-

جسيمات الغاز الحقيقي تشغل حيزا من الفراغ وتمارس قوى تجاذب على بعضها البعض

* يقترب الغاز الحقيقي من سلوك الغاز المثالي برفع درجة الحرارة وخفض الضغط

(أي بابتعاد الجزيئات عن بعضها)

* كلما زادت قطبية جزيئات الغاز تزداد قوى التجاذب بينها ويزيد انحراف الغز عن السلوك المثالي

mssuae.com/vb

القسم 4 – 2 :- الضغط

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

لوصف غاز معين يجب تحديد (الحجم - درجة الحرارة - عدد الجزيئات - الضغط)

**** الضغط والقوة :-**

- القوة :- مؤثر خارجي يغير من الحالة الحركية للجسم

- الضغط :- القوة المؤثرة على وحدة مساحة السطح $\frac{\text{القوة}}{\text{مساحة السطح}}$ $\frac{N}{cm^2}$

- النيوتن :- وحدة قياس القوة وهي القوة التي تزيد من سرعة جسم كتلته **1kg** بمقدار متر/ ثانية

* ملاحظات :-

- على سطح الأرض كل **1kg** كتلة يوثر بقوة مقدارها **9.8 N** بسبب جاذبية الأرض

مثال :- (لو كتلتك **71kg** فإنك تؤثر بقوة مقدارها **71×9.8 = 700 N**)

- تؤثر جزيئات الغاز بضغط على أي سطح تصطدم به

ويعتمد الضغط على (الحجم – درجة الحرارة – عدد الجزيئات الموجودة)

- ضغط الغلاف الجوي عند مستوى سطح البحر (بسبب وزن الغازات) يساوي :-

10.1 N / cm^2 or 1.03 kg /cm^2

* لاحظ تجربة صفيحة فارغة أو زجاجة مياه بلاستيكية فارغة وسحب الهواء منها أو مضختين يتم توصيلهما من خلال أنبوبة زجاجية (ماذا يحدث)

***قياس الضغط :-**

يستخدم لذلك جهاز البارومتر لقياس الضغط الجوي ويستخدم المانومتر لقياس ضغط أي غاز محصور

* وحدات الضغط :-

1 تورشيللي **1 mm Hg = 1 torr** **1** ملي متر زئبق

1 ضغط جوي **760 mm Hg = 1 atm**

- الوحدة الدولية للضغط وحدة مشتقة وتسمى (باسكال **Pa**)

- الباسكال**Pa**:- الضغط الذي تؤثر به قوة مقدارها **1N** على مساحة مقدارها **$1m^2$** . **$1Pa = 1N/1m^2$**

1 atm =760 mmHg = 760 torr = 1.01325×10^5 Pa =101.325 kPa

*** درجة الحرارة والضغط القياسيان STP :-**

mssuae.com/vb

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

اتفق العلماء على استخدام الضغط **1 atm** ودرجة الحرارة **0°C** أو **(273 K)**

كشرطان قياسيان لمقارنة حجوم غازات مختلفة

**** حول 2.5 atm إلى kPa و إلى mmHg**

**** حول 1520 torr إلى atm و إلى kPa**

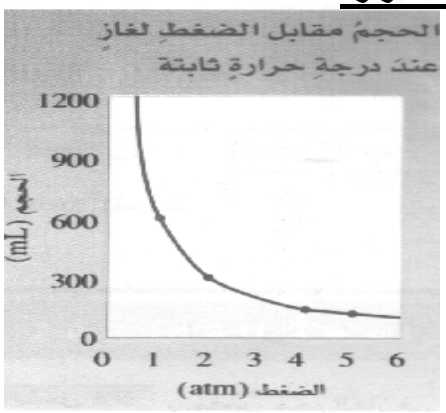
mssuae.com/vb

القسم 4 – 3 :- قوانين الغاز

وهي علاقات رياضية بسيطة بين حجم الغاز ودرجة حرارته وضغطه وكميته

**** قانون بويل :- العلاقة بين الحجم والضغط**

يتناسب حجم كتلة من الغاز عكسيا مع الضغط وذلك عند ثبات درجة الحرارة



$$PV = k \quad or \quad V = k \times 1/p$$

- قيمة **k** ثابتة لعينة محددة من الغاز

$$(P_1V_1 = k \quad ; \quad P_2V_2 = k)$$

- مع نقص الحجم تزداد الاصطدامات على وحدة مساحة الجدران فيزداد الضغط

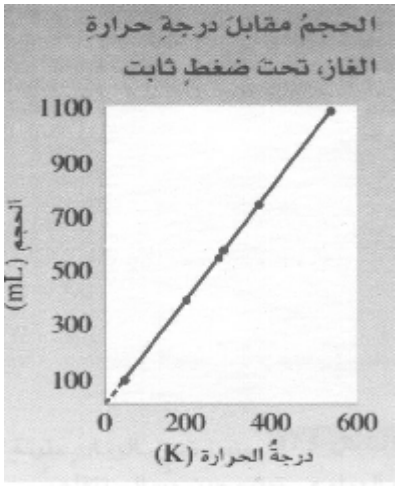
PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

*** مسائل وتطبيقات ($P_1V_1 = P_2V_2$)**

- وعاء يحتوي على عينة من غاز الهيليوم حجمها **200ml** و ضغط الغاز بداخله **2.0atm**.
فإذا ضغط الهيليوم إلى **10ml** دون تغييردرجة الحرارة، فما ضغط الغاز؟

