

العناصر الفلزية

أهم العناصر الفلزية الموجودة بالمنهج :

العنصر	الرمز	التكافؤ	العنصر	الرمز	التكافؤ
ليثيوم	Li	أحادي	باريوم	Ba	ثنائي
صوديوم	Na	أحادي	زئبق	Hg	ثنائي
بوتاسيوم	K	أحادي	ألومنيوم	Al	ثلاثي
فضة	Ag	أحادي	ذهب	Au	ثلاثي
نحاس	Cu	أحادي وثنائي	حديد	Fe	ثنائي وثلاثي
ماغنسيوم	Mg	ثنائي	سيريوم	Ce	ثنائي وثلاثي ورباعي
كالسيوم	Ca	ثنائي	رصاص	Pb	ثنائي ورباعي
خارصين	Zn	ثنائي			

العناصر اللافلزية الموجودة بالمنهج

أهم العناصر اللافلزية الموجودة بالمنهج :

العنصر	الرمز	التكافؤ	العنصر	الرمز	التكافؤ
هيدروجين	H	أحادي	أكسجين	O	ثنائي
كلور	Cl	أحادي	كبريت	S	ثنائي ورباعي وسداسي
فلور	F	أحادي	فوسفور	P	ثلاثي وخماسي
بروم	Br	أحادي	نيتروجين	N	ثلاثي وخماسي
يود	I	أحادي	كربون	C	رباعي

المجموعات الذرية الموجودة بالمنهج

أهم المجموعات الذرية الموجودة بالمنهج :

المجموعة	الرمز	التكافؤ	المجموعة	الرمز	التكافؤ
أمونيوم	$(\text{NH}_4)^+$	أحادي	أسيئات	$(\text{CH}_3\text{COO})^-$	أحادي
نترات	$(\text{NO}_3)^-$	أحادي	كربونات	$(\text{CO}_3)^{2-}$	ثنائي
نيتريت	$(\text{NO}_2)^-$	أحادي	كبريتات	$(\text{SO}_4)^{2-}$	ثنائي
هيدروكسيد	$(\text{OH})^-$	أحادي	كرومات	$(\text{CrO}_4)^{2-}$	ثنائي
بيكربونات	$(\text{HCO}_3)^-$	أحادي	فوسفات	$(\text{PO}_4)^{3-}$	ثلاثي
بيكبريتات	$(\text{HSO}_4)^-$	أحادي			

خطوات كتاب الصيغة الكيميائية لمركب

- (١) يكتب اسم المركب باللغة العربية .
- (٢) أسفل كل عنصر أو مجموعة ذرية يكتب رمزها .
- (٣) أسفل كل رمز يكتب تكافؤه .
- (٤) تختصر الأرقام المكتوبة بقدر الإمكان .
- (٥) يتم تبديل الأرقام المكتوبة (الواحد لا يكتب) .

(٦) فى حالة المجموعات الذرية إذا أخذت رقمًا غير الواحد توضع بين أقواس ويكتب الرقم أسفل يمينها .
ملحوظة هامة :

تبدأ صيغة المركب من اليسار برمز الفلز أو الهيدروجين أو المجموعة الذرية الموجبة وينتهى على اليمين برمز اللافلز أو المجموعة الذرية السالبة.
أمثلة :

كربونات نحاس	كربونات صوديوم	نيتريت صوديوم
$\begin{array}{cc} \text{Cu} & \text{CO}_3 \\ 2 & \times 2 \\ \hline \text{CuCO}_3 \end{array}$	$\begin{array}{cc} \text{Na} & \text{CO}_3 \\ 1 & \times 2 \\ \hline \text{Na}_2\text{CO}_3 \end{array}$	$\begin{array}{cc} \text{Na} & \text{NO}_2 \\ 1 & \times 1 \\ \hline \text{NaNO}_2 \end{array}$

