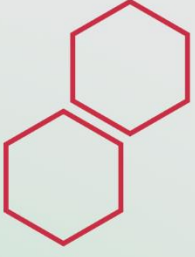
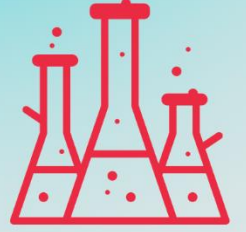


2008



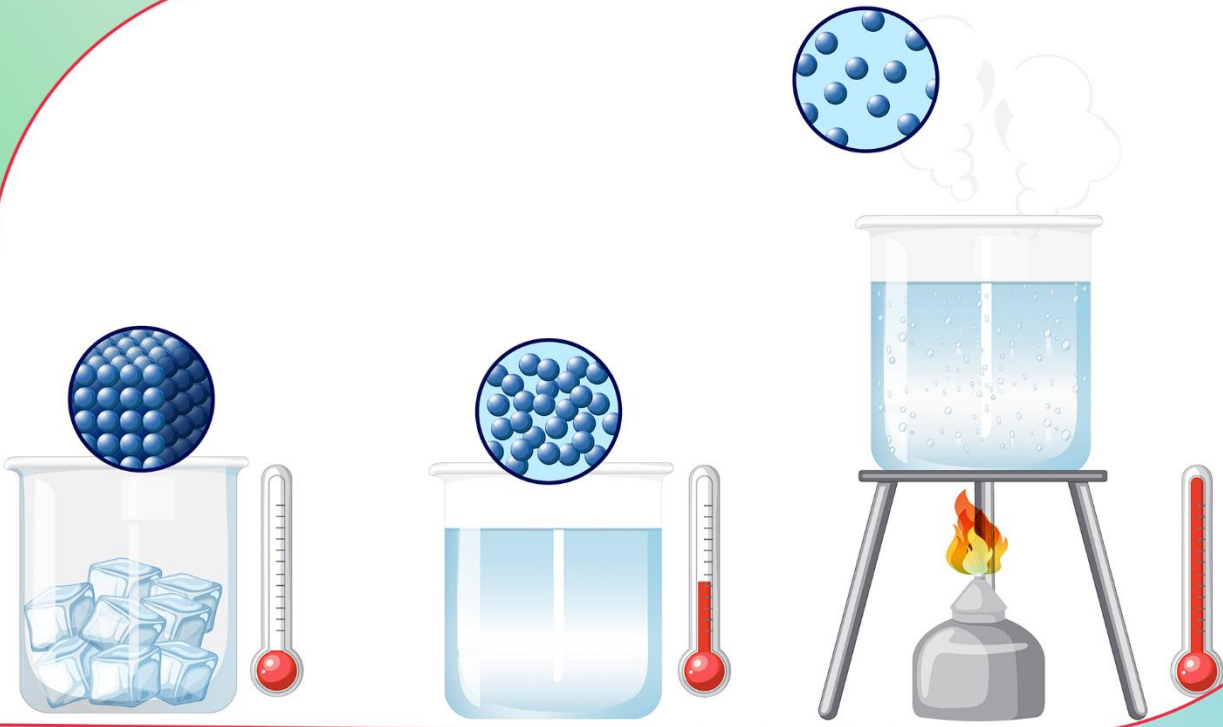
الكيمياء



الصف الثاني عشر - المسار الأكاديمي

01 حالات المادة

t.me/sartawichem



م. مريم السرطاوي

O_2 دوسية أوكسجين

شرح محتوى المنهاج الأردني.. ذو اللمبة وتعزيزات خارجية
أوراق عمل للتدريب .. حلول أسئلة المحتوى



سناكات الكيمياء

tala

Reply

لا تكثرتخطيط

ابدأ ثم طور في الطريق



7



1

6:22 PM

2025-2026



بسم الله الرحمن الرحيم

أحمد الله وأشكره على إنجاز هذا العمل فله الحمد أولاً وآخراً،

طلابي الأعزاء لا بد أن نعي جميعاً أن أي عمل بشري لا يخلو من نقص أو عيب؛

فإن الكمال لله وحده، لذا عليكم تجربة الحساب بأنفسكم للتأكد من النتائج ولتثقوا بقدراتكم العظيمة

بقدر الكدِّ تكتسبُ المعالي ومن طلب العلا سهر الليالي

ومن رام العلا من غير كدٍّ أضع العمر في طلب المحال

تروم العز ثم تنام ليلاً يغوص البحر من طلب اللائي

لمن يتساءل... من أنا؟

المهندسة والمعلمة مريم السرطاوي، درست الهندسة الكيميائية عام 1993 وتخرجت في الجامعة الأردنية بتقدير جيد جداً، درست مادة الكيمياء والعلوم دروساً خصوصية لسنوات عديدة، ثم طرقت باب الأونلاين في تدريس الكيمياء عام 2020 بدءاً من جيل 2005 وكان تدريساً مجانياً لحاجة تلك الفترة من يساهم فيها بعلمه فترة جائحة كورونا" واستمر العهد مع 2005 حتى أنهينا مادة التوجيهي كولنز كاملة على اليوتيوب والحمد لله أولاً وآخراً، فذلك فضل الله يؤتيه من يشاء... وبشهادة كثير من زملاء المهنة كان شرحاً وافياً وممنهجاً يساعد الطالب والمعلم لبلوغ الهدف في مادة الكيمياء بإذن الله تعالى

شغفي لا يتوقف عند الكيمياء وتعلمها وتعليمها، فقد درستُ عام 2007 بكالوريوس الفقه المقارن وأصوله في جامعة المعرفة العالمية بالانتساب وتخرجتُ بتقدير امتياز ولله الحمد والمنة.

لي أربعة أبناء هم وقود استمراري في الحياة لدعمهم بكل ما أستطيع .. أتمنى لهم رغداً من العيش وعافية وصلاحاً في الدين والدنيا..

أين أتواجد وكيفية التواصل؟

أتواجد في مجموعة "سناكات الكيمياء" على الفيسبوك والتيليجرام لأجيب عن استفسارات الطلاب كلما تسنى لي ذلك، مع شكري للمشرفين والمشرفات في سناكات الكيمياء، مجموعة من طلاب الجامعات والمدارس من أجيال عدة يساعدون ويدعمون زملاءهم كلما تسنى لهم ذلك رقمي الواتساب متوفر في صفحتي على الفيسبوك لكنه ليس للرد على أسئلة الكيمياء، بل للتواصل مع الخاصة من طلابي، ولمتابعتهم عندما يلزم ذلك.. لذا أعتذر مسبقاً لمن يبعث ولا يُحصّل الرد.

لماذا يتوفر شرح مجاني شامل؟ وهل يوازي المدفوع؟

إن التعليم المميز للجميع والعلم يُؤتى ولا يأتي، فهلم يا طالب العلم إلى مجدك.

فهذا العمل الورقي والمرئي المشروح على اليوتيوب هو لنفع الطالب في المقام الأول وقد استفاد سابقاً من تلك

الشروحات طلاب كثير وزملاء مهنة ولله الحمد والمنة.. أسأل الله أن يتقبله ويكون حجة لي لا علي.

ستجد يا طالب العلم ما تبتغيه من تلك الشروحات إن نويت الإخلاص في الطلب، وسعيت جهدك، فلا تظنّ العلامة الكاملة تأتي من المعلم؛ بل من توفيق الله لك بعد اجتهادك وسعيك الجاد في الطلب، ليس للمعلم

نصيب من ذلك سوى تلك المعلومات التي أسمعك إياها.

هل أستطيع نشر تلك الشروحات والملفات أو استخدامها في التعليم؟

نعم بالتأكيد ... لكن لا يعني ذلك أنه يحلّ التعديل عليها أو نسبتها لغير صاحبها بإزالة العلامة المائية أو قص صفحاتها أو الهوامش أو نسخها، ومن يفعل ذلك فهو خصيم صاحب الحق إلى يوم القيامة. وختاماً يا من وصلت لهذه النقطة وقرأت كل ذلك.. لا تنس أن تنشر الخير أو تدل عليه... فلا تعلم من يحتاج ذلك.



فهرس وحدة: حالات المادة

الصفحة	الموضوع
	تأسيس مهم وتهيئة لوحدة: حالات المادة
	الدرس الأول: الحالة الغازية [التعريفات]
	خصائص الغازات الفيزيائية ونظرية الحركة الجزيئية
	مقارنة بين الغاز المثالي والحقيقي
	كيماشيك
	ورقة عمل [1]
	قوانين الغازات [بويل - شارل - جاي لوساك - أفوجادرو]
	توافق قوانين الغازات السابقة مع نظرية الحركة الجزيئية
	استراتيجية الحل على قوانين الغازات
	كيماشيك
	ورقة عمل [2]
	القانون الجامع للغازات
	قانون الغاز المثالي
	كيماشيك
	ورقة عمل [3]
	قانون دالتون للضغوط الجزئية
	قانون جراهام للانتشار والتدفق
	كيماشيك
	ورقة عمل [4]
	حل مراجعة الدرس الأول
	فلاش باك الدرس الأول: الحالة الغازية
	الدرس الثاني: الحالة السائلة [التعريفات]
	الخصائص الفيزيائية للسوائل
	التبخر ومنحنى ماكسويل بولتزمان
	ورقة عمل [5]
	التكاثف
	ورقة عمل [6]
	الضغط البخاري
	ورقة عمل [7]
	درجة الغليان
	ورقة عمل [8]





	كيماشيك
	حل مراجعة الدرس الثاني
	فلاش باك الدرس الثاني: الحالة السائلة
	الدرس الثالث: الحالة الصلبة [التعريفات]
	الخصائص الفيزيائية للمواد الصلبة
	المواد الصلبة البلورية وغير البلورية
	المواد الصلبة الجزيئية
	المواد الصلبة الشبكية التساهمية
	المواد الصلبة الفلزية
	المواد الصلبة الأيونية
	كيماشيك
	ورقة عمل [9]
	حل مراجعة الدرس الثالث
	فلاش باك الدرس الثالث: الحالة الصلبة
	حل مراجعة وحدة "حالات المادة"
	حل أسئلة التفكير من كتاب الأنشطة
	ملحق مواضيع الربط، الإثراء والتوسع
	سؤال وجواب: الربط، الإثراء والتوسع

Maram Alam

Reply

حلم طائف سكن قلباً راج
وعقل سائل جاب كُتُباً حائر
وصوت خافت ردد بالذكر قائل "إنا لا نُضيعُ أجرَ من أحسنَ عملاً"
لتهم النفس بالعمل ويطمئن القلب بالذكر
فما أضاع الله أجرَ من أحسن عملاً..❤



8:37 PM



8:31 PM



تهئية وتأسيس الوحدة الأولى: حالات المادة



صلب

سائل

غاز

- المادة: هي كل ما له كتلة ويشغل حيزاً
- صنّف العلماء المواد حسب الحالة الفيزيائية إلى:

1- صلبة 2- سائلة 3- غازية

- مقارنة بين الحالات الفيزيائية تعلمناها من صفوف سابقة:

الحالة الفيزيائية	تقارب الجزيئات وتماسكها	حركة الجزيئات	شكل المادة	حجم المادة
الصلبة	متراصة ومتقاربة جداً	مجرد اهتزازات	ثابت	ثابت
السائلة	متقاربة	تتدفق بسهولة	متغير	ثابت
الغازية	متباعدة	تتحرك باستمرار	متغير	متغير

- العلاقة الرياضية بين المول n والكتلة m والكتلة المولية M_r :

$$n = \frac{m}{M_r}$$

تعلمنا سابقاً أن المول: وحدة دولية تعبر عن الكمية في الكيمياء، تماماً مثل الدرزن 12 قطعة فإن المول عبارة عن 6.02×10^{23} من عدد أفوجادرو (عدد الجسيمات)، فلو قلنا أن 1 مول من الماء سيحتوي كم جسيمات ماء، نقول فيه 6.02×10^{23} جزيء ماء والتي تعادل 18 g.

وهذه الكتلة المولية: يعني كتلة 1 مول من المادة، حيث أن

الكتلة المولية = الكتلة الذرية عددياً، فالكتلة الذرية لعنصر

الصوديوم = 23 amu والكتلة المولية له = 23 g/mol

مثال حسابي: كتلة كوب واحد من الماء الذي تشربه 250 g،

علماً أن الكتلة المولية للماء H_2O تساوي 18 g/mol فكم مولاً

من H_2O في ذلك الكوب الذي تشربه؟

معنا الكتلة المولية $M_r = 18 \text{ g/mol}$ ومعنا الكتلة 250 g، نحسب المولات باستخدام القانون

$$n = \frac{m}{M_r} \Rightarrow n = \frac{250}{18} \approx 14 \text{ mol}$$

كم عدد جسيمات الماء (جزيئات) في ذلك الكوب؟

نستخدم العلاقة الرياضية بين عدد أفوجادرو N_A وعدد الجسيمات N والمولات

$$n = \frac{N}{N_A}$$

$$\Rightarrow N = n \times N_A = 14 \times 6.02 \times 10^{23} = 8.43 \times 10^{24} \text{ جزيئات الماء}$$

الجدول الدوري وأنواع الروابط الكيميائية:

1A																	8A			
1	2											10	11	12	13	14	15	16	17	18
H hydrogen 1.00794	He helium 4.00260											B boron 10.811	C carbon 12.011	N nitrogen 14.0064	O oxygen 15.9994	F fluorine 18.9984	Ne neon 20.180			
Li lithium 6.941	Be beryllium 9.0122											Al aluminum 26.9815	Si silicon 28.0855	P phosphorus 30.9738	S sulfur 32.06	Cl chlorine 35.453	Ar argon 39.948			
Na sodium 22.98976928	Mg magnesium 24.304											Ga gallium 69.723	Ge germanium 72.630	As arsenic 74.9216	Se selenium 78.96	Br bromine 79.904	Kr krypton 83.798			
K potassium 39.0983	Ca calcium 40.078	Sc scandium 44.955912	Ti titanium 47.88	V vanadium 50.9415	Cr chromium 51.9961	Mn manganese 54.938044	Fe iron 55.845	Co cobalt 58.933195	Ni nickel 58.6934	Cu copper 63.546	Zn zinc 65.38	Ga gallium 69.723	Ge germanium 72.630	As arsenic 74.9216	Se selenium 78.96	Br bromine 79.904	Kr krypton 83.798			
Rb rubidium 85.4678	Sr strontium 87.62	Y yttrium 88.905848	Zr zirconium 91.224	Nb niobium 92.90638	Mo molybdenum 95.94	Tc technetium 98	Ru ruthenium 101.07	Rh rhodium 102.9055	Pd palladium 106.42	Ag silver 107.8682	Cd cadmium 112.411	In indium 114.818	Sn tin 118.710	Sb antimony 121.757	Te tellurium 127.6	I iodine 126.90547	Xe xenon 131.29			
Cs cesium 132.90545196	Ba barium 137.327	Hf hafnium 178.49	Ta tantalum 180.94788	W tungsten 183.84	Re rhenium 186.207	Os osmium 190.23	Ir iridium 192.222	Pt platinum 195.084	Au gold 196.966569	Hg mercury 200.59	Tl thallium 204.3833	Pb lead 207.2	Bi bismuth 208.9804	Po polonium 209	At astatine 210	Rn radon 222				
Fr francium [223]	Ra radium [226]	Ac actinoids	Rf rutherfordium	Db dubnium	Sg seaborgium	Bh bohrium	Hs hassium	Mt meitnerium	Ds darmstadtium	Rg roentgenium	Cn copernicium	Nh nihonium	Fl flerovium	Mc moscovium	Lv livermorium	Ts tennessine	Og oganesson			

1- الروابط الأيونية: بين فلز ولافلز (حيث الفلز يفقد إلكتروناته واللافلز يكسب الإلكترونات)

مثال: NaCl ... حيث الصوديوم Na فلز يفقد، والكلور Cl يكسب فتنشأ رابطة أيونية

2- الروابط التساهمية: بين لافلز ولافلز (حيث مشاركة الإلكترونات في الرابطة)

وأنواعها: أحادية H - Cl، ثنائية O = C = O، ثلاثية N ≡ N

ونوع الرابطة الواحدة حسب تداخل الأفلاك (له علاقة بقوة الترابط): إما سيجمما σ أو باي π

كل رابطة أحادية عبارة عن σ وهي قوية وصعبة الكسر أثناء التفاعل الكيميائي

الرابطة الثنائية: فيها 1σ, 1π

الرابطة الثلاثية: فيها 1σ, 2π

3- الروابط الفلزية: بين ذرات نفس الفلز (أيونات الفلز

الموجبة وبحر الإلكترونات سالبة الشحنة)



اللافلزات على يمين الجدول الدوري بالإضافة للهيدروجين

أشبه الفلزات تفصل اللافلزات عن الفلزات: وأشهرها البورون B والسيليكون Si

الفلزات على يسار الجدول (القلوية والقلوية الأرضية) ووسط الجدول (الانتقالية)، وأهمها:

(1) Li Na K (المجموعة الأولى) وشحنتها +1

(2) Mg Ca Sr Ba (المجموعة الثانية) وشحنتها +2 أما Be فلز لكن صعب يفقد، وأسهل يشارك

(3) الألومنيوم Al (المجموعة الثالثة) وشحنته +3

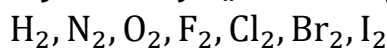
(مهم تحفظ اللافلزات ورقم مجموعتهم وذلك بتخيل مكانهم في الجدول لأنه يسهل عليك

فهم الكيمياء بشكل كبير) وتذكر اللافلزات إما تكسب الإلكترونات أو تشارك.

مهم تعرف ترتيب الغازات النبيلة بالترتيب، وأيضا ترتيب الهالوجينات بالترتيب (ارجع للجدول)

تذكر أن الفلزات كلها تُكتب أحادية الذرة في المعادلات الكيميائية: Na, Fe, Mg, الخ

بينما اللافلزات منها أحادية الذرة ومنها الثنائية ومنها أكثر من ذلك، الأشهر عائلة TWO:



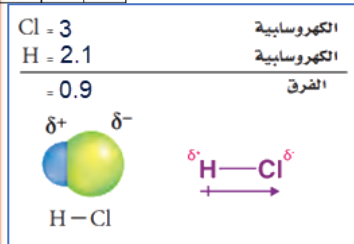
H 2.1																	He ---				
Li 1.0	Be 1.5															B 2.0	C 2.5	N 3.0	O 3.5	F 4.0	Ne ---
Na 0.9	Mg 1.2															Al 1.5	Si 1.8	P 2.2	S 2.5	Cl 3.0	Ar ---
K 0.8	Ca 1.0	Sc 1.3	Ti 1.5	V 1.6	Cr 1.6	Mn 1.5	Fe 1.8	Co 1.8	Ni 1.8	Cu 1.9	Zn 1.6	Ga 1.6	Ge 1.8	As 2.0	Se 2.4	Br 2.8	Kr 3.0				
Rb 0.8	Sr 1.0	Y 1.2	Zr 1.4	Nb 1.6	Mo 1.8	Tc 1.9	Ru 2.2	Rh 2.2	Pd 2.2	Ag 1.9	Cd 1.7	In 1.7	Sn 1.8	Sb 1.9	Te 2.4	I 2.5	Xe 2.6				
Cs 0.7	Ba 0.9	La-Lu 1.1-1.2	Hf 1.3	Ta 1.5	W 1.7	Re 1.9	Os 2.2	Ir 2.2	Pt 2.2	Au 2.4	Hg 1.9	Tl 1.8	Pb 1.8	Bi 1.9	Po 2.0	At 2.2	Rn ---				
Fr 0.7	Ra 0.9	Ac-No 1.1-1.7																			

مصطلح القطبية والكهروسلبية:

- الرابطة التساهمية إما قطبية أو غير قطبية.
- نحدد قطبية الرابطة بحساب الفرق في السالبية الكهربائية
- السالبية الكهربائية: قدرة الذرة على

جذب إلكترونات الرابطة نحوها، فهناك ذرة تجذب الإلكترونات بقوة أكبر من الأخرى، ونتيجة لذلك تتكوّن شحنات جزئية سالبة وموجبة على الطرفين

إليك قواعد بسيطة (مهمة للوحدة 1 و 5) بخصوص الكهروسلبية:



1- تزداد السالبية الكهربائية في الدورة من اليسار إلى اليمين وفي المجموعة كلما اتجهنا لأعلى (F>Cl>Br>I)

2- أعلى العناصر سالبية كهربائية: فلور - أكسجين - نيتروجين ثم الكلور ومهم أن تحفظ

هذه العلاقة FON على الترتيب (فون) ثم Cl

3- اللافلزات أعلى سالبية كهربائية من الفلزات وأشباه الفلزات، حيث اللافلزات تميل إلى كسب الإلكترونات بينما الفلزات تميل إلى الفقد

الفلزات والأشباه > اللافلزات

4- الهيدروجين يتوسط الفلزات واللافلزات في السالبية الكهربائية

الفلزات والأشباه > H > اللافلزات

5- الرابطة بين C-H قطبيتها ضعيفة جداً وبالتالي نقول تلك الرابطة غير قطبية.

6- أشباه الفلزات مثل البورون B والسيليكون Si (أكثرها وروداً في الأمثلة) < الفلزات

7- اللافلزات: راجعها وهي 11 عنصر مهم حفظه والأكثر وروداً في الأمثلة

كربون، نيتروجين وفسفور، أكسجين وكبريت وسيلينيوم، فلور وكلور وبروم ويود، وأخيراً الهيدروجين

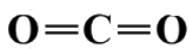
8- تزداد قطبية الرابطة بزيادة فرق السالبية الكهربائية [والكثافة الإلكترونية تتركز ناحية الشحنة الجزئية السالبة]

9- فرق أقل من 0.4 معناه رابطة غير قطبية، ومن 0.4-2 تساهمية قطبية وفوق 2 أيونية

10- فرق سالبية كهربائية = صفر، معناه جزيء نقى، مثل O₂

- 1) المجموعة الرابعة 4e: الكربون، السيليكون، أربع روابط [دائماً مركزية]
- 2) المجموعة الخامسة 5e: النيتروجين، الفسفور: ثلاث روابط ويبقى زوج غير رابط
- 3) المجموعة السادسة 6e: الأكسجين، الكبريت: رابطتان، ويبقى زوجين غير رابط
- 4) المجموعة السابعة 7e: الهالوجينات: عادة رابطة واحدة، إلا لو كانت مركزية باستثناء الفلور [فهو دائماً طرفي]
- 5) البورون من المجموعة الثالثة 3e: 3 روابط [يستقر بأقل من الثمانية]
- 6) البريليوم من المجموعة الثانية 2e: رابطتان [يستقر بأقل من الثمانية]
- 7) الهيدروجين من المجموعة الأولى 1e: رابطة [دائماً طرفي]

💡 **مثال توضيحي 1:** هل CO_2 قطبي أم غير قطبي؟



- 1- المركزية هي C
- 2- نمذ أربع روابط
- 3- الأكسجين 0 على الأطراف: نمذ رابطتان إلى الكربون
- 4- لا توجد أزواج غير رابطة على المركزية C
- 5- الشكل AX2 يعني خطي، وهو متماثل الشكل أيضاً متماثل الأطراف، غير قطبي

💡 **مثال توضيحي 2:** هل F_2O قطبي أم غير قطبي؟



- 1- المركزية هي O
- 2- نمذ رابطتين
- 3- الفلور طرفي، كل واحدة من جهة ونمد منها رابطة
- 4- يبقى على 0 زوجين غير رابط من الإلكترونات
- 5- الشكل AX2E2 يعني منحني، وهو غير متماثل الشكل، قطبي

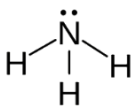
💡 **مثال توضيحي 3:** هل CH_3OH قطبي أم غير قطبي؟

وجود 0 في مركب CH هيدروكربوني، فوراً نمنفه إلى مركب قطبي.

💡 **مثال توضيحي 4:** هل $CH_3CH_2CH_3$ قطبي أم غير قطبي؟

مركب CH هيدروكربوني، فوراً نمنفه إلى مركب غير قطبي

💡 **مثال توضيحي 5:** هل NH_3 قطبي أم غير قطبي؟



- 1- المركزية هي N
- 2- نمذ ثلاث روابط
- 3- الهيدروجين طرفي، كل واحدة من جهة ونمد منها رابطة
- 4- يبقى على N زوج غير رابط من الإلكترونات
- 5- الشكل AX3E يعني هلام ثلاثي، وهو غير متماثل الشكل، قطبي

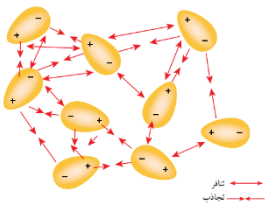
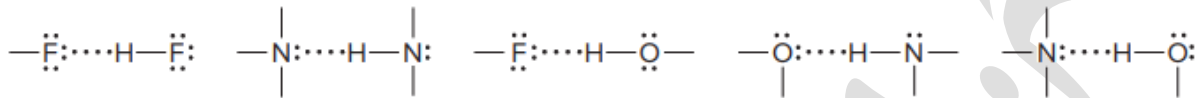
أنواع قوى التجاذب بين الجزيئات:

أنواعها ثلاثة: وهي التي تؤثر على الخصائص الفيزيائية، وترتيب قوتها:

الروابط الهيدروجينية < قوى ثنائية القطب < قوى لندن

أ- الروابط الهيدروجينية: موجودة في بعض الجزيئات القطبية التي لها صفة خاصة:

رابطة تساهمية داخل الجزيء H-F , H-O , H-N .. فتنشأ القوى الهيدروجينية بين ذرة الهيدروجين في تلك الرابطة وبين ذرة ذات سالبية كهربائية عالية F, O, N في جزيء آخر.



ب- قوى ثنائية القطب: تنشأ بين الجزيئات القطبية

ج- قوى لندن [استقطاب لحظي]: موجودة في كل الجزيئات لكنها

تظهر بوضوح بين الجزيئات غير القطبية مثل المركبات

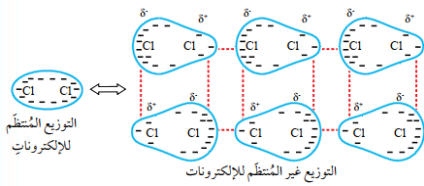
الهيدروكربونية، وبين ذرات الغازات النبيلة [الخاملة]:

الهيليوم He والنيون Ne والأرغون Ar والكربتون Kr، وتتأثر

تلك القوى بعوامل:

- كلما زادت الكتلة المولية زادت قوى لندن

- كلما زاد طول السلسلة وقل التفرع زادت قوى لندن، والعكس صحيح



كلما ازدادت قوى التجاذب كلما اقتربت الجزيئات إلى بعضها وتماسكت فتحولت من حالة

فيزيائية إلى أخرى، فإذا ضعفت تلك القوى فإن الجزيئات تتباعد، ولذا نقول قوى التجاذب في

الغازات شبه معدومة، وأقواها الموجودة في الحالة الصلبة.

الخصائص الفيزيائية تتأثر بقوى التجاذب بين الجزيئات، من تلك الخصائص:

1- الحالة الفيزيائية (غاز، سائل، صلب)

2- درجة الغليان

3- درجة الانصهار

4- الضغط البخاري

5- التبخر والتكاثف

6- الذائبية

سندرس كل ذلك في تلك الوحدة إن شاء الله تعالى، أما الذائبية سندرسها في وحدة المحاليل...

فاستعن بالله ولا تعجز... وتذكر عزيزي الطالب:

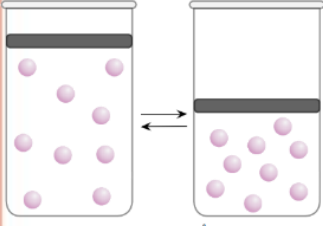
إذا لم يكن عونٌ من الله للفتى ... فأولُ ما يجني عليه اجتهادهُ

الدرس الأول: الحالة الغازية

تعريفات الدرس الأول:

- **نظرية الحركة الجزيئية:** نظرية تصف سلوك جسيمات المادة اعتماداً على أنها في حركة دائمة ومستمرة وقد فسّرت النظرية سلوك المواد الصلبة والسائلة والغازية اعتماداً على الطاقة الحركية للجسيمات وقوى التجاذب بينها
- **الغاز المثالي:** غاز افتراضي حجم جسيماته يساوي صفرًا وقوى التجاذب بينها معدومة
- **القابلية للانضغاط:** تقارب الجسيمات عند التأثير فيها بضغط، فيقل الحجم الذي تشغله
- **التصادمات المرنة:** تصادمات بين جسيمات يبقى مجموع الطاقة الحركية خلالها محفوظاً
- **قانون بويل:** حجم كمية محددة من الغاز المحصور يتناسب عكسيًا مع ضغطه عند ثبات درجة حرارته
- **قانون شارل:** حجم كمية محددة من الغاز المحصور يتناسب طرديًا مع درجة حرارته المطلقة عند ثبات ضغطه
- **قانون جاي - لوساك:** ضغط كمية محددة من الغاز المحصور يتناسب طرديًا مع درجة حرارته المطلقة عند ثبات حجمه
- **القانون الجامع:** قانون يصف العلاقة بين حجم كمية محددة من الغاز المحصور وضغطه ودرجة حرارته المطلقة
- **قانون أفوجادرو:** الحجم المتساوية من غازات تحتوي على عدد الجسيمات نفسه عند الظروف نفسها من الضغط ودرجة الحرارة
- **قانون الغاز المثالي:** العلاقة $PV=nRT$ التي تصف سلوك الغاز المثالي
- **الحجم المولي:** حجم مول واحد من الغاز في الظروف المعيارية
- **الانتشار:** حركة الجسيمات من المنطقة الأعلى تركيزًا إلى المنطقة الأقل تركيزًا
- **التدفق:** تسرب الغاز المضغوط من فتحة صغيرة
- **الضغط الجزئي للغاز:** الضغط الذي يؤثر به الغاز في خليط من الغازات غير المتفاعلة
- **قانون دالتون للضغوط الجزئية:** الضغط الكلي لخليط من الغازات غير المتفاعلة يساوي مجموع الضغوط الجزئية للغازات المكوّنة للخليط
- **قانون جراهام:** معدل سرعة تدفق الغاز يتناسب عكسيًا مع الجذر التربيعي لكتلته المولية

الخصائص الفيزيائية للغازات



قابلية الغازات للانضغاط.

■ الخصائص الفيزيائية للمادة في الحالة الغازية:

[1] حجم الغاز = نفس حجم الوعاء الذي هو فيه **والسبب:** لأن الغاز يتمدد وينتشر ليملاً الوعاء الذي يوضع فيه.

[2] قابل للانضغاط، فإذا زاد الضغط المؤثر عليه يقل حجمه [خاصية تنفرد بها الغازات]

[3] يختلط الغاز مع غيره من الغازات ليشكل خليطاً متجانساً [خاصيتي الانتشار والتدفق]

? **فسر: تتشابه الغازات في سلوكها الفيزيائي ولها خصائص مميزة متشابهة رغم أنها تتكون من**

جسيمات مختلفة في الخصائص

لأن جسيمات الغاز متباعدة جداً وقوى التجاذب بينها شبه معدومة [كما درسنا سابقاً في الصف الأول ثانوي أكاديمي أن القوى بين الجزيئات أضعف ما يكون في الحالة الغازية]

نظرية الحركة الجزيئية

■ قام العلماء بعدة تجارب لفهم سلوك الغاز المحصور واستخدموا متغيرات وثوابت في كل مرة مثل: الضغط P والحجم V ودرجة الحرارة المطلقة T وعدد المولات n ليستخرجوا قوانين تتعلق بكل حالة، تسمى قوانين الغازات.

■ ومن ثم طوّر العلماء نظرية سمّيت نظرية الحركة الجزيئية التي تفسر سلوك المواد الصلبة والسائلة والغازية اعتماداً على الطاقة الحركية للجسيمات وقوى التجاذب بينها.

■ وتم استخدام تلك النظرية لفهم سلوك الغازات وخصائصها الفيزيائية لكن مع افتراض غاز مثالي حتى نستطيع تطبيق قوانين الغازات عليه.

? **وضح صفات الغاز المثالي:**

[1] غاز افتراضي

[2] حجم جسيماته صفر

[3] قوى التجاذب بين جسيماته معدومة، فلا يمكن إسالته

[4] تنطبق عليه بنود نظرية الحركة الجزيئية وقوانين الغازات.

? **ما هي بنود نظرية الحركة الجزيئية؟**

[1] تتكوّن الغازات من جسيمات [جزيئات أو ذرات] متناهية في الصغر [مهملة

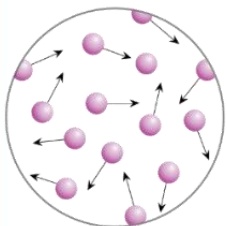
الحجم] ومتباعدة جداً لدرجة أن معظم الحجم الذي يشغله الغاز فراغ

[2] تتحرك جسيمات الغازات حركة مستمرة عشوائية وسريعة في جميع

الاتجاهات وبخطوط مستقيمة

[3] تتصادم جسيمات الغازات فيما بينها، كما تتصادم مع جدار الإناء تصادمات

مرنة



الحركة العشوائية لجسيمات الغاز.

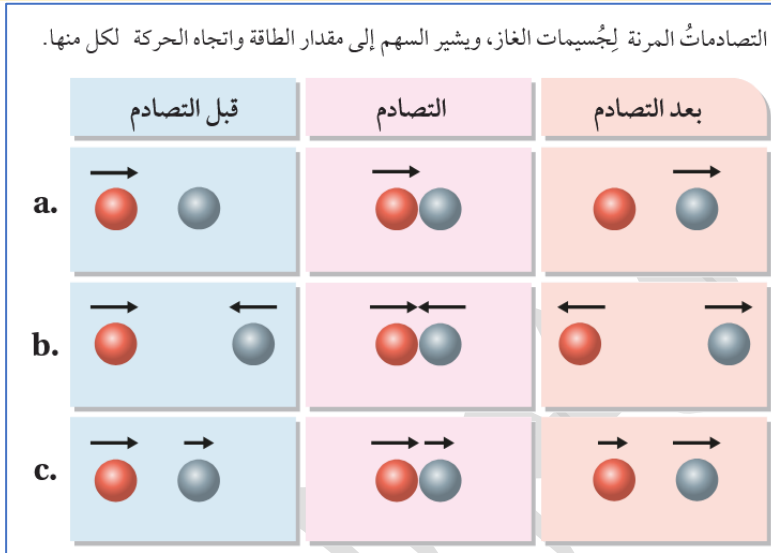


[4] قوى التجاذب بين جسيمات الغاز المثالي معدومة

[5] يعتمد متوسط الطاقة الحركية لجسيمات الغاز على سرعتها التي تزداد بزيادة درجة الحرارة

وتقل بنقصانها: $K \propto T$

نفهم من ذلك أن كل جسيم له سرعة وطاقة حركية مختلفة، أما متوسط الطاقة الحركية فهو متساو لجميع الجسيمات عند درجة حرارة معينة، إذا اختلفت الحرارة سيختلف متوسط الطاقة الحركية



? **فسر: معظم الحجم الذي يشغله الغاز فراغ**

لأن جسيمات الغاز من جزيئات أو ذرات متناهية الصغر، متباعدة جداً فيصبح بينها فراغات كبيرة

? **فسر: الكثافة المنخفضة للغازات مقارنة بالسوائل**

لأن معظم الحجم الذي يشغله الغاز فراغ

? **فسر: قابلية الغازات للانضغاط بسهولة**

لأن معظم الحجم الذي يشغله الغاز فراغ

? **فسر: تتميز الغازات بخاصيتي التدفق والانتشار**

لأن جسيمات الغاز تتحرك حركة مستمرة وعشوائية سريعة في

جميع الاتجاهات وبخطوط مستقيمة فهذا يكسبها طاقة حركية تتغلب على قوى التجاذب بينها فتتدفق وتنتشر.

? **فسر: مجموع الطاقة الحركية التي تمتلكها جسيمات الغاز المثالي يبقى محفوظاً عند الحرارة**

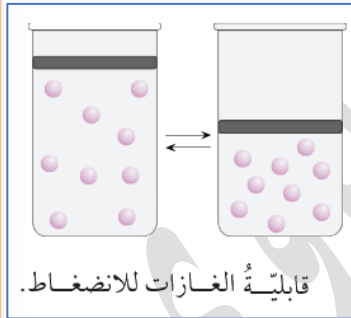
نفسها

لأن تصادمات الجسيمات مرنة ولو حدث تبادل للطاقة بينها فجسيم يفقد وآخر يكسب فيبقى

المجموع محفوظاً عند نفس درجة الحرارة، انظر: صورة التصادمات المرنة

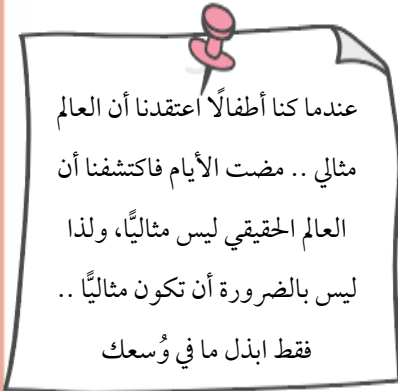
? **فسر: لا يمكن إسالة الغاز المثالي مهما زاد الضغط المؤثر عليه أو انخفضت درجة حرارته**

لأن قوى التجاذب بين جسيمات الغاز المثالي معدومة



مقارنة بين الغاز المثالي والحقيقي

- في الظروف العادية متشابهان ولهما نفس السلوك [فجسيمات الغاز الحقيقي متباعدة والمسافات كبيرة جداً وقوى التجاذب بينها شبه معدومة]
- لكن إذا زادت قوى التجاذب بين جسيمات الغاز الحقيقي عند الظروف نفسها من الضغط ودرجة الحرارة، سينحرف عن سلوك الغاز المثالي.
- أيضاً عند زيادة الضغط المؤثر على الغاز الحقيقي أو خفض درجة حرارته، سينحرف في سلوكه عن سلوك الغاز المثالي.
- كلما زادت قوى التجاذب، أو زاد الضغط، أو انخفضت درجة الحرارة زاد الانحراف.



؟ فسر تنحرف الغازات الحقيقية عن سلوك الغاز المثالي عند زيادة الضغط أو خفض درجة الحرارة أو زيادة قوى التجاذب.

- [1] المسافات بين الجسيمات تقل ويزداد التقارب وتنشأ قوى تجاذب
 - [2] تقل السرعة والحركة العشوائية [تقل الطاقة الحركية] وبالتالي لن تستطيع تلك الطاقة من التغلب على قوى التجاذب
 - [3] مع تقارب الجسيمات أكثر وتغلب قوى التجاذب يتحول الغاز إلى سائل
- بينما الغاز المثالي حسب نظرية الحركة الجزيئية: قوى التجاذب معدومة فلا يمكن إرسالته مهما زاد الضغط وانخفضت الحرارة

مقارنة بين سلوك الغاز المثالي والحقيقي طبقاً لنظرية الحركة الجزيئية في ظروف معينة

الغاز الحقيقي	الغاز المثالي
<p>[1] قوى تجاذب شبه معدومة</p> <p>[2] تصادم غير مرن في لحظة ما</p> <p>[3] يمكن إرسالته في ظروف معينة بفعل قوى التجاذب التي تقلل من سرعة الجسيمات وتحرفها عن مسارها</p>	<p>[1] قوى تجاذب معدومة</p> <p>[2] تصادم مرن في كل الأحوال</p> <p>[3] لا يمكن إرسالته</p>
<p>غاز حقيقي</p> <p>في اللحظة التالية</p> <p>في لحظة ما</p> <p>تجاذب بين الجسيمات</p> <p>تصادم غير مرن</p>	<p>غاز مثالي</p> <p>في اللحظة التالية</p> <p>في لحظة ما</p> <p>تصادم مرن</p>



مثال ص12: قوى التجاذب بين غاز الهيليوم He: قوى لندن وهي ضعيفة جدا فيشبه سلوكه سلوك الغاز المثالي، لكن عند زيادة الضغط وخفض درجة حرارته على نحو كبير، فإن ذراته تتقارب وتقل طاقتها الحركية ويزداد التجاذب في ما بينها فيتحوّل من غاز إلى سائل، وهكذا انحرف عن سلوك الغاز المثالي

؟ أتحقق ص12: ما الظروف التي يكون سلوك الغاز الحقيقي عندها أقرب إلى سلوك الغاز المثالي؟

كلما زادت درجة الحرارة وقل الضغط المؤثر على الغاز فالجسيمات تتباعد وتزداد الطاقة الحركية التي تتغلب على قوى التجاذب وبالتالي يصبح الغاز الحقيقي أقرب إلى سلوك الغاز المثالي

؟ أفكر ص12: أي الغازين Ne أم NH₃ تتوقع أن يكون أقرب في سلوكه إلى الغاز المثالي عند الظروف نفسها؟

لو افترضنا أن الظروف نفسها هي درجة حرارة الغرفة: فكلاهما غاز، لكن عند تحديد قوى التجاذب فإننا نبحث عن أقوى أو أضعف قوى تجاذب بين الجزيئات بشكل عام، أضعف قوى = أقرب للمثالي. قوى التجاذب بين ذرات غاز النيون Ne هي قوى لندن، بينما القوى بين جزيئات الأمونيا NH₃ هي الروابط الهيدروجينية، والثانية أقوى من الأولى، أي أن غاز النيون قواه أضعف في الظروف نفسها فهو الأقرب لسلوك الغاز المثالي

فائدة مهمة [تعزيز خارجي]: عند المقارنة بين غازات أيها أقرب لسلوك الغاز المثالي:

■ [1] عند تشابه الظروف، وتقارب الكتلة المولية، لكن اختلفت القوى، فالأقرب هو الأضعف قوى تجاذب، وغالباً سيكون مركباً غير قطبي (فيه قوى لندن)
مثال: أيهما أقرب لسلوك الغاز المثالي: CH₄ أم NH₃ علماً أن كتلتها المولية متقاربة وهما عند نفس الظروف من الضغط ودرجة الحرارة؟
CH₄ هو الأقرب لأنه غير قطبي والقوى بين جزيئاته هي قوى لندن.