****قانون شارل :- العلاقة بين الحجم ودرجة الحرارة**

يتناسب حجم كتلة من الغاز طرديا مع درجة الحرارة بالكلفن وذلك عند ثبات الضغط



$$V = kT \quad or \quad V / T = k$$

$$V_1 / T_1 = V_2 / T_2$$

* ملاحظات :-

- الحجم يتغير بنسبة **1/273** من الحجم الأصلي لكل درجة مئوية واحدة
- **الصفر المطلق** :- أصغر درجة حرارة يمكن الوصول إليها وتساوي **-273.15 °C** وتساوي **صفر** كلفن **K**
- العلاقة بين الكلفن والسيليزي **K = 273 + °C**

- علل :- مقياس كلفن لدرجات الحرارة أقرب للتعبير عن معدل الطاقة الحركية لجزيئات الغاز

ج- لأن **1)** حجم الغاز ودرجات كلفن يتناسبان طرديا

2) القياس بالكلفن أعداد موجبة دائما والقيم السالبة للسيليزي تعطي حجم بالسالب وهذا مستحيل

* مسائل وتطبيقات :- $V_1 / T_1 = V_2 / T_2$

- عينة من غاز حجمها عند درجة حرارة **7.0°c**، هو **49ml**. فإذا زاد الحجم إلى **74ml**وبقى الضغط ثابتاً فما درجة حرارة الغاز؟

**** قانون جايلوساك :- العلاقة بين الضغط ودرجة الحرارة**

يتناسب ضغط كتلة معينة من الغاز طرديا مع درجة الحرارة

mssuae.com/vb
PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

بالكلفن وذلك عند ثبات الحجم

$$P = kT \quad or \quad P / T = k$$

$$P_1 / T_1 = P_2 / T_2$$

*** مسائل وتطبيقات :- $P_1 / T_1 = P_2 / T_2$**

– ضغط غاز في صفيحة معطر جو 3.00 atm عند درجة حرارة 25^oC فما الضغط الذي يبلغه الغاز عند درجة 52^oC

****القانون العام للغازات :- يعبر عن العلاقة بين ضغط كمية معينة من الغاز وحجمها ودرجة حرارتها**

$$PV / T = k \qquad or \qquad P_1V_1 / T_1 = P_2V_2 / T_2$$

*** ملاحظة مهمة :-**

- يمكن الحصول على أي من قوانين الغازات الثلاثة من القانون العام للغازات بتثبيت المتغير المناسب

*** مسائل وتطبيقات :- $P_1V_1 / T_1 = P_2V_2 / T_2$**

- غاز حجمه 27.5 mL عند درجة حرارة 22^oC وتحت ضغط 0.974 atm ما حجمه عند درجة حرارة 15^oC وتحت ضغط 0.993 atm

---

**** قانون دالتون للضغوط الجزئية :-**

الضغط الكلي لمزيج من غازات غير متفاعلة يساوي مجموع الضغوط الجزئية للغازات التي يتكون منها

$$P_T = P_1 + P_2 + P_3 + \ldots\ldots\ldots$$

*** عملية تجميع الغازات بإزاحة الماء :-**

معظم الغازات المنتجة في المختبر تجمع بإزاحة الماء (تجمع فوق الماء) تكون غير نقية (علل)

- لأنها تكون ممزوجة ببخار الماء بسبب تبخر جزيئات الماء من السطح

لذلك يكون الضغط الكلي = الضغط الجزئي للغاز + الضغط الجزئي لبخار الماء

*ملاحظة مهمة :-

- لمعرفة الضغط الكلي للغاز وبخار الماء يجب رفع المخبار حتى يتساوى مستوى

mssuae.com/vb

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

الماء داخل المخبار وخارجه ويصبح $P_{atm} = P_{gas} + P_{H2O}$

- لمعرفة الضغط الجزئي للغاز الجاف فقط نقرأ الضغط الجوي P_{atm} على جهاز البارومتر في المختبر ثم طرح ضغط بخار الماء عند درجة الحرارة المحددة (تكون معطاة من الجدول) من الضغط الكلي

*** مسائل وتطبيقات :- جمعت كمية من الأكسجين بلغت 720mL فوق الماء لدى تفكك كلورات** البوتاسيوم بالتسخين عند درجة حرارة 25^oC وتحت ضغط جوي 755 torr كم يكون حجم الأكسجين تحت شروط STP (الضغط البخاري للماء عند 25^oC = 23.8 mmHg)

الفصل 5 التركيب الجزيئي للغازات

القسم 5 – 1 علاقات الحجم – الكتلة للغازات

****قياس حجوم الغازات المتفاعلة ومقارنتها :-**

لاحظ جايلوساك العلاقات بين حجوم الغازات المتفاعلة ووجد أنها تتفاعل بنسب عددية بسيطة أيا كانت وحدة الحجم المستخدمة

***قانون جايلوساك لحجوم الغازات المتحدة :-**

يمكن أن يعبرعن حجوم المتفاعلات والنواتج الغازية بنسب عددية بسيطة عند ثبات درجة الحرارة والضغط

$2H_2$	+	O_2	⟶	$2H_2O$	H_2	+	Cl_2	⟶	$2HCl$
2L		1L		2L	1L		1L		2L
حجمان		حجم واحد		حجمان	حجم واحد		حجم واحد		حجمان

*** قانون أفوجادرو :-**

الحجوم المتساوية من الغازات المختلفة تحتوي على العدد نفسه من الجزيئات وذلك تحت الشروط نفسها من درجة حرارة و ضغط