بيكربونات كالسيوم	كبريتات ألومنيوم	هيدروكسيد صوديوم
$\begin{array}{cc} \text{Ca} & \text{HCO}_3 \\ 2 & \times 1 \\ \hline \text{Ca(HCO}_3)_2 \end{array}$	$\begin{array}{cc} \text{Al} & \text{SO}_4 \\ 3 & \times 2 \\ \hline \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \end{array}$	$\begin{array}{cc} \text{Na} & \text{OH} \\ 1 & \times 1 \\ \hline \text{NaOH} \end{array}$

نترات كالسيوم	كبريتات ماغنسيوم	كبريتات كالسيوم
$\begin{array}{cc} \text{Ca} & \text{NO}_3 \\ 2 & \times 1 \\ \hline \text{Ca(NO}_3)_2 \end{array}$	$\begin{array}{cc} \text{Mg} & \text{SO}_4 \\ 2 & \times 2 \\ \hline \text{MgSO}_4 \end{array}$	$\begin{array}{cc} \text{Ca} & \text{SO}_4 \\ 2 & \times 2 \\ \hline \text{CaSO}_4 \end{array}$

هيدروكسيد كالسيوم	أكسيد صوديوم	أكسيد كالسيوم
$\begin{array}{cc} \text{Ca} & \text{OH} \\ 2 & \times 1 \\ \hline \text{Ca(OH)}_2 \end{array}$	$\begin{array}{cc} \text{Na} & \text{O} \\ 1 & \times 2 \\ \hline \text{Na}_2\text{O} \end{array}$	$\begin{array}{cc} \text{Ca} & \text{O} \\ 2 & \times 2 \\ \hline \text{CaO} \end{array}$

كلوريد الهيدروجين	ثنائى أكسيد الكربون	كربونات ألومنيوم
$\begin{array}{cc} \text{H} & \text{Cl} \\ 1 & \times 1 \\ \hline \text{HCl} \end{array}$	$\begin{array}{cc} \text{C} & \text{O} \\ 4 & \times 2 \\ \hline \text{CO}_2 \end{array}$	$\begin{array}{cc} \text{Al} & \text{CO}_3 \\ 3 & \times 2 \\ \hline \text{Al}_2(\text{CO}_3)_3 \end{array}$

تدريب :

كربونات ماغنسيوم	نترات حديد III	نيتريت كالسيوم

الباب الأول : الكيمياء مركز العلوم ١ الكيمياء والقياس

مقدمة :

- يبحث الإنسان فى الكون من حوله محاولة لفهم وتفسير والتحكم فى ظواهر الكون .
- أثمرت جهود الإنسان عن حقائق ومفاهيم ومبادئ وقوانين ونظريات يضمها نسق أو بناء هو العلم .

العلم

• يختلف مجال العلم باختلاف :

العلم : هو بناء منظم من المعرفة يتضمن الحقائق والمفاهيم والمبادئ والقوانين والنظريات العلمية وطريقة منظمة فى البحث والتقصى .

- (١) الظواهر موضع الدراسة .
- (٢) الأدوات المستخدمة فى البحث .
- (٣) الطرق المتبعة فى البحث .

مثال : علم الكيمياء .

علم الكيمياء

- أحد العلوم الطبيعية التى عرفها الإنسان ومارسها منذ زمن بعيد .
- ارتبط منذ الحضارات القديمة بـ :
- المعادن والتعدين .
- الطب والدواء .
- بعض الصناعات الفنية كدباغة الجلود وصباغة الأقمشة وصناعة الزجاج .
- استخدمه المصريون القدماء فى التحنيط .
- أصبح الآن له دور فى جميع مجالات الحياة .
- يساهم فى علاج بعض المشكلات البيئية مثل تلوث الهواء والماء والتربة ونقص المياه ومصادر الطاقة .

علم الكيمياء : هو العلم الذى يهتم بدراسة تركيب المادة وخواصها والتغيرات التى تطرأ عليها وتفاعل المواد المختلفة مع بعضها البعض والظروف الملائمة لذلك .

العلوم الطبيعية : هى علوم الكيمياء والفيزياء والبيولوجى وعلوم الأرض والفلك .