■ [2] عند تشابه القوى والظروف، فالأقرب للمثالي:

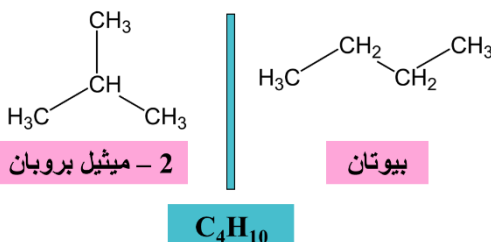
- حجم جزيئاته أقل [سلسلة أقصر وأكثر تفرع]
- أو أقل عدد إلكترونات، يعني أقل في الكتلة المولية.
- أو أقل عدد روابط هيدروجينية، أو الأضعف قطبية

مثال: أيهما أقرب لسلوك الغاز المثالي: لمتصاوغات

البيوتان C₄H₁₀ عند نفس الظروف من الضغط ودرجة

الحرارة؟ كلاهما فيه قوى لندن لكن الأضعف هو

2-ميثيل بروبان وبالتالي هو الأقرب لسلوك المثالي.



مثال: أيهما الأقرب للمثالي الهيليوم ${}^2\text{He}$ أم الكربتون ${}_{36}\text{Kr}$ ؟ كلاهما فيه قوى لندن وبالتأكيد الأقل كتلة مولية هو الأقرب للمثالي وهو الهيليوم [ضروري تكون حافظ ترتيب الغازات النبيلة]

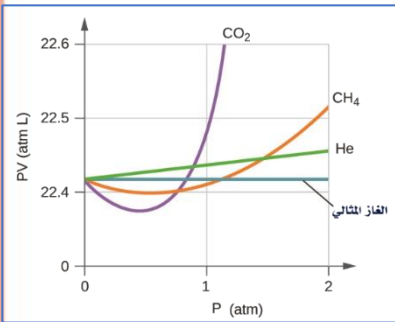
مثال: أيهما الأقرب للمثالي عند نفس درجة الحرارة: بخار الماء H_2O أم فلوريد الهيدروجين HF ؟ كلاهما فيه قوى هيدروجينية لكن الماء يكون روابط أكثر وبالتالي تجاذبه أكبر فهو الأبعد عن سلوك المثالي، بالتالي HF هو الأقرب

■ [3] عند اختلاف الظروف من الضغط ودرجة الحرارة، فالأقرب هو الأعلى درجة حرارة وأقل ضغط

مثال: أيهما الأقرب للمثالي هل غاز الأوكسجين عند ضغط 1 atm ودرجة حرارة 500K أم عند ضغط 5 atm ودرجة حرارة 100K ؟

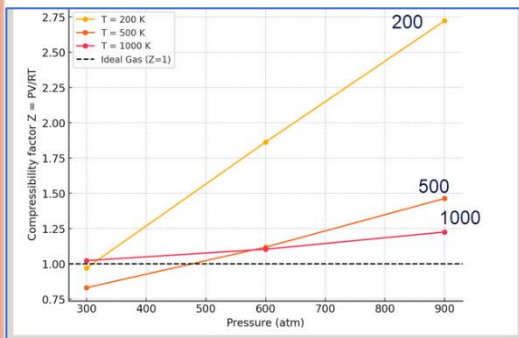
بالتأكيد عند درجة الحرارة الأعلى والضغط الأقل (500K, 1 atm)، يعني الحالة الأولى

كيماشيك محلول [قدرات عليا]



بالنظر إلى الرسم المقابل، حدد الغاز الأقرب إلى سلوك المثالي عندما يزداد الضغط.

غاز الهيليوم He هو الأقرب لأنه الأقل انحرافاً عن خط الغاز المثالي.



بالنظر إلى الرسم المقابل وجدول البيانات، تم استخدام غاز

معين عند درجات حرارة مختلفة وضغوط مختلفة تبقيه في الحالة الغازية، تبين أن ذلك الغاز الحقيقي ينحرف عن سلوك الغاز المثالي كلما كانت قيمة $\frac{PV}{RT}$ أقل أو أكبر من 1 حيث أن P الضغط و V الحجم و T درجة الحرارة بالكلفن متغيرات و R ثابت الغاز العام [كل ذلك

ستتعلمه لاحقاً في قوانين الغازات]

1- حدد الظروف التي سيكون فيها سلوك الغاز أقرب لسلوك الغاز المثالي.

عند 1000K، 300 atm يعني أعلى درجة حرارة وأقل ضغط مؤثر.

2- بالنظر إلى جدول البيانات المجاور، حدد الظروف التي ينحرف فيها الغاز الحقيقي أكبر ما يمكن عن سلوك الغاز المثالي

عند 200K، 900 atm يعني أقل درجة حرارة وأعلى ضغط مؤثر.

P = 900 atm	P = 600 atm	P = 300 atm	T (K)
2.72	1.86	0.97	200
1.46	1.12	0.83	500
1.23	1.10	1.02	1000

ورقة عمل [1]

[1] الغاز الافتراضي الذي تنطبق عليه جميع قوانين الغازات تحت كل الظروف وبلا حيود هو:

(a)	المُسال	(b)	الحقيقي
(c)	النبيل	(d)	المثالي

[2] السبب الذي يجعل الغاز المثالي غير قابل للإسالة:

(a)	لأن درجة حرارته عالية جداً	(b)	لأن جسيماته تتحرك في خطوط مستقيمة
(c)	لأن كثافته منخفضة مقارنة بالسوائل	(d)	لأن قوى التجاذب بين جسيماته معدومة

[3] أي الغازات الآتية تتوقع أن يكون سلوكها أقرب إلى سلوك الغاز المثالي عند الظروف نفسها:

(a)	الأمونيا NH_3	(b)	بخار الماء H_2O
(c)	الهيليوم He	(d)	الميثان CH_4

[4] السبب المباشر لقدرة الغازات على الانضغاط بسهولة مقارنة بالسوائل:

(a)	تكوُّنها من جسيمات نشطة التفاعل	(b)	جسيماتها سريعة جداً
(c)	معظم حجم الغاز فراغ	(d)	تدفقها بسهولة

[5] السبب الذي يفسر عدم تغير مجموع الطاقة الحركية لجسيمات الغاز المثالي عند ثبات

درجة الحرارة:

(a)	التصادمات بين جسيماته غير مرنة	(b)	الطاقة الحركية تعتمد على الكتلة فقط
(c)	الطاقة الحركية محفوظة رغم التصادم	(d)	الجسيمات لا تتصادم مع بعضها

[6] العامل الذي يجعل غاز النيون Ne أقرب لسلوك الغاز المثالي مقارنة بالأمونيا NH_3 هو:

(a)	تقارب جسيمات النيون	(b)	قوى التجاذب أضعف في النيون
(c)	ارتفاع الكتلة المولية للنيون	(d)	كثافة النيون العالية

[7] الغاز النبيل الذي يُتوقع أن ينحرف أكثر عن سلوك الغاز المثالي عند الظروف نفسها، هو:

(a)	الهيليوم He	(b)	النيون Ne
(c)	الكربتون Kr	(d)	الآرغون Ar

[8] عند انخفاض درجة الحرارة وارتفاع الضغط ينحرف الغاز الحقيقي عن السلوك المثالي

بسبب:

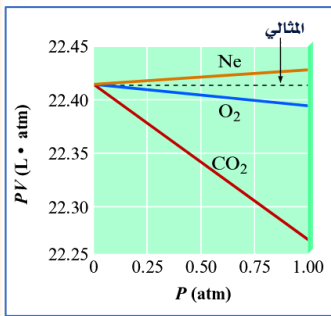
(a) تناقص حجم الجسيمات الفعلي	(b) زيادة تصادم الجسيمات مع جدار الإناء
(c) زيادة الطاقة الحركية للجسيمات	(d) تقارب الجسيمات وظهور قوى تجاذب

[9] إذا أردنا تقليل انحراف سلوك الغاز الحقيقي عن سلوك الغاز المثالي، فأفضل الظروف هي:

(a) ضغط مرتفع ودرجة حرارة منخفضة	(b) ضغط منخفض ودرجة حرارة مرتفعة
(c) ضغط مرتفع ودرجة حرارة منخفضة	(d) ضغط منخفض ودرجة حرارة منخفضة

[10] السبب الذي يدفع جسيمات الغاز للتحرك في خطوط مستقيمة وسرعة عالية، هو:

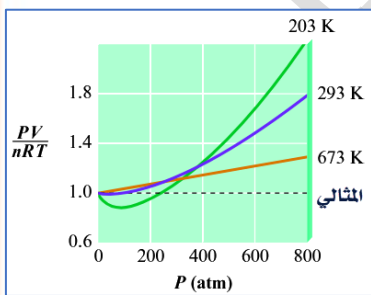
(a) جسيماته متناهية في الصغر	(b) قوى التجاذب ضعيفة جداً
(c) الغاز لا يمتلك طاقة حرارية	(d) جسيماته ذات كثافة منخفضة



تحدّ: ترتيب الغازات في الرسم المجاور حسب انحرافها عن سلوك

الغاز المثالي، هو:

(a) $Ne < O_2 < CO_2$	(b) $O_2 < Ne < CO_2$
(c) $CO_2 < O_2 < Ne$	(d) $Ne < CO_2 < O_2$



تحدّ: في الرسم التالي غاز حقيقي عند درجات حرارة مختلفة،

فإن درجة الحرارة (K) التي يكون فيها انحرافه عن سلوك المثالي

أقل ما يمكن، هي:

(a) 203	(b) 293
(c) 273	(d) 673

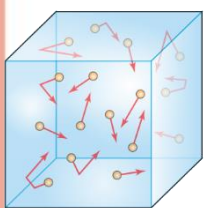
تحدّ: متوسط الطاقة الحركية لجزيئات غاز عند درجة حرارة $27^\circ C$ يساوي $6.21 \times 10^{-21} J$ ، فإن

متوسط الطاقة الحركية لنفس الجزيئات عند درجة حرارة $127^\circ C$ يُتوقع أن يساوي:

(a) $6.21 \times 10^{-21} J$	(b) $1.32 \times 10^{-21} J$
(c) $8.28 \times 10^{-21} J$	(d) $4.66 \times 10^{-21} J$

قوانين الغازات [بويل - شارل - جاي لوساك - أفوجادرو]

- ربط العلماء عدة متغيرات بعلاقة رياضية تُعرف باسم قانون الغاز المثالي Ideal Gas Law: $PV = nRT$
- قانون الغاز المثالي مشتق من عدة علاقات رياضية سابقة تم استنتاجها من تجارب عملية قام بها العلماء: 1- بويل 2- شارل 3- جاي-لوساك 4- أفوجادرو
- المتغيرات التي عملوا عليها في التجارب هي: ضغط الغاز P ، حجمه V ، عدد المولات n ، درجة الحرارة T
- يعتمد ضغط P كمية محددة n من غاز ما على عاملين: حجم V الغاز ودرجة حرارته T
- ضغط الغاز: ينشأ من تصادم مستمر لجزيئات الغاز بجدار الإناء الداخلي فهو القوة المؤثرة في وحدة المساحة
- atm وحدة ضغط جوي و L وحدة الحجم باللتر، الوحدات المستخدمة في منهاجنا للثابت R الموجود في القانون العام وسنأتي على ذكره لاحقاً.
- كلفن K هي الوحدة المستخدمة لدرجة الحرارة، وتسمى المطلقة، وفي كل قوانين الغازات لا بد من استخدامها بوحدة كلفن وليس بوحدة المئوية أو السيلسيّة.



تحويلات درجة الحرارة والحجم والضغط:

الضغط	الحجم	درجات الحرارة
1 atm = 760 mmHg ملمتر زئبق	1 L = 1000 mL	$T_K = T_C + 273$
1 atm = 101.3 kPa كيلوباسكال	1 mL = 1 cm ³ 1 m ³ = 1000 L	درجة الحرارة المطلقة تكون بالكلفن وهي المستخدمة في قوانين الغازات

مثال ص13: قيس ضغط الغاز في أسطوانة غاز، فوجد أنه يساوي 798 mmHg أحسب ضغط

الغاز بوحدة atm وبوحدة kPa

$$1 \text{ atm} = 760 \text{ mmHg}$$

$$X \text{ atm?} = 798 \text{ mmHg}$$

ضرب تبادلي:

$$X \times 760 = 798 \times 1$$

$$X = \frac{798}{760} = 1.05 \text{ atm}$$

$$101.3 \text{ kPa} = 760 \text{ mmHg}$$

$$X ? = 798 \text{ mmHg}$$

ضرب تبادلي:

$$X \times 760 = 798 \times 101.3$$

$$X = \frac{798 \times 101.3}{760} = 106.4 \text{ kPa}$$



ملخص مقارنة بين قوانين العلماء للربط الذهني والتثبيت في مكان واحد:

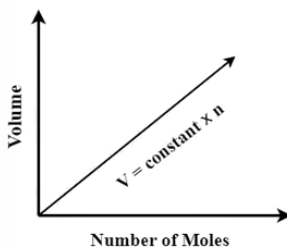
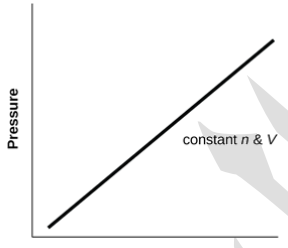
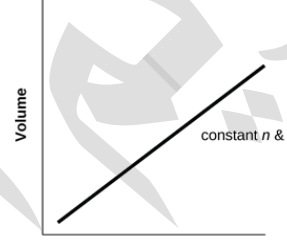
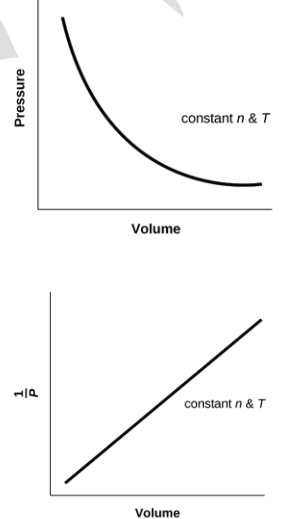
توضح القوانين الأربعة العلاقة الرياضية بين كل من، كمية الغاز n وحجمه V وضغطه المحصور

P ودرجة حرارته المطلقة T

يتم تثبيت اثنين وتغيير اثنين لدراسة العلاقة بين متغيرين

قانون بويل	قانون شارل	قانون جاي - لوساك	قانون أفوجادرو
العلاقة: بين ضغط الغاز المحصور والحجم عند ثبات درجة الحرارة والكمية	العلاقة: بين الحجم ودرجة الحرارة عند ثبات الضغط والكمية	العلاقة: بين ضغط الغاز ودرجة حرارته المطلقة عند ثبات الحجم والكمية	العلاقة: بين الحجم والكمية عند ثبات درجة الحرارة والضغط
النتيجة: مضاعفة ضغط كمية محددة من الغاز المحصور تنقص حجمه إلى النصف والعكس صحيح، عند ثبات درجة حرارته	النتيجة: زيادة درجة الحرارة المطلقة يزيد من الحجم بشكل طردي، أي أن مضاعفة درجة الحرارة المطلقة يُضاعف الحجم عند ثبات الضغط، والعكس صحيح	النتيجة: زيادة درجة الحرارة المطلقة لغاز المحصور يزيد من ضغطه بشكل طردي، أي أن مضاعفة درجة الحرارة المطلقة يضاعف الضغط عند ثبات الحجم، والعكس صحيح	النتيجة: زيادة كمية الغاز (المولات) يزيد من حجمه بشكل طردي أي أن مضاعفة المولات (عدد الجسيمات) يضاعف الحجم عند ثبات الضغط ودرجة الحرارة، والعكس صحيح
			
التفسير: وفق نظرية الحركة الجزيئية، زيادة الضغط المؤثر في الغاز المحصور يؤدي إلى تقارب جسيماته فيقل حجمه، ومع تقليل حجمه يزداد عدد تصادمات الجسيمات مع جدار الإناء فيزداد الضغط مع ثبات درجة الحرارة	التفسير: وفق نظرية الحركة الجزيئية، زيادة درجة الحرارة للغاز المحصور يزيد من متوسط الطاقة الحركية للجسيمات، فتزداد سرعتها ويزداد تصادمها مع جدار الإناء، ولكي يبقى الضغط ثابتاً لا بد من ازدياد الحجم	التفسير: وفق نظرية الحركة الجزيئية، زيادة درجة حرارة الغاز المحصور يؤدي إلى زيادة متوسط الطاقة الحركية للجسيمات فتزداد سرعتها وعدد تصادماتها فيزداد الضغط مع اعتبار أن الحجم ثابت	التفسير: وفق نظرية الحركة الجزيئية، زيادة عدد المولات يزيد من عدد الجسيمات وبالتالي يزداد عدد التصادمات مع جدار الإناء ولكي يبقى الضغط ودرجة الحرارة ثابتين فلا بد من زيادة الحجم.
نص القانون: حجم كمية محددة من الغاز المحصور يتناسب عكسياً مع الضغط الواقع عليه عند ثبات درجة حرارته	نص القانون: حجم كمية محددة من الغاز المحصور يتناسب تناسباً طردياً مع درجة حرارته المطلقة عند ثبات حجمه	نص القانون: ضغط كمية محددة من الغاز المحصور يتناسب تناسباً طردياً مع درجة حرارته المطلقة عند ثبات ضغطه	نص القانون: المتساوية من الغازات المختلفة تحتوي العدد نفسه من الجسيمات عند الظروف نفسها من الضغط ودرجة الحرارة



<p>الحجم المولي: حجم المول الواحد من أي غاز يساوي 22.4 لتر في الظروف المعيارية، ويساوي 6.02×10^{23} من الجسيمات</p>			
<p>$V \propto n$ k ثابت التناسب $V = n \times T$ $\frac{V}{n} = k$ $\frac{V_1}{n_1} = \frac{V_2}{n_2}$</p>	<p>$P \propto T$ k ثابت التناسب $P = k \times T$ $\frac{P}{T} = k$ $\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2}$</p>	<p>$V \propto T$ k ثابت التناسب $V = k \times T$ $\frac{V}{T} = k$ $\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$</p>	<p>$V \propto \frac{1}{P}$ k ثابت التناسب $V = \frac{k}{P}$ $P \times V = k$ $P_1 V_1 = P_2 V_2$</p>
			

■ مهم: الوحدات المستخدمة هي نفسها على طرفي المساواة في العلاقة الرياضية:

- الحجم (L, mL)

- الضغط (atm, mmHg, kPa)

- درجة الحرارة (K) دائماً

بينما في قانون الغاز المثالي، لا بد من وحدات معينة (سندرسه لاحقاً)



التجربة الاستهلاكية: العلاقة بين حجم الغاز ودرجة حرارته عند ثبات الضغط

■ كان العالم شارل من المهتمين بالمناطيد والبالونات، وهو أول من استخدم غاز الهيدروجين لمائها

■ **المواد المطلوبة:** بالونان، قلم تخطيط، متر من القماش أو الورق، حمام ثلجي، حمام مائي ساخن

■ **خطوات العمل:**

- بعد نفخ البالونين وربطهما، تُرسم دائرة على كل منهما باستخدام القلم
- يُقاس محيط الدائرة بالمتر ويُسجل
- يوضع أحدهما في الحمام الثلجي والآخر في الحمام المائي الساخن لمدة عشر دقائق
- يُخرج البالونان ويُقاس محيط الدائرة مرة أخرى ويُسجل

■ **التحليل والاستنتاج:**

1. أصف التغير في حجم البالون الذي وُضع في الحمام الثلجي

قل محيط الدائرة المرسومة يعني نقص حجم الغاز بنقصان درجة الحرارة

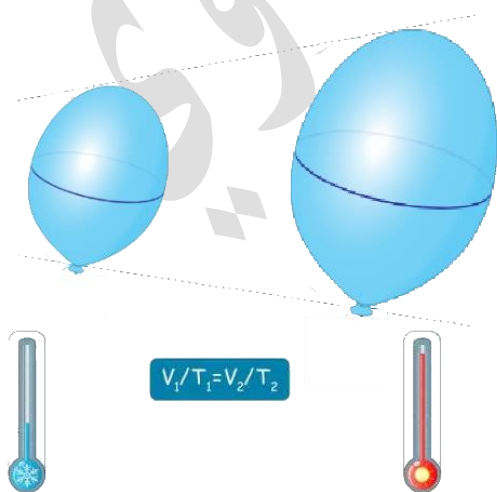
2. أصف التغير في حجم البالون الذي وُضع في الحمام المائي الساخن

زاد محيط الدائرة المرسومة يعني زاد حجم الحجم بزيادة درجة الحرارة

3. أستنتج العلاقة بين درجة حرارة الهواء داخل البالون وحجمه عند ثبات الضغط.

كلما ازدادت درجة الحرارة ازداد الحجم، علاقة طردية.. وهذا هو قانون شارل

Charles's law

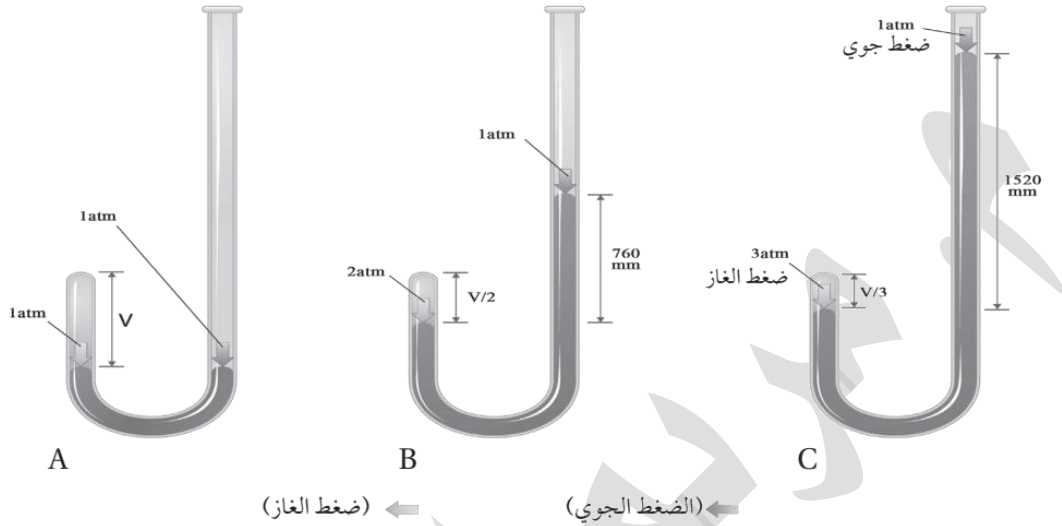


■ هذه التجربة مرتبطة بقانون شارل والذي سيتم شرحه ضمن قوانين الغازات



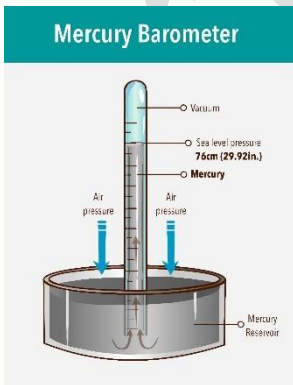
التجربة 1: قانون بويل

كان العالم بويل من أوائل العلماء الباحثين في خصائص الغازات، حيث درس العلاقة بين حجم كمية محددة من الغاز المحصور والضغط المؤثر فيه عند ثبات درجة حرارته مستخدماً أنبوباً على شكل حرف ل مغلقاً من أحد طرفيه، وكانت تجربته كالتالي:



- (1) وضع بويل في الأنبوب A كمية من الزئبق 760 mmHg وقاس حجم الهواء المحصور وضغطه وكان ضغطه يعادل الضغط الجوي 760 mmHg أما الحجم فكان **مثلاً 100 mL**
- (2) أضاف بويل كمية أخرى من الزئبق 760 mmHg بحيث يتضاعف ضغط الغاز إلى 1520 mmHg فأصبح حجم الهواء المحصور 50 mL
- (3) أضاف كمية أخرى من الزئبق 760 mmHg بحيث يتضاعف ضغط الغاز إلى 2280 mmHg فأصبح حجم الهواء المحصور 25 mL
- (4) اكتشف العلاقة العكسية بين الضغط والحجم وصاغ تلك العلاقة الرياضية

تعزيز خارجي: قبل البدء بالتجربة، لنفهم مبدأ عمل هذا الأنبوب من ناحية فيزيائية:



- 1- يُستخدم الزئبق لكثافته العالية، ولأنه لا يلتصق بجدار الأنبوب الداخلي ولأنه لا يتبخر بسهولة، وكمية الزئبق التي ترتفع في الباروميتر الزئبقي عند سطح البحر هي 760 mm وتعادل 1 atm وهكذا نستطيع معرفة ضغط الغاز المحصور باستخدام الزئبق:
- في أنبوب (A) كان مستوى الزئبق متساوٍ لذا القوة المؤثرة في كلا الطرفين نفسها فعلمنا أن ضغط الغاز = الضغط الجوي = 1 atm
- في أنبوب (B) كان مستوى الزئبق مختلف وقد ازداد في كلا الطرفين، جهة الهواء المفتوح = 1 atm وجهة الهواء المحصور ارتفع الضغط بفرق مقداره 760 فعلمنا أن ضغط الغاز = الضغط الجوي + 760 = مثلي الضغط الجوي



- في أنبوب (C) كان مستوى الزئبق مختلف أيضاً وقد ازداد من كلا الطرفين، جهة الهواء المفتوح = 1 atm وجهة الهواء المحصور ارتفع الضغط بفرق مقداره 1520 فعلمنا أن ضغط الغاز = الضغط الجوي + 1520 = 3 أمثال الضغط الجوي
- 3 عند مقارنة حجم الهواء المحصور، تبين أنه قل بنفس النسبة، يعني: $\frac{V}{3}$ و $\frac{V}{2}$

■ **المواد المطلوبة:** محقن طبي، ساعة لقياس الضغط، أنبوب مطاطي

■ **خطوات العمل:**

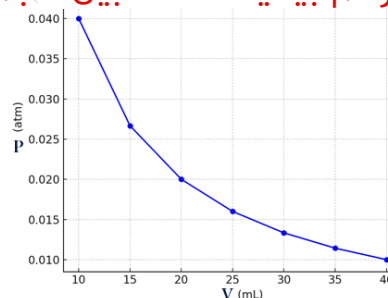


- تركيب الجهاز كما في الشكل
- سحب مكبس المحقن الطبي ثم تسجيل قيمة الضغط وتكرار ذلك عند حجوم مختلفة، ثم تسجيلها
- لنفترض القراءة الأولى كانت 0.04

الحجم mL	35	30	25	20	15	10	
الضغط atm	0.0144	0.0133	0.016	0.020	0.0267	0.040	
1/p	87.72	75.00	62.50	50.00	37.50	25.00	

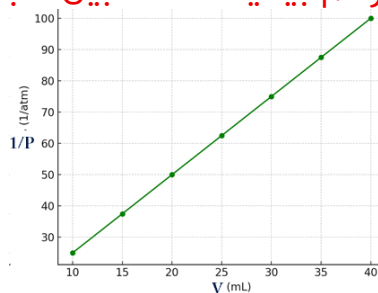
■ **التحليل والاستنتاج:**

1. أرسم بيانياً العلاقة بين حجم الغاز V و ضغطه P



عكسية

2. أرسم بيانياً العلاقة بين حجم الغاز V و 1/P



طردية

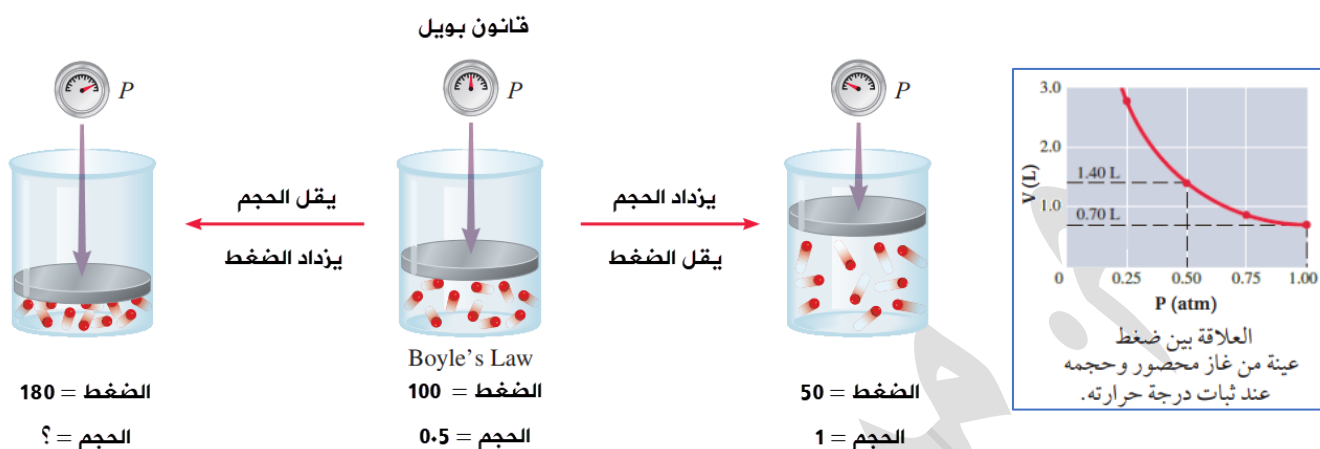
3. أصف العلاقة بين ضغط الغاز وحجمه وأفسرها

العلاقة عكسية، حيث عند زيادة حجم الغاز تزداد المسافات الفاصلة بين الجسيمات فتقل التصادمات بينها ومع جدار الإناء، فيقل الضغط عند ثبات درجة الحرارة

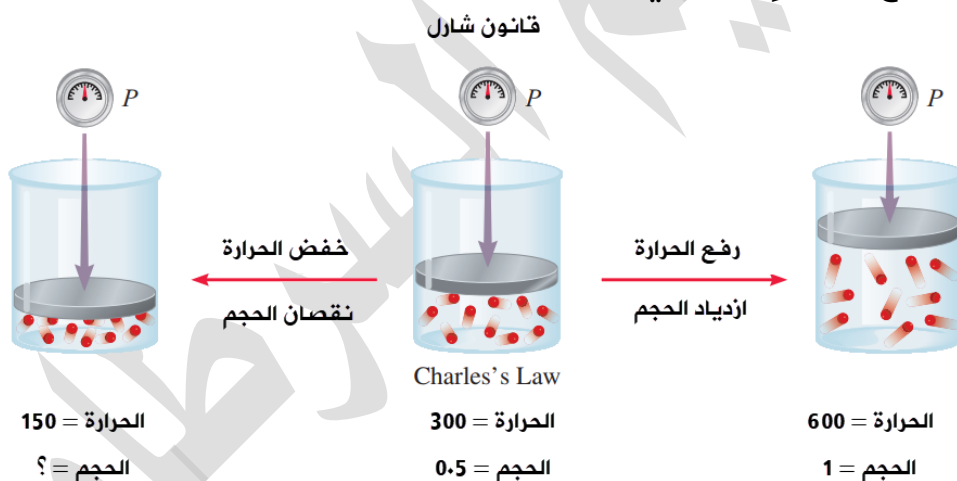


أوضح كيفية تفسير كل قانون من القوانين السابقة وفق نظرية الحركة الجزيئية؟

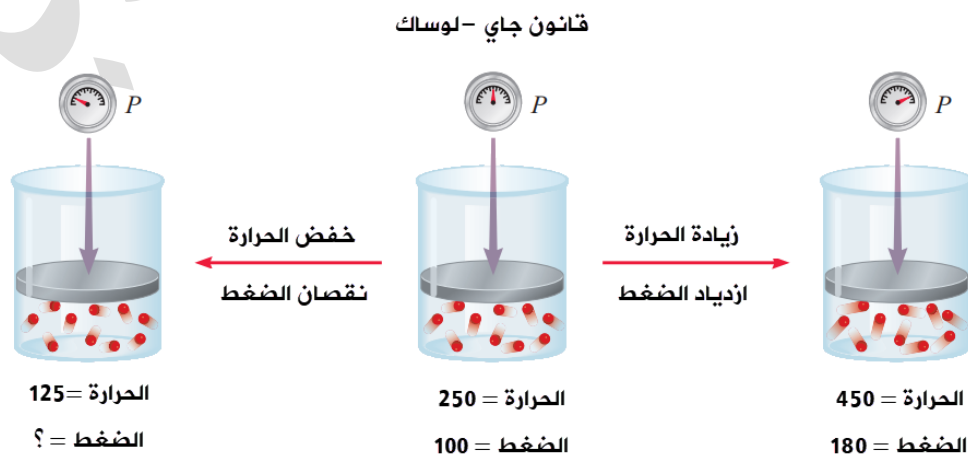
[1] **قانون بويل**: زيادة الضغط المؤثر في الغاز المحصور يؤدي إلى تقارب جسيماته فيقل حجمه ويزداد عدد تصادمات الجسيمات الغاز مع جدار الإناء فيزداد ضغطه عند ثبات درجة حرارته



[2] **قانون شارل**: زيادة درجة حرارة الغاز تزيد من متوسط طاقة جسيماته الحركية فتزداد سرعته وتصادماته مع جدار الإناء ولكي يبقى ضغط الغاز المحصور ثابتاً لا بد من زيادة حجمه



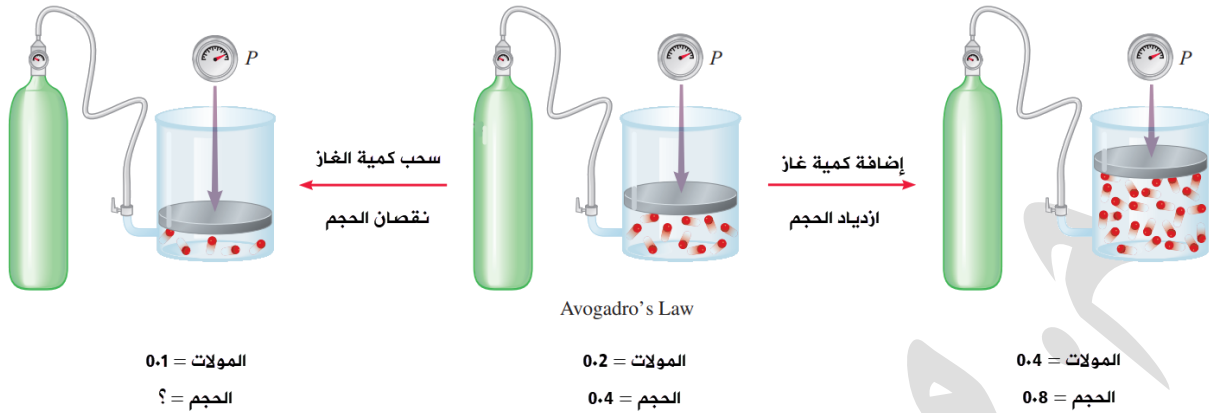
[3] **قانون جاي - لوساك**: زيادة درجة حرارة الغاز تزيد من متوسط طاقة جسيماته الحركية فتزداد سرعته وتصادماته مع جدار الإناء فيزداد ضغطه عند ثبات حجمه





[4] قانون أفوجادرو: زيادة عدد مولات الغاز يزيد من عدد جسيماته فيزداد عدد التصادمات مع جدار الإناء ولكي يبقى ضغط الغاز ودرجة حرارته ثابتين فلا بد من زيادة حجمه

قانون أفوجادرو



? توصل أفوجادرو إلى عدة نتائج من خلال تجربته على الغاز.

اذكرها

[1] قانون أفوجادرو: الحجم المتساوية من الغازات المختلفة

تحتوي على العدد نفسه من الجزيئات عند الظروف نفسها

من الضغط ودرجة الحرارة

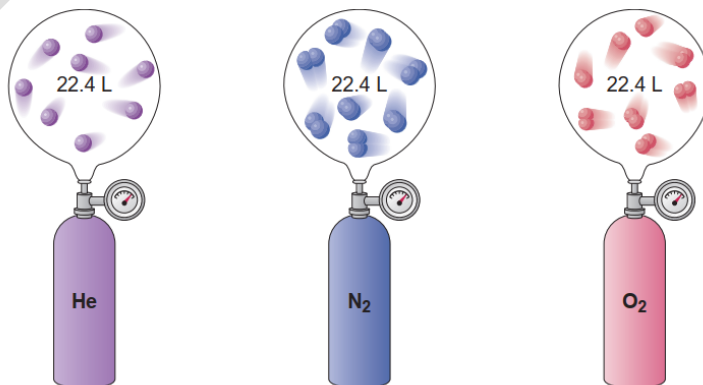
[2] [الحجم المولي للغاز]: حجم مول واحد من أي غاز يساوي

(22.4L) ويساوي 6.02×10^{23} من الجسيمات في الظروف

المعيارية

[3] العلاقة الطردية بين الحجم والكمية: مضاعفة عدد مولات الغاز يؤدي إلى مضاعفة حجمه

عند ثبات ضغطه ودرجة حرارته [تناسب طردي]



$n = 1 \text{ mol}$	$n = 1 \text{ mol}$	$n = 1 \text{ mol}$
$P = 1 \text{ atm}$	$P = 1 \text{ atm}$	$P = 1 \text{ atm}$
$T = 0^\circ\text{C} (273 \text{ K})$	$T = 0^\circ\text{C} (273 \text{ K})$	$T = 0^\circ\text{C} (273 \text{ K})$
$V = 22.4 \text{ L}$	$V = 22.4 \text{ L}$	$V = 22.4 \text{ L}$
N عدد الجسيمات $= 6.022 \times 10^{23}$	N عدد الجسيمات $= 6.022 \times 10^{23}$	N عدد الجسيمات $= 6.022 \times 10^{23}$
الكتلة المولية = 4.003 g	الكتلة المولية = 28.02 g	الكتلة المولية = 32.00 g
الكثافة = 0.179 g/L	الكثافة = 1.25 g/L	الكثافة = 1.43 g/L

الظروف المعيارية:

STP

درجة حرارة $(0^\circ\text{C}) = (273\text{K})$

ضغط يساوي

 $(101.3 \text{ kPa} = 1 \text{ atm})$ 

? أفكر ص 20: كيف يتغير ضغط الغاز عند زيادة عدد مولاته مع بقاء حجمه ودرجة حرارته ثابتين؟ لأن زيادة عدد المولات يزيد من عدد الجسيمات فتزداد التصادمات مع جدار الإناء وبالتالي يرتفع ضغط الغاز

استراتيجية الحل على القوانين السابقة بأبسط طريقة

- جمع العلماء تلك القوانين الأربعة في قانونين:
 - [1] القانون الجامع للغازات [يستخدم عند تغير الضغط والحجم والحرارة وثبات الكمية أي المولات n]
 - [2] قانون الغاز المثالي $PV = nRT$ [يستخدم عند تغير العوامل الأربعة]
- سيتم دراسة تطبيقات حسابية على القانونين الجامع والمثالي بعد تثبيت التطبيق على القوانين الأربع السابقة

■ استراتيجية الحل لأي مسألة مهما صعبت عليك:

- [1] في السؤال: حالة ابتدائية (1) وحالة نهائية (2) للعوامل المتغيرة [ضغط / حرارة / حجم / كمية]
- [2] حدد من المعطيات والمطلوب العوامل المتغيرة وحدد الثوابت
- [3] حوّل الوحدات لو تغيرت بين الحالة (1) و(2) قبل بدء التعويض
- [4] استخدم **درجة الحرارة المطلقة**، حوّل الدرجة المئوية (السلسية) إلى كيلفن [[مهم]]
- [5] من المعطيات حدّد القانون الذي ستعمل عليه **فإذا نسيت القانون فعليك بالخطوة [6]**
- [6] اكتب قانون الغاز المثالي $P_1V_1 = n_1RT_1$ للحالة الابتدائية والنهائية $P_2V_2 = n_2RT_2$
- [7] سنرتب قانون الغاز المثالي بحيث نجعل الثابت R على طرف، ونساوي الحالة الابتدائية بالنهائية لكل المتغيرات الأربعة ...

احفظ P ب V = f n R T t .. (بف = نرت)

$$\frac{P_1V_1}{n_1T_1} = \frac{P_2V_2}{n_2T_2}$$

- [8] اعتمد المعطيات المتغيرة في السؤال واحذف الثوابت، فلو كان الثابت هو الحرارة والكمية:

$$\frac{P_1V_1}{n_1T_1} = \frac{P_2V_2}{n_2T_2}$$

$$P_1V_1 = P_2V_2$$

- [9] بتلك الطريقة كتبنا قانون بويل تبعاً لمعطيات المسألة بأبسط طريقة، ومثله أي قانون سابق، ثم نعوض المعطيات ونحسب المطلوب.