- حجم الغاز يتناسب طرديا مع كمية الغاز عند ثبات درجة الحرارة والضغط

V = kn حيث n كمية الغاز بالمول

$2H_2$	+	O_2	⟶	$2H_2O$	H_2	+	Cl_2	⟶	$2HCl$
جزيء واحد		جزيئان		جزيئان	جزيء واحد		جزيء واحد		جزيئان
2mol		1mol		2mol	1mol		1mol		2mol
حجم واحد		حجم واحد		حجمان	حجم واحد		حجم واحد		حجمان

mssuae.com/vb

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

**** الحجم المولي للغازات :-**

المول من المادة الجزيئية يحتوي على عدد أفوجادرو من الجزيئات **(6.022×10^{23})**

*** الحجم المولي القياسي للغاز :-**

الحجم الذي يشغله مول واحد من غاز تحت شروط **STP** ويساوي **22.1410 L**

* مسائل وتطبيقات :-

***اختصارات حل المسائل**

تحسب الكتلة المولية بالجرام **g GAS** من أي غاز باستخدام الكتلة المولية المعطاة مفي المسألة

- مولات غاز معامل تحويل **(1mol / 22.4 L)** **حجم غاز باللتر**

- حجم غاز معامل تحويل **(1mol / 22.4 L)** **مولات غاز** معامل تحويل **(g GAS / 1mol GAS)** **كتلة غاز**

*** ما حجم 5 mol** من غاز النيتروجين تحت شروط **STP**

*** ما عدد مولات غاز النيون** الموجود في حجم قدره **$550.0\ cm^3$** تحت شروط **STP**

*** ما كتلة غاز الأكسجين الناتج** من أحد التفاعلات إذا كان حجمه **2.66×10^4 mL** تحت شروط **STP**

mssuae.com/vb

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

القسم 5 – 2 قانون الغاز المثالي

ينص على أن : كل من (الضغط – الحجم – درجة الحرارة – عدد المولات) لعينة من الغاز مرتبطة مع بعضها بعلاقة رياضية

$PV = nRT$ أي أن :-

*** حجم أي غاز يتناسب طرديا مع عدد مولاته ودرجة حرارته بالكلفن وعكسيا مع الضغط**

" حيث **R** ثابت الغاز المثالي وتعتمد قيمته على الوحدات المستخدمة في قياس **P , V , T , n** "

**** اشتقاق قانون الغاز المثالي :-**

من قوانين بويل **$V \alpha 1 / p$**

وشارل **$V \alpha T$**

وأفوجادرو **$V \alpha n$**

فإن :- **$V \alpha 1 / p \times T \times n$** أي أن :- **$V = RTn / P$**

وبصورة أخرى **$PV = nRT$**

* ملاحظة :- يمكن تحويل قانون الغاز المثالي إلى :

قوانين بويل أو شارل أو جايلوساك أو أفوجادرو بتثبيت المتغيرات المناسبة

**** ثابت الغاز المثالي R :-**

تختلف القيمة العددية لثابت الغاز R حسب نوع الوحدات المستخدمة والمشهور هو:-

$R = PV / nT = 1\ atm \times 22.4\ L / 1\ mol \times 273\ K = 0.082\ L \times atm / mol \times K$

***اختصارات حل المسائل**

- حساب الضغط أو الحجم أو عدد المولات بالتطبيق المباشر في القانون **$PV = nRT$**
- حساب كتلة غاز بالجرام [نحسب عدد المولات من العلاقة **$n = pv / RT$**

ثم نحول المولات إلى جرامات باستخدام معامل التحويل **(g GAS / 1mol GAS)**]

mssuae.com/vb

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

* **عينة من غاز مقدارها** **2.9 mol** وضعت في وعاء حجمه **17.54 L** عند درجة حرارة **20 °C**

احسب الضغط الذي تمارسه هذه العينة بالـ **atm**

_____

_____

_____

* **ما الحجم الذي يشغله** **0.909 mol** من النيتروجين

عند درجة حرارة **125 °C** وتحت ضغط **0.901 atm**

_____

_____

_____

_____

_____

* **ما كتلة غاز الكلور Cl_2 (70.90 g / mol) بالجرامات** وهو موجود في خزان حجمه **10.0 L** عند درجة حرارة **27 °C** وتحت ضغط **3.50 atm**

_____

_____

_____

_____

** **إيجاد الكتلة المولية او الكثافة انطلاقا من قانون الغاز المثالي :-**

- عدد المولات **n** يساوي الكتلة **m** مقسومة على الكتلة المولية **M** أي أن :- **n = m / M** فيكون:-

PV = mRT / M أو **M = mRT / PV**

- الكثافة **D** تساوي الكتلة **m** مقسومة على الحجم **V** أي أن **D = m / V** فيكون :-

فتكون الكثافة :- **M = mRT / PV = DRT / P**

D = MP / RT

-كثافة الغاز تتغير طرديا مع الكتلة المولية والضغط و عكسيا مع درجة الحرارة بالكلفن

***اختصارات حل المسائل**

- نستخدم قوانين الكتلة المولية والكثافة مباشرة

مع ملاحظة وحدات قياس الضغط والحجم وتحويلها لتناسب قيمة **R**

mssuae.com/vb

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

*** ما الكتلة المولية لغاز** كتلته **0.427g** وحجمه **125 ml**

عند درجة حرارة **20 °C** وتحت ضغط **0.980 atm**

*** ما كثافة عينة من غاز الأمونيا NH_3** إذا كان الضغط **0.928 atm** ودرجة الحرارة **63.0 °C**

القسم 5 – 3 الحسابات الكيميائية للغازات

يمكن مقارنة حجوم الغازات المتفاعلة من خلال النسب بين كميات المولات **n** ونسبها والنسب الحجمية لها من خلال قانوني جايلوساك وأفوجادرو للغازات بشرط أن تكون جميعها تحت نفس الشروط من **P , T**