• مجالات دراسة علم الكيمياء :

- (١) دراسة التركيب الذرى والجزيئى للمواد وكيفية ارتباطها .
- (٢) الخواص الكيميائية للمواد وصفها كمياً وكيفاً .
- (٣) التفاعلات الكيميائية وكيفية التحكم فى ظروف التفاعل للوصول إلى منتجات جديدة مفيدة تلبي الاحتياجات المتزايدة فى المجالات المختلفة مثل الطب والزراعة والهندسة والصناعة .
- (٤) علاج بعض المشكلات البيئية مثل تلوث الهواء والماء والتربة ونقص المياه ومصادر الطاقة .

• فروع علم الكيمياء :

- (١) الكيمياء الفيزيائية .
- (٢) الكيمياء الحيوية .
- (٣) الكيمياء العضوية .
- (٤) الكيمياء الحرارية .
- (٥) الكيمياء النووية .
- (٦) الكيمياء الكهربائية .
- (٧) الكيمياء البيئية .
- (٨) الكيمياء التحليلية .

الكيمياء مركز العلوم

يعتبر علم الكيمياء مركزاً لمعظم العلوم الأخرى لأنه يعتبر أمراً أساسياً لفهم معظم العلوم الأخرى كعلم الأحياء والفيزياء والطب والزراعة وغيرها من العلوم .

(١) الكيمياء والبيولوجى

علم البيولوجى	هو علم خاص بدراسة الكائنات الحية .
علم الكيمياء	يسهم فى فهم التفاعلات الكيميائية التى تتم داخل الكائنات الحية مثل تفاعلات الهضم والتنفس والبناء الضوئى .
الكيمياء الحيوية	هو علم ينتج عن التكامل بين البيولوجى والكيمياء هو علم يختص بدراسة التركيب الكيميائى لأجزاء الخلية فى مختلف الكائنات الحية مثل الدهون والكربوهيدرات والبروتينات والأحماض النووية .

(٢) الكيمياء والفيزياء

الفيزياء	هى العلم الذى يهتم بـ : • دراسة كل ما يتعلق بالمادة وحركتها والطاقة . • محاولة فهم الظواهر الطبيعية والقوى المؤثرة عليها . • الاهتمام بالقياس وابتكار طرق جديدة للقياس تزيد من دقته .
الكيمياء الفيزيائية	هو علم ينتج عن التكامل بين الفيزياء والكيمياء . هو علم يختص بدراسة خواص المواد وتركيبها والجسيمات التى تتكون منها هذه المواد .

س : علل : يسهل علم الكيمياء الفيزياء على علماء الفيزياء القيام بدراساتهم ؟

ج : لأنه يختص بدراسة خواص المواد وتركيبها والجسيمات التى تتكون منها هذه المواد .

(٣) الكيمياء والطب والصيدلة

الأدوية	• يستخدمها المرضى ويصفها الأطباء ويعدّها الكيميائيون فى معاملهم . • هى مواد كيميائية لها خواص علاجية يتم استخلاصها من مصادر طبيعية .
الكيمياء	• تفسر لنا طبيعة عمل الهرمونات والإنزيمات فى جسم الإنسان . • تفسر لنا كيف يستخدم الدواء فى علاج الخلل فى عمل الهرمونات والإنزيمات .

(٤) الكيمياء والزراعة

يسهم علم الكيمياء فى :	
(١) اختيار التربة المناسبة لزراعة محصول ما عن طريق التحليل الكيميائى الذى يحدد :	• نسب مكونات التربة ومدى كفايتها لاحتياجات النباتات . • السماد المناسب للتربة لزيادة إنتاجها من المحاصيل .
(٢) إنتاج المبيدات الحشرية الملائمة للآفات الزراعية .	

(٥) الكيمياء والمستقبل

• نتاج التكامل بين علمى الكيمياء والمستقبل هو علم النانو تكنولوجى .	
• <u>النانو تكنولوجى</u> : هو العلم الخاص باكتشاف وبناء مواد لها خصائص فائقة (غير عادية) يمكن استخدامها فى تطوير العديد من المجالات لتلبية الاحتياجات البشرية .	
• يعتبر علم النانو تكنولوجى أحد علوم المستقبل التى تلبي احتياجات البشرية فى مجالات : (الهندسة – الاتصالات – الطب – البيئة – المواصلات) .	