بويل ضغط حجم البالون PV شارل فرغ حجمه بالتبريد $\frac{V}{T}$ جاي لوساك سخنه بطنجرة الضغط $\frac{P}{T}$
أفوجادرو وزّع الحجم على عددهن $\frac{V}{n}$

مثال 2 ص14: عينة من غاز النيتروجين حجمها 150 mL وضغطها 0.950 atm احسب حجمها

بوحدة mL عندما يصبح ضغطها مساوياً 0.990 atm عند درجة الحرارة نفسها

[1] المعطيات والمطلوب والثوابت:

الحجم الأول $V_1=150$ mL الحجم الثاني $V_2=?$ [مطلوب بوحدة المل]

الضغط الأول $P_1=0.950$ atm الضغط الثاني $P_2=0.990$ atm

الثوابت = درجة الحرارة T والكمية n فالكمية لن تتغير إلا إذا ذكر ذلك

[2] نكتب قانون الغاز المثالي ونحذف الثوابت لنتوصل إلى القانون المطلوب

$$\frac{P_1 V_1}{n_1 T_1} = \frac{P_2 V_2}{n_2 T_2}$$

الحل سيكون على قانون بويل

$$P_1 V_1 = P_2 V_2$$

[3] لا يوجد تحويل وحدات، نرتب القانون لحساب الحجم الثاني V_2

$$V_2 = \frac{P_1 V_1}{P_2}$$

[4] نقوم بالتعويض وستكون الوحدة النهائية هي المطلوبة بالمل mL

$$V_2 = \frac{P_1 V_1}{P_2} = \frac{150 \times 0.950}{0.990} = 143.94 \text{ mL}$$

أتحقق ص14: عينة من غاز محصور حجمها 4 L عند ضغط 2 atm سُمح لها بالتمدد حتى

أصبح حجمها 12 L. احسب ضغطها عند درجة الحرارة نفسها

[1] المعطيات والمطلوب والثوابت:

الحجم الأول $V_1=4$ L الحجم الثاني $V_2=12$ L

الضغط الأول $P_1=2$ atm الضغط الثاني $P_2=?$ [وهو المطلوب]

الثوابت = درجة الحرارة T والكمية n فالكمية لن تتغير إلا إذا ذكر ذلك

[2] نكتب قانون الغاز المثالي ونحذف الثوابت لنتوصل إلى القانون المطلوب

$$\frac{P_1 V_1}{n_1 T_1} = \frac{P_2 V_2}{n_2 T_2}$$

الحل سيكون على قانون بويل

$$P_1 V_1 = P_2 V_2$$

[3] لا يوجد تحويل وحدات، نرتب القانون لحساب الضغط الثاني P_2

$$P_2 = \frac{P_1 V_1}{V_2}$$

[4] نقوم بالتعويض

$$P_2 = \frac{P_1 V_1}{V_2} = \frac{2 \times 4}{12} = 0.667 \text{ atm}$$

مثال 3 ص 15: عينة من غاز الأكسجين حجمها 6.82 L عند 327 °C. احسب حجمها بوحدة L

عند 27 °C بفرض ثبات الضغط

الحجم الثاني $V_2=?$ [مطلوب بوحدة اللتر L]

الحجم الأول $V_1=6.82$ L

درجة الحرارة الثانية $T_2=27$ °C

درجة الحرارة الأولى $T_1=327$ °C

$$T_2=27$$
 °C + 273 = 300 K

$$T_1=327$$
 °C + 273= 600 K

الثوابت = الضغط P والكمية n فالكمية لن تتغير إلا إذا ذكر ذلك

$$\frac{P_1 V_1}{n_1 T_1} = \frac{P_2 V_2}{n_2 T_2}$$

الحل سيكون على قانون شارل

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$$

$$V_2 = \frac{V_1 T_2}{T_1}$$

$$V_2 = \frac{V_1 T_2}{T_1} = \frac{6.82 \times 300}{600} = 3.41 \text{ L}$$

لاحظ أن خفض درجة الحرارة المطلقة إلى النصف، قلل حجم الغاز إلى النصف للحفاظ على ثبات الضغط

مثال 16 ص 16: عينة من غاز النيتروجين حجمها 430 mL عند 24 °C. عند أي درجة حرارة يصبح حجمها 0.75 L بفرض ثبات الضغط

حجمها 0.75 L بفرض ثبات الضغط

الحجم الثاني $V_2=0.75$ L

الحجم الأول $V_1=430$ mL

درجة الحرارة الثانية $T_2=?$

درجة الحرارة الأولى $T_1=24$ °C

$$V_2=0.75 \times 1000 = 750 \text{ mL}$$

$$T_1=24$$
 °C + 273= 297 K

الثوابت = الضغط P والكمية n فالكمية لن تتغير إلا إذا ذكر ذلك

$$\frac{P_1 V_1}{n_1 T_1} = \frac{P_2 V_2}{n_2 T_2}$$

الحل سيكون على قانون شارل

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$$

$$T_2 = \frac{V_2 T_1}{V_1}$$

$$T_2 = \frac{V_2 T_1}{V_1} = \frac{750 \times 297}{430} = 518 \text{ K}$$

درجة الحرارة السيلسيّة (المئوية): $T_2=518 - 273= 245$ °C

مثال 4 ص 17: تحمل عبوات الرذاذ مثل ملطفات الجو مثبتات الشعر، إشارات تحذر من تسخين العبوة أو تخزينها على درجات حرارة عالية. إذا علمت أن ضغط الغاز داخل إحدى هذه العبوات 775 mmHg عند درجة حرارة 25 °C وارتفعت درجة حرارة الجو إلى 40 °C فاحسب ضغط الغاز داخلها بوحدة mmHg وبوحدة kPa

الضغط الأول $P_1=775 \text{ mmHg}$ الضغط الثاني $P_2=?$

درجة الحرارة الأولى $T_1=25 \text{ °C}$ درجة الحرارة الثانية $T_2=40 \text{ °C}$

$T_1=25 \text{ °C} + 273 = 298 \text{ K}$ $T_2=40 \text{ °C} + 273 = 313 \text{ K}$

الثوابت = الحجم V ثابت لأن الغاز ينتشر في العبوة المعدنية [حجمها ثابت] ويأخذ نفس حجمها والكمية n ثابتة

$$\frac{P_1 V_1}{n_1 T_1} = \frac{P_2 V_2}{n_2 T_2}$$

الحل سيكون على قانون جاي - لوساك

$$\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2}$$

$$P_2 = \frac{P_1 T_2}{T_1}$$

$$P_2 = \frac{P_1 T_2}{T_1} = \frac{775 \times 313}{298} = 814 \text{ mmHg}$$

$$P_2 (\text{kPa}) = \frac{814 \times 101.3}{760} = 108.498 \text{ kPa}$$

أتحقق ص 17: إذا كان ضغط الهواء داخل إطار سيارة 1.85 atm عند 27 °C. وبعد قيادتها لمسافة معينة أصبح 2.2 atm فاحسب درجة حرارته بفرض ثبات حجمه

[1] المعطيات والمطلوب والثوابت:

الضغط الأول $P_1=1.85 \text{ atm}$ الضغط الثاني $P_2=2.2 \text{ atm}$

درجة الحرارة الأولى $T_1=27 \text{ °C}$ درجة الحرارة الثانية $T_2=?$

$T_1=27 \text{ °C} + 273 = 300 \text{ K}$

الثوابت = الحجم V والكمية n

$$\frac{P_1 V_1}{n_1 T_1} = \frac{P_2 V_2}{n_2 T_2}$$

الحل سيكون على قانون جاي - لوساك

$$\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2}$$

$$T_2 = \frac{P_2 T_1}{P_1}$$



$$T_2 = \frac{P_2 T_1}{P_1} = \frac{2.2 \times 300}{1.85} = 356.8 K$$

درجة الحرارة السيلسيّة: $T_2 = 356.8 - 273 = 83.8 \text{ }^\circ\text{C}$

? مثال 6 ص 20: إذا علمت أن بالوناً حجمه 2.2 L يحتوي على 0.1 mol من غاز الهيليوم، ضُخت

داخله كمية إضافية من الغاز فأصبح حجمه 2.8 L. فأحسب عدد مولات الغاز بعد الإضافة

بفرض ثبات ضغطه ودرجة حرارته

الحجم الثاني $V_2 = 2.8 \text{ L}$

الحجم الأول $V_1 = 2.2 \text{ L}$

الكمية بالمول [الثانية] $n_2 = ?$

الكمية بالمول [الأولى] $n_1 = 0.1 \text{ mol}$

الثوابت = الضغط P ودرجة الحرارة T

$$\frac{P_1 V_1}{n_1 T_1} = \frac{P_2 V_2}{n_2 T_2}$$

الحل سيكون على قانون أفوجادرو

$$\frac{V_1}{n_1} = \frac{V_2}{n_2}$$

$$n_2 = \frac{V_2 n_1}{V_1}$$

$$n_2 = \frac{V_2 n_1}{V_1} = \frac{2.8 \times 0.1}{2.2} = 0.127 \text{ mol}$$

? أنحقق ص 20: ما الحجم الذي يشغله 3.5 mol من غاز الكلور Cl_2 في الظروف المعيارية؟

الظروف المعيارية هي:

الحجم الأول $V_1 = 22.4 \text{ L}$ وتكون عند $n_1 = 1 \text{ mol}$

الحجم الثاني $V_2 = ?$ عندما تكون $n_2 = 3.5 \text{ mol}$

درجة الحرارة 273 K والضغط 1 atm في الظروف المعيارية وهو ثابت في الحالتين

نكتب قانون الغاز المثالي ونحذف الثوابت لتتوصل إلى القانون المطلوب

$$\frac{P_1 V_1}{n_1 T_1} = \frac{P_2 V_2}{n_2 T_2}$$

الحل سيكون على قانون أفوجادرو

$$V_2 = \frac{V_1 n_2}{n_1}$$

$$V_2 = \frac{V_1 n_2}{n_1} = \frac{22.4 \times 3.5}{1} = 78.4 \text{ L}$$

هناك طريقة أخرى للحل وهي السريعة وتكون فقط:

لحساب حجم غاز في الظروف المعيارية:

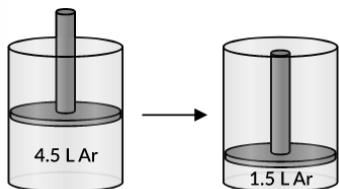
$$V = n \times 22.4$$



تدريبات خارجية + كيماشيك محلول

عينة من غاز الآرغون في أسطوانة لها مكبس متحرك حر الحركة عند درجة حرارة T_1 .
حجم العينة انخفض من 4.5 L إلى 1.5 L مع بقاء الضغط ثابتاً كما في الصورة، فما التغير
الحاصل على درجة الحرارة؟ وما مقدار الانخفاض أو الارتفاع الحاصل؟

الثوابت = الضغط P والكمية n عند T_1 $V_1=4.5$ L عند T_2 $V_2=1.5$ L



$$\frac{P_1 V_1}{n_1 T_1} = \frac{P_2 V_2}{n_2 T_2}$$

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \quad \text{قانون شارل}$$

$$T_2 = \frac{V_2 T_1}{V_1} = \frac{1.5 \times T_1}{4.5} = \frac{1}{3} T_1 \text{ Kelvin}$$

تنخفض درجة الحرارة إلى ثلث قيمتها الابتدائية

$$\Delta T = T_1 - \frac{1}{3} T_1 = \frac{2}{3} T_1 \text{ فيساوي: } \frac{2}{3} T_1$$

عينة من غاز التخدير حجمها 2.5 L يتغير ضغطها من 40 kPa إلى 100 kPa. احسب الحجم

الجديد بوحدة mL مع افتراض ثبات درجة الحرارة

الثوابت = الحرارة T والكمية n عند $P_1=40$ kPa $V_1=2.5$ L عند $P_2=100$ kPa $V_2=?$ mL

$$\frac{P_1 V_1}{n_1 T_1} = \frac{P_2 V_2}{n_2 T_2}$$

$$P_1 V_1 = P_2 V_2 \quad \text{قانون بويل}$$

$$V_2 = \frac{P_1 V_1}{P_2} = \frac{40 \times 2.5}{100} = 1 \text{ L}$$

الحجم الجديد بوحدة المل = 1000 mL

إناء محكم الإغلاق من الحديد حجمه 500 mL وضعت به عينة من غاز الهيليوم عند ظروف

معيارية من الحرارة والضغط، فإذا تغيرت درجة الحرارة إلى 510 K، فاحسب ضغط الغاز النهائي

بالكيلوباسكال مع افتراض أن حجم الإناء ثابت

الحجم ثابت للإناء ومثله للغاز لأن الغاز ينتشر في الإناء ويأخذ حجمه في الحالتين

[نستخدم الوحدات المناسبة للظروف المعيارية] $P_1=101.3$ kPa عند $T_1=273$ K

الثوابت = الحجم V والكمية n عند $T_2=510$ K $P_2=?$ kPa

$$\frac{P_1 V_1}{n_1 T_1} = \frac{P_2 V_2}{n_2 T_2}$$

$$\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2}$$

$$P_2 = \frac{P_1 T_2}{T_1} = \frac{101.3 \times 510}{273} = 189.2 \text{ kPa}$$

2 مول من عينة غاز النيون تشغل حجماً مقداره 40 L في ظروف معينة من الضغط والحرارة،

فإذا ظلت الظروف ثابتة، فإن 1 مول من هذا الغاز سوف يشغل حيزاً مقداره..... أحسب ذلك

الحجم الأول $V_1=40\text{ L}$ وتكون عند $n_1=2\text{ mol}$

الحجم الثاني $V_2=?$ عندما تكون $n_2=1\text{ mol}$

$$\frac{P_1 V_1}{n_1 T_1} = \frac{P_2 V_2}{n_2 T_2}$$

الحل سيكون على قانون أفوجادرو $V_2 = \frac{V_1 n_2}{n_1}$

$$V_2 = \frac{V_1 n_2}{n_1} = \frac{40 \times 1}{2} = 20\text{ L}$$

إذا تضاعفت درجة حرارة كمية ثابتة من الغاز المحصور في علبة معدنية، ماذا سيحدث

لضغط ذلك الغاز؟

وإذا علمت أن تلك العلبة المعدنية مكتوب عليها تحذير بعدم تعريضها لدرجة حرارة 49°C

حتى لا تنفجر، فاحسب الضغط الذي يصل إليه الغاز عند تلك الدرجة، علماً أن ضغطه 3 atm

عند درجة حرارة 20°C

العلاقة بين درجة الحرارة والضغط علاقة طردية إذا تضاعفت درجة الحرارة $2T_1$ فإن الضغط

سيضاعف $2P_1$

الضغط الأول $P_1=3.0\text{ atm}$ الضغط الثاني $P_2=?$

درجة الحرارة الأولى $T_1=20^\circ\text{C}$ درجة الحرارة الثانية $T_2=49^\circ\text{C}$

$T_2=49^\circ\text{C} + 273 = 322\text{ K}$ $T_1=20^\circ\text{C} + 273 = 293\text{ K}$

الحل سيكون على قانون جاي - لوساك

$$P_2 = \frac{P_1 T_2}{T_1} = \frac{3.0 \times 322}{293} = 3.3\text{ atm}$$

سبب الانفجار ليست قيمة ذلك الضغط، بل لأن ارتفاع درجة الحرارة والضغط سيؤديان لزيادة

التبخر للغاز المسال في العلبة، مما بدوره يزيد كمية بخار الغاز المحصور الذي سيرفع الضغط

بشكل أكبر من 3.3 فتنفجر العلبة. أيضاً في الشمس أو في سيارة مغلقة ممكن ترتفع الحرارة

بسرعة وتتجاوز 49°C ، ومعها يرتفع الضغط أكثر مما توقعناه بالحساب البسيط الذي يفترض

أن الغاز مثالي، لكنه في الواقع غاز حقيقي سينحرف عن سلوك المثالي مع ارتفاع الضغط

إذا تضاعف حجم غاز محدد إلى ثلاثة أضعاف حجمه مع افتراض ثبوت درجة الحرارة، ماذا

سيحدث للضغط؟

العلاقة بين الحجم والضغط علاقة عكسية، إذا تضاعف الحجم إلى ثلاثة أضعاف $3V_1$ ، فإن

الضغط سيقبل إلى الثلث $\frac{P_1}{3}$

من الصورة الآتية: وضح العلاقة بين حجم البالون وتأثره بالماء البارد والساخن في كلا الحالتين، وعلى أي قانون ينطبق سلوك الغاز داخل البالون، مع اعتبار ثبوت الضغط في الحالتين 1 atm



ينكمش حجم البالون في الماء البارد، فكلما انخفضت درجة الحرارة قلت الطاقة الحركية للجزيئات واقتربت من بعضها بعضاً وبالتالي قل حجم الغاز في البالون، ويحدث العكس

في الماء الساخن، ارتفاع الحرارة يساعد على ازدياد الطاقة الحركية للجزيئات وابتعاد بعضها عن بعض وبالتالي يزداد الحجم وينتفخ البالون، سلوك الغاز هنا يتفق مع قانون شارل

أحسب حجم 2 Kg من الميثان CH_4 في الظروف المعيارية STP علماً أن كتلته المولية $16 g/mol$ ، ثم أحسب عدد جزيئات الغاز المتواجدة في ذلك الحجم، علماً أن عدد أفوجادرو يساوي 6.02×10^{23}

نحسب المولات n بقسمة الكتلة بالغرام على الكتلة المولية،

$$n = \frac{2000g}{16g/mol} = 125 mol$$

نستخدم العلاقة السريعة المعتمدة في الظروف المعيارية:

$$V = n \times 22.4$$

$$V = 125 \times 22.4 = 2800 L$$

$$N = n \times N_A = 125 \times 6.02 \times 10^{23} = 752.5 \times 10^{23} = 7.525 \times 10^{25} \text{ جزيء}$$

2 مول من غاز الهيليوم تشغل بالوناً حجمه 5 L، فإذا تم ضخ 0.5 مول إلى البالون، فأحسب:

- الحجم الجديد للبالون عند نفس الظروف

- التغير في الحجم

- نسبة الزيادة في الحجم.

الحجم الأول $V_1 = 5 L$ وتكون عند $n_1 = 2 mol$

الحجم الثاني $V_2 = ?$ عندما تكون $n_2 = 2 + 0.5 = 2.5 mol$

الحل سيكون على قانون أفوجادرو

$$V_2 = \frac{V_1 n_2}{n_1} = \frac{5 \times 2.5}{2} = 6.25 L$$

$$\text{التغير في الحجم} = 6.25 - 5 = 1.25 L$$

$$\text{نسبة الزيادة} = \frac{\text{التغير في الحجم}}{\text{الحجم الأصل}} \times 100\% = \frac{1.25}{5} \times 100\% = 25\%$$

انتبه هناك فرق بين نسبة الزيادة، ونسبة حجم إلى حجم

ورقة عمل [2]

[1] عند مضاعفة الضغط الواقع على كمية محددة من الغاز عند ثبوت درجة الحرارة، فإن الحجم:

يزيد إلى الضعف	[a]	يقل إلى النصف	[b]
يقل إلى الربع	[c]	لا يتغير	[d]

[2] كمية محددة من غاز مثالي خضعت لزيادة في درجة حرارتها المطلقة إلى الضعف عند ثبوت الضغط. أي العبارات التالية تصف التغير الحاصل على الغاز؟

$T_2 = \frac{1}{2} T_1$	[a]	$V_2 = 2V_1$	[b]
$V_1 = 2V_2$	[c]	$P_1 = \frac{1}{2} P_2$	[d]

[3] الغاز الافتراضي الذي تنطبق عليه جميع قوانين الغازات تحت كل الظروف وبلا حيود هو الغاز:

المُسال	[a]	الحقيقي	[b]
النبيل	[c]	المثالي	[d]

[4] القانون الذي يوضح العلاقة بين (V, T) لكمية معينة من الغاز المحصور عند ثبوت ضغطه يسمى قانون:

بويل	[a]	جاي لوساك	[b]
شارل	[c]	أفوجادرو	[d]

[5] أحد العبارات الآتية لا تتفق وقوانين الغازات وهي:

عند ثبوت كل من (T, P) فإن (V \propto n)	[a]	عند ثبوت كل من (P, n) فإن (V \propto T)	[b]
عند ثبوت كل من (T, n) فإن (V \propto P)	[c]	عند ثبوت كل من (V, n) فإن (P \propto T)	[d]

[6] درجة الحرارة في الظروف المعيارية للغازات:

تساوي الصفر المطلق	[a]	أكبر من 25°C	[b]
تساوي الصفر المئوي	[c]	أكبر من 273 K	[d]

[7] أكمل الفراغات بالعبارات المناسبة:

- المول الواحد من الغاز يشغل في الظروف المعيارية حجماً قدره
- عند ثبوت الضغط ودرجة الحرارة فإن حجم الغاز يتناسب مع عدد جسيماته
- عند ثبوت الضغط فإن حجم كمية معينة من الغاز يتناسب مع درجة حرارته المطلقة

- 4) الغاز الحقيقي ينحرف عن سلوك الغاز المثالي إذا الضغط أو درجة الحرارة بشكل كبير
- 5) إذا شغل (1 mol) من غاز النيون في الظروف المعيارية حجماً قدره (22.4 L) فإن الحجم الذي يشغله (0.5 mol) في نفس الظروف يساوي (.....)

8] تحدّ ذات مساء وفي ليلة شتوية باردة، نفخت بثينة بالوناً فيه كمية محددة من مولات غاز الأرجون، حجمه الابتدائي (1.60 L) عند درجة حرارة (277 K) مع ثبوت الضغط، ارتفعت درجة الحرارة بعد شروق الشمس بمقدار 16 K فما نسبة الحجم الجديد إلى الحجم الابتدائي؟

9] تحدّ ثلاث بالونات، يُرمز لها بالرموز a, b, c ، يحتوي البالون a على $0.4 g$ من الهيدروجين ($M_r = 2 g/mol$) ويحتوي البالون b على $0.64 g$ من الأكسجين ($M_r = 32 g/mol$) ويحتوي البالون c على $0.56 g$ من النيتروجين ($M_r = 28 g/mol$)، فإذا تعرضت البالونات الثلاث لنفس الظروف من الضغط ودرجة الحرارة فإنّ البالون ذو الحجم الأكبر هو.....



10] تحدّ في أنبوب A المجاور كمية من الزئبق تعادل $760 mmHg$ مع حجم ابتدائي للهواء المحصور $120 mL$ ، تم إضافة كمية أخرى من الزئبق تعادل $540 mmHg$ فتغير مستوى الزئبق في طرفي الأنبوب وقل حجم الهواء المحصور، أحسب مقدار التغير في حجم الهواء المحصور. [مقتبس من تجربة بويل]



القانون الجامع للغازات The Combined Gas Law

- يُصاحب تغيير درجة حرارة كمية محددة من الغاز تغيير في حجمه وضغطه معاً.
- لذلك جمع العلماء قوانين الغازات الثلاثة بويل وشارل وجاي-لوساك في قانون واحد، سُمِّي القانون الجامع للغازات
- نص القانون الجامع للغازات: "يصف العلاقة بين ضغط كمية محددة من الغاز المحصور وحجمها ودرجة حرارتها"
- لدينا ثلاث متغيرات: الضغط P والحجم V ودرجة الحرارة المطلقة T ، أما الثابت فهو كمية الغاز [المولات n]

$$\frac{P_1 V_1}{n_1 T_1} = \frac{P_2 V_2}{n_2 T_2}$$

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2}$$

مثال 5 ص 18: عينة من الهواء حجمها 5 L وضغطها 803 mmHg عند درجة حرارة -20°C .

احسب ضغطها إذا سُخِّنت حتى أصبح حجمها 7L ودرجة حرارتها 97°C

الحجم الأول $V_1 = 5\text{ L}$

الحجم الثاني $V_2 = 7\text{ L}$

الضغط الأول $P_1 = 803\text{ mmHg}$

الضغط الثاني $P_2 = ?$

$T_1 = -20^\circ\text{C} + 273 = 253\text{ K}$

$T_2 = 97^\circ\text{C} + 273 = 370\text{ K}$

الحل سيكون على القانون الجامع

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2}$$

$$P_2 = \frac{P_1 V_1 T_2}{T_1 V_2}$$

$$P_2 = \frac{803 \times 5 \times 370}{253 \times 7} = 838.82\text{ mmHg}$$

أنحقق ص 18: إذا علمت أن بالوناً يحتوي على 50 L من غاز الهيليوم عند درجة حرارة 25°C

وضغط 1.08 atm، فأحسب حجمه عند ضغط 0.8 atm ودرجة حرارة 10°C

الحجم الأول $V_1 = 50\text{ L}$

الحجم الثاني $V_2 = ?\text{ L}$

الضغط الأول $P_1 = 1.08\text{ atm}$

الضغط الثاني $P_2 = 0.8\text{ atm}$

$T_1 = 25^\circ\text{C} + 273 = 298\text{ K}$

$T_2 = 10^\circ\text{C} + 273 = 283\text{ K}$

الحل سيكون على القانون الجامع: $\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2}$

$$V_2 = \frac{P_1 V_1 T_2}{T_1 P_2} = \frac{1.08 \times 50 \times 283}{298 \times 0.8} = 64.1\text{ L}$$

قانون الغاز المثالي Ideal Gas Law

جمع العلماء القوانين السابقة من خلال المتغيرات الأربعة: الضغط P والحجم V ودرجة الحرارة المطلقة T ، وكمية الغاز [المولات n] لتتكون العلاقة الرياضية المشهورة بقانون الغاز المثالي

$$PV = nRT$$

يمكن تطبيق القانون على الغازات الحقيقية بافتراض أنها تسلك سلوك الغاز المثالي. حيث يعد R هو ثابت الغاز العام وتختلف قيمته حسب الوحدات المستخدمة للمتغيرات، ولا بد من استخدام الوحدات الآتية في حال استخدمنا قيمة $R=0.082 \text{ L.atm/mol.K}$

درجة الحرارة المطلقة T	المول n	حجم الغاز V	ضغط الغاز P
K	mol	L	atm

نستخدم قانون الغاز المثالي لحساب تطبيقات مثل:

- [1] أحد المتغيرات الأربعة المتعلقة بالغاز في المسألة: ضغط / حجم / درجة حرارة / مولات
 - [2] كثافة الغاز d وهي كتلة الغاز m على حجمه V $d = \frac{m}{V}$ [غير مطلوب في منهاجنا]
 - [3] الكتلة المولية Mr لغاز مجهول ونستخدم العلاقة $n = \frac{m}{M_r}$ [مهم ومطلوب نعرفه]
- سأشرح النقطتان [2] و[3] كمسائل خارجية، لو وردت في أسئلة وزارة فهي تعتمد على مهارات الطالب التراكمية وأيضا قدرته على التحليل لحساب الكتلة أو الكتلة المولية أو الكثافة
- حجم الغاز يزداد بزيادة درجة حرارته وأيضا تقل كثافته فالعلاقة بين الكثافة والحجم عكسية، أما العلاقة بين الكثافة والكتلة أو الكتلة المولية فهي طردية

لحساب الكثافة d	لحساب الكتلة المولية Mr
$PV = \frac{m}{M_r} RT$ $PM_r = \frac{m}{V} RT \rightarrow PM_r = dRT$ $d = M_r \frac{P}{RT}$	$PV = nRT \rightarrow PV = \frac{m}{M_r} RT$ $M_r = m \frac{RT}{PV} \rightarrow d \frac{RT}{P}$

ربط ذهني: بإمكان الطالب أن يحفظ علاقة الكتلة المولية ثم يرتبها لحساب الكثافة

$$M_r = \frac{dRT}{P}$$

فيقول: من المولية Mr درت (dRT) بالي (P)

سؤال خارجي: هل تتغير قيمة ثابت الغاز العام إذا تغيرت الوحدة المستخدمة في قياس الضغط؟

$$PV = nRT$$

$$R = \frac{PV}{nT} = \frac{1 \text{ atm} \times 22.4 \text{ L}}{1 \text{ mol} \times 273 \text{ K}} = 0.082 \text{ L.atm/mol.K}$$

لو استخدمنا وحدة الضغط **101.3 KPa** فإن قيمة ثابت الغاز العام
 $R = 8.314 \text{ L.KPa/mol.K}$

لو استخدمنا وحدة الضغط **760 mmHg** فإن قيمة ثابت الغاز العام
 $R = 62.4 \text{ L.mmHg/mol.K}$

? مثال 7 ص 21: أحسب الضغط الناتج عن 0.45 mol من غاز ما في وعاء حجمه 1.5 L ودرجة حرارته 20 °C

$$T=20^\circ \text{C} + 273= 293 \text{ K} \quad V= 1.5 \text{ L} \quad n=0.45 \text{ mol} \quad P= ?$$

أربع متغيرات، الحل على قانون الغاز المثالي حيث $R=0.082$

$$PV = nRT$$

$$P = \frac{nRT}{V} = \frac{0.45 \times 0.082 \times 293}{1.5} = 7.2 \text{ atm}$$

? أنتحقق ص 21: تُعبأ كرات التنس بغاز النيتروجين. أحسب عدد مولات الغاز في كرة حجمها 0.15 L وضغط الغاز داخلها 2 atm عند درجة حرارة 25 °C

$$T=25^\circ \text{C} + 273= 298 \text{ K} \quad P= 2 \text{ atm} \quad V=0.15 \text{ L} \quad n= ?$$

أربع متغيرات، الحل على قانون الغاز المثالي حيث $R=0.082$

$$PV = nRT$$

$$n = \frac{PV}{RT} = \frac{2 \times 0.15}{0.082 \times 298} = 0.012 \text{ mol}$$

تدريبات خارجية + كيماشيك محلول

🔧 إذا كان حجم بالون مملوء بالغاز يساوي 30 L عند درجة حرارة 40 °C وضغط 153 kPa فما هو

حجم البالون عند الظروف المعيارية STP؟

الحجم الثاني $V_2 = ?$

الحجم الأول $V_1 = 30 \text{ L}$

الضغط الثاني $P_2 = 101.3 \text{ KPa}$

الضغط الأول $P_1 = 153 \text{ KPa}$

$T_2 = 0^\circ \text{C} + 273 = 273 \text{ K}$

$T_1 = 40^\circ \text{C} + 273 = 313 \text{ K}$

الحل سيكون على القانون الجامع

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2}$$

$$V_2 = \frac{P_1 V_1 T_2}{T_1 P_2}$$

$$V_2 = \frac{153 \times 30 \times 273}{313 \times 101.3} = 39.5 \text{ L}$$

🔧 تتمدد عينة غاز حجمها 3.5 L عند درجة 20° C وضغط 86.7 kPa إلى حجم 8 L ويبلغ الضغط

النهائي للغاز 56.7 kPa. احسب درجة الحرارة النهائية للغاز بالدرجة المئوية

الحجم الثاني $V_2 = 8 \text{ L}$

الحجم الأول $V_1 = 3.5 \text{ L}$

الضغط الثاني $P_2=56.7 \text{ KPa}$

الضغط الأول $P_1=86.7 \text{ KPa}$

الحل سيكون على القانون الجامع

$T_1=20^\circ \text{C} + 273= 293 \text{ K}$

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2}$$

$$T_2 = \frac{P_2 V_2 T_1}{P_1 V_1} = \frac{56.7 \times 8 \times 293}{86.7 \times 3.5} = 438 \text{ K}$$

$$T_2 = 438 - 273 = 165^\circ \text{C}$$

سعة رئة طفل 2.18 L من الهواء، فما هي كتلة الهواء الذي تتسع له رئة هذا الطفل عند

ضغط 102 kPa ودرجة حرارة الجسم المعتادة 37°C ، على اعتبار أن الكتلة المولية للهواء = 29

g/mol وأنه يسلك سلوك الغاز المثالي، علماً أن $R=0.082$

$$V=2.18 \text{ L} \quad M_r= 29 \quad m=?$$

$$T=37^\circ \text{C}+273=310 \text{ K}$$

$$P=102 \text{ kPa}=1.01 \text{ atm}$$

نستخدم قانون الغاز المثالي لنستخرج المولات بالبداية ثم الكتلة

$$PV = nRT$$

$$n = \frac{PV}{RT} = \frac{1.01 \times 2.18}{0.082 \times 310} = 0.087 \text{ mol}$$

$$m = n \times M_r = 0.087 \times 29 = 2.5 \text{ g}$$

عينة كتلتها 8 g من غاز الميثان، موضوعة في إناء مجهول الحجم تحت ضغط 81.04 kPa

وعند درجة حرارة 400 K فإذا علمت أن $R=0.082$ وأن الكتلة المولية للميثان (16 g/mol) فإن

حجم الإناء يساوي...

$$V=? \text{ L} \quad M_r= 16 \text{ g/mol} \quad m=8 \text{ g}$$

$$T=400 \text{ K}$$

$$P=81.04 \text{ kPa}=0.8 \text{ atm}$$

نستخدم قانون الغاز المثالي، ونحسب المولات بالبداية:

$$n = \frac{m}{M_r} = \frac{8}{16} = 0.5 \text{ mol}$$

$$PV = nRT$$

$$V = \frac{nRT}{P} = \frac{0.5 \times 0.082 \times 400}{0.8} = 20.5 \text{ L}$$

احسب الكتلة المولية لعينة من غاز كثافته ($d=2.26 \text{ g/L}$) عند درجة حرارة 25°C وضغط

مقداره 0.862 atm [اعتبرها من مسائل التوسع]


$$T=25^\circ \text{C} + 273= 298 \text{ K}$$

$$P= 0.862 \text{ atm} \quad d=2.2 \text{ g/L} \quad M_r= ? \quad R=0.082$$

لحساب الكتلة المولية، نتذكر (من المولية درت بالي)

$$M_r = d \frac{RT}{P}$$

$$M_r = \frac{2.26 \times 0.082 \times 298}{0.862} = 64.1 \text{ g/mol}$$

حدد كثافة غاز الكلور عند درجة C 22° وضغط جوي 1 atm 
 إذا علمت أن الكتلة المولية للغاز (71 g/mol) وثابت الغاز العام = 0.082
 [اعتبرها من مسائل التوسع]

$$M_r = 71 \text{ g/mol} \quad d = ? \text{ g/L}$$


$$T = 22 + 273 = 295 \text{ K} \quad P = 1 \text{ atm}$$

نستخدم قانون الغاز المثالي، ونتذكر العلاقة (من المولية درت بالي) ونرتبها لأجل الكثافة:

$$M_r = d \frac{RT}{P}$$

$$d = M_r \frac{P}{RT}$$

$$d = \frac{71 \times 1}{0.082 \times 295} = 2.9 \text{ g/L}$$

بالون حجمه 2400 L مملوء بغاز الهيليوم He عند ضغط يساوي 1 atm ودرجة حرارة 27 °C 
 ارتفع إلى أعلى حيث درجة الحرارة C -23° ولكي يبقى حجمه ثابتاً جرى التخلص من 80 g من الهيليوم. احسب ضغط الهيليوم داخل البالون بعد ارتفاعه إلى أعلى، علماً أن الكتلة المولية للهيليوم تساوي 4 g/mol. [من أسئلة منهاج أول ثانوي القديم]
 يوجد متغيرات في الضغط والحرارة والكمية، أما الحجم فهو ثابت، نحسب المولات في الحالة الأولى باستخدام قانون الغاز المثالي:

$$R = 0.082 \quad V = 2400 \text{ L}$$

$$T_1 = 27 + 273 = 300 \text{ K} \quad P_1 = 1 \text{ atm} \quad n_1 = ?$$

$$T_2 = -23 + 273 = 250 \text{ K} \quad P_2 = ? \text{ atm} \quad n_2 = n_1 - (m/M_r) = n_1 - (80/4) = n_1 - 20 \text{ mol}$$

$$PV = nRT$$

$$n_1 = \frac{P_1 V}{RT_1} = \frac{1 \times 2400}{0.082 \times 300} = 97.6 \text{ mol}$$

$$n_2 = n_1 - 20 = 97.6 - 20 = 77.6 \text{ mol}$$

$$P_2 = \frac{n_2 RT_2}{V} = \frac{77.6 \times 0.082 \times 250}{2400} = 0.66 \text{ atm}$$

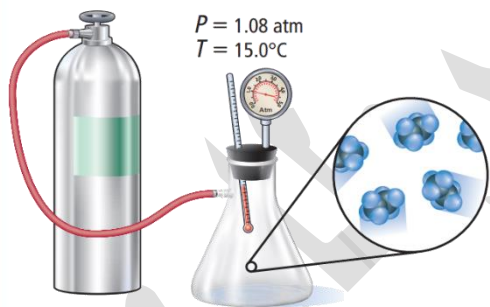
لاحظ أن الضغط ينخفض كلما ارتفعنا

ورقة عمل [3]

ما عدد مولات غاز الهيليوم He اللازمة لتعبئة وعاء حجمه 22 L عند درجة حرارة 35°C وضغط جوي مقداره 3.1 atm؟ إذا علمت أن ثابت الغاز العام = 0.082

عينة من غاز الهيليوم تشغل حجماً قدره 300 mL عندما كان ضغطها 50.65 kPa ودرجة حرارتها 47°C فإذا أصبح ضغطها 75.98 kPa ودرجة حرارتها 27°C فإن حجم العينة يساوي؟

ملئ دورق حجمه 2 L بغاز الإيثان C_2H_6 من أسطوانة صغيرة، كما يظهر في الشكل، ما هي كتلة الإيثان في الدورق؟ إذا علمت أن الكتلة المولية للإيثان (30 g/mol) وأن ثابت الغاز العام = 0.082



عينة من غاز الأوكسجين تشغل حجماً قدره 6 L عند درجة حرارة 47°C وضغط 126.6 kPa فما هو حجم هذه العينة من الغاز عند الظروف المعيارية STP؟

قانون دالتون للضغوط الجزئية Dalton's Law

- درس العالم دالتون الضغط الناجم عن خليط مكون من غازات لا تتفاعل مع بعضها
- لكل غاز ضغط خاص به ناجم عن حركة جسيماته المستمرة والعشوائية وتصادمها مع جدار الإناء الموجودة فيه

الضغط الجزئي للغاز: هو الضغط الذي يؤثر به الغاز في خليط من الغازات غير المتفاعلة

كلما زاد عدد الجسيمات ازداد الضغط الجزئي لها

نص قانون دالتون: "الضغط الكلي لخليط من

الغازات التي لا تتفاعل مع بعضها يساوي مجموع

الضغوط الجزئية لجميع مكونات الخليط"

$$P_T = P_A + P_B + P_C + \dots$$

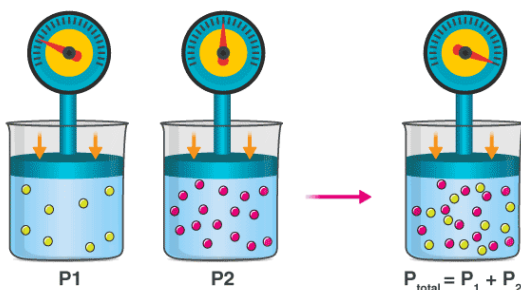
P_T الضغط الكلي لخليط الغازات

P_A, P_B, P_C الضغط الجزئي لكل غاز A, B, C

يمكن حساب الضغط الكلي للغاز باستخدام المولات الكلية وتطبيق قانون الغاز المثالي:

$$P_T V = n_T R T$$

$$n_T = n_A + n_B + n_C + \dots \quad \text{حيث}$$



فسر اختلاط الغازات وفق نظرية الحركة الجزيئية?