* مثال :- عبر عن النسب الحجمية للتفاعل

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

جزيئان	جزيء واحد	جزيئان
2mol	**1mol**	**2mol**
حجمان	حجم واحد	حجمان

يمكن التعبير عن النسب الحجمية أو المقارنة بين الحجوم كالتالي :-

$$\frac{\text{حجمان } CO}{\text{حجم } O_2} \quad \text{أو} \quad \frac{\text{حجم } O_2}{\text{حجمان } CO_2} \quad \text{أو} \quad \frac{\text{حجمان } CO}{\text{حجمان } CO_2}$$

*** ملاحظة :-** لا ينطبق هذا على حجوم المواد الصلبة أو السائلة أو المحاليل (المائية)

**** حسابات الحجم - الحجم :-**

msuae.com/vb

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

نستخدم النسب الحجمية للغازات وبنفس طريقة النسب المولية (معاملات التحويل) بشرط أن تكون جميعها تحت نفس الشروط من **P , T**

*** عند احتراق الهيدروجين** ينتج بخار الماء وفقا للمعادلة غير الموزونة $H_{2(g)} + O_{2(g)} \longrightarrow H_2O_{(g)}$

فإذا استهلك **12 L** من الأكسجين فما حجم بخار الماء عند درجة حرارة و ضغط ثابتين ؟

**** حسابات الحجم - الكتلة و الكتلة - الحجم :-**

***ملاحظات :-** نستخدم النسب المولية بين الغازات والمواد الصلبة ويوجد نوعان من المسائل تحل بإتباع الخطوات التالية مع مراعاة استخدام قانون الغاز المثالي بالطريقة التي تناسب الحل

1- حجم غاز أ ($n=PV/RT$) **مولات غاز أ** (نسبة مولية بين أ ، ب) **مولات مادة ب** (مادة ب **1mol**/ مادة ب **g**) **كتلة مادة ب**

2- كتلة مادة أ (مادة أ **g** / مادة أ **1mol**) **مولات مادة أ** (نسبة مولية بين ب ، أ) **مولات غاز أ** ($V=nRT/P$) **حجم غاز أ**

*** ما كتلة الكبريت اللازمة لإنتاج 6.35 L** من غاز ثاني أكسيد الكبريت تحت شروط **STP** ووفقا للمعادلة

$$S_{8\,(s)} + 8O_{2\,(g)} \longrightarrow 8SO_{2\,(g)}$$

(الكتل المولية :- الأكسجين = **16** و الكبريت = **32.07**)

*** ما الحجم اللازم من غاز الكلور** عند درجة حرارة **38 °C** وتحت ضغط **1.63 atm** للتفاعل التام مع **10.4 g** من الصوديوم لإنتاج **NaCl**

(الكتل المولية :- الكلور = **35.45** و الصوديوم = **22.99**)

---

mssuae.com/vb

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

القسم 5 – 4 التدفق والانتشار

*** الانتشار :-** الامتزاج التدريجي لغازين بسبب حركة جزيئاتهما المستمرة والعشوائية

*** التدفق :-** عملية المرور العشوائي لجزيئات غاز محصور في وعاء من خلال ثقوب صغيرة

**** قانون جراهام للتدفق :-**

يتناسب معدل تدفق الغازات عكسيا مع الجذر التربيعي لكتلتها المولية تحت الشروط نفسها من **P , T**

- عند نفس درجة الحرارة فإن الطاقة الحركية ($KE = \frac{1}{2} mv^2$) للغازات المختلفة تكون متساوية

- تتناسب سرعة الجزيئات عكسيا مع الكتلة (كلما كان خفيفا كلما كانت حركته أسرع)

- بفرض غازين **A , B** فإن :-

$$\frac{1}{2} m_A v_A^2 = \frac{1}{2} m_B v_B^2$$

وباستخدام الكتلة المولية **M** فإن :-

وبأخذ الجذر التربيعي يكون :-

$$v_A^2 / v_B^2 = M_B / M_A$$

$$v_A / v_B = \sqrt{M_B} / \sqrt{M_A}$$

$$\frac{\text{معدل تدفق A}}{\text{معدل تدفق B}} = \frac{\sqrt{MB}}{\sqrt{MA}}$$

**** تطبيقات قانون جراهام :-**

1- كثافة الغاز **تتناسب طرديا** مع كتلته المولية ومنها يمكن أن يكون :-

$$\frac{\sqrt{\text{كثافة B}}}{\sqrt{\text{كثافة A}}} = \frac{\text{معدل تدفق A}}{\text{معدل تدفق B}} = \frac{\sqrt{MB}}{\sqrt{MA}}$$

2- معدل الانتشار **يعتمد على** الكتلة المولية للجزيئات وعلى تركيزها

3- فصل نظير اليورانيوم الثقيل $^{238}_{92}U$ عن $^{235}_{92}U$ الخفيف بتحويل اليورانيوم إلى مركبات غازية وإدخالها في أغشية مسامية فيتم الفصل طبقا للكثافة المختلفة

*** ما النسبة بين معدل تدفق** غاز الفلور F_2 **(38.00 g/mol)** ،
و معدل تدفق غاز البروم ، Br_2 **(159.80 g/mol)** عند ثبات درجة الحرارة و الضغط ؟

mssue.com/vb

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

الفصل [6] السوائل والمواد الصلبة

قسم 6 – 1 :– السوائل

السوائل أقل شيوعا من المواد الصلبة والغازية والبلازمية (علل لذلك) :-

ج- لأن الحالة السائلة تبقى ضمن مدى نسبي ضيق من درجات الحرارة والضغط

**** خصائص السوائل ونظرية الحركة الجزيئية :-**

السائل :- مادة لها حجم ثابت وتأخذ شكل الإناء الذي يحتويها

1- جسيمات السائل في حالة حركة دائمة

2- جسيمات السائل أكثر تقاربا من جسيمات الغاز وأقل طاقة حركية لذلك :-

علل:- قوى التجاذب بين جسيمات السوائل أكثر تأثيرا من قوى التجاذب بين جسيمات الغاز

ج- يرجع ذلك لقوى التجاذب البينية ثنائية القطب– ثنائية القطب وقوى تشتت لندن والروابط الهيدروجينية