القياس فى الكيمياء

طبيعة القياس :

إن التطور العلمى والصناعى والتكنولوجى والاقتصادى الذى نعيشه اليوم هو نتاج التطبيق الصحيح والدقيق لمبادئ القياس .

القياس :

هو مقارنة كمية مجهولة بكمية أخرى من نوعها لمعرفة عدد مرات احتواء الأولى على الثانية .

تتضمن عملية القياس نقطتين أساسيتين هما :

(١) القيمة العددية :

هى العدد الذى يصف الكمية أو الخاصية المقاسة .

(٢) وحدة القياس :

- هى مقدار محدد من كمية فيزيائية معينة تستخدم كمعيار لقياس مقدار فعلى لهذه الكمية .
- متفق عليها فى إطار نظام وحدات القياس الدولية المتعارف عليها .

تكتب نتيجة عملية القياس فى صورة قيمة عددية متبوعة بوحدته قياس مناسبة (10 m) .

معلومة إثرائية : يعتبر العالم الفرنسى أنطوان لافوازييه هو المسئول عن جعل الكيمياء علماً كميّاً دقيقاً حيث أنه أول من قام بتحديد تركيب حامضى النيتريك والكبريتيك ، وصاغ قانون بقاء الكتلة كما أعطت أعماله دفعة قوية فى تطوير أدوات وأجهزة القياس فى الكيمياء .

أهمية القياس فى الكيمياء

- أصبحت أساليب التحليل والقياس فى الكيمياء فى الوقت الحالى أكثر تطوراً من حيث الدقة والتنوع .
- للقياس أهمية كبرى فى مختلف مجالات الحياة اليومية :
لأنه يوفر المعلومات والمعطيات الكمية اللازمة لاتخاذ الإجراءات والتدابير المناسبة عند اللزوم فى مختلف مجالات الحياة من بيئة وتغذية وصحة وزراعة وصناعة .
- من أهم ضرورات القياس فى الكيمياء :
(١) معرفة نوع وتركيز العناصر المكونة للمواد .
(٢) المراقبة والحماية الصحية .
(٣) التشخيص واقتراح العلاج المناسب للأمراض .

(١) معرفة نوع وتركيز العناصر المكونة للمواد

— معرفة نوع وتركيز الأيونات الموجودة فى مياه الشرب والمواد الغذائية من خلال بطاقة البيانات الملصقة عليها من الأمور الهامة بالنسبة للمستهلك .

— تطبيق : عند تحليل البيانات المكتوبة على زجاجتى المياه المعدنية (أ) ، (ب) يتضح أن :

• الشخص الذى يتبع نظاماً غذائياً قليل الملح :

سوف يفضل استخدام مياه الزجاجة (أ) عن مياه الزجاجة (ب) لاحتواء الزجاجة (أ) على كميات أقل من الأيونات المكونة للأملاح .

• الشخص الذى يستهلك لتر ونصف من مياه الزجاجة (ب) :

سوف يحصل منها خلال يوم على كمية من أيونات الكالسيوم Ca^{+2} تساوى $105 \text{ mg/L} = 70 \times 1.5$.

الزجاجة (ب)	المكونات mg/L	الزجاجة (أ)
120	Na^{+}	25.5
8	K^{+}	2.8
40	Mg^{+2}	8.7
70	Ca^{+2}	12
220	Cl^{-}	14.2
335	$(HCO_3)^{-}$	103.7
20	$(SO_4)^{-2}$	41.7



(٢) المراقبة والحماية الصحية

تتطلب سلامة البيئة وحمايتها قياسات عديدة ومتنوعة منها قياس وتقدير :

الزجاجة (ب)	المعايير العالمية mg/L	الزجاجة (أ)
120	أقل من 150	25.5
8	أقل من 12	2.8
40	أقل من 50	8.7
70	أقل من 300	12
220	تتراوح ما بين 200:250	14.2
20	أقل من 250	41.7

- مدى صلاحية الماء للشرب .
 - مدى نقاء الهواء الذى نتنفسه .
 - مدى سلامة المواد الغذائية والزراعية .
- تطبيق :** مدى مطابقة المياه المعدنية للمعايير العالمية .
- يوضح الجدول المقابل المعايير العالمية للحكم على مدى صلاحية المياه للشرب ومنه يتضح جودة مياه الزجاجتين (أ) ، (ب) وصلاحيتهما للاستخدام ، لأن نسب الأيونات فيهما تقع فى المدى الصحى الآمن .