جسيمات الغاز متباعدة جداً وفي حركة مستمرة وسريعة وعشوائية وبالتالي تنتشر في الفراغات بين جسيمات بعضها بعضاً مكونةً خليطاً من الغازات

مثال 8 ص 23: أحسب الضغط الكلي لخليط من الغازات مكون من غاز النيتروجين الذي ضغطه

الجزئي 0.247 atm وغاز الأوكسجين الذي ضغطه الجزئي 0.346 atm وغاز ثاني أكسيد الكربون

الذي ضغطه الجزئي 0.444 atm

$$P_{N_2} = 0.247 \quad P_{O_2} = 0.346 \quad P_{CO_2} = 0.444 \quad P_T = ?$$

الحل مباشرة على قانون دالتون

$$P_T = P_A + P_B + P_C + \dots$$

$$P_T = 0.247 + 0.346 + 0.444 = 1.037 \text{ atm}$$

مثال 9 ص 24: احسب الضغط الكلي لخليط من الغازات مكون من 0.02 mol من غاز الهيليوم

و He و 0.01 mol من غاز الهيدروجين H_2 في وعاء حجمه 5 L ودرجة حرارته $10^\circ C$

$$P_{He} = ? \quad P_{H_2} = ? \quad n_{He} = 0.02 \text{ mol} \quad n_{H_2} = 0.01 \text{ mol} \quad P_T = ?$$

$$V = 5 \text{ L} \quad T = 10^\circ C + 273 = 283 \text{ K}$$

بما أن كل غاز سيأخذ نفس حجم الوعاء ودرجة الحرارة، فإننا نحسب الضغط الجزئي لكل غاز

باستخدام قانون الغاز المثالي مع اعتبار ثابت الغاز العام = 0.082:

$$PV = nRT$$

$$P_{He} = \frac{n_{He}RT}{V} = \frac{0.02 \times 0.082 \times 283}{5} = 0.093 \text{ atm}$$

$$P_{H_2} = \frac{n_{H_2}RT}{V} = \frac{0.01 \times 0.082 \times 283}{5} = 0.046 \text{ atm}$$

$$P_T = P_{He} + P_{H_2} = 0.093 + 0.046 = 0.139 \text{ atm}$$

طريقة أخرى لحساب الضغط الكلي باستخدام المولات الكلية

$$n_T = n_{He} + n_{H_2} = 0.02 + 0.01 = 0.03 \text{ mol}$$

$$P_T V = n_T RT$$

$$P_T = \frac{n_T RT}{V} = \frac{0.03 \times 0.082 \times 283}{5} = 0.139 \text{ atm}$$

نفهم من ذلك أن قانون دالتون للضغوط الجزئية تختلف فيه الضغوط الجزئية لاختلاف مولات كل غاز (علاقة طردية)، أما الحجم ودرجة الحرارة فهما ثابتان؛ لأنه وعاء واحد صلب

مثال 10 ص 25: خليط من الغازات يحتوي 0.75 mol من N_2 و 0.3 mol من O_2 و CO_2 ، في وعاء حجمه 3.5 L ودرجة حرارته المطلقة 110 K، إذا كان الضغط الكلي للخليط يساوي 3.56 atm،

أحسب الضغط الجزئي لغاز CO_2

$$P_{O_2} = ? \quad P_{N_2} = ? \quad P_{CO_2} = ? \quad n_{O_2} = 0.3 \text{ mol} \quad n_{N_2} = 0.75 \text{ mol} \quad P_T = 3.56 \text{ atm}$$

$$V = 3.5 \text{ L} \quad T = 110 \text{ K}$$

بما أن كل غاز سيأخذ نفس حجم الوعاء ودرجة الحرارة، فإننا نحسب الضغط الجزئي لكل غاز باستخدام قانون الغاز المثالي مع اعتبار ثابت الغاز العام = 0.082:

$$PV = nRT$$

$$P_{O_2} = \frac{n_{O_2}RT}{V} = \frac{0.3 \times 0.082 \times 110}{3.5} = 0.773 \text{ atm}$$

$$P_{N_2} = \frac{n_{N_2}RT}{V} = \frac{0.75 \times 0.082 \times 110}{3.5} = 1.932 \text{ atm}$$

$$P_T = P_{O_2} + P_{N_2} + P_{CO_2}$$

$$P_{CO_2} = P_T - P_{O_2} - P_{N_2}$$

$$P_{CO_2} = 3.56 - 0.773 - 1.932 = 0.85 \text{ atm}$$

أتحقق [1] ص 25: إذا علمت أن 2 L من غاز النيتروجين N_2 ضغطه 0.395 مع 3 L من غاز الهيدروجين H_2 ضغطه 0.11 atm في وعاء واحد حجمه 1 L، أحسب الضغط الكلي للخليط عند درجة الحرارة نفسها

بما أن كل غاز له حجم وضغط ثم تم جمعها في وعاء بحجم مختلف فهنا حدث تغير أي حالة ابتدائية ونهائية لكل غاز، لذا سنحسب الضغط الجزئي الجديد لكل منهما باستخدام قانون بويل ثم الضغط الكلي باستخدام قانون دالتون

الضغط الجزئي للنيتروجين:

$$P_2 = ? \text{ عند } V_2 = 1 \text{ L}$$

$$V_1 = 2 \text{ L} \text{ عند } P_1 = 0.395 \text{ atm}$$

$$P_1 V_1 = P_2 V_2 \quad \text{قانون بويل}$$

$$P_2 = \frac{P_1 V_1}{V_2} = \frac{0.395 \times 2}{1} = 0.79 \text{ atm}$$

الضغط الجزئي للهيدروجين:

$$P_2 = ? \text{ عند } V_2 = 1 \text{ L}$$

$$V_1 = 3 \text{ L عند } P_1 = 0.11 \text{ atm}$$

$$P_1 V_1 = P_2 V_2 \text{ قانون بويل}$$

$$P_2 = \frac{P_1 V_1}{V_2} = \frac{0.11 \times 3}{1} = 0.33 \text{ atm}$$

$$P_T = P_{N_2} + P_{H_2} = 0.79 + 0.33 = 1.12 \text{ atm}$$

أنتحق [2] ص25: خليط من الغازات يتكون من 5.04 g N₂ ، 0.28 g H₂ ، وغاز NH₃ في دورق حجمه 5 L ودرجة حرارته المطلقة 300 K، إذا كان الضغط الكلي للخليط يساوي 2.35 atm،

أحسب الضغط الجزئي لكل غاز، علماً أن: $Mr_{H_2} = 2 \text{ g/mol}$ $Mr_{N_2} = 28 \text{ g/mol}$

نحسب مولات كل غاز ثم ضغطه الجزئي

مولات النيتروجين وضغطه الجزئي:

$$n_{N_2} = \frac{m}{Mr} = \frac{5.04}{28} = 0.18 \text{ mol}$$

$$P_{N_2} = \frac{n_{N_2} RT}{V} = \frac{0.18 \times 0.082 \times 300}{5} = 0.886 \text{ atm}$$

مولات الهيدروجين وضغطه الجزئي:

$$n_{H_2} = \frac{m}{Mr} = \frac{0.28}{2} = 0.14 \text{ mol}$$

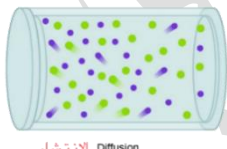
$$P_{H_2} = \frac{n_{H_2} RT}{V} = \frac{0.14 \times 0.082 \times 300}{5} = 0.689 \text{ atm}$$

نحسب الضغط الجزئي للأمونيا من قانون دالتون:

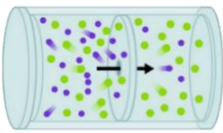
$$P_T = P_{N_2} + P_{H_2} + P_{NH_3}$$

$$P_{NH_3} = 2.35 - 0.886 - 0.689 = 0.775 \text{ atm}$$

قانون جراهام للانتشار والتدفق Graham's Law



الانتشار Diffusion



التدفق Effusion



تتميز الغازات بخصائص فيزيائية أشهرها الانتشار والتدفق، لذا تعتبر الغازات من الموائع [سنتعرف على مصطلح "المائع" في الدرس الثاني]

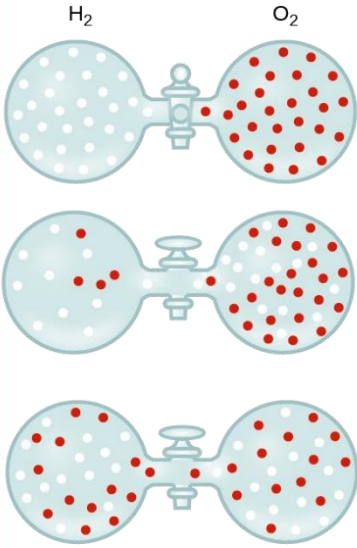
ما الفرق بين خاصتي الانتشار والتدفق للغازات?

الانتشار Diffusion: هو عملية الاختلاط التدريجي للغازات مع بعضها نتيجة انتقالها من المنطقة الأعلى تركيزاً إلى المنطقة الأقل تركيزاً، مثل: انتشار العطر في الهواء، انتشار رائحة الطعام وانتقاله إلى غرفة أخرى، انتشار بخار مادة سائلة مثل البروم مع الهواء داخل الدورق المغلق

التدفق Effusion: هو تسرب الغاز المضغوط من فتحة صغيرة في جدار الإناء الموجود فيه، مثال: تسرب الغاز من محبس المدفأة أو تسرب الهواء من ثقب نشأ في عجل السيارة نتيجة اختراقه بواسطة مسمار.

؟ فسر كيف تتوافق خاصية الانتشار مع نظرية الحركة الجزيئية؟

يحدث الانتشار بسبب جزيئات الغاز المتباعدة التي تتحرك باستمرار وسرعة وعشوائية فتختلط جسيمات الغاز مع بعضها بعضاً



■ درس العالم جراهام خاصية الانتشار والتدفق للغازات، ولاحظ أن الغازات ذات الكتلة المولية الأقل أسرع انتشاراً وتدفقاً من الغازات ذات الكتلة المولية الأكبر

■ **نص قانون جراهام:** "سرعة تدفق الغاز يتناسب عكسياً مع الجذر التربيعي لكتلته المولية عند درجة حرارة وضغط ثابتين" **مثال:** عند فتح الصمام بين الغازين في الصورة المجاورة، يتدفق الهيدروجين بسرعة أكبر من سرعة تدفق الأكسجين، حيث ينتقل عدد أكبر من جزيئات الهيدروجين عبر الصمام مقارنة بعدد جزيئات الأكسجين التي تنتقل بالاتجاه الآخر، ومع الوقت يختلط الغازان تماماً.

فالهيدروجين كتلته المولية = 2 جرام / مول بينما الأكسجين = 32 جرام / مول

تدريبات خارجية + كيماشيك محلول

الهواء الجوي عبارة عن خليط من الغازات بنسبة 78% للنيتروجين و 21% للأكسجين و 1% للأرجون، فإذا علمت أن الضغط الجوي يساوي 760 mmHg فما هي الضغوط الجزئية لكل من الغازات السابقة؟

الحل سيكون بحساب نسبة كل غاز مضروباً بالضغط الكلي

$$P_{N_2} = 0.78 \times 760 \text{ mmHg} = 592.8 \text{ mmHg}$$

$$P_{O_2} = 0.21 \times 760 \text{ mmHg} = 159.6 \text{ mmHg}$$

$$P_{Ar} = 0.01 \times 760 \text{ mmHg} = 7.6 \text{ mmHg}$$

للتأكد من الضغط الكلي نجمع الضغوط الجزئية:

$$P_T = 592.8 + 159.6 + 7.6 = 760 \text{ mmHg}$$

تم وصل إناء حجمه (2 L) به غاز النيون وضغطه (81.04 kPa) مع إناء حجمه (4 L) به غاز الأرجون الذي ضغطه (60.78 kPa) فإذا ظلت درجة الحرارة ثابتة مع إهمال حجم الوصلة بينهما فما هو الضغط الجزئي للأرجون في الخليط

نلاحظ وجود تغير في الحجم لكل غاز حيث الحجم النهائي بعد وصل الإناءين = 6 L
نحسب الضغط الجديد للأرجون باستخدام قانون بويل

الضغط الجزئي للأرجون: $P_1=60.78 \text{ kPa}$ عند $V_1=4 \text{ L}$ عند $V_2=6 \text{ L}$ $P_2=?$

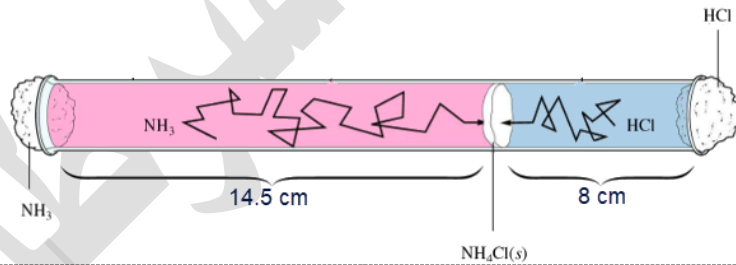
$$P_2 = \frac{P_1 V_1}{V_2} = \frac{60.78 \times 4}{6} = 40.52 \text{ kPa}$$

إذا علمت أن سرعة تدفق الغاز A يعادل 3 أمثال سرعة تدفق الغاز B وكانت الكتلة المولية للغاز A 4 g/mol فأى العبارات الآتية تعطي تقديراً منطقياً للكتلة المولية للغاز B؟

أقل من 4 g/mol بقليل	[b]	أقل من 4 g/mol بكثير	[a]
أكبر من 4 g/mol بكثير	[d]	تساوي 4 g/mol	[c]

الجواب [d] لأن سرعة التدفق ثلاثة أضعاف يعني الكتلة المولية لـ B أكبر بكثير مقارنة بـ A

في تجربة انتشار غازي الأمونيا NH_3 وكلوريد الهيدروجين HCl من طرفي أنبوب مغلق، وُجد أن الراسب الأبيض (كلوريد الأمونيوم NH_4Cl) الناتج من تفاعلهما، تكوّن في موقع أقرب لطرف غاز كلوريد الهيدروجين HCl . فإن تفسير ذلك:



غاز HCl ينتشر أسرع من غاز NH_3	[b]	غاز NH_3 أقل كتلة مولية من HCl	[a]
يتكون الراسب قرب الغاز الأسرع انتشاراً	[d]	غاز NH_3 أسرع لأنه أثقل	[c]

الجواب [b]: لأن الأمونيا كانت أسرع وصولاً لتلك النقطة من كلوريد الهيدروجين وهذا بسبب كتلته المولية الأقل حسب قانون جراهام.

إذا كان المجموع الكلي يساوي 12 mol لغازات لا تتفاعل رموزها الافتراضية A, B, C داخل أسطوانة محكمة الإغلاق عند درجة حرارة معينة، بحيث مولات A, B متساوية، أما مولات C تساوي 6 mol، فإن الغاز الذي له أكبر ضغط جزئي هو:

A	[b]	B	[a]
C	[d]	A, B, C متساوية	[c]

الجواب [c] لأن المولات الأكبر تشكّل ضغط جزئي أكبر

ورقة عمل [4]

[1] خليط غازات: (4 g) من الهيليوم، (7 g) من النيتروجين، موضوع في إناء مغلق حجمه (10L) عند درجة حرارة (300 K) فإذا علمت أن الكتل المولية g/mol لتلك الغازات هي (N₂=28 , He=4) وثابت الغاز العام (0.082) فاحسب الضغط الجزئي للهيليوم داخل الإناء... ثم احسب الضغط الكلي داخل الإناء المغلق

[2] مخلوط من غازات النيون Ne والهيليوم He والأرجون Ar في إناء محكم الإغلاق حجمه (4L) عند درجة حرارة 300 K، فإذا علمت أن الضغوط الجزئية لهذه الغازات في الإناء على الترتيب هي (60.78 kPa) (40.52 kPa) (20.26 kPa) فاحسب:
 (1) الضغط الكلي بوحدة atm
 (2) المولات الكلية داخل الإناء، علماً أن ثابت الغاز العام 0.082

في خليط من غازي الهيليوم والميثان داخل أنبوب فيه صمام حدث منه تسريب للغاز، لوحظ أن جزيئات أحد الغازين انتشرت بسرعة أكبر في الهواء من الغاز الآخر. علماً بأن الكتلة المولية لغاز الهيليوم $4 g/mol$ ، ولغاز الميثان $16 g/mol$ ، فأَيّ العبارات التالية تفسر هذه الملاحظة بشكل صحيح؟

- [a] يتسرب الهيليوم بشكل أبطأ لأن كتلته المولية أقل
- [b] يتسرب الميثان بشكل أسرع لأن جزيئاته أكبر
- [c] يتسرب الهيليوم بشكل أسرع لأن كتلته المولية أقل
- [d] يتسرب الغازان بنفس السرعة لأن الضغط متساو داخل الأنبوب

حل مراجعة الدرس الأول: الحالة الغازية

[1] أفسر: تتشابه الغازات في خصائصها الفيزيائية ?

لأن جسيمات الغازات متباعدة جداً وقوى التجاذب بينها شبه معدومة

[2] أوضح المقصود بكل من: ?

- الغاز المثالي: غاز افتراضي حجم جسيماته يساوي صفر، وقوى التجاذب بينها معدومة
- الضغط الجزئي للغاز: الضغط الذي يؤثر به الغاز في خليط من الغازات غير المتفاعلة
- التدفق: تسرب الغاز المضغوط من فتحة صغيرة

[3] أقرن: أحدد الغاز الأسرع انتشاراً: النيتروجين N_2 أم الأرجون Ar ?

$$[Mr_{N_2}=28 \text{ g/mol}, Mr_{Ar}=39.9 \text{ g/mol}]$$

كلما قلت الكتلة المولية زادت سرعة انتشار الغاز، الكتلة المولية للنيتروجين = 28 بينما الكتلة المولية للأرجون = 39.9 لذا غاز النيتروجين هو الأسرع انتشاراً

[4] عينة من غاز الهيدروجين H_2 في الظروف المعيارية، نقلت إلى وعاء أصغر حجماً عند درجة الحرارة نفسها، أصف التغير الذي يحدث لكل من: ?

الحرارة نفسها، أصف التغير الذي يحدث لكل من:

- متوسط الطاقة الحركية لجزيئات H_2
- لن يتغير متوسط الطاقة الحركية لأن درجة الحرارة لم تتغير
- عدد التصادمات الكلية لجزيئات غاز H_2 خلال وحدة الزمن
- يزداد عدد التصادمات الكلية للجزيئات خلال وحدة الزمن لأن الحجم قلّ وبالتالي يزداد الضغط
- ضغط غاز H_2
- يزداد الضغط نتيجة ازدياد عدد تصادمات الجزيئات مع جدار الإناء

[5] إذا علمت أن بالوناً مملوئاً بغاز الهيليوم حجمه 300 mL عند ضغط 1 atm، ارتفع إلى أعلى ?

بحيث أصبح الضغط 0.63 atm، أحسب حجمه الجديد بفرض بقاء درجة الحرارة ثابتة

التغير فقط في الضغط والحجم، نستخدم قانون بويل

$$P_1V_1 = P_2V_2$$

$$V_2 = \frac{P_1V_1}{P_2} = \frac{1 \times 300}{0.63} = 476 \text{ mL}$$

[6] عينة من غاز حجمها 3.5 L عند درجة حرارة 20° C وضغط 0.86 atm، أحسب درجة حرارتها ?

المطلقة إذا سمح لها بالتمدد حتى أصبح حجمها 8 L عند ضغط 0.56 atm

التغير في الضغط والحجم ودرجة الحرارة، نستخدم القانون الجامع

$$\frac{P_1V_1}{T_1} = \frac{P_2V_2}{T_2}$$

$$T_1 = 20 + 273 = 293 \text{ K}$$

$$T_2 = \frac{P_2V_2T_1}{P_1V_1} = \frac{0.56 \times 8 \times 293}{0.86 \times 3.5} = 436 \text{ K}$$



[7] أنتج تفاعل ما 5.67g من غاز CO₂، أحسب حجم الغاز عند درجة حرارة 23° C وضغط يساوي 0.985 atm [Mr_{CO₂} = 44 g/mol]

في السؤال متغيرات كمية + حجم + حرارة + ضغط، نستخدم قانون الغاز المثالي

$$T = 23 + 273 = 296 \text{ K}$$

$$R = 0.082$$

نحوّل الكتلة إلى مولات:

$$n = \frac{m}{Mr} = \frac{5.67}{44} = 0.129 \text{ mol}$$

$$PV = nRT$$

$$V = \frac{nRT}{P} = \frac{0.129 \times 0.082 \times 296}{0.985} = 3.2 \text{ L}$$

[8] أحسب الضغط الكلي لخليط مكون من 6 g من غاز الأوكسجين O₂ و 9 g من غاز الميثان CH₄ في وعاء حجمه 15 L وعند درجة حرارة 0° C [Mr_{O₂} = 32 g/mol, Mr_{CH₄} = 16 g/mol]

الضغط الكلي نحسبه باستخدام قانون دالتون، ولا بد من حساب الضغط الجزئي لكل غاز

باستخدام المعطيات من الكتلة والحجم والحرارة، نحسب المولات ونحول الحرارة

$$T = 0 + 273 = 273 \text{ K} \quad R = 0.082$$

نحوّل الكتلة إلى مولات:-

$$n_{O_2} = \frac{m}{Mr} = \frac{6}{32} = 0.188 \text{ mol}$$

$$n_{CH_4} = \frac{m}{Mr} = \frac{9}{16} = 0.563 \text{ mol}$$

$$PV = nRT$$

$$P_{O_2} = \frac{nRT}{V} = \frac{0.188 \times 0.082 \times 273}{15} = 0.28 \text{ atm}$$

$$P_{CH_4} = \frac{nRT}{V} = \frac{0.563 \times 0.082 \times 273}{15} = 0.84 \text{ atm}$$

$$P_T = 0.28 + 0.84 = 1.12 \text{ atm}$$

[9] أختار الإجابة الصحيحة لكل فقرة من الفقرات الآتية:

1. لا ينطبق قانون الغاز المثالي على الغازات الحقيقية عند:

أ.	الضغط المنخفض ودرجة الحرارة المرتفعة
ب.	الضغط المرتفع ودرجة الحرارة المنخفضة
ج.	درجة الحرارة والضغط المرتفعان
د.	درجة الحرارة والضغط المنخفضان

الجواب [ب]

2. يتناسب ضغط كمية محددة من غاز طردياً مع درجة حرارته المطلقة عند ثبات حجمه، تتفق هذه العبارة مع قانون:

أ.	بويل	ب.	جاي لوساك
ج.	شارل	د.	أفوجادرو

الجواب [ب]

3. زجاجة محكمة الإغلاق تحتوي غاز الهيليوم، ودرجة حرارتها 20°C، غمرت الزجاجة في حمام مائي مثلج، إحدى العبارات الآتية غير صحيحة:

أ.	يقل ضغط الغاز
ب.	يزداد حجم الغاز
ج.	يقل متوسط الطاقة الحركية لجزيئات الغاز
د.	يقل عدد التصادمات مع جدار الزجاجة

الجواب [ب]

4. كتلة معينة من الهواء حجمها 6L وضغطها 1atm إذا انخفض الضغط إلى 0.25 atm وأصبحت درجة حرارتها المطلقة مثلي درجة حرارتها الأصلية، فإن حجمها يصبح:

أ.	مثلي الحجم الأصلي	ب.	نصف الحجم الأصلي
ج.	4 أمثال الحجم الأصلي	د.	8 أمثال الحجم الأصلي

الجواب [د]

$$V_2 = \frac{P_1 V_1 T_2}{T_1 P_2} = \frac{1 \times 6 \times 2T_1}{T_1 \times 0.25} = 48 L$$

$$\frac{V_2}{V_1} = \frac{48}{6} = 8$$

انتهى الدرس الأول: الحالة الغازية والحمد لله ...

إلى الدرس الثاني بعون الله ..

لكن ... انتظر

هل تعلمت شيئاً إيجابياً خلال أيامك الأولى في رحلة مواد التخصص؟

هل نظرت إلى بوكس العلاقات السريعة للدرس الأول؟



انظر الصفحات التالية

فالأشياء المكتوبة لنا
لن تذهب لغيرنا.



حتى لو أفلتناها..



Forwarded from  قناة سناكات الكيمياء  مريم السرطاوي (مريم السرطاوي) #نوتات #تأثير_الشارع #السرطاوي

هناك دراسات وبحوث بخصوص تأثير الشارع أو المجتمع على الفرد، فالفرد الواحد يتأثر بما يحدث حوله فيقلد تلقائياً.. فإذا شاهدت جمع غفير يصفق فتلقائياً سيحدثك عقلك بالتصفيق وإلا ستكون مختلفاً عن الباقي، ونفس الشيء لو ضحك الجميع فتلقائياً ستضحك وهذا يحدث في مناسبات الأفراح، ومثله في المناسبات الحزينة عند وفاة أحدهم، ستجد أقرباء المتوفى يبكون وأنت تبكي معهم وقد لا تكون لديك أدنى علاقة معهم أو حتى مودة للمتوفى

ونفس الشيء الحب والمدح، عندما تجد إعجاب متوالى على إنسان في السوشيال ومديح في صفحته فإنك إن لم تكن معجبا به فإنك تغادر صامتا وإلا ستكتب مديحا مثلهم حتى لا تكون مختلفا عنهم وحتى لا تتهم نفسك أن هناك مشكلة فيك أنت لا فيهم

ونفس الشيء التعليقات السلبية، عندما تجد تعليقات سلبية كثيرة في صفحة أحدهم، وأنت ترى أن التعليقات غير منطقية لكنك ستقول لا يعقل أن يكونوا كلهم خطأ وأنا الصح .. فإما تغادر صامتا أو تقلدهم

هذا هو تأثير الشارع وهو قوي جدا وليس بالضرورة أن يكون الشارع كله صح وأنت خطأ .. فعليك أن تسدد وتقارب .. وأن تكون نفسك في كل مرة وتقاوم تأثير الشارع، لا تجري مع التيار ولا تتحرك مع القطيع..

إذا رأيت طالبا يشكو ضيق الوقت وتراكم الدراسة وأنت مثله فلا تكتب تعليقا مشابها أو تضع +1 .. لأنه سيأتي من بعدك ويفعل مثلك، ثم يأتي آخر ويفعل مثله وهكذا تمتلئ الدائرة بالسلبيات .. وهذا لا يعالج المشكلة بل يزيدها .. فإما تغادر صامتا أو تكتب نصيحة إيجابية لتترك أثرا طيبا وتأكد أنه سيأتي من بعدك من يكتب شيئا إيجابيا آخر

كن إيجابيا وسيكن الناس مثلك ... كن سلبيًا وسيكن الناس مثلك في الأولى أجر وثواب .. وفي الثانية هم يتوالى ولن ينتهي

5

807 11:34 AM ✓

MA4E:11 108

في الختام ...

الخاتمة

في الختام ...



FLASHBACK

الحالة الغازية

Flashback

- ⚡ بنود نظرية الحركة الجزيئية مع افتراض الغاز المثالي:
- 1- جسيمات الغاز متناهية في الصغر (مهملة الحجم) ومتباعدة جداً
- 2- جسيمات الغاز تتحرك حركة مستمرة عشوائية سريعة في جميع الاتجاهات وبخطوط مستقيمة
- 3- جسيمات الغاز تتصادم تصادمات مرنة
- 4- قوى التجاذب بين جسيمات الغاز معدومة
- 5- متوسط الطاقة الحركية لجسيمات الغاز يعتمد على سرعتها التي تتأثر بدرجة الحرارة طردياً
- ⚡ يقترب سلوك الغاز الحقيقي من سلوك المثالي كلما انخفض الضغط، زادت درجة الحرارة، قلّت قوى التجاذب
- ⚡ تعدّ الغازات من الموائع فهي قادرة على الجريان أو الانسياب والتشكّل
- ⚡ قانون بويل: العلاقة بين الضغط والحجم عكسية PV
- ⚡ قانون شارل: العلاقة بين الحجم ودرجة الحرارة المطلقة طردية V/T
- ⚡ قانون جاي لوساك: العلاقة بين الضغط ودرجة الحرارة المطلقة طردية P/T
- ⚡ قانون أفوجادرو: العلاقة بين الحجم والمولات طردية V/n
- ⚡ القانون الجامع: بويل + شارل + جاي لوساك = PV/T
- ⚡ قانون الغاز المثالي: PV = nRT حيث الضغط atm الحجم L درجة الحرارة المطلقة بالكلفن، R ثابت الغاز العام = 0.082
- ⚡ قانون دالتون: الضغط الكلي هو مجموع الضغوط الجزئية لخليط غازات لا تتفاعل $P_T = P_A + P_B + P_C + \dots$
- ⚡ قانون جراهام: العلاقة بين سرعة تدفق الغاز والجذر التربيعي لكتلته المولية علاقة عكسية
- ⚡ كلما قلّت الكتلة المولية للغاز كلما زاد انتشاره وتدفعه في خليط الغازات
- ⚡ الظروف المعيارية للغازات: درجة حرارة 0°C = 273 K وضغط 1 atm
- ⚡ الحجم المولي: حجم المول الواحد من أي غاز = 22.4 L في الظروف المعيارية ويحتوي عدد أفوجادرو من الجسيمات

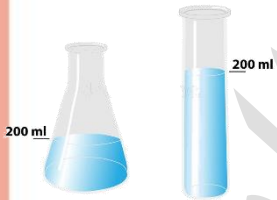
الدرس الثاني: الحالة السائلة

تعريفات الدرس الثاني:

- المائع: مواد تمتلك جسيماتها القدرة على الانسياب والجريان وتأخذ شكل الإناء الموجودة فيه
- التبخّر: تحول المادة من الحالة السائلة إلى الحالة الغازية
- طاقة التبخر المولية: كمية الطاقة اللازمة لتبخير مول واحد من السائل عند درجة حرارة وضغط ثابتين
- التكاثف: تحول المادة من الحالة الغازية إلى الحالة السائلة
- طاقة التكاثف المولية: كمية الطاقة الناتجة من تكاثف مول واحد من بخار المادة من الحالة الغازية إلى الحالة السائلة عند درجة حرارة معينة
- الضغط البخاري: ضغط بخار السائل في حالة الاتزان عند درجة حرارة معينة
- درجة الغليان: درجة الحرارة التي يصبح عندها ضغط بخار السائل مساوياً للضغط الخارجي المؤثر على سطحه.
- درجة الغليان المعيارية: درجة الحرارة التي يصبح عندها ضغط بخار السائل مساوياً لواحد ضغط جوي 760 mmHg

الخصائص الفيزيائية للسوائل

- يمكن فهم خصائص السوائل اعتماداً على حركة جزيئاتها وقوى التجاذب بينها
- الخصائص الفيزيائية للمادة في الحالة السائلة:

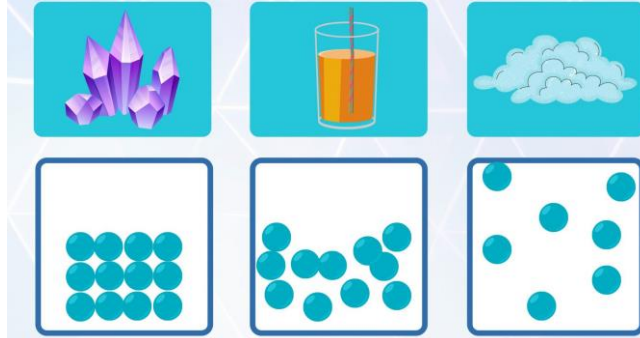


- [1] حجم السائل ثابت وشكله متغير فيأخذ نفس شكل الإناء
- [2] جزيئاتها في حركة مستمرة وعشوائية ولذا هي من الموائع أي أنها قابلة للجريان والانسياب



- [3] تترابط جزيئات السائل بقوى تجاذب ضعيفة نسبياً [سواء كانت: قوى هيدروجينية، ثنائية القطب، قوى لندن] فهي أضعف من قوى المواد الصلبة
- [4] السوائل غير قابلة للانضغاط

- [5] كثافة السوائل أكبر من كثافة الغازات، وأقل من كثافة المواد الصلبة



▪ **الموائع Fluids:** مواد تمتلك جسيماتها القدرة على الجريان أو الانسياب وتأخذ شكل الإناء الموجودة فيه، مثل السوائل والغازات.

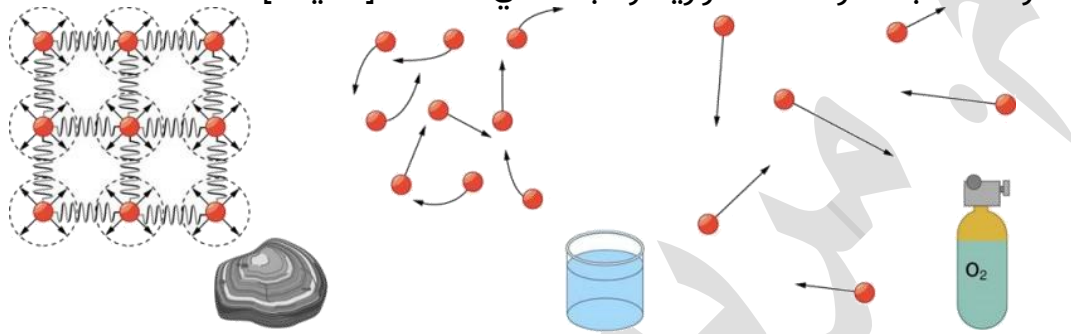
? **فسر: سبب تسمية السوائل والغازات فقط بالموائع**

لأن جسيمات المواد السائلة والغازية:

[1] في حركة مستمرة وعشوائية لذا بإمكانها الجريان والانسياب

[2] وأيضا تتشكل حسب الإناء الذي توضع فيه

بخلاف المواد الصلبة حركتها اهتزازية وثابتة في مكانها [مقيدة]



? **فسر: السوائل لا تقبل الانضغاط مثل الغازات، وكثافتها أعلى من كثافة الغازات.**

لأن جزيئات السائل تتربط بقوى تجاذب ضعيفة نسبياً تجعلها أكثر تقارباً، وطاقاتها الحركية أقل من جسيمات الغاز، وهذا التقارب يجعلها غير قابلة للانضغاط، كما تكون كثافتها أكبر من كثافة الغازات.

فائدة: السبب الرئيسي الذي جعل خصائص السوائل تختلف عن الغازات: جزيئات السوائل متقاربة بسبب قوى التجاذب المختلفة، ولذا لا تقبل الانضغاط، كثافتها أعلى، حجمها ثابت

التبخر Evaporation

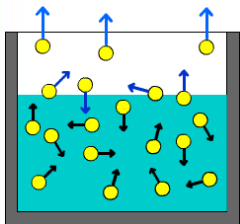
▪ **التبخر:** تحول المادة من الحالة السائلة إلى الحالة الغازية

▪ يحدث التبخر عند أي درجة حرارة أو ضغط

? **كيف تتبخر مياه المسطحات المائية دون أن تصل إلى درجة الغليان؟**

التبخر يختلف عن الغليان، فالتبخر يحدث عند أي درجة حرارة ويحدث على السطح، بينما درجة الغليان المعيارية محددة للماء وهي $100^{\circ}C$ عند 1 atm ويحدث لكل كتلة السائل

? **كيف تحدث عملية التبخر؟**



بسبب الحركة المستمرة لجزيئات السائل وحدوث التصادمات، تكون الطاقة الحركية لبعض الجزيئات كافية للتغلب على قوى التجاذب بينها وبين الجزيئات المحيطة بها، فتفلت من سطح السائل إلى الحالة الغازية

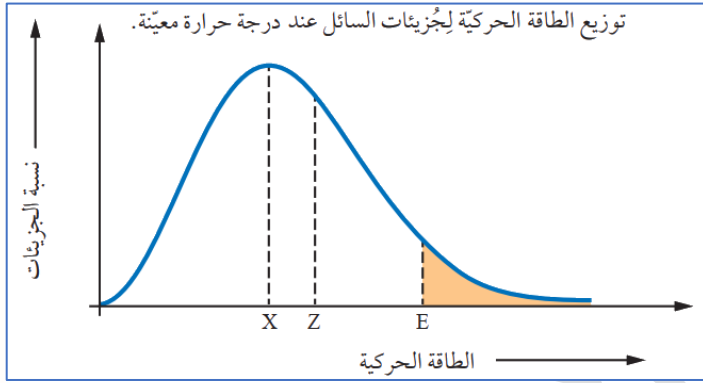
? **فسر: تحدث عملية التبخر من سطح السائل عند أي درجة حرارة؟**

الجزيئات التي تتبخر من سطح السائل تمتلك حد أدنى من الطاقة اللازمة للتبخر في أي لحظة

منحنى توزيع الطاقة الحركية (منحنى ماكسويل - بولتزمان)

? ما هو منحنى ماكسويل - بولتزمان؟

- منحنى يوضح توزيع الطاقة الحركية لجزيئات السائل عند درجة حرارة معينة
- أجرى الفيزيائيان ماكسويل وبولتزمان تجارب على الطاقة الحركية للجزيئات، أسفرت النتائج عن هذا المنحنى وتسمى باسمهما [معلومة غير مطلوبة في المنهاج]
- المساحة تحت المنحنى تعبر عن عدد الجزيئات الكلي أو نسبة الجزيئات لمادة معينة، وكل نقطة على المنحنى تقابل عدد معين أو نسبة معينة من الجزيئات على محور y ، لها طاقة حركية معينة على محور x وحيث تمثل الرموز على الرسم ما يأتي:



- X : الطاقة الحركية التي يمتلكها أكبر عدد من جزيئات السائل
- Z : متوسط الطاقة الحركية للجزيئات
- E : الحد الأدنى من الطاقة الحركية اللازمة للتغلب على قوى التجاذب بين جزيئات السائل ((فيبدأ التبخر))
- أما المنطقة المظلمة فتتمثل نسبة

الجزيئات التي تمتلك طاقة كافية للتبخر، ناتجة عن الحركة الدائمة والتصادمات المستمرة بين جزيئات السائل

? كيف تصل جزيئات السائل إلى الطاقة الكافية للتبخر أو الحد الأدنى من الطاقة الحركية للتغلب على قوى التجاذب؟

بسبب الحركة الدائمة والتصادمات المستمرة بين جزيئات السائل، تفقد بعض الجزيئات المتصادمة طاقة تكتسبها الجزيئات الأخرى، فتزيد الطاقة الحركية لبعض الجزيئات، فتصبح كافية للتغلب على قوى التجاذب التي تربطها مع الجزيئات المحيطة بها، فتفلت من سطح السائل، أي تتبخر (ممكن نسميها مرحلة الهروب)

العوامل المؤثرة في سرعة التبخر

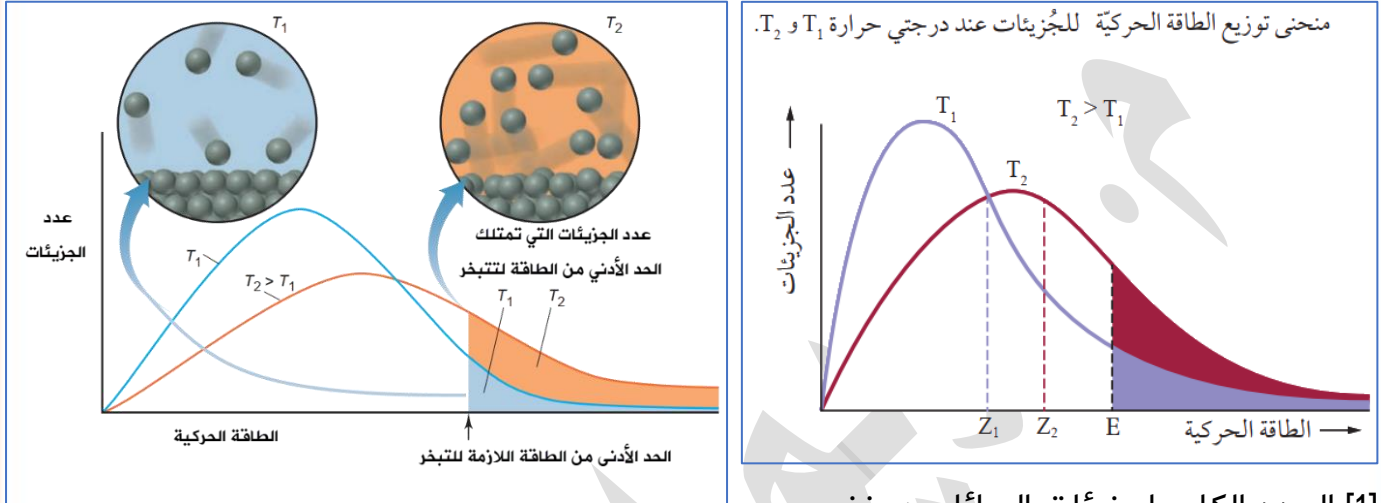
? ما هي العوامل المؤثرة في سرعة التبخر؟

- [1] درجة الحرارة: علاقة طردية
 - [2] قوى التجاذب بين الجزيئات: علاقة عكسية
- لندرس ذلك من خلال منحنى ماكسويل - بولتزمان [منحنى توزيع الطاقة الحركية لجزيئات السائل]

درجة الحرارة وسرعة التبخر

- من خلال الشكل أدناه سواء الموضح على اليمين أو اليسار: كمثال افتراضي: إذا كانت $T_1 = 300\text{ K}$ و $T_2 = 400\text{ K}$ لسائل معين ومن خلال منحنى ماكسويل - بولتزمان اختبارنا تأثير درجة الحرارة على سرعة تبخر نفس السائل.

ملاحظات على المنحنى:



- [1] العدد الكلي لجزيئات السائل هو نفسه، وهو المساحة المظللة الكلية تحت كل منحنى
- [2] عند درجة الحرارة الأعلى T_2 ازداد متوسط الطاقة الحركية Z للجزيئات، وللحفاظ على نفس المساحة تحت المنحنيين سيكون منحنى T_2 أخفض وأعرض من T_1
- [3] تصل جزيئات السائل إلى الحد الأدنى من الطاقة اللازمة للتبخر وهذا الحد الأدنى لا يتأثر بزيادة درجة الحرارة، بل ثابت لنفس السائل [لتقريب الصورة: تذكر أن درجة غليان الماء هي 100°C فلن تتغير إذا استخدمنا نار منخفضة أو نار عالية، الذي سيتغير هو عدد الجزيئات وزمن الوصول للتبخر]
- [4] عند ازدياد الحرارة يزداد متوسط الطاقة الحركية Z فتزداد التصادمات وبالتالي يزداد عدد الجزيئات التي تمتلك الحد الأدنى من الطاقة اللازمة للتبخر وتزداد سرعة التبخر
- [5] عدد الجزيئات التي تتبخر [المساحة المظللة] أكبر عند T_2 منها عند T_1 فسرعة التبخر أكبر عند درجة الحرارة الأكبر

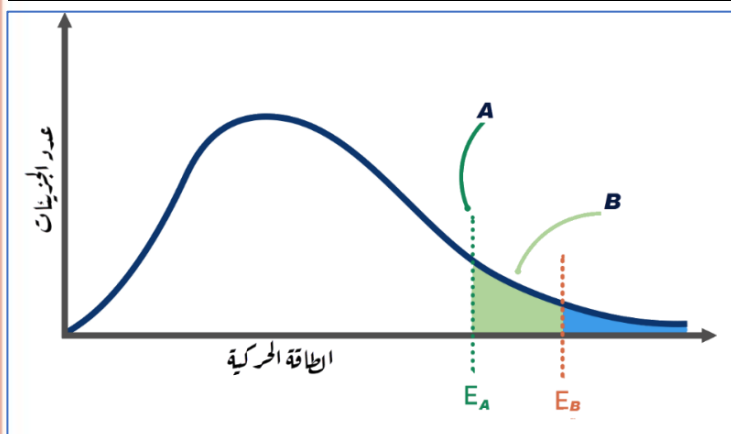
؟ **فسر: كلما ازدادت درجة الحرارة ازدادت سرعة تبخر السوائل** [العلاقة طردية]

لأن زيادة درجة الحرارة تزيد من الطاقة الحركية للجزيئات، يزيد عدد التصادمات بينها، فيزيد عدد الجزيئات التي تمتلك الحد الأدنى من الطاقة اللازمة للتبخر وتزداد سرعة التبخر

💡 لتقريب الصورة:

- غسيل الملابس في الشتاء (حرارة منخفضة) → يجف ببطء.
- أما الغسيل في الصيف تحت الشمس (حرارة مرتفعة) → يجف بسرعة، لأن جزيئات الماء تمتلك طاقة حركية أكبر فتتبخر أسرع.