3- السوائل أكثر انتظاما من الغازات **(علل لذلك):-**

ج- لأن قوى التجاذب بين جسيمات السائل أكبر وحركتها أبطأ عن الغازات

4- جسيمات السوائل غير مقيدة بمواقع ثابتة بل تتحرك بشكل مستمر وهذا هو سبب تسميتها بالموائع

المائع :- هو المادة المنسابة التي تأخذ شكل الإناء الذي يحتوي عليها

5- تنساب معظم السوائل إلى أسفل بسبب الجاذبية الأرضية وبعضها بنساب في اتجاهات أخرى مثل الهليوم المسال (قريبا من الصفر المطلق) الذي ينساب لأعلى

***كثافة عالية نسبيا :-**

- السوائل اكثر كثافة من الغازات بسبب تقارب جسيمات السوائل

- السوائل أقل كثافة من المواد الصلبة (بحوالي **10**%)

- تقل كثافة الماء عندما يتصلب

- تختلف السوائل عن بعضها في الكثافة

*** اللاانضغاطية النسبية** :-

- السوائل أقل انضغاطية من الغازات (علل لذلك) :-

ج- لأن جسيمات السائل متراصة أكثر من الغازات وتنقل الضغط إلى جميع الاتجاهات بصورة متساوية

ملاحظة :- رفع ضغط سائل عند درجة حرارة الغرفة إلى **1000 atm** يقلل حجمه بمقدار **4**%

ويقل حجم غاز تحت نفس الظروف إلى $\frac{1}{1000}$ من حجمه الأصلي

*** قابلية الانتشار :-**

mssuae.com/vb

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

- الانتشار في السوائل أقل من الانتشار في الغازات (علل لذلك) :-

ج- بسبب تقارب جسيمات السائل ووجود قوى تجاذب بين الجسيمات تعوق حركتها

- بزيادة درجة حرارة السائل يزداد انتشاره (علل لذلك) :-

ج- بسبب زيادة معدل الطاقة الحركية ومعدل السرعة للجزيئات

*** التوتر السطحي :-**

هو قوة تميل إلى شد أجزاء من سطح السائل بعضها إلى بعض لتقلص مساحة السطح إلى أقل مقدار ممكن بسبب قوى التجاذب بين جسيمات السائل

- الماء أعلى توتر سطحي بين السوائل **(علل لذلك) :-** بسبب وجود الروابط الهيدروجينية

-علل :- تأخذ قطرات الماء شكلا كرويا

ج- لأن جزيئات السطح لا ترتبط بالهواء فتنسحب نحو بعضها وإلى الداخل مكونة توترا سطحيا عاليا

*** الخاصية الشعرية :-**

انجذاب سطح سائل إلى سطح مادة صلبة والارتفاع في الأنابيب الرفيعة جدا بعكس الجاذبية الأرضية حتى يتوازن التجاذب مع وزن السائل

*** التبخير والغليان :-**

- التبخير :- تحول السائل أو الصلب إلى غاز

- التبخر :- انفلات جسيمات من سطح السائل قبل الغليان لتدخل الحالة الغازية بسبب امتلاك هذه الجسيمات الطاقة الحركية اللازمة لذلك

مثال :- - تبخر الماء العذب من سطح مياه البحار والمحيطات المالحة

- تبخر العرق من الجلد وتبريد الجسم

***تكوين المواد الصلبة :-**

- التجمد :- تحول السائل فيزيائيا إلى مادة صلبة بالتبريد **(علل لذلك):-**

ج- لأن بالتبريد تقل طاقة حركة الجسيمات فتترتب جسيمات السائل بطريقة أكثر انتظاما

mssuae.com/vb

القسم 6 – 2 المواد الصلبة

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

- المواد الصلبة أكثر انتظاما من السائل والغاز (علل لذلك) :-

ج- بسبب قوى التجاذب البينية ثنائية القطب– ثنائية القطب وقوى تشتت لندن والترابط الهيدروجيني مما يربط جسيمات الصلب في مواقعها بشكل ثابت وتظل تهتز حول نقاط معينة فقط

*** أنواع المواد الصلبة :-**

1- مادة صلبة بلورية : - تتكون من بلورات

البلورة : - مادة تترتب فيها الجسيمات بشكل هندسي منتظم متكرر

2- مادة صلبة لا بلورية :- مادة تترتب فيها الجسيمات بشكل عشوائي غير منتظم كالزجاج والبلاستيك

**** خصائص المواد الصلبة ونظرية الحركة الجزيئية :-**

*** شكل وحجم محددان :-** (علل لذلك) :-

ج- لأن جسيماتها متراصة ومترابطة جيدا والفراغات البينية صغيرة جدا (وقد تنضغط ايضا)

- المواد الصلبة البلورية لا تنساب عادة لأن جسيماتها متراصة في مواقع ثابتة

*** درجة انصهار محددة :-**

- الانصهار :- التغير الفيزيائي للمادة بالحرارة من حالة الصلابة إلى حالة السيولة

- درجة الانصهار :- الدرجة التي يصبح فيها الصلب سائلا ..... وعندها تتغلب الطاقة الحركية للجسيمات على قوى التجاذب التي تربطها فتنفلت من مواقعها في بلورة المواد الصلبة البلورية