قوى التجاذب بين الجزيئات وسرعة التبخر



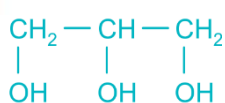
- من خلال الشكل المجاور: لسائلين A , B لهما نفس عدد الجزيئات عند درجة حرارة معينة (لهما نفس المساحة تحت المنحنى أي نفس المجموع الكلي للجزيئات) ومن خلال منحنى ماكسويل - بولتزمان اختبرنا اختلاف كليهما في سرعة التبخر.
- ملاحظات على المنحنى:**

[1] لكل سائل حد أدنى من الطاقة اللازمة للتغلب على قواه فتبدأ عملية التبخر عند درجة حرارة معينة

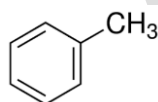
[2] السائل الذي يمتلك أقل حد أدنى من الطاقة للتغلب على القوى فيحدث التبخر، سيمتلك عدد جزيئات أكثر تتصادم وتمتلك تلك الطاقة فيتبخر أسرع، والسبب: قوى التجاذب بين جزيئاته أضعف

فسر: تختلف السوائل في سرعة تبخرها اعتماداً على قوى التجاذب عند ثبات درجة الحرارة

تختلف قوى التجاذب في السوائل منها القوى الهيدروجينية، ثنائية القطب وقوى لندن، كلما كانت قوى التجاذب بين جزيئات السائل أقوى كان الحد الأدنى من الطاقة اللازمة لتبخره أكبر (يعني يحتاج طاقة أكبر) وبالتالي سرعة تبخره أقل، أو نقول أبطأ تبخرًا.



مثال خارجي: مركبان لهما نفس الكتلة المولية تقريباً، تتجاذب جزيئات



الجليسرين بروابط هيدروجينية، بينما تتجاذب جزيئات

25°C رائحة التولوين

تبخر بشكل أسرع

التولوين بقوى لندن، نلاحظ عند درجة حرارة الغرفة

انتشرت في الجو بخلاف الجليسرين، وهذا يعني أنه

فشمنا رائحته، علماً أن درجة غليان الجليسرين 290 °C والتولوين 111 °C. (يعني الجليسرين

أبطأ تبخرًا، والتولوين أسرع تبخرًا)

فسر: سرعة تبخر الأسيتون مزيل طلاء الأظافر CH₃COCH₃ أكبر من سرعة تبخر الإيثانول مطهر

الجروح CH₃CH₂OH

قوى التجاذب بين جزيئات الأسيتون هي ثنائية القطب، بينما في الإيثانول هي القوى الهيدروجينية، القوى في الأسيتون أضعف لذا الحد الأدنى من الطاقة اللازمة للتبخر أقل فيتبخر أسرع بخلاف الإيثانول

ضوء اللمبة: في المركبات العضوية:

1- الروابط الهيدروجينية: في الكحول ROH والحموض الكربوكسيلية RCOOH، الأمينات RNH₂

2- ثنائية القطب: هاليدات الألكيل RX، الإثيرات ROR، الألدهيدات RCHO، الكيتونات RCOR

الإسترات RCOOR

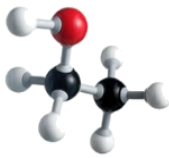
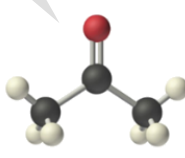
3- قوى لندن: المركبات الهيدروكربونية (غير قطبية) CH

ادرس الجدول التالي وفسّر الملاحظات:

أثر قوى التجاذب بين جزيئات السائل في سرعة تبخره.

المادة	نوع قوى الترابط بين جزيئاتها في الحالة السائلة	الحد الأدنى من الطاقة اللازمة للتبخر	سرعة التبخر
كحول الإيثانول $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$	الروابط الهيدروجينية	أكبر	أقل سرعة
الأسيتون CH_3COCH_3	ثنائية القطب	أقل	أسرع

ضوء اللامبة فائدة خارجية مهمة عند مقارنة الماء بالكحول (ميثانول، إيثانول، بروبانول): الماء فيه روابط هيدروجينية مثل الكحول، لكنه أكثر قوة منه بسبب عدد الروابط الهيدروجينية فيه أكثر، جزيئاته أكثر ترابطاً، بخلاف تلك الكحولات لها جزء غير قطبي (هيدروكربوني) يضعف كثافة الروابط الهيدروجينية فيه. بينما عند مقارنة الماء بكحولات فوق ثلاث كربونات، مثلاً الماء وبيوتانول، فإن الكحول ازدادت كتلته المولية بشكل ملاحظ فتزداد قوى لندن بالإضافة للروابط الهيدروجينية، فيصبح الكحول له تجاذب أقوى بين جزيئاته.

الإيثانول $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$	الأسيتون CH_3COCH_3
[1] كحول لذا قوى هيدروجينية [أقوى] [2] الحد الأدنى من الطاقة اللازمة للتبخر [أكبر] [3] بالتالي سرعة التبخر [أقل]	[1] كيتون لذا قوى ثنائية القطب [أضعف] [2] الحد الأدنى من الطاقة اللازمة للتبخر [أقل] [3] بالتالي سرعة التبخر [أكبر]
 $\begin{array}{c} \text{H} & \text{H} \\ & \\ \text{H}-\text{C}- & \text{C}-\ddot{\text{O}}-\text{H} \\ & \\ \text{H} & \text{H} \end{array}$	 $\begin{array}{c} \text{O} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{H} \\ & \\ \text{H} & \text{H} \end{array}$

- العلاقة بين قوى التجاذب والحد الأدنى من الطاقة اللازمة للتبخر طردية
- العلاقة بين قوى التجاذب وسرعة التبخر عكسية
- العلاقة بين الحد الأدنى من الطاقة اللازمة للتبخر وسرعة التبخر عكسية

طاقة التبخر المولية

- طاقة التبخر المولية:** كمية الطاقة اللازمة لتحويل مول واحد من الحالة السائلة إلى الحالة الغازية عند درجة حرارة معينة.
- طاقة التبخر المولية للماء عند درجة الغليان المعيارية 100°C من خلال العملية الفيزيائية الآتية: $\text{H}_2\text{O}_{(l)} + 40.7\text{kJ/mol} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O}_{(g)}$
- 40.7 kJ/mol هي طاقة التبخر المولية للماء اللازمة لتحرر الجزيئات المترابطة بالروابط الهيدروجينية، فتتباع وتغلت من بعضها ليتحول الماء إلى بخار عند درجة حرارة 100°C
- لكل سائل طاقة تبخر مولية خاصة به ΔH°_{vap}
- يتميز الماء بارتفاع طاقة تبخره المولية مقارنة بغيره من السوائل
- في الجدول مقارنة بين طاقات التبخر المولية لسوائل عند درجة غليانها العادية



اسم السائل وصيغته	قوى التجاذب بين الجزيئات	طاقة التبخر المولية عند درجة الغليان ΔH_{vap} (kJ/mol)	درجة الغليان °C
بتان $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_3\text{CH}_3$	لندن	25.79	36
بيوتانول $\text{CH}_3\text{COCH}_2\text{CH}_3$	ثنائية القطب	31.3	79.59
1-بيوتانول $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_2\text{CH}_2\text{OH}$	روابط هيدروجينية	43.29	117.7

- نلاحظ تزايد طاقة التبخر المولية بزيادة قوى التجاذب بين الجزيئات (علاقة طردية)
- طاقة التبخر المولية هي **عملية ماصة للطاقة** لأن السائل يحتاج طاقة حرارية لتحرر الجزيئات وتنكسر قوى التجاذب بينها فتتباع وتتحول إلى الحالة الغازية
- العلاقة بين طاقة التبخر المولية وقوى التجاذب، ودرجة الغليان، علاقة طردية

؟ أتحقق ص31: أرتب السوائل الآتية تصاعدياً تبعاً لتزايد سرعة تبخرها:

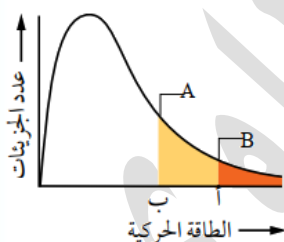


CH_3CH_3	CH_3OH	CH_3Cl
[1] قوى لندن	[1] قوى هيدروجينية	[1] قوى ثنائية القطب
[2] قوى ضعيفة	[2] قوى قوية	[2] قوى متوسطة
[3] سرعة تبخر أكبر	[3] سرعة تبخر أقل	[3] سرعة تبخر متوسطة

الترتيب تصاعدياً من الأقل سرعة تبخر إلى الأكبر: $\text{CH}_3\text{OH} < \text{CH}_3\text{Cl} < \text{CH}_3\text{CH}_3$

❖ استنتاج: الأعلى طاقة تبخر مولية والأعلى درجة غليان هو الأقل سرعة تبخر وهو CH_3OH

؟ أفكر ص31: يمثل الشكل الآتي توزيع الطاقة الحركية لجزيئات السائلين A , B عند درجة حرارة معينة:



[1] ماذا تمثل كل من النقطتين أ و ب؟

- أ: الحد الأدنى من الطاقة اللازمة للتغلب على قوى التجاذب بين جزيئات السائل B فيتبخر
- ب: الحد الأدنى من الطاقة اللازمة للتغلب على قوى التجاذب بين جزيئات السائل A فيتبخر

[2] أي السائلين أسرع تبخرًا عند درجة الحرارة نفسها؟

السائل A لأن الحد الأدنى من الطاقة اللازمة لتبخره أقل (وهي النقطة ب)

💡 مهم نفرق: بين الحد الأدنى من الطاقة (عتبة لبداية التبخر) وبين طاقة التبخر المولية

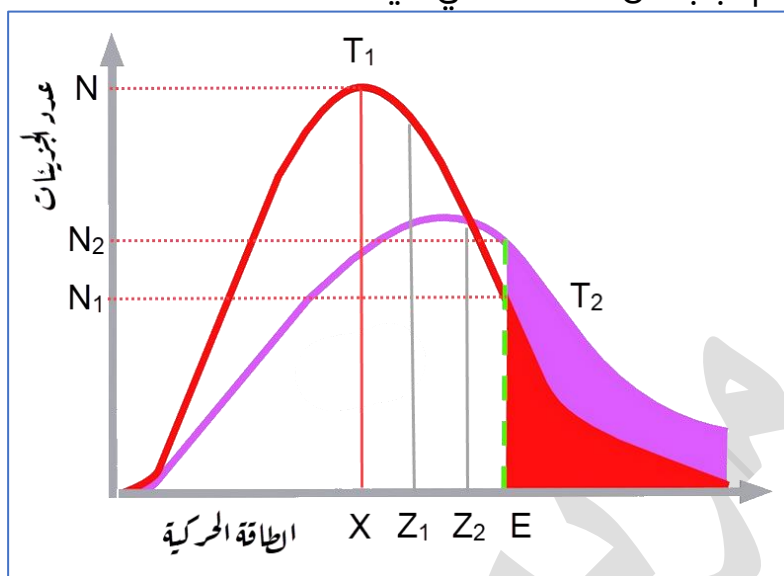
هي لكسر قوى تجاذب 1 mol من الجزيئات.

تخيل سباق جري فيه حاجز ارتفاعه 1 متر.

- الحد الأدنى من الطاقة = الطاقة اللازمة لـ العداء ولو واحد حتى يعبر الحاجز.
- طاقة التبخر المولية = معدل الطاقة اللازمة لـ 1 mol من العدائين حتى يعبروا الحاجز.

ورقة عمل [5]

السؤال الأول: ادرس الشكل المجاور لمنحنى توزيع الطاقة الحركية لسائل ما عند درجتي حرارة مختلفتين (T_2, T_1) ، ثم أجب عن الأسئلة التي تليه:



[1] الرمز الذي يشير إلى الطاقة الحركية التي يمتلكها أكبر عدد من جزيئات السائل:

N	[b]	X	[a]
N_2	[d]	E	[c]

[2] الرمز الذي يشير إلى عدد الجزيئات التي تمتلك الحد الأدنى من الطاقة اللازمة للتبخر عند درجة الحرارة الأعلى:

N_2	[b]	X	[a]
N_1	[d]	N	[c]

[3] جميع العبارات التالية خاطئة ما عدا:

$T_1 > T_2$ لأن $Z_1 < Z_2$	[b]	$T_1 < T_2$ لأن $Z_1 < Z_2$	[a]
الطاقة الحركية تعتمد على كتلة جزيئات السائل	[d]	الطاقة الحركية لجزيئات السائل لا تعتمد على درجة الحرارة	[c]

[4] الرمز الذي يشير إلى متوسط الطاقة الحركية لجزيئات السائل عند درجة الحرارة الأعلى:

N_1	[b]	N_2	[a]
Z_1	[d]	Z_2	[c]

[5] منحنى T_2 أكثر انبساطاً وأطول ذيلًا من منحنى T_1 لأن:

درجة الحرارة أعلى	[b]	درجة الحرارة أقل	[a]
الحد الأدنى من الطاقة أعلى	[d]	عدد الجزيئات أقل	[c]

السؤال الثاني: تحدّد: ادرس المركبات التالية (H_2O , CH_3CH_2OH , C_5H_{12} , CH_3COCH_3) ثم أجب عن الأسئلة أدناه علماً أن الماء H_2O له أعلى درجة غليان:

[1] أي المركبات التالية أسرع تبخراً عند نفس الظروف:

CH_3CH_2OH	[b]	H_2O	[a]
CH_3COCH_3	[d]	C_5H_{12}	[c]

[2] تم قياس طاقة التبخر المولية للمركبات الأربعة، فإن أعلى قيمة ستكون لـ:

CH_3CH_2OH	[b]	H_2O	[a]
CH_3COCH_3	[d]	C_5H_{12}	[c]

[3] كلما زادت قوى التجاذب بين الجزيئات، فإن:

طاقة التبخر المولية تقل	[b]	سرعة التبخر تزداد	[a]
متوسط الطاقة الحركية يزداد	[d]	الحد الأدنى من الطاقة اللازمة للتبخر يزداد	[c]

[4] إذا علمت أن C_5H_{12} يملك سرعة تبخر عالية مقارنة بـ CH_3CH_2OH ، لأنه:

قوى التجاذب بين جزيئاته أضعف	[b]	له كتلة مولية أكبر	[a]
يملك طاقة تبخر مولية أكبر	[d]	لديه روابط هيدروجينية أقوى	[c]

[5] إذا رسم منحنى توزيع الطاقة الحركية لجزيئات CH_3CH_2OH و CH_3COCH_3 فإن الحد الأدنى للطاقة اللازمة للتغلب على قوى التجاذب عند نفس الظروف سيكون:

CH_3CH_2OH أعلى قيمة لـ	[b]	CH_3COCH_3 أعلى قيمة لـ	[a]
CH_3CH_2OH أقل قيمة لـ	[d]	متساوياً	[c]

السؤال الثالث: تحدّد: ادرس الجدول أدناه ثم املاً الفراغات بقوى التجاذب المناسبة

(هيدروجينية، ثنائية القطب، لندن) ثم العبارات المناسبة (أكبر، أقل):

اسم السائل وصيغته	قوى التجاذب بين الجزيئات	طاقة التبخر المولية عند درجة الغليان	سرعة التبخر	الحد الأدنى من الطاقة
1-بيوتانول $CH_3(CH_2)_2CH_2OH$				
بيوتانون $CH_3COCH_2CH_3$				

التجربة 2: العوامل المؤثرة في سرعة التبخر

■ **المواد المطلوبة:** كحول الإيثانول CH_3CH_2OH ، ثنائي إيثيل إيثر $CH_3CH_2OCH_2CH_3$ ، أنابيب اختبار، مخبر مدرج، كؤوس زجاجية فيها ماء حرارته $40^\circ C$ و $15^\circ C$ ، حامل وماسك أنابيب اختبار.

■ **خطوات العمل:**

- نضع 10 mL من الكحول في أنابيب اختبار 1 و 2 و 10 mL من الإيثر في أنابيب اختبار 3 و 4
- نضع أنبوب 1 و 3 في الماء البارد $15^\circ C$ وأنبوب 2 و 4 في الماء الساخن $40^\circ C$
- بعد 5 دقائق نسجل الكمية المتبقية من السائل في كل أنبوب باستخدام المخبر المدرج
- نسجل الملاحظات

$CH_3CH_2OCH_2CH_3$		CH_3CH_2OH		اسم السائل
4	3	2	1	رقم الأنبوب
في الساخن	في البارد	في الساخن	في البارد	
2.5	6.0	8.0	9.5	الكمية المتبقية mL
7.5	4.0	2.0	0.5	كمية التبخر mL

■ **التحليل والاستنتاج:**

1. **أقارن الكمية المتبقية من السائل نفسه في الحالتين**
تقل الكمية المتبقية في الماء الساخن عنها في الماء البارد
2. **أقارن أي السائلين أسرع تبخرًا؟**
ثنائي إيثيل إيثر أسرع تبخرًا
3. **أحدد نوع قوى التجاذب بين جزيئات كل سائل**
روابط هيدروجينية في الإيثانول، ثنائية القطب في ثنائي إيثيل إيثر
4. **أفسر اختلاف السائلين في سرعة تبخرهما اعتماداً على قوى التجاذب بين جزيئاتهما عند نفس درجة الحرارة**
كلما زادت قوى التجاذب كان عدد الجزيئات التي تمتلك الحد الأدنى من الطاقة اللازمة للتغلب على هذه القوى أقل، فتكون سرعة التبخر أقل عند درجة حرارة معينة، والعكس صحيح، وحيث قوى التجاذب في الإيثانول هيدروجينية وهي أقوى من قوى ثنائية القطب الموجودة في ثنائي إيثيل إيثر، لذا الإيثر أسرع تبخرًا من الكحول
5. **أستنتج العلاقة بين درجة الحرارة وسرعة تبخر السائل**
العلاقة طردية: كلما ازدادت درجة الحرارة ازدادت الطاقة الحركية للجزيئات وازداد عدد الجزيئات التي تمتلك الحد الأدنى من الطاقة اللازمة للتبخر فتزداد سرعة تبخر السائل

التكاثف، وطاقته التكاثف المولية

التكاثف: تحول المادة من الحالة الغازية إلى الحالة السائلة

كيف تحدث عملية التكاثف؟

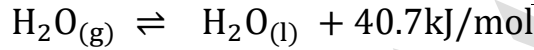
عندما تنخفض درجة حرارة البخار تقل الطاقة الحركية للجزيئات وتقل سرعتها، فتتقارب إلى حد كاف وتتجاذب حسب نوع قوى التجاذب لتتحول إلى الحالة السائلة

ماذا ينتج عن عملية التكاثف؟

تتحرر كمية من الطاقة مساوية لكمية الطاقة الممتصة عند التبخر

طاقة التكاثف المولية: كمية الطاقة الناتجة من تكاثف مول واحد من بخار المادة من الحالة الغازية إلى الحالة السائلة عند درجة حرارة معينة

طاقة التكاثف المولية للماء عند درجة الغليان المعيارية $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ من خلال المعادلة التالية:



-40.7 kJ/mol هي طاقة التكاثف المولية للماء الناتجة أو المتحررة من الجزيئات التي كانت

متباعدة وحررة الحركة في الحالة الغازية حتى

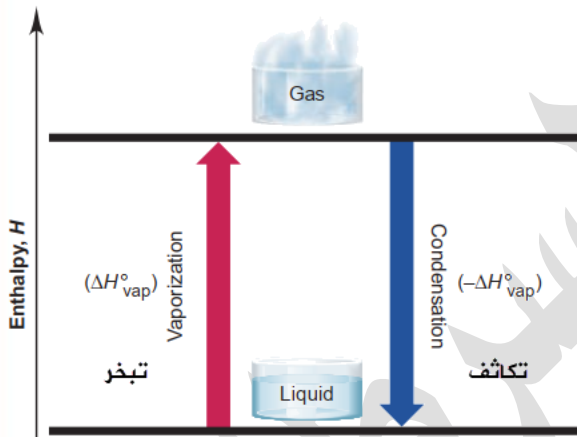
تنخفض حركتها وتتقارب وتتحول إلى السائلة

وهي مساوية لطاقة التبخر المولية

طاقة التكاثف المولية للماء تساوي طاقة تبخره

المولية لكن عكس الإشارة لأن التكاثف عملية

طاردة للطاقة بينما التبخر عملية ماصة للطاقة



أتحقق ص33: أفسر حدوث عملية التكاثف؟

[1] التكاثف وخفض درجة الحرارة عند ضغط ثابت [المطلوبة في الكتاب]

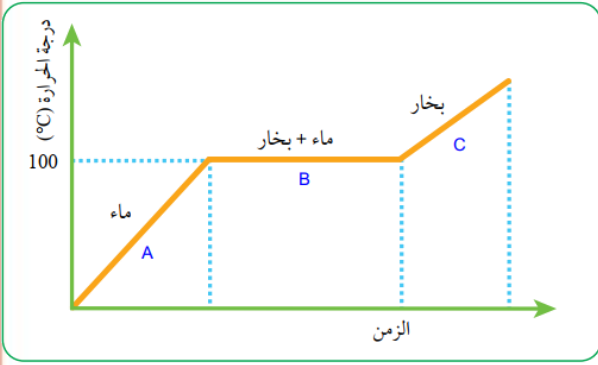
عند خفض درجة حرارة البخار [التبريد] تقل الطاقة الحركية للجزيئات أي تقل سرعتها، فتتقارب وتتجاذب بقوى التجاذب، لتتحول إلى الحالة السائلة مع تحرير كمية من الطاقة مساوية لكمية الطاقة الممتصة عند التبخر

[2] التكاثف وزيادة الضغط على الغاز عند درجة حرارة ثابتة

زيادة الضغط على الغاز، يؤدي إلى زيادة تقارب الجزيئات فتتجاذب وتتصادم حتى تتغلب قوى التجاذب على الطاقة الحركية فتتحول إلى الحالة السائلة مع تحرير كمية من الطاقة ... الخ



أفكر ص33: أفسر بالاستعانة بالشكل الآتي الذي يمثل منحنى تسخين الماء: الحروق الناجمة



عن بخار الماء أشد من تلك الناجمة عن الماء الساخن عند 100°C

- تحليل منحنى تسخين الماء:

A: ترتفع درجة حرارة الماء حتى تصل إلى 100°C

B: تثبت درجة الحرارة فترة من الزمن مع استمرار

التسخين حيث يستمر الماء بامتصاص طاقة

حرارية للتغلب على قوى التجاذب بين الجزيئات

ليحول كل جزيئات السائل إلى حالة غازية

C: جزيئات بخار الماء خزنت طاقة حرارية بداخلها، يتم إطلاق تلك الطاقة أو طردها في حال التكاثف



❖ الحروق الناجمة عن بخار الماء أشد:

- لأن البخار بمجرد ملامسته الجلد سيبدأ بالتكاثف بسبب فرق درجة الحرارة

بين البخار 100°C وجلد الإنسان 37°C (سطح أبرد)، فيطرد البخار عند تكاثفه

طاقة التكاثف المولية، لذا يمتص الجلد تلك الطاقة الكامنة التي انبعثت بالإضافة إلى طاقة

البخار الحرارية بسبب أنه ساخن، يعني [طاقة حرارية + طاقة التكاثف المولية]

-أما الماء الساخن عند 100°C فقط سيؤثر على الجلد بطاقته الحرارية فقط

■ طاقة التكاثف المولية = طاقة التبخر المولية، مع اختلاف نوع الطاقة: ممتصة/منبعثة

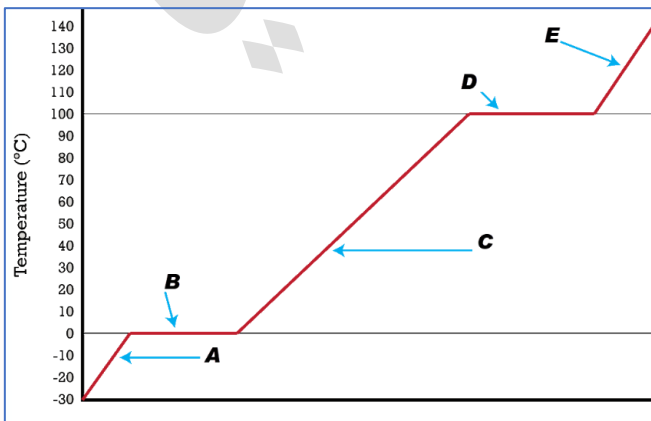
■ العلاقة بين قوى التجاذب وطاقة التبخر المولية \Rightarrow طردية

■ كلما ازدادت قوى التجاذب = قلت سرعة التبخر

■ سرعة التكاثف تعتمد على عوامل عدة أهمها الضغط البخاري [غير مطلوبة]

كيماشيك وتدريبات محلولة

ادرس الشكل المجاور لمنحنى تسخين الماء من الحالة الصلبة إلى الحالة الغازية، ثم حدد اسم



كل مرحلة في المنحنى:

(A) تسخين الجليد

(B) عملية الانصهار (جليد + ماء) 0°C

(C) تسخين الماء

(D) عملية التبخر (بخار + ماء) 100°C

(E) تسخين البخار

ورقة عمل [6]

[1] تشير الطاقة في المعادلة التالية $A_{(g)} \rightleftharpoons A_{(l)} + 100 \text{ kJ/mol}$ إلى:

طاقة التكاثف المولية	[b]	طاقة التبخر المولية	[a]
طاقة التسامي المولية	[d]	طاقة الانصهار المولية	[c]

[2] كل العبارات التالية في ما يتعلق بعملية التكاثف خاطئة ما عدا واحدة وهي:

التكاثف هو تحول السائل إلى صلب	[b]	التكاثف هو تغير كيميائي	[a]
عملية التكاثف ماصة للطاقة	[d]	تتحرر طاقة أثناء عملية التكاثف	[c]

[3] أي من المركبات التالية تتوقع له أعلى طاقة تكاثف مولية:

CO_2	[b]	H_2O	[a]
NH_3	[d]	CH_4	[c]

[4] يحتوي وعاء على 5 مول من بخار الماء عند 100°C ، وبدأ البخار يتكاثف تماماً إلى ماء سائل

عند نفس الدرجة، إذا كانت طاقة التكاثف المولية 40.7 kJ/mol ، فإن كمية الحرارة الكلية [k]:

8.14	[b]	40.7	[a]
407.0	[d]	203.5	[c]

[5] عند مقارنة الحروق الناتجة عن بخار ماء عند 100°C مع الحروق الناتجة عن ماء سائل عند

نفس الدرجة، نجد أن بخار الماء يسبب حروفاً أشد بسبب:

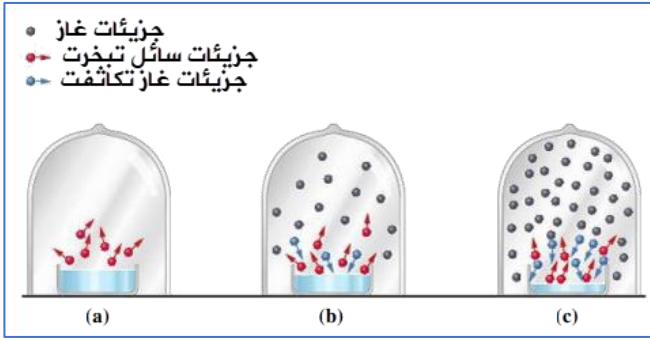
ارتفاع درجة حرارة البخار أكثر من الماء	[a]
احتواء البخار على طاقة حركية أكبر فقط	[b]
تحرر طاقة كامنة عند ملامسة البخار للجلد وتحوله إلى سائل	[c]
زيادة طاقة التكاثف المولية لبخار الماء عن طاقة التبخر المولية للماء	[d]

[6] تحددُ الترتيب الصحيح للمركبات التالية (CH_3COCH_3 , C_2H_6 , $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$, $\text{C}_3\text{H}_5(\text{OH})_3$) وفق

طاقة تكاثفها المولية:

$\text{CH}_3\text{COCH}_3 > \text{C}_2\text{H}_6 > \text{C}_2\text{H}_5\text{OH} > \text{C}_3\text{H}_5(\text{OH})_3$	[a]
$\text{C}_2\text{H}_6 > \text{CH}_3\text{COCH}_3 > \text{C}_2\text{H}_5\text{OH} > \text{C}_3\text{H}_5(\text{OH})_3$	[b]
$\text{C}_2\text{H}_6 > \text{C}_2\text{H}_5\text{OH} > \text{CH}_3\text{COCH}_3 > \text{C}_3\text{H}_5(\text{OH})_3$	[c]
$\text{C}_3\text{H}_5(\text{OH})_3 > \text{C}_2\text{H}_5\text{OH} > \text{CH}_3\text{COCH}_3 > \text{C}_2\text{H}_6$	[d]

الضغط البخاري



- الضغط البخاري للسائل: الضغط الناجم عن جزيئات بخار السائل والمؤثر في سطحه عند الاتزان عند درجة حرارة معينة
- سنفهم ذلك من خلال تبخر السائل في وعاء مغلق كما في الشكل والرسم البياني المجاورين:

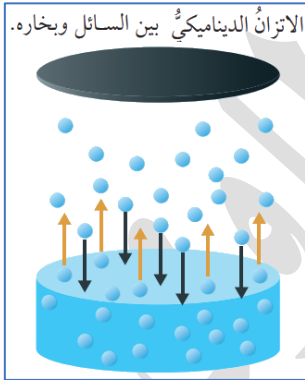
(a): يتبخر من سطح السائل: الجزيئات ذات الطاقة الحركية العالية.

معدل سرعة التبخر ثابت خلال الزمن عند درجة حرارة محددة

(b): بمرور الوقت يزداد عدد جزيئات بخار السائل داخل الوعاء، ويزداد تصادمها مع بعضها ومع جدار الوعاء ووسط السائل، ونتيجة ذلك تفقد بعض الجزيئات جزءاً من طاقتها الحركية فتتكاثف

معدل سرعة التكاثف يزداد تدريجياً خلال الزمن

(c): بمرور الوقت يزداد عدد الجزيئات المتكاثفة، حتى يصبح مساوياً لعدد الجزيئات المتبخرة خلال وحدة الزمن، وتنشأ حالة تسمى حالة الاتزان الديناميكي بين السائل وبخاره، يثبت عندها ضغط بخار السائل، مع استمرار عمليتي التبخر والتكاثف بنفس السرعة



- هكذا ينشأ الضغط البخاري، حيث مفهومه "الضغط الناجم عن جزيئات بخار السائل والمؤثر في سطحه عند الاتزان عند درجة حرارة معينة"

سرعة تبخر السائل = سرعة تكاثف بخاره

[حالة الاتزان الديناميكي بين السائل وبخاره]

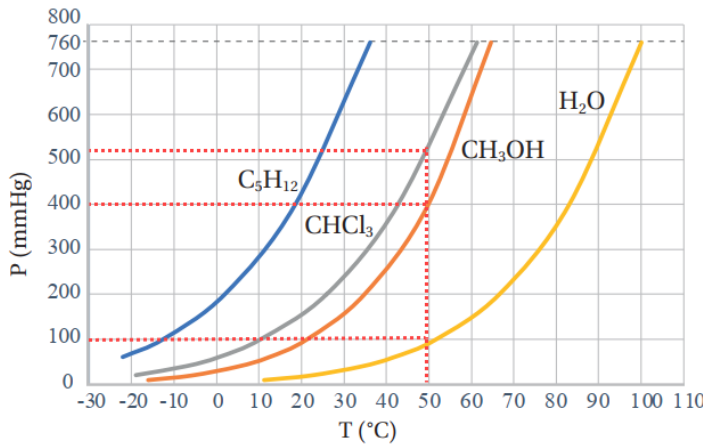
العوامل المؤثرة في الضغط البخاري

ما هي العوامل المؤثرة في الضغط البخاري؟

[1] درجة الحرارة [علاقة طردية]

[2] قوى التجاذب بين جزيئات السائل [علاقة عكسية]

- لندرس ذلك من خلال منحنى الضغط البخاري- درجة الحرارة لعدة سوائل



التغير في الضغط البخاري مع درجة الحرارة لعدد من السوائل.

أحدّد الضغط البخاري لكل من ثلاثي كلوروميثان والميثانول والماء عند درجة حرارة 50 °C، وأقارنّها بقيمة ضغطه البخاري الواردة في

الجدول ماذا أستنتج؟

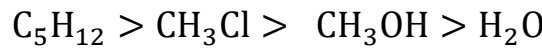
المادّة	الضغط البخاري (mmHg) عند 20 °C	نوع قوى التجاذب بين جزيئات السائل
الماء	17.5	روابط هيدروجينية
الميثانول	98	روابط هيدروجينية
ثلاثي كلوروميثان	150	ثنائية القطب
بتان	410	قوى لندن

قيم الضغط البخاري mmHg عند 50°C

H ₂ O	CH ₃ OH	CH ₃ Cl
100	400	530

ترتيب تلك الجزيئات حسب قيم الضغط البخاري عند درجة حرارة معيّنة:
CH₃Cl > CH₃OH > H₂O

الاستنتاج: كلما ازدادت قوى التجاذب بين الجزيئات قل الضغط البخاري [علاقة عكسية] ونلاحظ من بيانات الجدول عند درجة حرارة 20°C أن ترتيب الجزيئات حسب قيم الضغط البخاري:



أما عند مقارنة الضغط البخاري عند درجتين مختلفتين: مثلاً لجزء الماء

الضغط البخاري mmHg	T °C
17.5	20
100	50

الاستنتاج: كلما ازدادت درجة الحرارة زاد الضغط البخاري للسائل [علاقة طردية] وهذا واضح من الشكل البياني

؟ أتحقق ص34: أفسر تزايد الضغط البخاري للسائل بزيادة درجة الحرارة؟

كلما ازدادت درجة الحرارة ازداد متوسط الطاقة الحركية للجزيئات فيزداد تصادمها ببعضها وبالإثناء وبسبب ذلك يزداد عدد الجزيئات التي تمتلك الحد الأدنى من الطاقة اللازمة للتغلب على قوى التجاذب، فتزداد سرعة التبخر ويزداد عدد الجزيئات المتبخرة والمؤثرة على وحدة المساحة من سطح السائل فيزداد الضغط البخاري للسائل

؟ أفسر: تزايد الضغط البخاري للسائل كلما ضعفت قوى التجاذب لجزيئات سائل عند درجة حرارة

معينة

كلما كانت قوى التجاذب أقوى قل الضغط البخاري، لأن الحد الأدنى من الطاقة اللازمة للتغلب على قوى الترابط بين الجزيئات أكبر عند درجة حرارة معينة، كلما ارتفع الحد الأدنى من الطاقة كلما قل عدد الجزيئات التي تمتلك تلك الطاقة اللازمة للتبخر وبالتالي تقل سرعة التبخر ويقل الضغط البخاري، والعكس صحيح، كلما ضعفت قوى التجاذب لجزيئات السائل زاد الضغط البخاري

💡 ضو اللمبة وتذكر: العوامل المؤثرة على سرعة التبخر نفسها المؤثرة على الضغط البخاري لأن

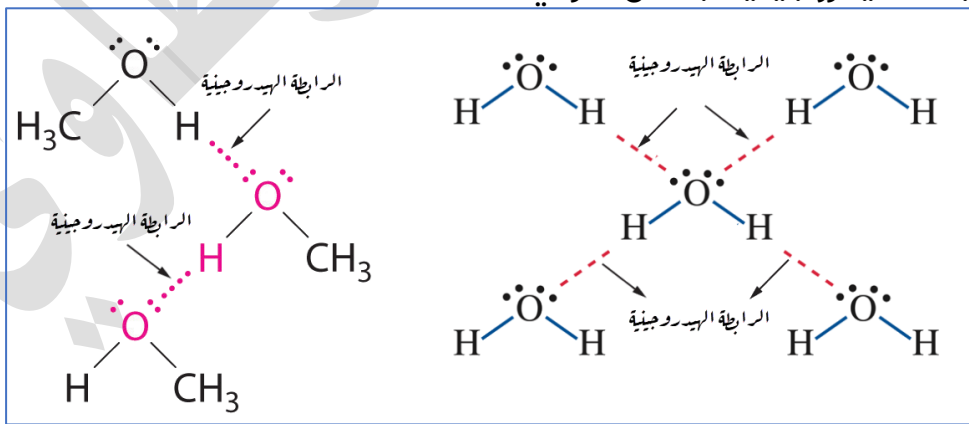
الضغط البخاري يعتمد على سرعة التبخر بشكل طردي.

💡 زيادة معدل التبخر = زيادة الجزيئات المتبخرة = زيادة الضغط البخاري

؟ أفسر: للميثانول كتلة مولية أكبر من الماء، وفي كليهما قوى الروابط الهيدروجينية، لكن

الضغط البخاري للميثانول أعلى عند درجة حرارة معينة كما في الجدول والرسم

عدد الروابط الهيدروجينية التي يصنعها الميثانول أقل منها للماء، أي أن قوى التجاذب في الميثانول أضعف، لذلك ضغطه البخاري أعلى، وقد درسنا سابقاً أن قوى الروابط الهيدروجينية تتأثر بعدد الروابط الهيدروجينية بشكل طردي



؟ أفكر ص34: أرتب السوائل الآتية حسب تزايد ضغطها البخاري عند درجة الحرارة نفسها:



ننظر إلى القوى بين الجزيئات والعلاقة العكسية بالضغط البخاري



ورقة عمل [7]

[1] كلما ازدادت قوى التجاذب فإن:

[a]	طاقة التبخر المولية تقل	[b]	الحد الأدنى من الطاقة يقل
[c]	سرعة التبخر تزداد	[d]	الضغط البخاري يقل

[2] كل العبارات التالية خاطئة في ما يتعلق بالضغط البخاري والاتزان الديناميكي ما عدا

واحدة وهي:

[a]	يحدث الاتزان الديناميكي عند زيادة سرعة التكاثف عن سرعة التبخر
[b]	ضغط بخار السائل المؤثر في سطحه قبل الاتزان هو مفهوم الضغط البخاري
[c]	يثبت الضغط البخاري عند حدوث الاتزان الديناميكي
[d]	لا علاقة بين الضغط البخاري والاتزان الديناميكي

[3] أي من المركبات التالية تتوقع له أقل ضغط بخاري عند درجة حرارة 70°C:

[a]	H ₂ O	[b]	HCl
[c]	CH ₄	[d]	NH ₃

[4] إحدى العبارات التالية صحيحة عند رفع درجة حرارة سائل ما من 20°C إلى 40°C:

[a]	يزداد الضغط البخاري بسبب انخفاض الحد الأدنى من الطاقة اللازمة للتبخر
[b]	يقل الضغط البخاري بسبب زيادة عدد جزيئات السائل التي تمتلك حد أدنى من الطاقة
[c]	تزداد سرعة التبخر وتزداد سرعة التكاثف فلا يحدث الاتزان الديناميكي
[d]	يزداد الضغط البخاري بسبب زيادة متوسط الطاقة الحركية لجزيئات السائل

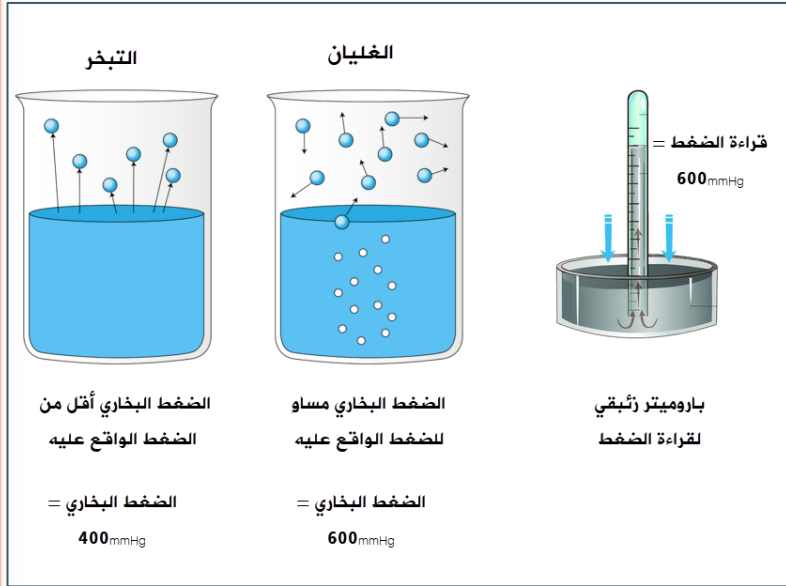
[5] تحدد الترتيب الصحيح للمركبات التالية (CH₃OH , C₃H₇OH , C₂H₅OH , C₄H₉OH) وفق

ضغطها البخاري:

[a]	CH ₃ OH > C ₃ H ₇ OH > C ₂ H ₅ OH > C ₄ H ₉ OH
[b]	C ₃ H ₇ OH > CH ₃ OH > C ₂ H ₅ OH > C ₄ H ₉ OH
[c]	C ₄ H ₉ OH > C ₃ H ₇ OH > C ₂ H ₅ OH > CH ₃ OH
[d]	CH ₃ OH > C ₂ H ₅ OH > C ₃ H ₇ OH > C ₄ H ₉ OH



درجة الغليان



كيف يحدث الغليان؟

عندما يصبح التبخر من جميع أجزاء السائل وليس من سطحه فقط

تفسير ذلك: خلال عملية التسخين:

- تزداد الطاقة الحركية للجزيئات، فيزداد عدد الجزيئات التي تمتلك الحد الأدنى من الطاقة اللازمة للتغلب على قوى التجاذب فتتبخر
- بمرور الوقت تمتلك جميع الجزيئات في السائل الطاقة اللازمة للتبخر فيبدأ السائل بالغليان

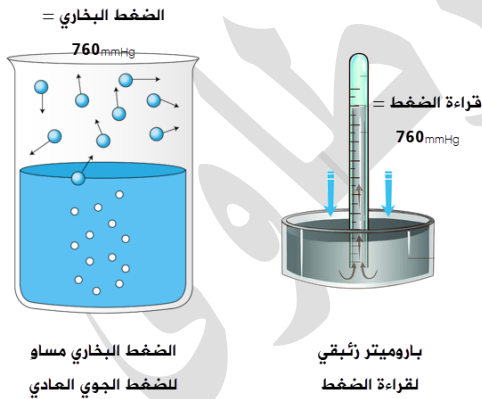
- تتكون فقاعات كثيرة في جميع أجزاء السائل وترتفع إلى السطح وتغادر [التحول إلى غاز]
- ويحدث هذا عندما يكون الضغط البخاري مساوياً للضغط الخارجي المؤثر على سطح السائل

أفسر: يمكن جعل السائل يغلي عند أي درجة حرارة؟

من خلال التحكم في الضغط المؤثر في سطحه، بالارتفاع أو الانخفاض عن سطح البحر

ماذا يحدث لو كان الضغط البخاري للسائل أقل من الضغط الواقع عليه؟

وماذا يحدث لو كان أكبر؟



تنفجر الفقاعات قبل وصولها إلى السطح أي لا يحدث تبخر من داخل السائل

فإن كان الضغط البخاري أكبر أو يساوي الضغط الخارجي الواقع عليه فإن السائل سيغلي

- **درجة غليان السائل:** درجة الحرارة التي يتساوى فيها الضغط البخاري للسائل مع الضغط الواقع على سطح السائل

- **درجة الغليان المعيارية:** درجة الحرارة التي يصبح عندها الضغط البخاري للسائل مساوياً

للضغط جوي 1 atm, 760 mmHg



العوامل المؤثرة في درجة الغليان

ما العوامل المؤثرة في درجة الغليان؟

[1] الضغط الواقع على السائل [علاقة طردية]

[2] قوى التجاذب بين جزيئات السائل [علاقة طردية]

وسندرس ذلك من خلال جدول ورسم بيانات الضغط البخاري

من خلال جدول الضغط البخاري للماء:

الضغط البخاري للماء	
درجة الحرارة (°C)	الضغط البخاري (mmHg)
20	17.5
40	55.3
60	149.4
80	355
100	760.0

عندما يكون الضغط الخارجي المؤثر على سطح السائل 17.5 mmHg

فإن الماء يغلي على درجة حرارة 20°C [درجة غليان]

و عندما يكون الضغط الخارجي المؤثر على سطح السائل 760 mmHg

فإن الماء يغلي على درجة حرارة 100°C [درجة غليان معيارية]

نستنتج أن:

[1] الماء أو أي سائل يصل إلى عدة درجات غليان من خلال التحكم بالضغط

المؤثر على سطحه، أما درجة الغليان المعيارية هي التي تكون فقط عند

1 ضغط جوي 760 mmHg

[2] كلما قل الضغط المؤثر أو الواقع على سطح السائل قلت درجة غليان السائل، والعكس صحيح

سؤال خارجي: كيف يمكن جعل الماء يغلي في درجة حرارة 60°C؟

بخفض الضغط الواقع على سطحه وجعله مساوٍ للضغط البخاري للماء 149.4 mmHg وذلك

بالارتفاع عن سطح البحر، أي في الجبال والأماكن المرتفعة حيث يقل الضغط عن 760mmHg

والعكس صحيح، لو انخفضنا عن سطح البحر فإن الضغط سيرتفع عن 760mmHg، وبالتالي

سيغلي الماء على درجة أعلى من 100°C

سؤال خارجي: أفسر: ينضج الطعام بشكل أبطأ على الجبال؟

الضغط الجوي هناك أقل من 760mmHg، مما يخفّض درجة غليان الماء عن 100°C، فيغلي

الماء بسرعة عند درجة حرارة أقل، لكن هذه الحرارة المنخفضة لا تكفي لطهي الطعام

بالسرعة المعتادة، فيحتاج زمناً أطول للنضج.

تذكر: انخفاض الضغط ← انخفاض درجة الغليان ← غليان أسرع لكن حرارة أقل ← طهي أبطأ

أفكر ص35: أحدد أي السائلين NH₃ أم HF له أعلى درجة غليان؟

قوى التجاذب بين جزيئات الأمونيا وأيضاً فلوريد الهيدروجين هي قوى هيدروجينية، لكن

يتفوق الفلور في قوة الرابطة الهيدروجينية على الأمونيا لأنه أعلى كهروسالبية [FON] ولذا

درجة غليان HF أعلى من درجة غليان NH₃

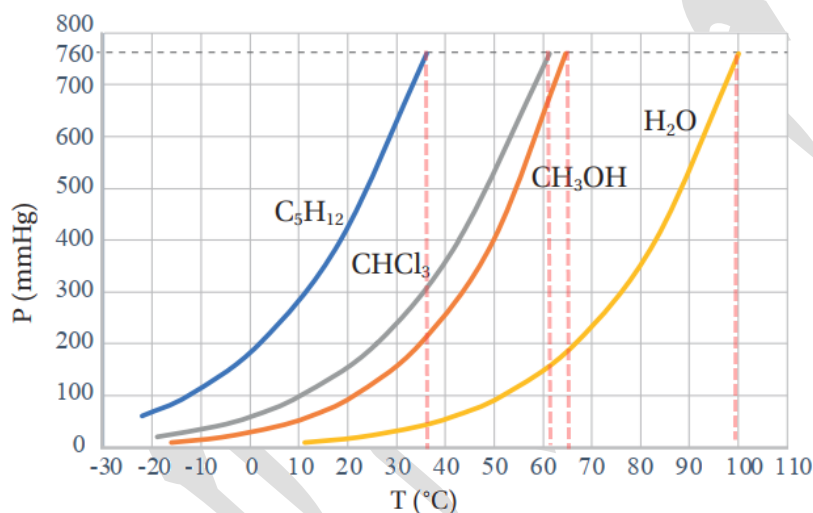
? أنحقق ص35:

الضغط البخاري للماء	
درجة الحرارة (°C)	الضغط البخاري (mmHg)
20	17.5
40	55.3
60	149.4
80	355
100	760.0

أحدد اعتماداً على جدول الضغط البخاري للماء، درجة غليان الماء عندما يبلغ الضغط المؤثر على سطحه 355 mmHg

درجة الغليان عند هذا الضغط البخاري ستكون 80° C

اعتماداً على الشكل البياني، أحدد درجة الغليان المعيارية لكل من: ثلاثي كلوروميثان والبنتان والميثانول



نحددها عندما يكون الضغط البخاري لأي سائل مساوٍ لـ 760mmHg

(1) درجة الغليان المعيارية لثلاثي كلوروميثان $\text{CHCl}_3 = 61.2^\circ\text{C}$

من الرسم تقريباً 61

(2) درجة الغليان المعيارية للبنتان $\text{C}_5\text{H}_{12} = 36.1^\circ\text{C}$

من الرسم تقريباً 36

(3) درجة الغليان المعيارية للميثانول $\text{CH}_3\text{OH} = 64.7^\circ\text{C}$

من الرسم تقريباً 65

جدول مهم للربط الذهني: بعض الخصائص الفيزيائية وتأثرها بقوى التجاذب بين الجزيئات

العلاقة مع قوى التجاذب	الخاصية
عكسية	سرعة التبخر
عكسية	الضغط البخاري
طردية	الحد الأدنى من الطاقة اللازمة للتبخر أو للتغلب على قوى التجاذب
طردية	طاقة التبخر والتكاثف المولية
طردية	درجة الغليان

كيماشيك محلول على الحالة السائلة

يبين الجدول الآتي الضغط البخاري لمادتين افتراضيتين A , B بوحدة mmHg في درجات حرارة مختلفة، أجب عن الآتي:

درجة الحرارة °C	20	45	60	80
الضغط البخاري A	115	320	520	760
الضغط البخاري B	410	560	760	1100

[1] أي المادتين ترتبط جزيئاتها بقوة تجاذب أقوى؟

المادة A لأن الضغط البخاري لها أقل

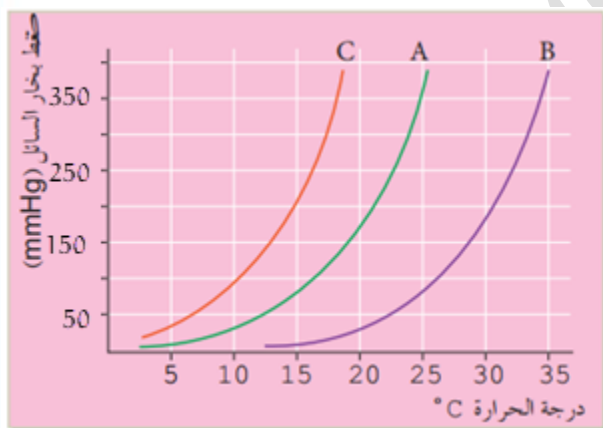
[2] كيف تجعل المادة B تغلي في درجة حرارة 45 °C؟

تقليل الضغط الواقع على سطح السائل إلى مقدار 560 وذلك بارتفاعنا إلى مستوى أعلى من سطح البحر، حيث سيقبل ضغط الجو عن 760 mmHg

[3] ما درجة الغليان المعيارية للمادة A؟

هي الدرجة التي عندها الضغط البخاري للمادة = الضغط الجوي 760 وهي 80 °C

ادرس الشكل الذي يبين منحنيات ضغط البخار للسوائل A , B , C في درجات حرارة مختلفة ثم



أجب عما يأتي:

[1] أي السوائل يمتلك أكبر قيمة من الحد الأدنى

للطاقة اللازمة للتغلب على قوى التجاذب بين

الجزيئات؟

عند درجة حرارة معينة نجد أن المادة B لها

ضغط بخار أقل، أي سرعة تبخرها أقل أي هي

الأقوى في قوى التجاذب، فالحد الأدنى للطاقة

اللازمة لتبخر الجزيئات لـ B هو الأكبر

[2] أي الجزيئات يمتلك أقل درجة غليان؟

المادة C فهي الأضعف في قوى التجاذب لأن لها ضغط بخاري أكبر ومعدل التبخر أسرع

[3] أي السوائل يوجد في الحالة الغازية عند درجة 15 °C إذا كان الضغط الواقع عليه يساوي

200 mmHg

المادة C تتبخر عند درجة 15 بضغط بخاري 200

[4] رتب السوائل السابقة تبعاً لزيادة قوى التجاذب بين الجزيئات

$C < A < B$

[5] أي السوائل السابقة يمتلك أكبر طاقة تكاثف؟

المادة B لأن قوى التجاذب فيها أقوى وبالتالي طاقة التبخر المولية أكبر ومثله طاقة التكاثف

[6] كيف يمكن جعل السائل A يغلي في درجة حرارة 25 °C؟

بتخفيض الضغط الواقع عليه ليصبح مساوياً لضغط بخاره عند تلك الدرجة ويساوي 350 mmHg

(فكرة خارجية: بتفريغ الضغط من وعاء مغلق وبداخله كأس فيه سائل ما، الضغط المؤثر سيقبل، وبالتالي سيحدث الغليان بشكل أسرع، لأنه كلما انخفض الضغط المؤثر انخفضت درجة الغليان)

في أي من الظروف التالية قطعاً سيحدث غليان للسائل؟

[1] ضغطه البخاري = 760 mmHg

[2] ضغطه البخاري = الضغط الخارجي الواقع على سطحه

[3] درجة حرارته = 273 K

[4] درجة حرارته ≤ درجة حرارة الغرفة

اعتماداً على نوع قوى الترابط بين دقائق السوائل الآتية: CH_3Cl ، H_2O ، أجب عما يأتي:

[1] أي السائلين معدل سرعة تبخر جزيئاته أكبر عند درجة الحرارة نفسها؟

سرعة التبخر أكبر لـ CH_3Cl لأن قواه أضعف بينما القوى في H_2O هيدروجينية وبالتالي سرعة تبخره أقل

[2] أيهما له ضغط بخاري أعلى؟

المادة الأضعف في القوى هي التي تتبخر أسرع ويتولد لها ضغط بخاري أعلى وهي CH_3Cl

[3] أيهما له درجة غليان أعلى؟

المادة الأقوى في القوى تحتاج طاقة أكبر لتتبخر وبالتالي درجة غليان أعلى وهي الماء

[3] أيهما له طاقة تبخر مولية أعلى؟

الماء يحتاج طاقة أكبر حتى يتبخر وبالتالي طاقة تبخره المولية أعلى

لماذا الضغط البخاري لإيثيلين غلايكول أقل بكثير منه للبروبانول عند نفس درجة الحرارة؟

قوى الترابط للمركبين هيدروجينية، لكنها أقوى للإيثيلين غلايكول لتكوينه روابط أكثر بسبب وجود (OH) أكثر في المركب وبالتالي تقل سرعة تبخر جزيئاته ويكون ضغطه البخاري أقل.

الاسم	تركيب لويس	الكتلة المولية	الضغط البخاري عند درجة حرارة 20 °C
بروبانول 1-Propanol	$\begin{array}{c} \text{H} & \text{H} & \text{H} \\ & & \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{OH} \\ & & \\ \text{H} & \text{H} & \text{H} \end{array}$	60.1	14.9
إيثيلين غلايكول Ethylene glycol	$\begin{array}{c} \text{H} & \text{H} \\ & \\ \text{HO}-\text{C}-\text{C}-\text{OH} \\ & \\ \text{H} & \text{H} \end{array}$	62.1	0.1

ورقة عمل [8]

[1] كلما ارتفعنا عن سطح البحر قل الضغط الجوي عن 760mmHg وبالتالي:

تقل درجة الغليان المعيارية	[b]	تقل درجة الغليان	[a]
تقل سرعة التبخر	[d]	يرتفع الضغط البخاري للسائل	[c]

[2] كلما كانت قوى التجاذب بين جزيئات السائل أقوى، فإن:

عدد الجزيئات التي تمتلك الحد الأدنى من الطاقة اللازمة للتبخر يزداد	[a]
الضغط البخاري للسائل يقل	[b]
درجة الغليان المعيارية تقل	[c]
سرعة التبخر تزداد	[d]

[3] أي من المركبات التالية تتوقع له أعلى درجة غليان معيارية:

CH ₃ Cl	[b]	H ₂ O	[a]
C ₅ H ₁₂	[d]	CH ₃ OH	[c]

[4] تكون درجة غليان السائل هي نفس درجة الغليان المعيارية إذا:

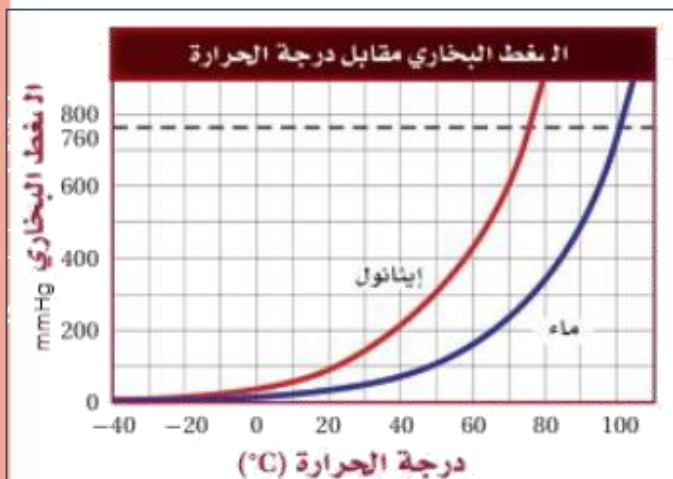
الضغط البخاري للسائل أقل من الضغط المؤثر على سطح السائل	[a]
الضغط البخاري للسائل مساو لضغط جوي مقداره 1 atm	[b]
الضغط البخاري للسائل مساو للضغط المؤثر على سطح السائل	[c]
الضغط البخاري للسائل أقل من الضغط الجوي 1 atm	[d]

[5] تحدد الترتيب الصحيح للمركبات التالية (CH₃OH , C₃H₇OH , C₂H₅OH , C₄H₉OH) وفق

درجة الغليان المعيارية:

CH ₃ OH > C ₃ H ₇ OH > C ₂ H ₅ OH > C ₄ H ₉ OH	[a]
C ₃ H ₇ OH > CH ₃ OH > C ₂ H ₅ OH > C ₄ H ₉ OH	[b]
C ₄ H ₉ OH > C ₃ H ₇ OH > C ₂ H ₅ OH > CH ₃ OH	[c]
CH ₃ OH > C ₂ H ₅ OH > C ₃ H ₇ OH > C ₄ H ₉ OH	[d]

[6] الشكل المجاور يوضح الضغط البخاري لكل من الماء والإيثانول عند درجات حرارة مختلفة،



أجب عما يأتي باستخدام البيانات من الشكل:

[a] ما درجة غليان الماء عند 1 atm ؟

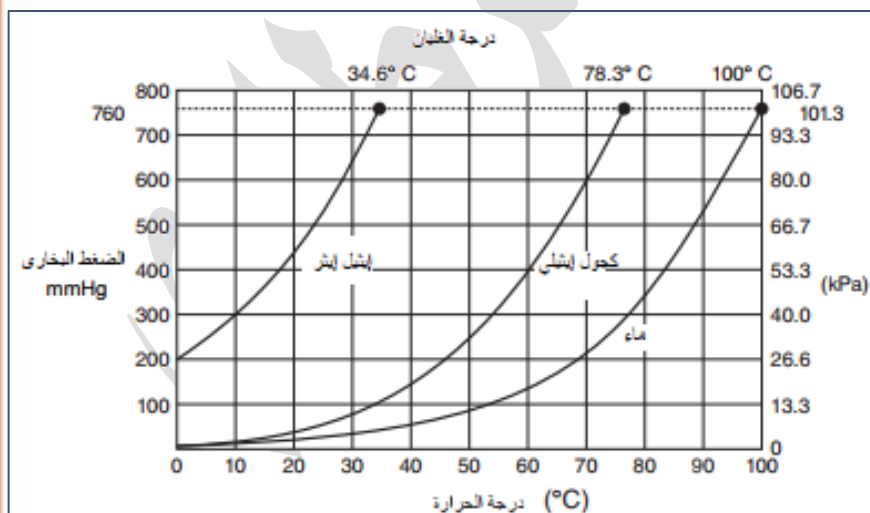
[b] ما درجة غليان الإيثانول عند 600 mmHg ؟

[c] إذا كان الضغط الجوي في وادي منخفض عن الأرض 1.053 atm فهل ستكون درجة الغليان للماء أكبر أم أقل من درجة الغليان المعيارية 100 °C ؟

[7] فسر سبب ارتفاع درجة غليان الإيثانول $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ عن كلورو إيثان $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{Cl}$

Name	Molecular formula	Boiling point (°C)
Ethanol	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$	78.3
Chloroethane	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{Cl}$	12.3

[8] في الشكل المجاور قيم الضغط البخاري عند درجات حرارة مختلفة لثلاث سوائل: الماء،



الكحول الإيثيلي، إيثيل إيثر،
أجب عما يلي:

[a] ما هي درجة الغليان للماء عند 200 mmHg ؟

[b] ما هي درجة الغليان المعيارية للكحول الإيثيلي ؟

[c] ما الضغط المؤثر على سطح سائل الإيثيل إيثر حتى يغلي عند درجة حرارة 10 °C ؟

حل مراجعة الدرس الثاني: الحالة السائلة

[1] أفسر: يأخذ السائل شكل الإناء الذي يوضع فيه، ولكن حجمه يظل ثابتاً ؟

الحجم الثابت بسبب وجود قوى تجاذب تجعل الجزيئات متقاربة الشكل المتغير بسبب أن قوى التجاذب غير كافية لجعل الجزيئات ثابتة في مكانها لذا تتحرك باستمرار ولها القدرة على الجريان فتأخذ شكل الإناء الذي توضع فيه

[2] ما المقصود بكل مما يأتي: ؟

- الضغط البخاري: ضغط بخار السائل في حالة الاتزان عند درجة حرارة معينة
- درجة الغليان المعيارية: درجة الحرارة التي يصبح عندها ضغط بخار السائل مساوياً للضغط جوي 1 atm , 760 mmHg

[3] أفسر: يغلي الماء في الأغوار على درجة حرارة أكثر قليلاً من 100 °C ؟

في المناطق المنخفضة عن سطح البحر مثل الأغوار، يكون الضغط الجوي أعلى من الضغط عند مستوى سطح البحر 1 atm، ارتفاع الضغط الجوي يعني أن جزيئات الماء تحتاج إلى طاقة أكبر (حرارة أعلى) لكي تتغلب على الضغط الخارجي وتتحول من الحالة السائلة إلى الغازية. لذلك، ترتفع درجة غليان الماء في الأغوار عن 100 درجة مئوية بقليل؛ بسبب الضغط الجوي الأعلى.

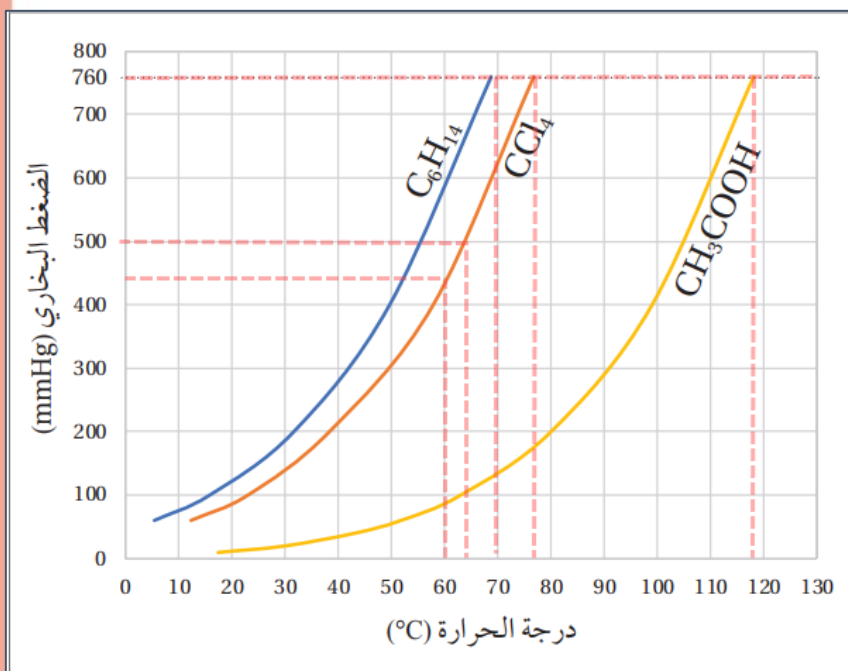
[4] سائل في وعاء مغلق ضغطه البخاري ثابت، فما العلاقة بين سرعة تبخره وسرعة تكاثف بخاره؟

سرعة التبخر = سرعة التكاثف حيث وصل إلى مرحلة الاتزان

[5] يتبخر المركب A بسرعة أكبر من سرعة تبخر المركب B عند 25 °C ؟

- أي المركبين قوى التجاذب بين جزيئاته أكبر؟
B
- أي المركبين له ضغط بخاري أعلى عند 25 °C؟
A
- أي المركبين درجة غليانه المعيارية أكبر؟
B

[6] يمثل المنحنى المجاور تغير الضغط البخاري (mmHg) لثلاثة سوائل هي الهكسان C_6H_{14} ،



رابع كلوريد الكربون CCl_4 ،

وحمض الإيثانويك CH_3COOH ،

مع درجة الحرارة $^{\circ}C$ أجب عما

يأتي:

أ. أعدد الضغط البخاري لرابع

كلوريد الكربون عند $60^{\circ}C$

430 mmHg

ب. أعدد درجة الغليان

المعيارية للهكسان

$69^{\circ}C$

ج. أرتب السوائل الثلاثة حسب سرعة تبخرها

$C_6H_{14} > CCl_4 > CH_3COOH$

د. بفرض أن الضغط الجوي على قمة أحد الجبال يساوي 500 mmHg أعدد درجة غليان

CCl_4 عند هذا الارتفاع

$64^{\circ}C$

هـ. أستنتج السائل الذي له أعلى طاقة تكاثف مولية

CH_3COOH

[7] أختار الإجابة الصحيحة لكل فقرة من الفقرات الآتية:

1. المادة الأسرع تبخرًا من المواد الآتية في الحالة السائلة عند الظروف نفسها:

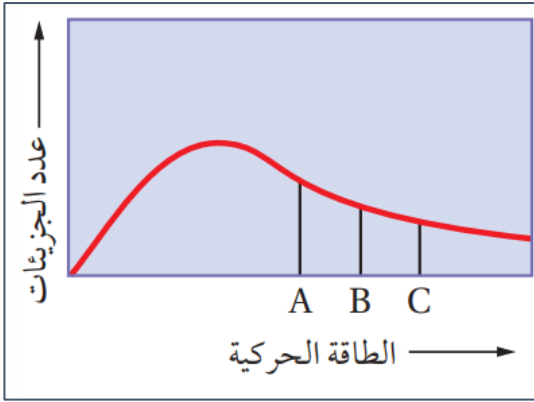
H_2O	ب.	NH_3	أ.
CH_4	د.	C_2H_6	ج.

الجواب [د]

2. المركبات الآتية متقاربة في الكتلة المولية، أي منها له أعلى درجة غليان معيارية:

CH_3CHO	ب.	CH_3CH_2OH	أ.
$CH_3CH_2CH_3$	د.	CH_3CH_2F	ج.

الجواب [أ]



3. يمثل المنحنى توزيع الطاقة الحركية على الجزيئات لثلاث سوائل مختلفة أعطيت الرموز الافتراضية A , B , C عند درجة حرارة معينة T، وتمثل الخطوط في الشكل الحد الأدنى من الطاقة اللازمة للتغلب على قوى التجاذب بين جزيئات كل سائل، فإن العبارة الصحيحة من العبارات الآتية هي:

أ.	درجة غليان السائل A أكبر من درجة غليان السائل B
ب.	قوى التجاذب بين جزيئات A هي الأضعف
ج.	السائل C له أقل طاقة تبخر مولية
د.	الضغط البخاري للسائل C أعلى منه للسائل B

الجواب [ب]

السائل	طاقة التبخر المولية kJ/mol
L	29.06
M	43.29
T	50.5
V	34.14

4. يتضمن الجدول الآتي قيم طاقة التبخر المولية لأربعة سوائل مختلفة أعطيت الرموز الافتراضية L , M , T , V ، أي منها يتوقع أن تكون قوى الترابط بين جزيئاته الأقوى؟

أ.	L	ب.	M
ج.	T	د.	V

الجواب [ج]

انتهى الدرس الثاني: الحالة السائلة والحمد لله ...

إلى الدرس الثاني بعون الله ..

لكن ...انتظر

هل أنت مستمر وتحاول... هل تدعو الله أم اعتمادك على

قوة عقلك ومهارة ساعدك فلا تحتاج؟

هل نظرت إلى بوكس العلاقات السريعة للدرس الثاني؟

انظر الصفحات التالية



قناة سناكات الكيمياء

Reply
نوتات

خايف ما ألحق عالامتحان

خايف أنوتر في الامتحان

خايف من ورقة الماسح

خايف أغير المعلم

خايف أغير التخصص

خايف من اللي جاي

📶📶📶📶

الحل بسيط

خايف كمل حياتك ببساطة ودون تعقيدات

خايف استخر عند وصولك مفترق طرق واتخذ قرارك ولازم تتحمل مسؤولية ذلك

خايف تذكر اللي بيخاف من الذيب بطلعله..واللي بيخاف من التوافه ما بتقدم

15 ❤️ 5 ⚡ 1 👍 1607 👁️ Mariam Sar..., 12:59 PM



FLASHBACK

الحالة السائلة

Flashback

- ⚡ تعدّ السوائل من الموائع فهي قادرة على الجريان أو الانسياب والتشكّل
- ⚡ كثافة السوائل أكبر من كثافة الغازات، وأقل من كثافة المواد الصلبة
- ⚡ السوائل غير قابلة للانضغاط لأن جزيئاتها أكثر تقارباً وأقل طاقة حركية من الغازات
- ⚡ التبخر: تحول المادة من سائلة إلى غازية، والتكاثف عكس تلك العملية
- ⚡ التبخر عملية ماصة للطاقة، والتكاثف عملية طاردة للطاقة
- ⚡ طاقة التبخر المولية = طاقة التكاثف المولية عددياً، وعكس الإشارة
- ⚡ تتأثر عملية التبخر بقوة التجاذب (عكسياً) وبدرجة الحرارة (طردياً)
- ⚡ يتأثر الضغط البخاري بقوة التجاذب (عكسياً)، وبدرجة الحرارة (طردياً)
- ⚡ تتأثر درجة الغليان بقوة التجاذب (طردياً) وبالضغط الخارجي (طردياً)

العلاقة مع قوى التجاذب	الخاصية
عكسية	سرعة التبخر
عكسية	الضغط البخاري
طردية	الحد الأدنى من الطاقة اللازمة للتبخر أو للتغلب على قوى التجاذب
طردية	طاقة التبخر والتكاثف المولية
طردية	درجة الغليان

تفسير متسلسل للربط الذهني والتحليل السريع

سائل ضعيفة قوى التجاذب بين جزيئاته ← يسهل على جزيئاته الانفلات إلى الحالة الغازية ← يكون ميله للتطاير أكبر ← الحد الأدنى من الطاقة اللازمة للتبخر أقل ← طاقة التبخر المولية وطاقة التكاثف المولية أقل ← يتبخر بسرعة أكبر ← يزداد عدد الجزيئات المتبخرة ← يرتفع ضغطه البخاري ← يصل إلى درجة الغليان في وقت أقصر ← وبالتالي تكون درجة غليانه منخفضة مقارنة بسائل أقوى قوى التجاذب.

الدرس الثالث: الحالة الصلبة

تعريفات الدرس الثالث:

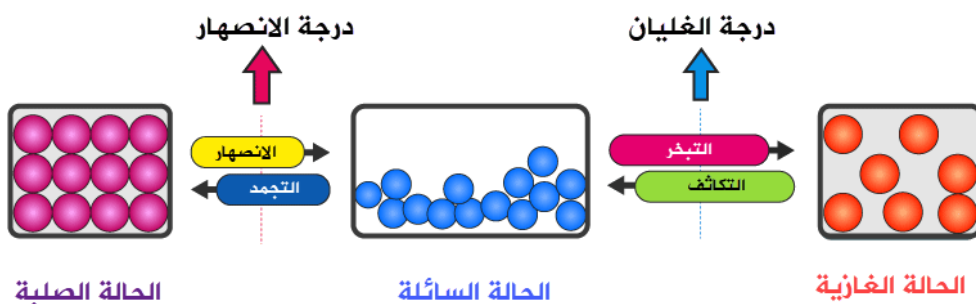
- **مادة صلبة بلورية:** المادة الصلبة التي تتكون من بلورات ذات أشكال هندسية منتظمة
- **مادة صلبة غير بلورية:** المادة الصلبة التي لا تترتب جسيماتها لتكوّن أشكالاً هندسية منتظمة
- **مادة صلبة جزيئية:** المادة الصلبة التي تتكون جسيماتها من جزيئات أو ذرات الغازات النبيلة حيث تترابط جسيماتها بقوى تجاذب ضعيفة نسبياً
- **مادة صلبة فلزية:** المادة الصلبة التي تتكون جسيماتها من فلزات تترابط برابطة فلزية
- **مادة صلبة أيونية:** المادة الصلبة التي تتكون جسيماتها من أيونات تترابط برابطة أيونية
- **مادة صلبة شبكية تساهمية:** المادة الصلبة التي تتكون جسيماتها من ذرات تترابط برابطة تساهمية في بناء شبكي صلب
- **درجة الانصهار:** درجة الحرارة التي تتحول عندها المادة من الحالة الصلبة إلى السائلة
- **ظاهرة التآصل:** وجود أكثر من شكل بلوري للعنصر الواحد في الحالة الفيزيائية نفسها

الخصائص الفيزيائية للمواد الصلبة

▪ الخصائص الفيزيائية للمواد الصلبة:

- [1] حجمها وشكلها ثابت، فجسيماتها متقاربة جداً وقوى التجاذب بينها كبيرة
- [2] تترتب في أماكن محددة، وتحرك في أماكنها حركة اهتزازية
- [3] كثافتها عالية مقارنة بالسوائل والغازات بسبب تقارب الجسيمات الكبير
- [4] غير قابلة للانضغاط فهي ذات شكل وحجم ثابت
- [5] غير قابلة للجريان، لذا لا تعدّ من الموائع

فائدة خارجية: في الكثافة يستثنى من ذلك الماء، فالجليد كثافته أقل من كثافة الماء السائل، التبريد يحول السائل إلى صلب، فتقل الطاقة الحركية للجزيئات فتتقارب وتتماسك وتتقلص المسافات بينها لذا تزداد الكثافة، أما الماء مع التبريد فإنه يستمر بالتقارب وتقلص الحجم حتى يصل أعلى كثافة عند درجة 4°C ، ثم من 4°C إلى 0°C لا تتقلص الجزيئات بل تتباعد قليلاً فيكبر الحجم والمسافات بينها فتكون كثافة الجليد أقل من الماء السائل.
[ظاهرة شذوذ الماء]

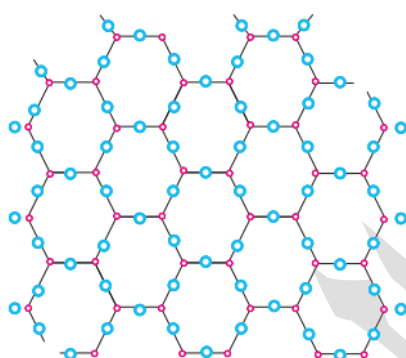


▪ **درجة الانصهار:** درجة الحرارة التي تتحول عندها المادة من الحالة الصلبة إلى السائلة
كيف تحدث عملية الانصهار؟

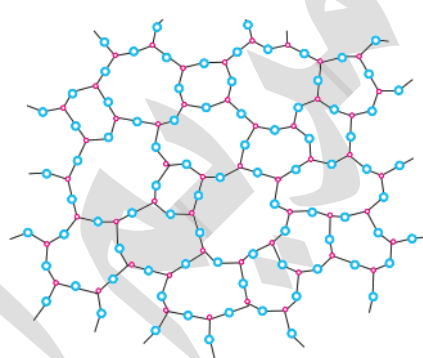
عند تسخين المادة الصلبة تهتز جزيئاتها على نحو أسرع، مع زيادة الطاقة الحركية يضعف التجاذب بينها وتتباعد الجزيئات فتتحول المادة إلى الحالة السائلة

▪ **أقسام المواد الصلبة حسب ترتيب جسيماتها:**

- [1] ترتيب منتظم، لها شكل هندسي منتظم وتسمى: مادة صلبة بلورية Crystalline. **مثال:** الذهب، الماس، كلوريد الصوديوم ... (سندرس فقط هذا النوع من المواد الصلبة)
- [2] ترتيب غير منتظم وعشوائي، ليس لها شكل هندسي منتظم، وتسمى: مادة صلبة غير بلورية Amorphous. **مثال:** البلاستيك، الزجاج، الأسفلت



مادة صلبة بلورية



مادة صلبة غير بلورية

▪ **أنحقق ص 40: ما الفرق بين المواد الصلبة البلورية وغير البلورية؟**

المادة الصلبة البلورية تترتب جسيماتها بانتظام فتكون أشكالاً هندسية منتظمة بينما غير البلورية تترتب جسيماتها بشكل عشوائي فتكون أشكالاً هندسية غير منتظمة

▪ **أقسام المواد الصلبة البلورية، جدول ص 44 في الكتاب (مهم):**

أمثلة	خصائص عامة للمادة الصلبة	الروابط أو قوى الترابط	نوع الجسيمات	نوع المادة الصلبة
Ne _(s) , CH _{4(s)} , S ₈ , P ₄ , C ₁₂ H ₂₂ O ₁₁	هشة، درجة انصهار منخفضة، غير موصلة للكهرباء.	روابط هيدروجينية، ثنائية القطب، لندن	جزيئات وذرات الغازات النبيلة	جزيئية
SiO ₂ , Si, SiC, C ماس	صلبة جداً، درجة انصهارها مرتفعة، غير موصلة للكهرباء بوجه عام.	تساهمية	ذرات	شبكة تساهمية
K, Al, Cu, Ag, Ni, Ba	صلبة، متفاوتة في درجة الانصهار وبوجه عام مرتفعة، قابلة للطرق والسحب، موصلة للكهرباء ومصاهيرها أيضاً موصلة للكهرباء.	فلزية	ذرات	فلزية
LiF, CaF ₂ , ZnS, NaCl	صلبة، هشة، درجة انصهار مرتفعة، غير موصلة للكهرباء. بينما محاليلها ومصاهيرها موصلة للكهرباء.	أيونية	أيونات	أيونية

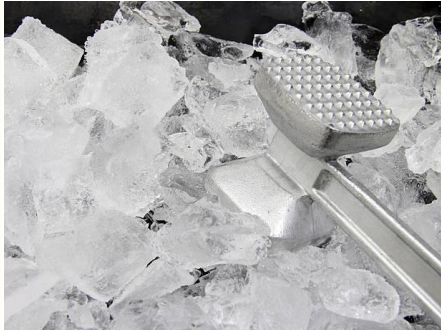
? ما أنواع المواد الصلبة البلورية، وكيف نحدّد نوعها؟

- [1] المواد الصلبة الجزيئية: تشمل ذرات الغازات النبيلة في الحالة الصلبة، والجزيئات التي تترابط بقوى (هيدروجينية، أو ثنائية القطب، أو قوى لندن)
 - [2] المواد الصلبة الشبكية التساهمية: تتكون من ذرات تترابط في ما بينها بروابط تساهمية
 - [3] المواد الصلبة الفلزية: تتكون من ذرات الفلزات التي تترابط في ما بينها برابطة فلزية
 - [4] المواد الصلبة الأيونية: تتكون من أيونات موجبة وسالبة تترابط في ما بينها بروابط أيونية
- يتم تصنيفها أو تحديد نوعها من خلال معرفة:

- الخصائص الفيزيائية للبلورة الصلبة
- نوع الجسيمات المكوّنة لها
- نوع الروابط أو قوى الترابط بينها

المواد الصلبة الجزيئية

■ **مادة صلبة جزيئية:** المادة الصلبة التي تتكون جسيماتها من جزيئات أو ذرات الغازات النبيلة في الحالة الصلبة، حيث تترابط جسيماتها بقوى تجاذب ضعيفة نسبياً

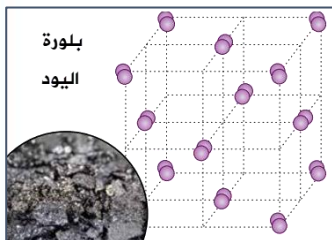


■ **الخصائص العامة للمواد الصلبة الجزيئية:**

- [1] مواد هشة [أي تنكسر إذا تعرضت لصدمة ميكانيكية]
 - [2] ذات درجات انصهار منخفضة، حيث تعتمد على قوى التجاذب بين جزيئاتها
 - [3] غير موصلة للتيار الكهربائي؛ لأنها جسيمات متعادلة الشحنة ترتبط بقوى تجاذب ضعيفة
 - [4] تنكسر قوى التجاذب بين الجزيئات عند الانصهار: [الهيدروجينية، ثنائية القطب، قوى لندن]
 - [5] الوحدات البنائية في البلورة هي الجزيئات، أما الغازات النبيلة فوحدتها البنائية هي الذرات
- **أمثلة عليها:**

- [1] ذرات الغازات النبيلة عندما تكون في الحالة الصلبة: مثل: $Ne_{(s)}$
- [2] الجزيئات غير القطبية مثل: جزيء اليود الصلب I_2 ، الكبريت S_8 ، الفسفور P_4
- [3] الجزيئات القطبية، مثل: الجليد H_2O ، السكر $C_{12}H_{22}O_{11}$
- [4] كرات باكي C_{60} أو تُسمى بكمنستر فوليرين [شكل من أشكال الكربون البلورية "متآصل"]

? **فسر: تعتبر بلورة اليود I_2 من المواد الصلبة الجزيئية**

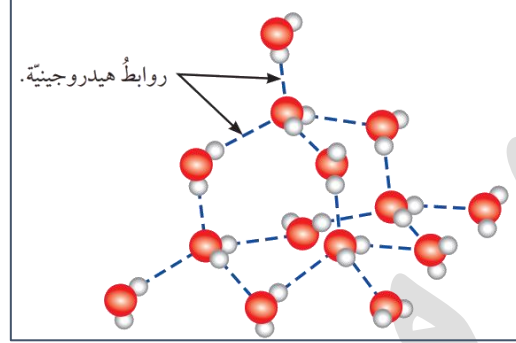
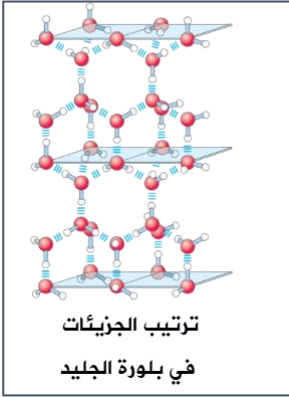


لها نفس صفات المواد الصلبة الجزيئية:

- [1] درجة انصهار منخفضة لأن الجزيئات متعادلة الشحنة مرتبطة بقوى لندن الضعيفة
- [2] بلوراته هشة
- [3] غير موصل للتيار الكهربائي

فسر: تعتبر بلورة الجليد H_2O من المواد الصلبة الجزيئية

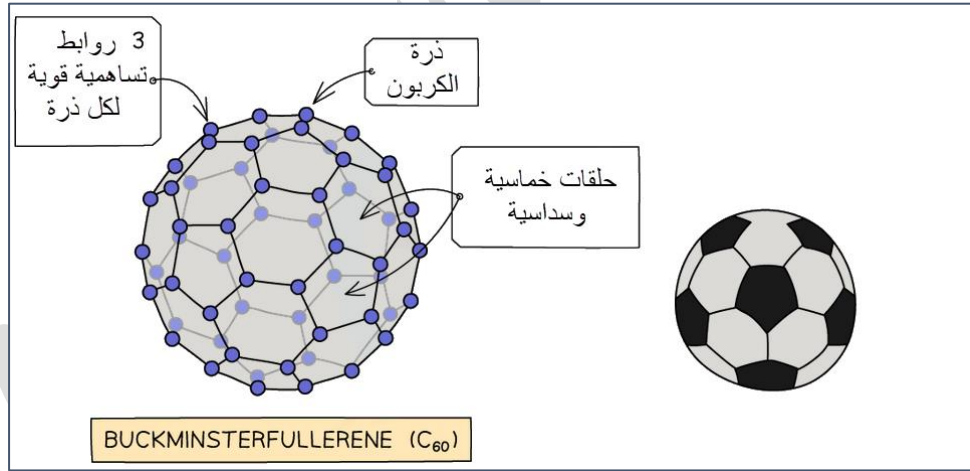
بسبب درجة انصهاره المنخفضة $0^\circ C$ حيث يرتبط كل جزيء من H_2O بأربعة جزيئات أخرى، بروابط هيدروجينية، وكل جزيء في البلورة مركزاً لرباعي الأوجه منتظم، ولأنه هش وغير موصل للتيار الكهربائي.