ملاحظة :- المواد الصلبة اللابلورية لا تمتلك درجة انصهار محددة بل تنساب في مدى محدد من الدرجات

- السوائل فائقة التبريد :- مواد تحتفظ ببعض خصائص السوائل حتى وإن بدت صلبة عند درجة حرارة معينة مثل المواد الصلبة اللابلورية والسبب هو عشوائية ترتيب الجسيمات فيها

- س :- ما الفرق بين السوائل الحقيقية والمواد الصلبة اللابلورية (فائقة التبريد) ؟

ج- أن جسيمات المواد الصلبة اللابلورية لا تغير مواقعها بشكل دائم كما في السوائل الحقيقية

*** كثافة عالية ولاانضغاطية :-**

- المواد الصلبة أعلى كثافة من السوائل والغازات لأن جسيماتها أكثر تراصا

- المواد الصلبة أقل انضغاطا لدرجة اعتبارها غير قابلة للانضغاط

*** معدل انتشار منخفض :-**

المواد الصلبة لها معدل انتشار أبطأ ملايين المرات من السوائل والغازات

- مثال :- صفيحة (النحاس - الخارصين)

**** المواد الصلبة البلورية :-**

- التركيب البلوري :- الترتيب الكلي الثلاثي الأبعاد لجسيمات البلورة

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

- الشبكة البلورية :- نظام هندسي ثلاثي الأبعاد يمثل ترتيب الجسيمات في البلورة وتحتوي على الوحدات الخلوية متراصة بعضها فوق بعض

- وحدة الخلية :- الجزء الأصغر النمطي ثلاثي الأبعاد من النظام الشبكي البلوري للمادة

*** أنواع التماثل الهندسي في البلورات :-**

1- مكعب (فلوريت) **2**- رباعي الشكل (جالكوبيريت) **3**- سداسي الشكل (زمرد)

4- ثلاثي التماثل (كالسيت) **5**- معين متعامد (أرجونايت) **6**- أحادي الانحراف (أوزورايت)

7- ثلاثي الانحراف (رودونايت)

*** قوى الإرتباط في البلورات :-**

- تقسم البلورات إلى أربعة أنواع تبعا لـ (أنواع الجسيمات –الروابط الكيميائية) التي فيها:-

1- البلورات الأيونية :- أيونات سالبة وموجبة مرتبة بانتظام (اتحاد من عناصر المجموعات **16**و**17** مع عناصر المجموعات**1**و**2**) ونظرا للارتباط الشديد بين الأيونات يكون لهذه البلورات خصائص معينة مثل :-

صلدة – سريعة الكسر – لها درجات انصهار عالية – جيدة العزل

2- البلورات التساهمية الشبكية :- ذرات مرتبطة بروابط تساهمية خلال شبكة مثل :-

الماس C_x - الكوارتز $(SiO_2)_x$ - كربيد السليكون $(SiC)_x$ وأكاسيد العناصر الانتقالية

- غالبا ما تكون :- صلدة جدا – سريعة الكسر – درجة الانصهار عالية – موصلة أو شبه موصلة

3- البلورات الفلزية :- ذرات فلز محاطة ببحر من إلكترونات التكافؤ

- ترجع درجة التوصيل الكهربائي لها إلى حرية حركة الإلكترونات الخارجية على كامل البلورة

- درجة انصهار البلورات الفلزية تتباين بشكل كبير

4- البلورات الجزيئية التساهمية :- جزيئات تساهمية مترابطة بقوى بينية (مثل بلورة الثلج)

- في حالة الجزيئات التساهمية غير القطبية توجد قوى تشتت لندن الضعيفة (مثل H_2 , CH_4 , C_6H_6)

- في حالة الجزيئات التساهمية القطبية توجد قوى ثنائية القطب وأحيانا هيدروجينية (مثل H_2O , NH_3)

- لها درجة انصهار منخفضة لأن هذه الروابط أضعف من الروابط التساهمية بين الذرات في الجزيء

**** المواد الصلبة اللابلورية :-** ليس لها شكل منتظم في الطبيعة

– تظل متماسكة وقت طويل وبعضها يميل للانسياب (مثل الزجاج والبلاستيك)

- لها آلاف التطبيقات المهمة في الحياة **(مثل ألياف الزجاج والألياف البصرية التي تستخدم الضوء في نقل المكالمات الهاتفية)**

القسم 6 – 3 تغير الحالة

**** الاتزان :-** حالة ديناميكية يحدث فيها بمعدلين متساويين تغيران متعاكسان ضمن نظام مغلق وفيه يمكن أن تدخل الطاقة أو تخرج ولكن لا يمكن ذلك للمادة

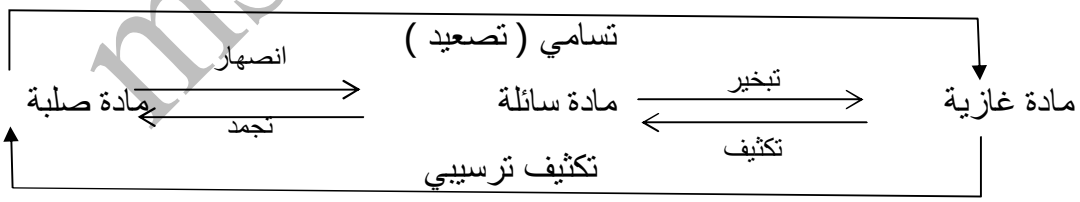
PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

*** الاتزان وتغير الحالة:-**

تغير الحالة		العملية	مثال	
من	إلى		من	إلى
صلبة	سائلة	انصهار	ثلج	ماء
صلبة	غازية	تصعيد (تسام)	ثلج جاف	غاز CO_2
سائلة	صلبة	تجمد	ماء	ثلج
سائلة	غازية	تبخير	بروم سائل	بخار بروم
غازية	سائلة	تكثف	بخار ماء	ماء
غازية	صلبة	تكثف ترسيبي	بخار ماء	ثلج

مثال :- حالة الاتزان في نظام مغلق

حالةُ الاتّزانِ (سائل—بخار) في نظامٍ مغلق. (أ) في البدايةِ يوجدُ السائلُ فقط، لكن الجزيئاتِ تبدأُ بالتبخُّرِ. (ب) يستمرُّ التبخُّرُ بمعدّلٍ ثابت، ثم تأخذُ بعضُ الجزيئاتِ بالتكثُّفِ إلى سائل. (ج) عندما يصبحُ معدّلُ التبخُّرِ مساويًا لمعدّلِ التكثُّفِ تحصلُ حالةُ الاتّزانِ.



ملاحظة : يشار للتغير الإنعكاسي بالرمز ⟷ (أي التغير يحدث في الإتجاهين)

التكثيف :- عملية يتحول فيها الغاز إلى سائل

*** مبدأ لوشاتيليه :-**

عندما يضطرب نظام في حالة اتزان نتيجة عامل مؤثر (مثل : التركيز – الضغط – درجة الحرارة) يتخذ هذا النظام حالة اتزان جديدة تقلل من أثر ذلك العامل إلى الحد الأدنى

*** الاتزان ودرجة الحرارة:-**

تبخير (تغير أمامي)
⟷
تكثيف (تغير عكسي)

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

في هذا الاتزان :- $H_2O_{(g)}$ طاقة حرارية + $H_2O_{(l)}$

1- عند رفع درجة الحرارة : يزداد معدل التغير الأمامي ويزداد التبخير ويتكون $H_2O_{(g)}$ بتركيز أكثر

2- عند خفض درجة الحرارة : يزداد معدل التغير العكسي ويقل التبخير ويتكون $H_2O_{(l)}$ بتركيز أكثر

*** الاتزان والتركيز :-** (عند ثبات الضغط)

في هذا الاتزان :- $H_2O_{(g)}$ طاقة حرارية + $H_2O_{(l)}$ (تبخير (تغير أمامي) ⇌ تكثيف (تغير عكسي)

3- عند زيادة حجم الإناء : يقل تركيز $H_2O_{(g)}$: يزداد معدل التغير الأمامي ويزداد التبخير (يمين)

4- عند تقص حجم الإناء : يزداد تركيز $H_2O_{(g)}$: يزداد معدل التغير العكسي ويقل التبخير (يسار)

5- عند إزالة (نقص تركيز) البخار $H_2O_{(g)}$: يزداد معدل التغير الأمامي ويزداد التبخير (يمين)

6- عند إضافة (زيادة تركيز) البخار $H_2O_{(g)}$: يزداد معدل التغير العكسي ويقل التبخير (يسار)

7- عند إزالة (نقص تركيز) السائل $H_2O_{(l)}$: يزداد معدل التغير العكسي ويقل التبخير (يسار)

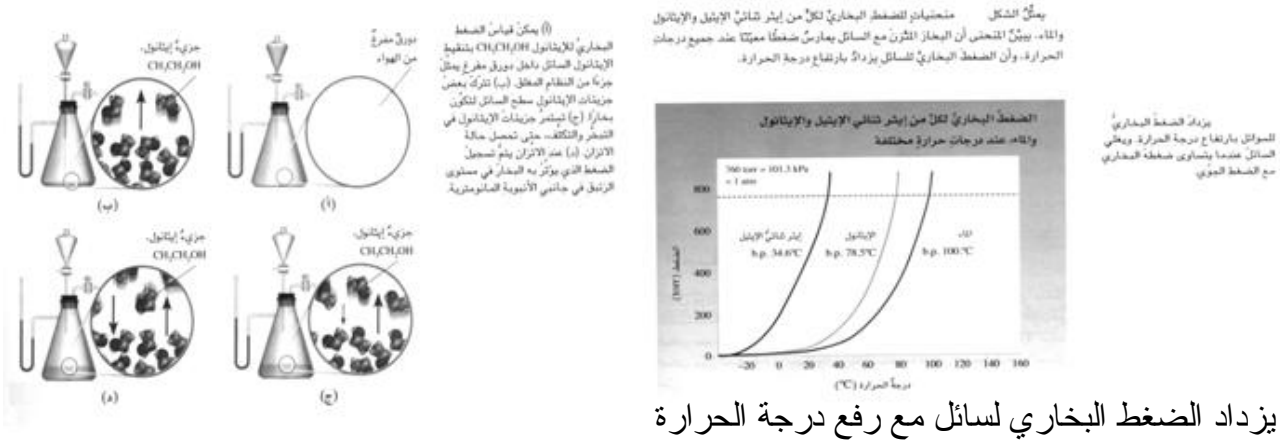
8- عند إضافة (زيادة تركيز) السائل $H_2O_{(l)}$: يزداد معدل التغير الأمامي ويزداد التبخير (يمين)

****الضغط البخاري للسائل :-**

هو الضغط الذي يمارسه بخار في حالة اتزان مع السائل عند درجة حرارة معينة

ويستخدم لذلك جهاز المانومتر

- طريقة قياس الضغط البخاري لسائل :-



- يزداد الضغط البخاري لسائل مع رفع درجة الحرارة

- درجة الغليان :هي الدرجة التي يتساوى عندها الضغط البخاري لسائل مع الضغط الجوي

*** الضغط البخاري ونظرية الحركة الجزيئية :-**

زيادة درجة الحرارة تزيد من عدد الجزيئات التي تكتسب طاقة حركية كافية للإفلات من حالة السيولة إلى الحالة الغازية فيزداد معدل التبخير وبالتالي يزداد الضغط البخاري ومن ناحية أخرى يؤدي ذلك لزيادة معدل التكثف للوصول إلى الاتزان