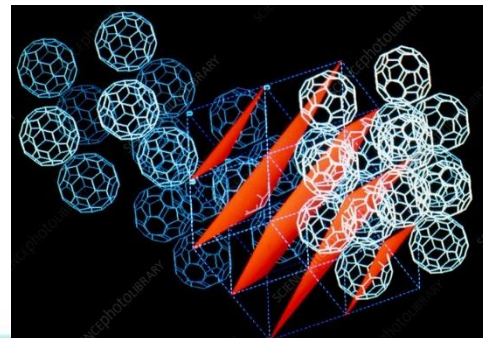
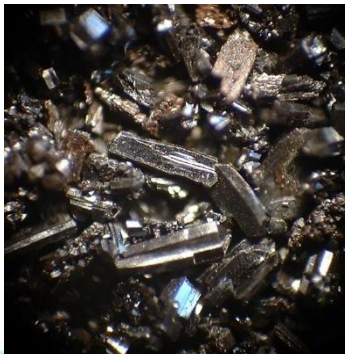
كرات باكي (بكمينستر فولرين): مادة صلبة جزيئية اكتشفت عام 1985، تتكون من جزيئات كروية الشكل، مجوفة، صيغتها الجزيئية C_{60}

ما نوع الروابط في كرات باكي؟

- تترايط ذرات الكربون داخل الجزيء الواحد (الكرة) بروابط تساهمية، حيث ترتبط كل ذرة كربون بثلاث ذرات كربون مكونة حلقات خماسية وسداسية مرتبطة مع بعضها بعضاً لتشبه كرة القدم



- ثم تترايط الجزيئات (الكرات) مع بعضها بقوى لندن الضعيفة مكونة بلورات إبرية الشكل سوداء اللون



? **فسر:** تعتبر كرات باكي C_{60} من المواد الصلبة الجزيئية

لأن الوحدة البنائية في البلورة عبارة عن جزيئات مرتبطة مع بعضها بقوى لندن، وهي غير موصلة للتيار الكهربائي، حيث تتكون من جزيئات متعادلة

? **أتحقق ص41:** ما نوع الروابط بين ذرات الكربون داخل الجزيء الواحد في بكمنسترفولرين؟ وما

نوع قوى التجاذب بين جزيئاته؟

داخل الجزيء الواحد: بين الذرات روابط تساهمية، وبين الجزيئات تترابط بقوى لندن الضعيفة

المواد الصلبة الشبكية التساهمية

- **مادة صلبة شبكية تساهمية:** المادة الصلبة التي تتكون جسيماتها من ذرات تترابط برابطة تساهمية في بناء شبكي صلب
- **أمثلة عليها:**

[1] الماس [متأصل من الكربون] شبكة مستمرة من ذرات الكربون ثلاثية الأبعاد

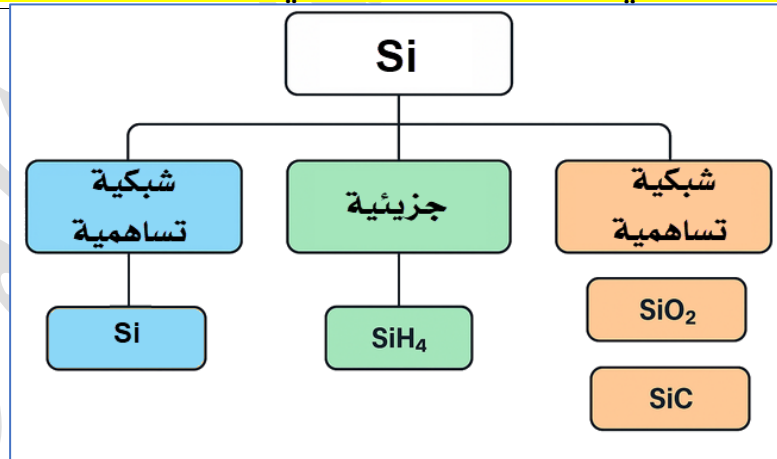
[2] الغرافيت [متأصل من الكربون] شبكة مستمرة من ذرات الكربون ثنائية الأبعاد (طبقات)

[3] الكوارتز SiO_2

[4] كريد السليكون SiC

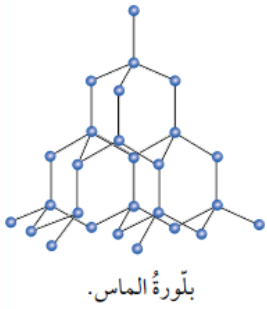
[5] أشباه الفلزات مثل: البورون B، السليكون Si، الجيرمانيوم Ge

💡 **لفتة:** لا يكون السيليكون Si في كل مركباته بناءً شبكي، لذا ركز فقط على المذكور أعلاه



■ **الخصائص العامة للمواد الصلبة الشبكية التساهمية:**

- [1] شديدة القساوة؛ بسبب قوة الروابط التساهمية بين الذرات
- [2] درجة الانصهار المرتفعة؛ بسبب قوة الروابط التساهمية بين الذرات
- [3] غير موصلة للتيار الكهربائي في حالتها الصلبة والسيولة بشكل عام، ويشذ عنها الغرافيت
- [4] تنكسر الروابط التساهمية خلال البناء الشبكي في حال الانصهار
- [5] الوحدات البنائية في البلورة هي الذرات

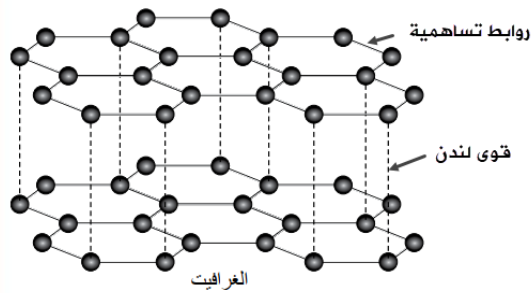


ما الخصائص التي يتميز بها الماس؟

- [1] التركيب الشبكي: ترتبط كل ذرة كربون بأربع روابط تساهمية مع أربع ذرات كربون أخرى، كل ذرة هي مركز لرباعي الأوجه منتظم
- [2] درجة انصهاره مرتفعة
- [3] غير موصل للتيار الكهربائي؛ لأن إلكتروناته مقيدة [غير حرة الحركة]
- [4] من أكثر الموارد الطبيعية قساوة [عالي القساوة]

علل: يستخدم الماس في صناعة أدوات القطع والقص

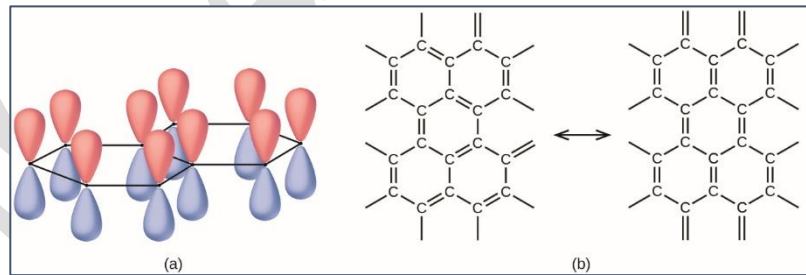
لأنه من أكثر الموارد الطبيعية قساوة [لا يقطع الماس إلا الماس]



ما الخصائص التي يتميز بها الغرافيت؟

- [1] التركيب الشبكي: - ترتبط كل ذرة كربون بثلاث ذرات كربون أخرى بحيث تشكل حلقات سداسية الشكل، ثم تشكل الحلقات مع بعضها طبقات رقيقة

يشغل الإلكترون الرابع لكل ذرة كربون فلك p وتتداخل هذه الأفلاك جانبياً لتشكل سحابة إلكترونية أعلى مستوى حلقات الكربون وأسفلها لكل طبقة. -تترابط الطبقات مع بعضها بقوى لندن الضعيفة



- [2] موصل للتيار الكهربائي: حيث إلكتروناته حرة الحركة، لوجود ما يشبه السحابة الإلكترونية بين الطبقات

- [3] مادة هشّة، ويسهل انزلاق طبقاتها؛ بسبب ترابط طبقاتها بقوى لندن الضعيفة

علل: يشذ الغرافيت في خصائصه عن خصائص المركبات الشبكية التساهمية على نحو عام

لأنه مادة هشّة وموصل للتيار الكهربائي بخلاف المركبات الشبكية التساهمية التي تتمتع بالقساوة ولا توصل التيار الكهربائي

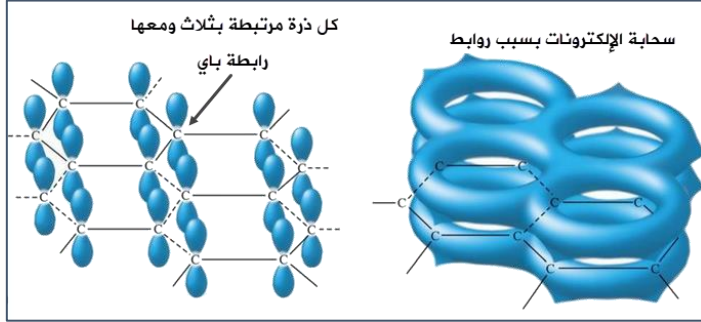
فسر: الغرافيت مادة هشّة ويستخدم في صناعة أقلام الرصاص

لأن طبقاته الرقيقة تترابط بقوى لندن الضعيفة التي تجعله هشّاً وبذلك يسهل انزلاق الطبقات فوق بعضها بعضاً



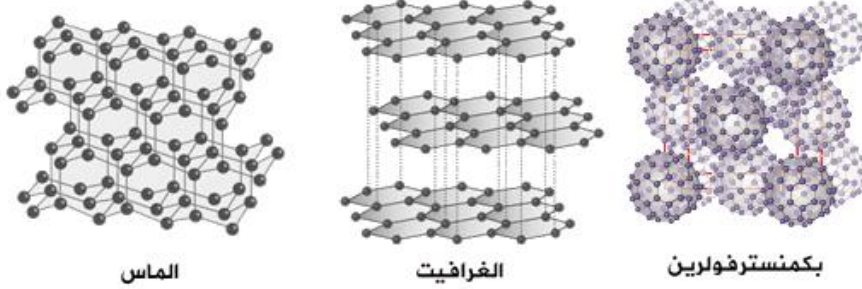
? أنحقق ص42: أفسر: الغرافيت موصل جيد للكهرباء

لوجود ما يشبه السحابة الإلكترونية بين الطبقات، حيث يشغل الإلكترون الرابع لكل ذرة كربون فلك p وتتداخل الأفلاك جانبياً لتشكل تلك السحابة أعلى وأسفل مستوى حلقات الكربون السداسية في كل طبقة، أي أن الإلكترونات حرة الحركة في الطبقات



يُعد الماس والغرافيت وبكمنستر فولرين متآصلات، فهي أشكال بلورية مختلفة للكربون نفسه في الحالة الصلبة

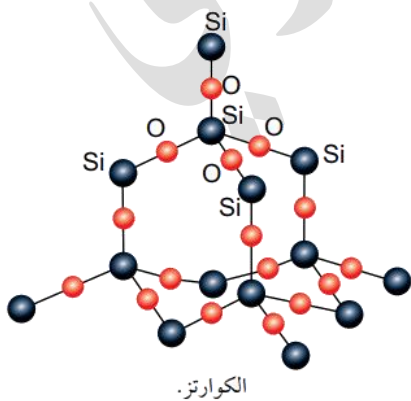
■ ظاهرة التآصل: وجود أكثر من شكل بلوري للعنصر الواحد في الحالة الفيزيائية نفسها



تعزيز خارجي: يتكون الجرافيت من الكربون حيث

تتحلل المواد العضوية تحت ضغط وحرارة عالية لملايين السنين، ثم مع استمرار الضغط والحرارة العاليتين لملايين السنين، يتحول الجرافيت إلى الماس في باطن الأرض [تغيير ترتيب ذرات الكربون]

? ما الخصائص التي يتميز بها الكوارتز ثاني أكسيد السيليكون SiO_2 ؟



[1] التركيب الشبكي: تشبه بلورته بلورة الماس، ترتبط كل ذرة سيليكون بأربع ذرات أكسجين وكل ذرة أكسجين بذرتي سيليكون فينشأ هذا الشكل الشبكي رغم تلك الصيغة الكيميائية

[2] درجة انصهاره مرتفعة: بسبب قوة الروابط التساهمية

[3] الكوارتز شديد القساوة لكن أقل من الماس

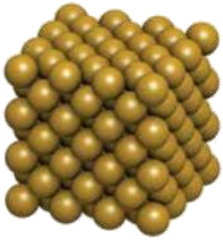
[4] غير موصل للتيار الكهربائي في حالتي الصلابة والسيولة

فائدة خارجية: الصيغة الكيميائية لـ SiO_2 هي نفسها لـ CO_2 وهما من نفس المجموعة، لكن يتخذ الأول شكل رباعي الأوجه منتظم في ذرته السليكون، بينما الثاني يكون خطي، والسبب أن العلماء قالوا: من ناحية نظرية لا يستطيع السليكون تكوين روابط ثنائية أو ثلاثية مثل الكربون، وبالتالي تنشأ هذه الشبكة الكبيرة حتى تستقر كل ذرة بإضافة ذرة أخرى وتستمر الشبكة التساهمية

المواد الصلبة الفلزية



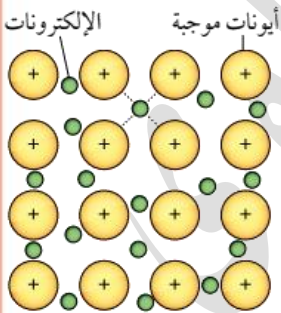
بلورة النيكل.



بلورة الذهب.

- **مادة صلبة فلزية:** المادة الصلبة التي تتكون جسيماتها من ذرات الفلزات التي تترايط برابطة فلزية
- الرابطة الفلزية: هي القوة الناتجة عن جذب الأيونات الموجبة في بلورة الفلز للإلكترونات الحرة المحيطة بها.
- **الخصائص العامة للمواد الصلبة الفلزية:**
 - [1] الصلابة ومتفاوتة في درجات الانصهار، ومرنفة بوجه عام
 - [2] موصلة للتيار الكهربائي
 - [3] قابلة للطرق والسحب [أي القابلية لتشكيل صفائح وأسلاك وقضبان]
 - [4] لامعة وبراقة
 - [5] تنكسر الروابط الفلزية في حال الانصهار
 - [6] الوحدات البنائية في البلورة هي الذرات
- **أمثلة عليها:** جميع بلورات الفلزات الصلبة: Na , Ag بالإضافة إلى السبائك

فسر: وجود بحر من الإلكترونات السالبة حرة الحركة في الفلزات؟



طاقة التأين للفلزات منخفضة، أي إلكترونات التكافؤ ضعيفة الارتباط بالنواة فيميل الفلز إلى فقدتها، فتترتب ذرات بلورة الفلز على شكل صفوف من الأيونات الموجبة مغمورة في بحر من الإلكترونات السالبة حرة الحركة

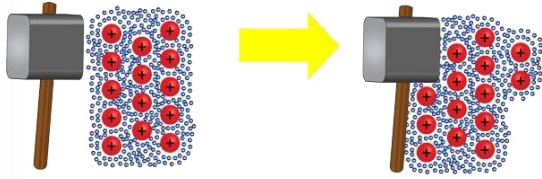
فسر: قدرة المواد الصلبة الفلزية على إيصال التيار الكهربائي؟

بسبب بحر الإلكترونات السالبة حرة الحركة في البلورة الفلزية

فسر: الصلابة ودرجات الانصهار المرتفعة؟

بسبب قوة الرابطة الفلزية، كلما زادت الشحنات الموجبة والسالبة في البلورة الفلزية زادت قوة الرابطة الفلزية، ومثله كلما قل حجم ذرة الفلز زاد التجاذب، وارتفعت درجة الانصهار

أنحقق ص43: أفسر قابلية المواد الصلبة الفلزية للطرق والسحب



بسبب طبيعة الرابطة الفلزية، فالطرق على صفوف الأيونات الموجبة يجعلها تنزلق مبتعدة عن بعضها ولكنها تبقى مترابطة بفعل تجاذبها مع الإلكترونات الحرة

علل: درجة انصهار المغنيسيوم 650°C أعلى من درجة انصهار الصوديوم 98°C

الرابطة الفلزية في المغنيسيوم أقوى بسبب:

- [1] إلكترونات التكافؤ التي يفقدها في بحر الإلكترونات السالبة = 2 بينما للصوديوم = 1
- [2] الحجم الذري للمغنيسيوم أقل فيزداد التجاذب بين أنوية المغنيسيوم والإلكترونات حرة الحركة في بحر الإلكترونات

ضوء اللمبة: الحجم الذري يقل في الدورة من اليسار إلى اليمين، ويزداد في المجموعة كلما اتجهنا إلى أسفل

سؤال خارجي: أحدد أي العنصرين: Li أم Na له أعلى درجة انصهار

لهما نفس إلكترونات التكافؤ، لكن الحجم الذري لليثيوم أقل بكثير من الصوديوم، حيث ترتيبهم في الجدول الدوري: الليثيوم قبل الصوديوم، فهو الأصغر حجماً، وبالتالي يزيد جذب الأنوية الموجبة للإلكترونات السالبة حرة الحركة وتزداد قوة الرابطة الفلزية وترتفع درجة الانصهار، إذًا الليثيوم أعلى في درجة الانصهار من الصوديوم

المواد الصلبة الأيونية

- مادة صلبة أيونية: المادة الصلبة التي تتكون جسيماتها من أيونات موجبة وسالبة تتجاذب برابطة أيونية
- أمثلة عليها:

[1] كلوريد البوتاسيوم KCl، درجة انصهار 770°C

[2] أكسيد الكالسيوم CaO، درجة انصهار 2572°C

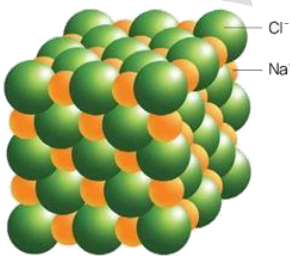
[3] ملح الطعام NaCl

[4] NaNO_3 ، CuBr_2 ، CsCl ، LiF ، NH_4Cl

ضوء اللمبة: الرابطة الأيونية بوجه عام تتكون من

ارتباط الفلز واللافلز، والقاعدة هي ارتباط

أيون موجب + أيون سالب



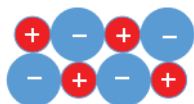
بلورة كلوريد الصوديوم



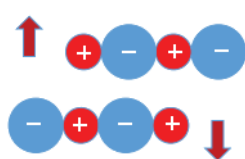
بلورة أكسيد الكالسيوم

■ الخصائص العامة للمواد الصلبة الأيونية:

- [1] شديدة الصلابة؛ بسبب الرابطة الأيونية القوية في بلوراتها
- [2] ذات درجات انصهار مرتفعة بسبب الرابطة الأيونية القوية في بلوراتها
- [3] هششة وتتحطم عند الطرق
- [4] لا توصل التيار الكهربائي في حال الصلابة لأن أيوناتها غير حرة الحركة
- [5] توصل التيار الكهربائي في حالة المحلول [في الماء] أو حالة المصهور؛ لأن الأيونات تصبح حرة الحركة



- [6] تنكسر الرابطة الأيونية في حال الإذابة في الماء كمحلول أو عند الانصهار



- [7] الوحدات البنائية في البلورة هي الأيونات

? أنتحق ص44: أفسر: رغم صلادة المركبات الأيونية إلا أنها هششة

لأن أيونات بلوراتها إذا تعرضت للطرق تنزلق بالنسبة إلى بعضها بعضاً فتتقارب الأيونات المتشابهة في الشحنة وتتنافر لذا تتحطم البلورة

? سؤال خارجي: أفسر: درجة انصهار LiCl أقل من درجة انصهار MgO

الشحنة لكل من أيوني LiCl = (1+, 1-) بينما تكون لأيوني MgO = (2+, 2-) وبما أن الطاقة اللازمة لصهر المادة تزداد بزيادة شحنة الأيونات في الرابطة الأيونية لزيادة قوة الرابطة، لذا ستكون درجة انصهار LiCl أقل

? سؤال خارجي: أفسر: ارتفاع درجة انصهار أكسيد الكالسيوم CaO عن كلوريد البوتاسيوم KCl

تزيد درجة الانصهار في المواد الصلبة الأيونية كلما زادت الشحنة، فالشحنة الأكبر قوة تجاذب أكبر، ورابطة أيونية أقوى؛ ولذا تحتاج طاقة أكبر للانصهار، الشحنة لكل من أيوني CaO = (2+, 2) بينما في KCl = (1+, 1-)

? مثال 11 ص45: أحدد نوع المادة الصلبة البلورية لكل مما يأتي:

أ. مادة (A) بيضاء اللون تنصهر على درجة حرارة 730°C غير موصلة للكهرباء، بينما محلولها موصل للكهرباء

الحل: توصيل التيار الكهربائي في حالة المصهور والمحلول فقط للأيونية، لذا هي مادة صلبة أيونية

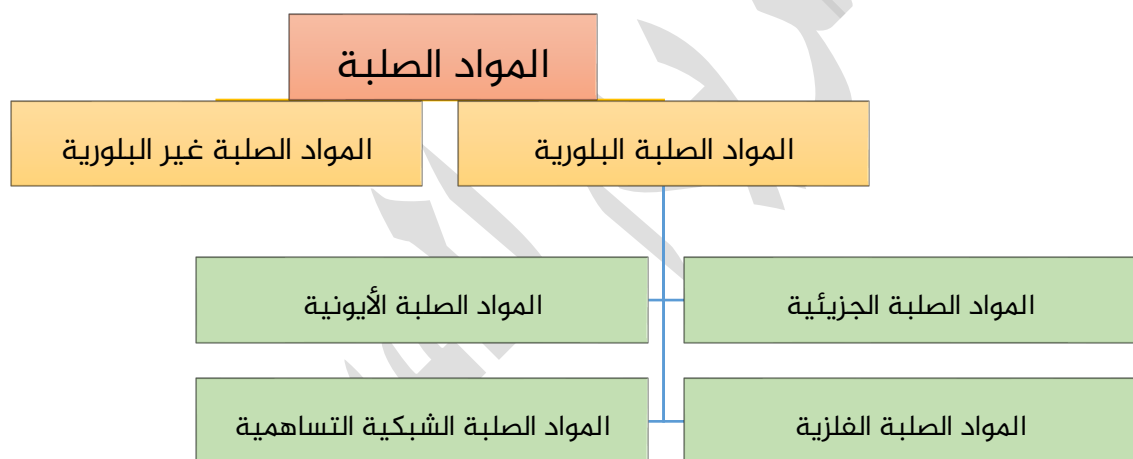
ب. مادة (B) شديدة الصلابة وشفافة، وتنصهر عند درجة حرارة 3000°C

الحل: درجة انصهار مرتفعة جداً فوق الـ 1000 مع شدة صلابة وشفافية وهذا يذكرنا بالماس والكوارتز، إذاً هي مادة صلبة شبكية تساهمية

أحدد نوع كل من المواد الصلبة البلورية الآتية:

HF, Fe, Na₂O, Si

المادة	التحليل	تحديد نوعها
HF	مركب تساهمي، تترايط جزيئاته بروابط هيدروجينية	صلبة جزيئية
Fe	من الفلزات	صلبة فلزية
Na ₂ O	مركب أيوني من فلز ولافلز	صلبة أيونية
Si	السيليكون له قدرة على إنشاء روابط تساهمية في بناء شبكي صلب	صلبة شبكية تساهمية



درجة انصهار المواد الصلبة تترتب بشكل عام:

الشبكية التساهمية < الفلزية والأيونية < الجزيئية

تدريبات خارجية + كيماشيك محلول

أفسر: محلول السكر لا يوصل الكهرباء بينما محلول ملح الطعام يوصل الكهرباء
لأن السكر مادة صلبة جزيئية لا توصل التيار الكهربائي سواء صلبة أو محلول، بينما ملح الطعام (كلوريد الصوديوم) مادة صلبة أيونية توصل التيار الكهربائي في حالة المحلول أو المصهور

صنّف المواد الآتية حسب نوعها وهي في الحالة الصلبة:

- الأسفلت: مادة صلبة غير بلورية
- الكوارتز: مادة صلبة شبكية تساهمية
- الزجاج: مادة صلبة غير بلورية
- الماس: مادة صلبة شبكية تساهمية
- C₆₀: مادة صلبة جزيئية

- **الغرافيت:** مادة صلبة شبكية تساهمية
 - **كربونات الكالسيوم $CaCO_3$:** مادة صلبة أيونية
 - **السكروز $C_{12}H_{22}O_{11}$:** مادة صلبة جزيئية
 - **الفضة Ag :** مادة صلبة فلزية
 - **المطاط:** مادة صلبة غير بلورية
 - **سبيكة من النيكل والكروم $NiCr$:** مادة صلبة فلزية
 - **البورون B :** مادة صلبة شبكية تساهمية [فهو شبه فلز يتصرف مثل Si ، كعنصر وفي بعض مركباته سيكون شبكياً]
 - **HF :** مادة صلبة جزيئية
 - **SiH_4 :** مادة صلبة جزيئية
 - **BH_3 :** مادة صلبة جزيئية
- احفظ المذكور في الكتاب، سواء في الشرح أو بشكل غير مباشر في الأسئلة، في الامتحان الوزاري إما تأتي نفسها، أو سيذكر لك نوعها في السؤال، أو ستستنتج بناء على الخصائص

أيها أعلى درجة انصهار مع التوضيح بإيجاز

- **الماس أم الغرافيت:** كلاهما شبكي تساهمي لكن الماس لأنه أشد قساوة
- **أكسيد المغنيسيوم MgO أم كلوريد الصوديوم $NaCl$:** كلاهما صلب أيوني لكن أكسيد المغنيسيوم الأعلى بسبب الشحنة الثنائية على أيوناته
- **الألمنيوم Al أم السليكون Si :** السيليكون هو الأعلى لأنه مادة صلبة شبكية تساهمية درجة انصهارها مرتفعة، أما المادة الفلزية درجة انصهارها مرتفعة على نحو ما لكن أقل منه
- **البريليوم أم المغنيسيوم:** كلاهما مادة فلزية، البريليوم أعلى في درجة الانصهار بسبب حجمه الذري الصغير جداً [عدد بروتوناته = 4] مقارنة بالمغنيسيوم
- **C_{60} أم الكوارتز SiO_2 :** الكوارتز هو الأعلى فهو مادة صلبة شبكية تساهمية أما C_{60} فهو مادة صلبة جزيئية

من متآصلات الكربون: الماس، الغرافيت، كرات باكي
صنف هذه المتآصلات إلى نوعها كمادة صلبة بلورية

نوع المادة الصلبة البلورية	المتآصل
شبكية تساهمية	الماس
شبكية تساهمية	الغرافيت
جزيئية	كرات باكي

ورقة عمل [9]

[1]: صنف المواد الآتية حسب نوع المادة الصلبة البلورية:

- SiC:
- P₄:
- (NH₄)₃PO₄:
- Ba الباريموم:
- Na₂SO₄:
- كرات باكي:
- LiBr:
- سكر المائدة C₁₂H₂₂O₁₁:
- Cr:
- Ar:

[2] أكمل الفراغ بما يناسب:

- يتميز البكمنستر فلورين بحلقات و مرتبطة مع بعضها لتشبهه
- المواد الصلبة الجزيئية للتيار الكهربائي، بخلاف المواد الصلبة الأيونية فهي
- للتيار الكهربائي في حالة المصهور أو المحلول
- نستطيع تشكيل الصفائح والأسلاك والقضبان من المواد الصلبة الفلزية وذلك لأنها قابلة لـ
- و
- للكربون متآصلات منها: و و
- المواد الصلبة البلورية لها شكل هندسي بخلاف المواد الصلبة غير البلورية
- درجة انصهار CaO من درجة انصهار KCl
- يستخدم الغرافيت في صناعة أقلام الرصاص لسهولة الطبقات المكونة له فوق بعضها
- يوصل الغرافيت التيار الكهربائي، حيث يشغل الإلكترون لكل ذرة كربون فلك لتتداخل تلك الأفلاك وتشكل أعلى وأسفل حلقات الكربون لكل طبقة.
- المواد الصلبة الأيونية توصل التيار الكهربائي فقط في حالتها و
- ولا توصل في الحالة الصلبة لأن الإلكترونات وقتها
- في بلورة الجليد يرتبط كل جزيء ماء بـ جزيئات أخرى ويكون كل جزيء في البلورة مركزاً لشكل [اذكر عدد الجزيئات والشكل الفراغي للبلورة]

حل مراجعة الدرس الثالث: الحالة الصلبة

[1] أوضح الأنواع الرئيسة للمواد الصلبة البلورية. ?

1- الجزيئية 2- الشبكية التساهمية 3- الفلزية 4- الأيونية

[2] أوضح المقصود بكل مما يأتي: ?

- المادة الصلبة البلورية: المادة الصلبة التي تتكون من بلورات ذات أشكال هندسية منتظمة
- المادة الصلبة غير البلورية: المادة الصلبة التي لا تترتب جسيماتها لتكوّن أشكالاً هندسية منتظمة [ترتيب عشوائي]
- ظاهرة التآصل: وجود أكثر من شكل بلوري للعنصر الواحد في الحالة الفيزيائية نفسها

[3] أفسر: المواد الصلبة غير قابلة للانضغاط أو الجريان ?

لأن جسيماتها متقاربة جداً وقوى التجاذب بينها كبيرة لذلك تترتب في أماكن محددة وثابتة لا تغادرها وبالتالي لا تقبل الانضغاط أو الجريان

[4] أحدد الروابط أو قوى الترابط الموجودة في كل نوع من المواد الصلبة البلورية الآتية: ?

- المادة الصلبة الأيونية: الرابطة الأيونية
- المادة الصلبة الجزيئية: قوى التجاذب مثل: الروابط الهيدروجينية، ثنائية القطب، قوى لندن
- المادة الصلبة الفلزية: الرابطة الفلزية
- المادة الصلبة الشبكية التساهمية: الرابطة التساهمية

[5] أحدد نوع كل من المواد الصلبة البلورية الآتية: KI , Ni , SiC , NH_{3(s)} ?

KI: مادة صلبة أيونية
Ni: مادة صلبة فلزية
SiC: مادة صلبة شبكية تساهمية
NH₃: مادة صلبة جزيئية

[6] أصنف المواد الصلبة الآتية حسب نوعها: مادة صلبة جزيئية، مادة صلبة أيونية، مادة صلبة فلزية، مادة صلبة شبكية تساهمية ?

- أ- مادة صلبة غير موصلة تنصهر على درجة حرارة 650 °C ويوصل مصهورها الكهرباء
مادة صلبة أيونية [لاحظ انصهار مرتفع نسبياً ومصهور موصل]
- ب- مادة صلبة لامعة موصلة للكهرباء
مادة صلبة فلزية [لاحظ أنها موصلة وهي صلبة وأيضاً لامعة]
- ج- مادة شديدة الصلابة درجة انصهارها 2730 °C ولا يوصل مصهورها الكهرباء
مادة صلبة شبكية تساهمية [لاحظ الانصهار المرتفع والصلابة وغير موصلة]
- د- مادة صلبة هشة تنصهر على درجة حرارة 119 °C وغير موصلة للكهرباء
مادة صلبة جزيئية، لاحظ هشة وانصهار منخفض

7] أختار الإجابة الصحيحة لكل فقرة من الفقرات الآتية:

1. إحدى المواد الآتية صلبة وهشة ودرجة انصهارها مرتفعة:

أ. SiF_4	ب. C ماس
ج. KCl	د. Cu

الجواب [ج]

2. إحدى العبارات التالية ليست من صفات مادة بكمنسترفولرين:

أ. تكوّن بلورات إبرية الشكل
ب. تترايط ذراتها مكوّنة حلقات سداسية مرتبطة ببعضها
ج. غير موصلة للتيار الكهربائي
د. تعدّ من متآصلات الكربون

الجواب [ب]

3. المادة الصلبة التي لها أعلى درجة انصهار:

أ. MgO	ب. NO_2
ج. Cl_2O	د. SO_3

الجواب [أ]

4. إحدى المواد الآتية صلبة جزيئية:

أ. Al	ب. $BaCl_2$
ج. Si	د. P_4

الجواب [د]

انتهى الدرس الثالث: الحالة الصلبة والحمد لله ...

إلى حل مراجعة الوحدة وأسئلة التفكير في الأنشطة، مواضيع الربط والإثراء في ملحق الدوسية

لكن ... انتظر ... هل أنت متأخر في المادة؟

تذكر

إن تأخرت بسعي نحو مجدٍ ..

قد ينالُ المجدُ بالسعي سواك ..

فاستعن بالله ولا تياس ... فالعبرة بالنهايات لا البدايات

قناة سناكات الكيمياء

«ألطاف ربّي إذ تجيءُ غريمةً
حتى ولو هذا المّجىءُ تأخراً»



5



2



112 Erteqa'a | 4:23 PM | ارتقاء





Forwarded from  قناة سناكات الكيمياء (م. مريم السرطاوي) 

#نوتات #العلم_يتحدث

عندما تجد مسألة علمية مختلف فيها
معلم يقول كذا .. ومعلم يقول كذا .. فما هو الصواب؟

ج: المطالعة المستمرة هي سبيلك إلى المعرفة

كما أن الفقهاء اختلفوا في حكمهم على مسألة ما يحكم وصولهم للأدلة الشرعية
وبحكم فهمهم لها وكل حسب اجتهاده

نفس الشيء في العلوم
فالمعلمون يختلفون وكل حسب خبرته ومصادره العلمية ومطالعه المستمرة
للمقالات والأبحاث


حتى المصادر والمراجع العلمية قد تختلف في مسألة ما وذلك بسبب اختلاف خبرة
مؤلفي تلك الكتب
ونضيف لذلك تطور العلم والوصول لجديد المعلومات

سنجد في كتاب علوم سادس قبل كم سنة أن عناصر الجدول الدوري المكتشفة ٩٢
والان سنجد أنها ١١٨ .. فما هو الصحيح؟

الصحيح هو الكتب الحديثة والمقالات البحثية وآخر ما يتوصل إليه بالتجربة
والاستكشاف

ونفس الشيء أنت يا طالب العلم .. دائما طور معرفتك بجديد الأشياء وانعش فكرك
بالاستكشاف والمطالعة

#السرطاوي

1336 4:48 PM 





FLASHBACK

الحالة الصلبة

Flashback

- ⚡ كثافة المواد الصلبة أكبر من غيرها، لتقارب جسيماتها بشكل كبير
- ⚡ لا تعد المواد الصلبة من الموائع، فجسيماتها مقيدة في مكانها وحركتها اهتزازية
- ⚡ الانصهار: تحول المادة من الحالة الصلبة إلى السائلة
- ⚡ درجة الانصهار تعتمد على نوع المادة الصلبة
- ⚡ أنواع المواد الصلبة من حيث الشكل:
 - بلورية (منتظم) - غير بلورية (غير منتظم)
 - صلبة غير بلورية: زجاج، بلاستيك، اسفلت
- ⚡ أنواع المواد الصلبة البلورية:
 - جزيئية - شبكية تساهمية - أيونية - فلزية

ترتيب حسب درجة الانصهار بشكل عام
شبكية تساهمية < أيونية، فلزية < جزيئية

أمثلة	خصائص عامة للمادة الصلبة	الروابط أو قوى الترابط	نوع الجسيمات	نوع المادة الصلبة
Ne _(s) , CH _{4(s)} , S ₈ , P ₄ , C ₁₂ H ₂₂ O ₁₁	هشة، درجة انصهار منخفضة، غير موصلة للكهرباء.	روابط هيدروجينية، ثنائية القطب، لندن	جزيئات وذرات الغازات الثبيلة	جزيئية
SiO ₂ , Si, SiC, C ماس	صلبة جداً، درجة انصهارها مرتفعة، غير موصلة للكهرباء بوجه عام.	تساهمية	ذرات	شبكية تساهمية
K, Al, Cu, Ag, Ni, Ba	صلبة، متفاوتة في درجة الانصهار وبوجه عام مرتفعة، قابلة للطرق والسحب، موصلة للكهرباء ومصاهيرها أيضاً موصلة للكهرباء.	فلزية	ذرات	فلزية
LiF, CaF ₂ , ZnS, NaCl	صلبة، هشة، درجة انصهار مرتفعة، غير موصلة للكهرباء. بينما محاليلها ومصاهيرها موصلة للكهرباء.	أيونية	أيونات	أيونية

حل مراجعة الوحدة الأولى: حالات المادة

[1] أوضح المقصود بكل من: ?

- قانون أفوجادرو: الحجم المتساوية من الغازات تحتوي نفس العدد من الجزيئات عند الظروف نفسها من الضغط ودرجة الحرارة
- المائع: المادة التي تمتلك جسيماتها القدرة على الانسياب أو الجريان فتأخذ شكل الإناء الذي توضع فيه
- المادة الصلبة الجزيئية: مادة صلبة بلورية تتكون جسيماتها من جزيئات، أو ذرات الغازات النبيلة، تترابط فيما بينها بروابط هيدروجينية، أو قوى ثنائية القطب، أو قوى لندن، تتميز بشكل عام بدرجات انصهار منخفضة.

[2] أفسر: ?

- يتناسب ضغط الغاز طردياً مع درجة حرارته المطلقة عند ثبات حجمه
لأن زيادة درجة الحرارة تزيد من متوسط الطاقة الحركية للجسيمات فتزداد سرعتها وتزداد تصادماتها مع بعضها ومع جدار الإناء فيزداد ضغط الغاز
- انتشار غاز NH_3 أسرع من انتشار غاز CO_2
لأن الغاز الأسرع انتشاراً هو الذي كتلته المولية أقل، الكتلة المولية للأمونيا = 17 g/mol ، بينما الكتلة المولية لثاني أكسيد الكربون = 44 g/mol
- درجة انصهار CH_3COOH أكبر من درجة انصهار C_2H_5Cl
ننظر إلى نوع المادة الصلبة وقوى التجاذب، كلاهما من الصلبة الجزيئية، قوى التجاذب في الأول هي هيدروجينية، وفي الثاني هي ثنائية القطب، القوى الهيدروجينية أقوى وبالتالي تحتاج طاقة أكبر لكسر هذه القوى فترتفع درجة انصهار الأول عن الثاني.