*** السوائل المتطايرة والسوائل غير المتطايرة :-** (تجربة كحول و ماء)

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

السوائل المتطايرة :- سوائل تتبخر بسرعة لأن قوى الترابط بين جسيماتها ضعيفة (مثل : الإيثر)

السوائل غير المتطايرة :-

سوائل تتبخر ببطء لأن قوى التجاذب بين جسيماتها كبيرة (مثل المركبات الأيونية المنصهرة)

****الغليان :-**

هي عملية تحول السائل إلى بخار وتتم داخل السائل وعلى سطحه ويحدث عند تساوي الضغط البخاري للسائل مع الضغط الجوي

*** درجة غليان سائل :-** الدرجة التي يتساوى عندها الضغط البخاري للسائل مع الضغط الجوي

- عندما يقل الضغط الجوي تقل درجة الغليان والعكس

*** فكرة عمل قدر الضغط :-**

عند زيادة الضغط ترتفع درجة حرارة السائل حتى يتساوى ضغط البخار مع الضغط الجديد ثم يبدأ بالغليان مرة أخرى في درجة حرارة أعلى فيقل بذلك وقت نضج الطعام

*** فكرة عمل قدر التبخير الفراغي :-**

عند خفض الضغط تنخفض درجة حرارة السائل حتى يتساوى ضغط البخار مع الضغط الجديد ثم يبدأ بالغليان مرة أخرى في درجة حرارة أقل (أى عكس فكرة عمل القدر الضاغط)

- يستخدم لإزالة الماء من محاليل الحليب والمحاليل السكرية لتحضير الحليب المجفف أو المكثف أو المحلى عن طريق تقليل الضغط فيغلي الماء عند درجة حرارة منخفضة وينفصل عن الحليب

*** الطاقة والغليان :-**

عند درجة الغليان تبقى الحرارة أو معدل الطاقة الحركية للجسيمات ثابتة وتكون درجة حرارة السائل وبخاره متساوية لذلك تستهلك الطاقة الزائدة من التسخين في التغلب على قوى التجاذب بين جسيمات السائل لتحوله إلى بخار ..... وتختزن هذه الطاقة كطاقة كامنة في البخار

*** الحرارة المولية للتبخير :-**

- هي كمية الحرارة اللازمة لتبخير مول واحد من السائل عند درجة غليانه
- هي مقياس لقوة التجاذب بين جسيمات السائل وتزداد بزيادة قوى التجاذب فبزيادة قوى التجاذب بين الجسيمات نحتاج إلى طاقة أكبر للتغلب عليها
- لكل سائل حرارة مولية للتبخير خاصة به

mssuae.com/vb

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

- علل:- الماء عامل تبريد فعال للجلد (العرق مثلا)

ج- لأن للماء حرارة مولية للتبخير عالية بسبب وجود الروابط الهيدروجينية بين جزيئاته فهو يحمل كميات كبيرة من الحرارة بعيدا عن الجلد فيبرد

- عند درجة الحرارة العالية يزداد عدد الجزيئات التي تمتلك طاقة حركية كافية للإفلات من سطح السائل وتصبح بخارا

**** التجمد والانصهار :-**

*** التجمد :-** عملية التحول الفيزيائي للسائل إلى صلب

*** درجة التجمد العادية :-**

درجة الحرارة التي يكون عندها الصلب والسائل في حالة اتزان تحت

ضغط جوي **1 atm** (**760 torr** أو **101.3 kPa**)

- عند درجة التجمد العادية يكون لجسيمات الصلب والسائل نفس معدل الطاقة الحركية **.... لذلك يكون** فقد الطاقة خلال التجمد فقدا للطاقة الكامنة في السائل ويزداد ترتيب الجسيمات

*** الانصهار :-**

عملية التحول الفيزيائي للصلب إلى سائل ويحدث عند درجة حرارة ثابتة

- في المواد الصلبة البلورية تكون : درجة الانصهار = درجة التجمد

- تبقى درجة حرارة نظام مكون من ماء وثلج ثابت عند **0°C** مهما كانت درجة حرارة الوسط حتى ينصهر ويتحول كل الثلج إلى ماء عندها يمكن رفع درجة حرارة النظام

$$H_2O_{(s)} + \text{طاقة حرارية} \rightleftharpoons H_2O_{(l)}$$

*** الحرارة المولية للانصهار :-**

- هي الطاقة الحرارية اللازمة لصهر مول واحد من الصلب عند درجة حرارة انصهاره

- تعتمد على قوى التجاذب بين جسيمات الصلب فبزيادة الحرارة الممتصة تزداد الطاقة الكامنة للصلب وتتغلب على قوى التجاذب بين الجسيمات

- ينخفض ترتيب الجسيمات انخفاضا كبيرا بالتحول من الحالة الصلبة إلى الحالة السائلة

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

*** التصعيد (التسامى) والترسيب :-**

*** التصعيد (التسامى) :-**

هو التغير من الحالة الصلبة إلى الحالة الغازية دون المرور في الحالة السائلة

*** الترسيب (التكثف الترسيبى):-**

التغير من الحالة الغازية إلى الحالة الصلبة دون المرور في الحالة السائلة

*** أمثلة :-**

الثلج الجاف **CO_2** و اليود و الثلج العادي و الجليد على الأسطح الباردة

تم بحمد الله فله كل الشكر والحمد

لا تنسونا من صالح الدعوات

mssuae.com/vb

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com