[3] أحسب كتلة غاز O_2 الموجودة في وعاء حجمه 5 L عند درجة حرارة $20^\circ C$ وضغط 1.5 atm ?

$$T=20^\circ C + 273= 293 K \quad V= 5 L \quad P= 1.5 atm \quad n=? \quad m=?$$

أربع متغيرات، الحل على قانون الغاز المثالي حيث $R=0.082$

$$PV = nRT$$

$$n = \frac{PV}{RT} = \frac{1.5 \times 5}{0.082 \times 293} = 0.31 \text{ mol}$$

الكتلة المولية لغاز الأكسجين = $[32 \text{ g/mol}]$

$$m = Mr \times n = 32 \times 0.31 = 9.9 \text{ g}$$

[4] يحتوي وعاء حجمه 1.64 L على $(1.1 \text{ g } CO_2)$ و $(1.6 \text{ g } O_2)$ وكتلة مجهولة من N_2 . إذا علمت ?أن الضغط الكلي للغازات الثلاثة يساوي 1.5 atm عند درجة حرارة $27^\circ C$ فاحسب:

$$(Mr_{O_2} = 32, Mr_{N_2} = 28, Mr_{CO_2} = 44)$$

- الضغط الجزئي لكل من الغازات N_2, O_2, CO_2

$$P_{CO_2} = ? \quad P_{O_2} = ? \quad m_{CO_2} = 1.1 \text{ g} \quad m_{O_2} = 1.6 \text{ g} \quad P_T = 1.5$$

$$V = 1.64 L \quad T = 27^\circ C + 273 = 300 K$$



بما أن كل غاز سيأخذ نفس حجم الوعاء ودرجة الحرارة، فإننا نحسب الضغط الجزئي لكل غاز باستخدام قانون الغاز المثالي مع اعتبار ثابت الغاز العام = 0.082 وتعويض الكتل المولية مع الكتلة عوضاً عن حساب المولات

الكتلة المولية لـ $CO_2 = 44$ الكتلة المولية لـ $O_2 = 32$ الكتلة المولية لـ $N_2 = 28$

$$PV = nRT$$

$$P_{CO_2} = \frac{m_{CO_2}RT}{Mr_{CO_2}V} = \frac{1.1 \times 0.082 \times 300}{44 \times 1.64} = 0.375 \text{ atm}$$

$$P_{O_2} = \frac{m_{O_2}RT}{Mr_{O_2}V} = \frac{1.6 \times 0.082 \times 300}{32 \times 1.64} = 0.75 \text{ atm}$$

$$P_{N_2} = P_T - P_{CO_2} - P_{O_2} = 1.5 - 0.375 - 0.75 = 0.375 \text{ atm}$$

- كتلة غاز N_2 في الوعاء

$$n_{N_2} = \frac{P_{N_2}V}{RT} = \frac{0.375 \times 1.64}{0.082 \times 300} = 0.025 \text{ mol}$$

$$m = Mr \times n = 28 \times 0.025 = 0.7 \text{ g}$$

[5] أدرس الجدول الآتي، الذي يبين الضغط البخاري لثلاثة سوائل A , B , C عند درجة حرارة معينة، ثم أجب عن الأسئلة الآتية:

المادة	A	B	C
الضغط البخاري mmHg	225	580	50

- ما المادة الأسرع تبخرًا؟ $B \Leftarrow$
- ما المادة التي لها أعلى درجة غليان؟ $C \Leftarrow$
- أرتب السوائل الثلاثة حسب تزايد قوى التجاذب بين جزيئاتها $B < A < C \Leftarrow$

[6] إذا كانت طاقة التبخر المولية للسوائل الآتية كما هو موضح:

O_2 (6.8 kJ/mol) , Ne (1.8 kJ/mol) , CH_3OH (34.5 kJ/mol)

أ. أحدد نوع قوى التجاذب بين جسيمات كل سائل

قوى التجاذب بين جزيئات هي روابط هيدروجينية، قوى لندن بين جزيئات الأكسجين، قوى لندن بين ذرات النيون

قوى التجاذب أكبر شيء في CH_3OH لأنها قوى هيدروجينية

تليها قوى لندن في الأكسجين والنيون، لكن يتفوق الأكسجين على النيون بسبب عامل الكتلة المولية، الأكسجين (32) بينما النيون (20)

ب. أي هذه السوائل له أعلى درجة غليان؟

CH_3OH ، فكلما زادت قوة قوى التجاذب فإنه يحتاج طاقة تبخر مولية أكبر للتحويل إلى غاز

7] أحدد المادة التي لها أعلى درجة انصهار بين الأزواج الآتية:

- LiF , Li_2O ⇔ كلاهما مواد صلبة أيونية لكن الأعلى Li_2O بسبب الشحنة الثنائية (-2 , +2)
 - SiO_2 , CO_2 ⇔ لأنه من المواد الصلبة الشبكية التساهمية ذات الانصهار المرتفع
 بخلاف CO_2 هو من المواد الصلبة الجزيئية ذات الانصهار المنخفض
 - Na , Al ⇔ كلاهما مواد صلبة فلزية لكن الأعلى Al لأن له 3 إلكترونات تكافؤ وحجمه أقل

8] إذا علمت أن كثافة الماس 3.5 g/mL وأن كثافة الغرافيت 2.3 g/mL . اعتماداً على التركيب

البلوري لبكمنسترفولرين، هل من المتوقع أن تكون كثافة بكمنسترفولرين أكبر أم أقل منهما؟
 أفسر ذلك

كثافة بكمنسترفولرين أقل منهما لأنه من المواد الصلبة الجزيئية حيث تتربط جزيئاته بقوى لندن الضعيفة، بالإضافة أن شكلها كرات مجوفة من الداخل وبالتالي كثافة أقل
 أما الماس والغرافيت من المواد الصلبة الشبكية التساهمية تتربط بروابط تساهمية قوية في بناء شبكي صلب.
 ومن المتوقع أن الحجم الذي يشغله كمية من بكمنسترفولرين أكبر منه مقارنة بالماس أو الغرافيت وبالتالي فإن كثافته المتوقعة أقل.

9] أختار الإجابة الصحيحة لكل فقرة من الفقرات الآتية:

- 1) إحدى العبارات الآتية لا تتفق مع نظرية الحركة الجزيئية
 - أ- حركة جزيئات الغاز مستمرة وعشوائية
 - ب- متوسط الطاقة الحركية للغازات ثابت عند درجة الحرارة نفسها
 - ج- تتصادم جزيئات الغاز تصادمات مرنة
 - د- تتحرك جزيئات الغاز جميعها بالسرعة نفسها عند درجة الحرارة نفسها

الإجابة: د

2) إذا علمت أن الكتلة المولية للغازات الآتية: ($H_2 = 2$, $N_2 = 28$, $O_2 = 32$, $Ne = 20 \text{ g/mol}$) فإن أقل هذه الغازات انحرافاً عن سلوك الغاز المثالي عند الظروف نفسها هو:

أ- H_2

ب- N_2

ج- O_2

د- Ne

الإجابة: أ

3) عينة من الغاز المحصور حجمها V عند درجة حرارة 35°C فإن درجة الحرارة التي يصبح عندها حجم الغاز مثلي حجمه الأصلي عند ثبات الضغط هي:

أ- 35°C ب- 70°C ج- 308°C د- 343°C

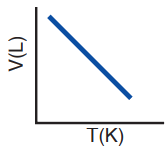
الإجابة: د

4) عند تصبغ درجة الحرارة بالكلفن لعينة من غاز محصور 3 أمثال درجة حرارته الأصلية وحجمه مثلي حجمه الأصلي، يصبح ضغطه الجديد P_2 مقارنة بالضغط الأصلي P_1 :

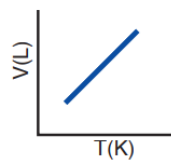
أ- $6P_1$ ب- $\frac{3}{2}P_1$ ج- $\frac{2}{3}P_1$ د- $3P_1$

الإجابة: ب

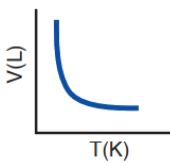
5) إحدى الرسوم البيانية الآتية توضح العلاقة بين حجم الغاز ودرجة حرارته المطلقة عند ثبات ضغطه:



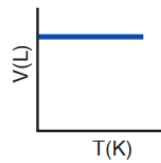
ب



أ



د



ج

الإجابة: أ

6) كمية من غاز محصور 1 L إذا أصبحت قيمة كل من درجة حرارتها المطلقة وضغطها 3 أمثال قيمها الأصلية فإن حجمها بوحدة L يصبح:

أ- 1

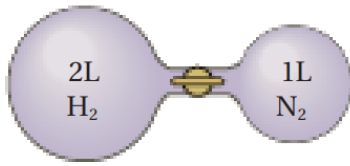
ب- $\frac{1}{3}$

ج- 3

د- 9

الإجابة: أ

7) اعتماداً على الشكل المجاور؛ الضغط الكلي لمزيج الغازين بعد فتح السدادة بين القارورتين بوحدة atm عند درجة الحرارة نفسها يساوي (أهمل حجم السدادة):



$$P_{H_2} = 456 \text{ mmHg} \quad P_{N_2} = 0.21 \text{ atm}$$

أ- 0.07

ب- 0.71

ج- 0.47

د- 0.4

الإجابة: ج

8) أربع أوعية محكمة الإغلاق حجم كل منها 3 L ويحتوي كل منها على أحد الغازات الآتية: (8 و 9) $(Mr_{H_2} = 2, Mr_{Ar} = 40, Mr_{He} = 4, Mr_{Xe} = 131)$ علماً أن ضغط الغاز في كل منها 870mmHg وعلى درجة حرارة الغرفة 25°C أجيب عن الفقرتين 8 و 9:

أ- H_2

ب- He

ج- Ar

د- Xe

الإجابة: د

9) إذا سخن الوعاء الذي يحتوي غاز H_2 في حين برد الوعاء الذي يحتوي غاز Ar ، فإن الوعاء الذي يكون ضغط الغاز فيه أكبر من الأوعية الأربعة هو وعاء الغاز:

أ- H_2

ب- He

ج- Ar

د- Xe

الإجابة: أ

10) المادة التي لها أعلى درجة غليان معيارية، هي:

أ- CH_3CH_3 ب- $CH_3CH_2CH_3$ ج- CH_3CH_2OH د- CH_3OCH_3

الإجابة: ج



11) ترتيب السوائل الآتية: CH_4 , CH_3Br , CH_3Cl حسب تناقص طاقة تبخرها المولية:
($Mr_{CH_4} = 16$, $Mr_{CH_3Br} = 95$, $Mr_{CH_3Cl} = 50.5$)

أ- $CH_3Br < CH_4 < CH_3Cl$

ب- $CH_3Br < CH_3Cl < CH_4$

ج- $CH_3Cl < CH_3Br < CH_4$

د- $CH_4 < CH_3Cl < CH_3Br$

الإجابة: د

12) أحد العوامل الآتية يؤثر في الضغط البخاري للسائل:

أ- حجم السائل

ب- شكل الإناء

ج- درجة الحرارة

د- كمية السائل

الإجابة: ج

13) الجدول الآتي يتضمن طاقة التكاثر المولية لأربعة سوائل مختلفة أعطيت الرموز الافتراضية A, B, C, D المادة الأسرع تبخرًا هي:

المادة	A	B	C	D
طاقة التكاثر المولية kJ/mol	31	26	21	44

أ- A

ب- B

ج- C

د- D

الإجابة: ج

14) إذا علمت أن عنصر البورون شديد الصلابة، ودرجة انصهاره $2300^\circ C$ وريء التوصيل للكهرباء على درجة الحرارة العادية، فإنه يصنف مادة صلبة بلورية:

أ- جزيئية

ب- شبكية تساهمية

ج- فلزية

د- أيونية

الإجابة: ب





15) المادة الصلبة البلورية الموصلة للتيار الكهربائي في حالتها الصلبة والسيولة هي:

أ- KF

ب- SiO₂

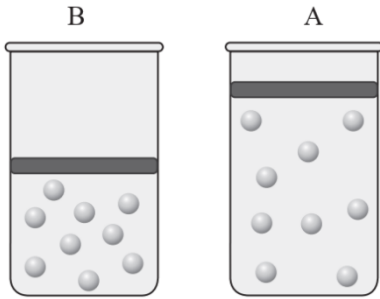
ج- Cu

د- S₈

الإجابة: ج

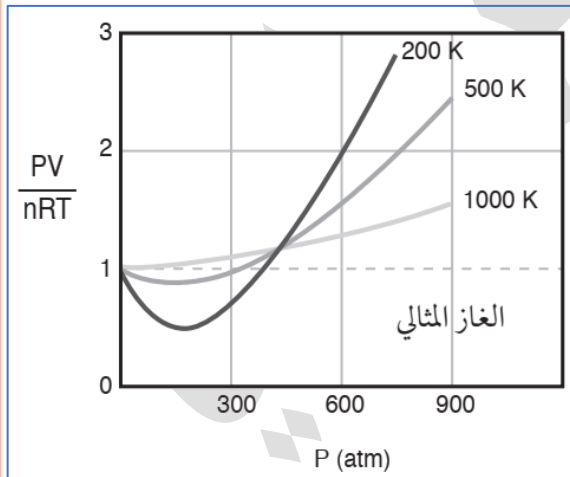
حل أسئلة التفكير من كتاب الأنشطة

السؤال الأول: أذكر أربعة تغيرات تحدث للغاز في حالة الانتقال من الوضع A إلى الوضع B عند ثبات درجة الحرارة



- 1- تقل المسافة الفاصلة بين جسيمات الغاز مع بقاء عدد جسيمات الغاز ثابت
- 2- يقل حجم الغاز
- 3- تزداد التصادمات بين جسيماته ومع جدار الإناء
- 4- يزداد ضغط الغاز

السؤال الثاني: اعتماداً على قانون الغاز المثالي $PV = nRT$ ، النسبة $\frac{PV}{nRT}$ تساوي (1) لأي غاز



مثالي على جميع قيم الضغط ودرجات الحرارة. ويمثل الشكل تغير $\frac{PV}{nRT}$ مع الضغط لغاز النيتروجين N_2 عند ثلاث درجات حرارة 1000K, 500K, 200K، وعليه، فأجيب عن الآتي:

1. أدرس الشكل، ثم أحدد درجة الحرارة التي يكون سلوك غاز النيتروجين عندها أقرب إلى سلوك الغاز المثالي

1000K

2. أفسر انخفاض $\frac{PV}{nRT}$ عن (1) عند درجة حرارة

200K وضغط 200 atm

لأن جسيمات الغاز عند هذه القيم من الضغط ودرجة الحرارة تتقارب وتتجاذب في ما بينها فيقل الحجم الذي يشغله الغاز وتقل قيمة PV مع ثبات درجة الحرارة فتقل النسبة $\frac{PV}{nRT}$ عن

1



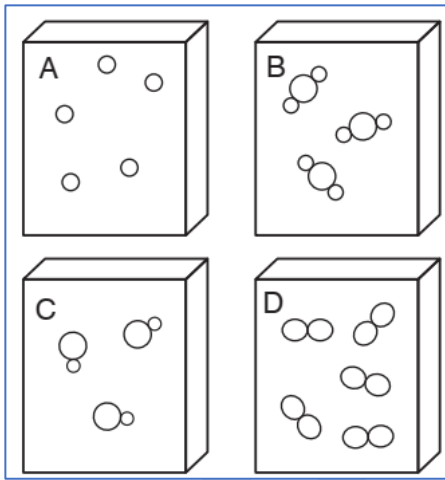
3. بفرض أن سلوك جميع الغازات يشبه سلوك الغاز المثالي على جميع قيم الضغط ودرجة الحرارة، فهل يمكن تحويلها إلى الحالة السائلة أو الصلبة؟ أفسر إجابتي.

لا يمكن تحويلها إلى الحالة السائلة أو الصلبة؛ لأن قوى التجاذب بينها معدومة لذلك لا يمكن إسالتها أو تجميدها.

تذكير: عملية التكاثف أو التجمد تتطلب وجود قوى تجاذب بين الجزيئات

فائدة خارجية: سبب ارتفاع المنحنى بعد انخفاضه، أن زيادة الضغط بشكل كبير سينهي المسافات البينية بين جزيئات الغاز الحقيقي، لذا يتوقف نقصان الحجم الفعلي مع زيادة الضغط الكبير، أو الأدق أن نقول ستقاوم جزيئات الغاز ذلك الضغط بسبب حجمها الفعلي ولن يتناقص حجم الغاز بشكل كبير كالسابق، لذا تبدأ قيمة PV بالارتفاع فترتفع $\frac{PV}{nRT}$ عن 1

السؤال الثالث: الأشكال المجاورة تمثل أربع عينات متساوية في الحجم لأربعة غازات مختلفة،



اعتماداً عليها، أجب عن الأسئلة الآتية:

أ. هل لهذه العينات الأربعة الظروف نفسها من الضغط

ودرجة الحرارة؟ أفسر إجابتي

لا، العينات الأربعة ليست عند الظروف نفسها من

الضغط ودرجة الحرارة، ولكن العينتين A, D لهما

الظروف نفسها وكذلك العينتين B, C ويعود ذلك إلى

تساوي عدد جسيماتهما وحجمها اعتماداً على

قانون أفوجادرو الذي ينص أن "الحجوم المتساوية

من الغازات المختلفة تحتوي على نفس العدد من الجسيمات عند الظروف نفسها من

الضغط ودرجة الحرارة".

ب. إذا كانت الكتلة المولية للغاز A (20 g/mol) وللغاز D (32 g/mol) فأَي الغازين أسرع

تدفقاً؟

الغاز A لأن كتلته المولية أقل.

السؤال الرابع: خلطت عينة من الغاز A، حجمها 0.5 L وضغطها 300 mmHg عند درجة حرارة

300K مع عينة من الغاز B حجمها 0.4 L وضغطها 350 mmHg عند درجة الحرارة نفسها،

فكان الضغط الكلي للخليط داخل الوعاء يساوي 500 mmHg عند درجة الحرارة نفسها.

1. أحسب حجم الوعاء

طريقة سريعة: نحسب المولات الكلية ثم الحجم الكلي

$$n_T = n_A + n_B$$

$$\frac{P_T V_T}{RT} = \frac{P_A V_A}{RT} + \frac{P_B V_B}{RT}$$

$$500 \times V_T = 300 \times 0.5 + 350 \times 0.4$$

$$500 \times V_T = 150 + 140 \dots (1)$$

$$V_T = \frac{290}{500} = 0.58 L$$

لاحظ أننا حسبنا بطريقة مختصرة ولم نحول الضغط لوحدة atm لأن الثابت R حذفناه ولأنه

حسب قيمته نظراً لاستخدام وحدات معينة من الحجم والضغط

إذا أردت الطريقة الأطول: ستحسب مولات كل مادة، ثم تجمع المولات، ثم تحسب الحجم

الكلية باستخدام قانون الغاز المثالي

2. أي الغازين A أم B له ضغط جزئي أكبر داخل الوعاء؟

لاحظ القيمة المختصرة 150 و 140 في المعادلة (1) قبل القسمة على RT ، القيمة لـ A

أكبر من B وهذا دليل أن مولات A أكبر وبالتالي له ضغط جزئي أكبر داخل الوعاء الواحد

3. أحسب الضغط الكلية للخليط داخل الوعاء عند درجة حرارة 360K

$$P_1 = 500 \text{ mmHg} \quad P_2 = ? \text{ mmHg}$$

$$T_1 = 300K \quad T_2 = 360K$$

$$\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2}$$

$$\frac{P_1}{T_1} \times T_2 = P_2$$

$$\frac{500}{300} \times 360 = P_2$$

$$P_2 = 600 \text{ mmHg} = 0.79 \text{ atm}$$

4. ماذا يحدث للضغط الكلية للخليط إذا زاد حجم الوعاء (يزيد، يقل، لا يتغير)

يقل الضغط الكلية لأن $P \propto \frac{1}{V}$

السؤال الخامس: أدرس المعلومات الواردة في الجدول عن إطار سيارة في وضعين مختلفين (أ و

ب)، ثم أجب عن الأسئلة الآتية:

أ. أفسر النقص في ضغط الهواء داخل الإطار

في الوضع ب

انخفاض درجة الحرارة يؤدي إلى انخفاض

ضغط الهواء داخل الإطار، العلاقة الطردية

بين الضغط ودرجة الحرارة

ب. أحسب حجم الهواء داخل الإطار في الوضع ب

$$PV = nRT$$

$$V = \frac{nRT}{P}$$

$$V = \frac{25 \times 0.082 \times (2 + 273)}{29} = 19.4 L$$

المعلومات عن الهواء داخل الإطار	الإطار في الوضع أ	الإطار في الوضع ب
درجة حرارة الهواء	27° C	2° C
ضغط الهواء	30 atm	29 atm
حجم الهواء	20 L	??
عدد مولات الهواء	25 mol	25 mol



ج. أحسب عدد مولات الهواء اللازم إضافتها إلى الإطار في الوضع ب حتى يعود حجم الهواء إلى 20 L عند 2 °C و 29 atm

$$PV = nRT$$

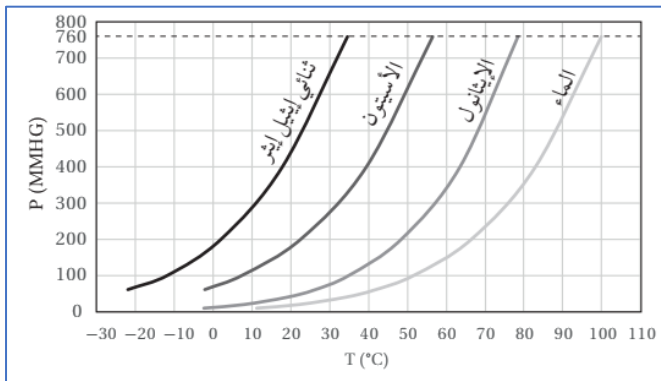
$$n = \frac{PV}{RT}$$

$$n = \frac{29 \times 20}{0.082 \times (2 + 273)} = 25.72 \text{ mol}$$

$$n_{\text{المضافة}} = 25 - 25.72 = 0.72 \text{ mol}$$

لنفهم السؤال: كان الحجم 19.4 وأصبح 20 عند ثبوت الضغط والحرارة، يعني المتغير كان المولات، طالما ازداد الحجم فبالتأكيد ازدادت المولات عن القيمة 25، فكم الزيادة أو الإضافة؟

السؤال السادس: المنحنى الآتي يمثل العلاقة بين درجة الحرارة °C والضغط البخاري mmHg



لسوائل أربعة هي ثنائي إيثيل إيثر، الأسيتون، الإيثانول، الماء، أستخدم المنحنى في الإجابة عن الأسئلة الآتية:

أ. أحدد درجة الغليان المعيارية للأسيتون CH_3COCH_3

56°C

ب. أحدد الضغط البخاري لثنائي إيثيل إيثر

$\text{C}_2\text{H}_5\text{OC}_2\text{H}_5$ عند 20°C

450 mmHg

ج. عندما يغلي الإيثانول $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ عند درجة حرارة 50°C فما قيمة الضغط المؤثر على سطحه؟

210 mmHg

د. أي المواد الأربعة يتواجد في الحالة الغازية عند درجة حرارة 70°C؟ أبرر إجابتي

الأسيتون وثنائي إيثيل إيثر، لأن درجة الغليان المعيارية لهما أقل من 70°C

ه. أيهما أكبر طاقة تبخر مولية: للماء أم الإيثانول؟ أبرر إجابتي.

الماء حيث درجة الغليان المعيارية للماء 100°C بينما للإيثانول 79°C وذلك بسبب عدد

الروابط الهيدروجينية أكبر في الماء منها في الإيثانول



السؤال السابع: أختار الإجابة الصحيحة لكل فقرة من الفقرات الآتية:

(1) إحدى العبارات الآتية لا تتفق وخصائص الغازات وفق نظرية الحركة الجزيئية:

أ-	متوسط الطاقة الحركية لجزيئات الغاز يزداد بزيادة درجة الحرارة
ب-	لا تتجاذب جزيئات الغاز مع بعضها
ج-	الطاقة الحركية لجزيئات الغاز متساوية عند درجة الحرارة نفسها
د-	حجم جزيئات الغاز مهمل مقارنة بالحجم الكلي للغاز

الإجابة: ج

(2) يمكن حساب الضغط الكلي لخليط من الغازات باستخدام العدد الكلي لمولات غازات الخليط، العبارة السابقة تتفق مع قانون:

أ-	جراهام	ب-	جاي لوساك
ج-	دالتون للضغوط الجزئية	د-	القانون الجامع

الإجابة: ج

(3) أحد الغازات الآتية لا يمكن إسالته على جميع قيم الضغط ودرجات الحرارة:

أ-	غاز الهيدروجين	ب-	غاز النيتروجين
ج-	غاز الأكسجين	د-	الغاز المثالي

الإجابة: د

(4) إذا كان ضغط عينة من الغاز يساوي 0.3 atm عند درجة حرارة 0°C فحتي يصبح ضغط العينة 0.6 atm يجب أن ترتفع درجة حرارتها بمقدار يساوي:

أ-	273°C	ب-	173°C
ج-	100°C	د-	546°C

الإجابة: أ

(5) عينة غاز نسبة حجمها إلى درجة حرارتها المطلقة تساوي 0.01، فإن درجة الحرارة °C لهذه العينة عندما يكون حجمها 5 L تساوي:

أ-	500	ب-	227
ج-	273	د-	773

الإجابة: ب





6) ينفخ غواص وهو على عمق 10 m تحت الماء فقاعة هواء حجمها 0.75 L عندما ارتفعت فقاعة الهواء إلى السطح تغير ضغطها من 2.25 atm إلى 1.03 atm فإن حجم فقاعة الهواء L على السطح يساوي:

0.77	-ب	0.34	أ-
1.64	-د	1.68	ج-

الإجابة: د

7) بالون مملوء بالغاز حجمه 30 L عند درجة حرارة 40°C وضغط يساوي 1.5 atm فإن حجم البالون L في الظروف المعيارية يساوي:

22.4	-ب	307	أ-
30.7	-د	39.25	ج-

الإجابة: ج

8) يكون حجم مول واحد من غاز ثاني أكسيد الكبريت SO₂ أقل ما يمكن عند:

1 atm, 273 K	-ب	2 atm, 273 K	أ-
2 atm, 564 K	-د	1 atm, 564 K	ج-

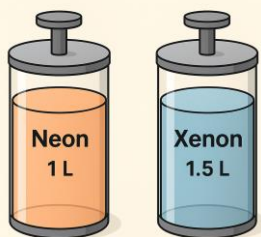
الإجابة: أ



9) أسطوانة تحتوي عينة من غاز محصور حجمه V، سُنَّ من درجة حرارة 25°C إلى 150°C فإن أحد خصائص الغاز الآتية تبقى ثابتة:

متوسط سرعة جزيئات الغاز	أ-
ضغط الغاز	ب-
متوسط الطاقة الحركية للجزيئات	ج-
حجم الغاز	د-

الإجابة: د



10) دورق محكم الإغلاق حجمه 1 L يحتوي غاز النيون Ne وآخر حجمه 1.5 L يحوي غاز الزينون Xe وكلاهما له درجة الحرارة والضغط نفسه، فإن العلاقة بين عدد مولات الغاز n في كل منهما هي:

$n_{Ne} = 1.5n_{Xe}$	-ب-	$n_{Ne} = n_{Xe}$	-أ-
$n_{Xe} = 0.5n_{Ne}$	-د-	$n_{Xe} = 1.5n_{Ne}$	-ج-

الإجابة: ج

11) يوضح الجدول المجاور الضغط البخاري بوحدة mmHg لعدد من السوائل أعطيت الرموز

A	B	C	D
400	55	210	40

الافتراضية A, B, C, D عند درجة حرارة معينة، فإن العلاقة غير الصحيحة التي تربط سرعة تبخر هذه السوائل هي:

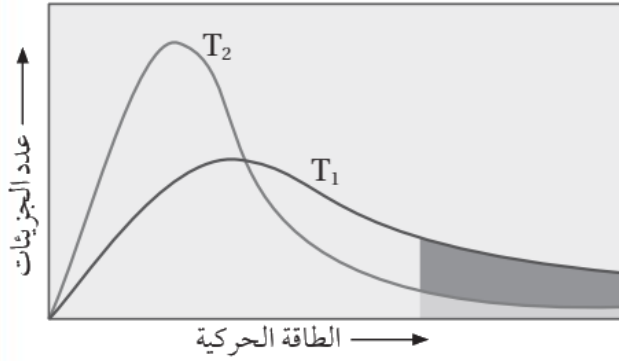
$C < A$	-ب-	$B < D$	-أ-
$D < A$	-د-	$B < C$	-ج-

الإجابة: أ

12) السائل الذي له أقل طاقة تبخر مولية هو:

$CH_3CH_2CH_2CH_3$	-ب-	$CH_3CH_2CH_2F$	-أ-
$CH_3CH_2CH_2OH$	-د-	CH_3COCH_3	-ج-

الإجابة: ب



13) يمثل المنحنى توزيع الطاقة الحركية على الجزيئات عند درجتى حرارة T_1, T_2 ، العبارة الصحيحة مما يأتي هي:

أ-	درجة الحرارة T_2 أكبر من T_1
ب-	عدد الجزيئات التي تمتلك طاقة كافية للتبخر عند T_1 أكبر منها عند T_2
ج-	زيادة درجة الحرارة يقل الحد الأدنى من الطاقة اللازمة للتبخر
د-	متوسط الطاقة الحركية للجزيئات عند T_2 أكبر منها عند T_1

الإجابة: ب

14) يستغرق نضج الطعام في المناطق المرتفعة زمناً أطول منه في المناطق المنخفضة وذلك لأن:

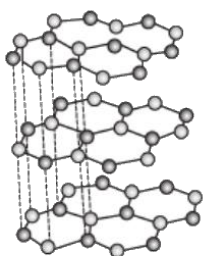
أ-	نسبة الأكسجين في المناطق المرتفعة أقل، فيحتاج زمناً أطول
ب-	الضغط الجوي في المناطق المرتفعة أكبر؛ فتزيد درجة الغليان فيحتاج زمناً أطول
ج-	الضغط الجوي في المناطق المرتفعة أقل؛ فتقل درجة الغليان فيحتاج زمناً أطول
د-	الضغط الجوي في المناطق المنخفضة أكبر؛ فتزيد درجة الغليان فيحتاج زمناً أطول

الإجابة: ج

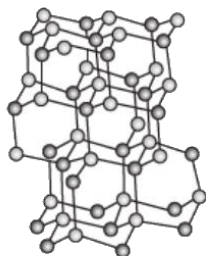
15) المادة الصلبة التي لها أعلى درجة انصهار:

أ-	AlF_3	ب-	SiF_4
ج-	NH_3	د-	P_4

الإجابة: أ



(1)



(2)

16) يكون البورون مع النيتروجين نيتريد البورون BN الذي يتواجد على شكلين متآصلين (1،2) ويشبه هذان المتآصلان ما يكونه الكربون من متآصلات، أي العبارات الآتية غير صحيحة؟

أ-	يشبه المتآصل (1) في تركيبه البنائي الغرافيت، ويشبه المتآصل (2) الماس
ب-	يوصل المتآصل (1) التيار الكهربائي
ج-	المتآصل (2) عالي القساوة
د-	يُصنف كل من المتآصلين على أنه صلب جزيئي

الإجابة: د

دعواتي لكم بالتوفيق وتحقيق الأمنيات العظيمة..

دمتم بود ..

م. مريم السرطاوي



ملحق مواضيع الربط، الإثراء والتوسع + س&ج

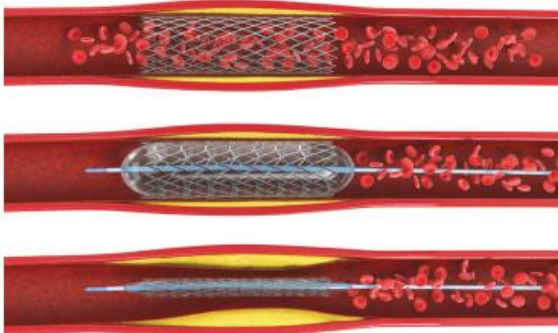


الربط بالأرصاد الجوية

بالونات الطقس

تحمّل بالونات الطقس أجهزة خاصة لقياس عناصر الطقس (درجات الحرارة، الرطوبة، الضغط الجوي) في طبقات الجو العليا، وما إن تُسجّل هذه البيانات حتى تُرسل إلى المحطات الأرضية؛ ما يسهم في دقة التنبؤات الجوية. وعندما يصل بالون الطقس إلى ارتفاع يزيد على 27 km ينفجر بسبب زيادة حجم الغاز فيه الناجم عن انخفاض الضغط الخارجي المؤثر في البالون. وتعدّ دائرة الأرصاد الجوية الأردنية مسؤولة عن إطلاق هذه البالونات؛ حيث أنشئت محطة خاصة لهذه الغاية في محافظة المفرق.

الربط بالطب



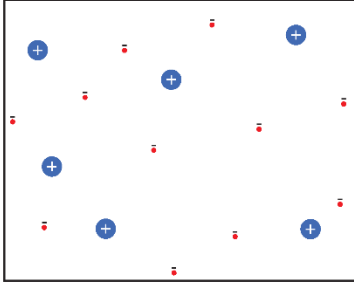
الدعامات القلبية المستخدمة لفتح الشرايين.

تمكّن فريق من الباحثين من تطوير جيل جديد من السبائك الفلزية للأغراض الطبية مخصصة لعمل الدعامات القلبية. والسبيكة المُبتكرة مصنّعة من التيتانيوم Ti، مضاف إليه فلز التنتاليوم Ta بنسبة 6% والنيوبيوم Nb بنسبة 17%، وتمتاز بمرونة فائقة وقوة كبيرة، كما أنها خالية من العناصر السامة أو تلك التي تُسبب التهابات عصبية أو حساسية.

الإثراء والتوسع

الحالة الرابعة للمادة Plasma

البلازما Plasma أو الغازات المتأينة خليطٌ غازيٌّ مكوّنٌ من الإلكترونات حُرّة الحركة والأيونات الموجبة الناتجة بعد انفصال الإلكترونات عن الذرّة. وتتكوّن البلازما نتيجة درجات الحرارة التي تزيد عن آلاف عدّة من درجات سلسيوس، وتوجد طبيعياً في الشمس والنجوم والمجرات والسُدُم، كما تتكوّن بفعل الضّوء عند حدوث البرق؛ حيث تتأينُ جُزيئاتُ الهواء، وكذلك يمكنُ تحضيرها صناعياً. تشبهُ البلازما في خصائصها الغازات؛ إذ ليس لها حجمٌ أو شكلٌ ثابتان، ولكنّ قوى التجاذب الكبيرة بين مكوّناتها تكسبها خصائص غير متوقّعة مثل توصيل التيار الكهربائيّ، وهذا المزيج من الخصائص هو ما جعلها تُصنّف حالةً رابعة للمادة.



مكوّنات البلازما



محوّل النفايات البلازمي.

وللبلازما مجموعة من الاستخدامات التكنولوجية الحديثة، منها محوّل النفايات البلازمي Plasma Waste Converter الذي يتعامل مع معظم مخلفات المواد بما فيها المواد الخطرة، حيث تعمل الطاقة المخترنة في البلازما على كسر الروابط بين جُزيئات مواد النفايات فتتفكك إلى العناصر المكوّنة لها، وتقسّم النواتج النهائية في هذا المحوّل إلى نوعين؛ ناتج غازي غنيّ بغاز الهيدروجين، وناتج صلب يطلق عليه الخبث، ويعتمد نوع الناتج النهائي على نوع النفايات المدخلة، فالنفايات العضوية تخرج على شكل ناتج غازي، أما النفايات غير العضوية فتخرج على شكل ناتج صلب، ويستفاد من غاز الهيدروجين الناتج كوقود. أمّا الناتج الصلب فيستخدم في صناعة الكونكريت (الإسمنت) والأسفلت.

ولمحوّل النفايات البلازمي فوائدٌ متعدّدة مقارنةً بالطرائق التقليدية لمعالجة النفايات؛ فهو لا يحتاج إلى أراضٍ لطمر النفايات، كما أنّ كمية غازات الدفيئة وملوثات الهواء الناتجة منه أقلّ منها في المكبات الخاصة بحرق النفايات، ورغم هذه الفوائد؛ فإنّ محطات معالجة النفايات باستخدام البلازما محدودة العدد؛ وذلك نظراً إلى كلفة إنشائها المادية الكبيرة.



سؤال وجواب مباشر على الربط، الإثراء والتوسع "باستخدام الذكاء الاصطناعي"

أولاً: بالونات الطقس

- س1: ما العناصر التي تقيسها الأجهزة المحمولة على بالونات الطقس؟
- ج1: تقيس درجات الحرارة، والرطوبة، والضغط الجوي.
- س2: أين تُجرى هذه القياسات بواسطة بالونات الطقس؟
- ج2: في طبقات الجو العليا.
- س3: كيف تصل بيانات البالونات إلى المحطات الأرضية؟
- ج3: تُرسل البيانات مباشرة إلى المحطات الأرضية فور تسجيل البيانات أثناء التحليق.
- س4: ما الفائدة من بيانات بالونات الطقس؟
- ج4: تساعد على تحسين دقة التنبؤات الجوية.
- س5: ماذا يحدث للبالون عندما يصل إلى ارتفاع يزيد على 27 كم؟ ولماذا؟
- ج5: ينفجر البالون بسبب زيادة حجم الغاز داخله نتيجة انخفاض الضغط الخارجي المؤثر فيه
- س6: من الجهة المسؤولة عن إطلاق بالونات الطقس في الأردن؟ وأين؟
- ج6: دائرة الأرصاد الجوية الأردنية، من محطة خاصة في محافظة المفرق.

ثانياً: الدعامات القلبية

- س1: ما الغرض الطبي من السبائك الفلزية التي طورها الباحثون؟
- ج1: لاستخدامها في صناعة الدعامات القلبية لفتح الشرايين.
- س2: من أي فلز تُصنع السبيكة الأساسية للدعامات القلبية؟ وما الإضافات عليها؟
- ج2: تُصنع من التيتانيوم (Ti)، ويضاف إليها فلز التنتاليوم (Ta) بنسبة 6%، والنيوبوم (Nb) بنسبة 17%.
- س3: ما مميزات هذه السبيكة من حيث المرونة والقوة؟
- ج3: تتميز بمرونة فائقة وقوة كبيرة.
- س4: لماذا تُعتبر هذه السبيكة آمنة للجسم؟
- ج4: لأنها خالية من العناصر السامة أو المسببة لالتهابات عصبية أو حساسية.



**ثالثاً : البلازما - الحالة الرابعة للمادة**

- س1 : ما تعريف البلازما "الغازات المتأينة"؟
- ج1 : خليط غازي مكوّن من إلكترونات حرة الحركة وأيونات موجبة ناتجة عن انفصال الإلكترونات عن الذرة.
- س2 : ما درجة الحرارة اللازمة لتكوين البلازما وكيف تتكوّن؟
- ج2 : تتكوّن نتيجة عدة آلاف من درجات السيلسيوس.
- س3 : أين يمكن أن نجد البلازما طبيعياً وصناعياً؟
- ج3 : طبيعياً في الشمس والنجوم والمجرات والسّدم، وبفعل الضوء عند حدوث البرق، "حيث تتأين جزيئات الهواء"
- وصناعياً في أنابيب الفلورسنت وشاشات البلازما.
- س4 : ما أوجه الشبه بين البلازما والغازات؟
- ج4 : لهما حجم وشكل متغيران، أو نقول ليس لها حجم أو شكل ثابتان.
- س5 : ما أوجه الاختلاف بين البلازما والغازات؟
- ج5 : للبلازما قوى تجاذب كبيرة تكسبها خصائص غير متوقعة مثل: توصيل التيار الكهربائي (لذا تم تصنيف البلازما كحالة رابعة للمادة).
- س6 : ما هو محوّل النفايات البلازمي "الاستخدام التكنولوجي الحديث للبلازما"؟
- ج6 : جهاز يستخدم الطاقة المختزنة في البلازما لكسر الروابط بين جزيئات النفايات فتتفكك وتتحول إلى العناصر المكوّنة لها "عناصرها الأولية"
- س7 : ما أنواع النواتج النهائية في محوّل النفايات البلازمي؟ وما استخداماتها؟
- ج7 : يعتمد نوع الناتج النهائي على نوع النفايات المدخلة
- 1- نفايات عضوية: ناتج غازي غني بالهيدروجين، ويمكن استخدام غاز الهيدروجين الناتج كوقود.
- 2- نفايات غير عضوية: ناتج صلب يسمى "الخبث"، ويمكن استخدامه في صناعة الكونكريت (الإسمنت) والأسفلت
- س8 : ما فوائد ومميزات معالجة النفايات بالبلازما مقارنة بالطرق التقليدية؟
- ج8 :
- 1- لا يحتاج إلى أراضٍ لطمير النفايات
- 2- تقلل كمية الغازات الضارة "الغازات الدفيئة وملوثات الهواء الناتجة من حرق النفايات"
- س9 : ما عيوب استخدام البلازما في معالجة النفايات؟
- ج9 : كلفة إنشائها المادية الكبيرة، ولذلك محطات معالجة النفايات بالبلازما محدودة العدد.