(٣) التشخيص واقتراح العلاج المناسب للأمراض

فى التحليلات الطبية للأشخاص تمكننا القياسات التى نحصل عليها من اتخاذ القرارات اللازمة لإصلاح أوجه الخل باقتراح العلاج المناسب لهم ويتم ذلك بمقارنة قيم المواد موضع التحليل فى الدم بالمدى الآمن لهذه القيم عند الأشخاص الأصحاء أو ما يعرف بالقيم المرجعية .

القيمة المرجعية mg/dL	قيم التحليل mg/dL	نوع التحليل
70 : 110	70	سكر الجلوكوز
3.6 : 8.3	9.2	حمض البولييك

تطبيق : نتائج تحليل السكر وحمض البولييك فى عينة دم .

يوضح الجدول المقابل نتائج نسبة سكر الجلوكوز وحمض البولييك فى عينة دم أحد الأشخاص والتى يتضح منها أن نسبة الجلوكوز فى دم هذا الشخص طبيعية بينما نسبة حمض البولييك مرتفعة عن المعدل الطبيعى ويجب علاج هذه الزيادة .

القيمة المرجعية : هى المعدل الطبيعى الآمن لتركيز المادة عند الأشخاص الأصحاء .

أدوات القياس فى معمل الكيمياء

معمل الكيمياء (المختبر) :

هو مكان ذو شروط ومواصفات معينة يتم إجراء التجارب الكيميائية فيه .

يتطلب معمل الكيمياء :

- (١) توفير احتياطات الأمان المناسبة .
- (٢) وجود مصدر للحرارة (موقد بنزن) .
- (٣) وجود مصدر للماء .
- (٤) وجود أماكن لحفظ المواد الكيميائية والأدوات والأجهزة المختلفة .

الأجهزة والأدوات التى تستخدم فى معمل الكيمياء والغرض من استخدامها :

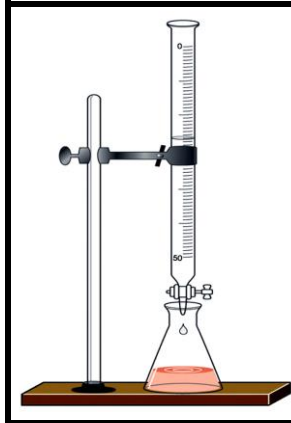
- (١) الميزان الحساس .
- (٢) السحاحة .
- (٣) الكؤوس الزجاجية .
- (٤) المخبر المدرج .
- (٥) الدوارق .
- (٦) الماصة .
- (٧) أدوات قياس الأس الهيدروجينى .

(١) الميزان الحساس



- تستخدم الموازين على اختلاف تصميمها وأشكالها فى قياس كتل المواد .
- أكثر الموازين الحساسة شيوعاً هى الموازين الرقمية وأكثرها استخداماً هو الميزان ذو الكفة الفوقية
- توجد تعليمات خاصة باستخدام الميزان تثبت فى أحد جوانبه ويجب قراءتها بعناية قبل الاستخدام .

(٢) السحاحة

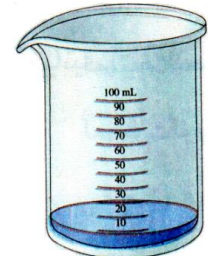


- (١) أنبوبة زجاجية طويلة ذات فتحتين :
 – العليا : لملء السحاحة بالمحلول .
 – السفلى : مثبت عليها صمام للتحكم بكمية المحلول المأخوذ منها .
 (٢) حامل ذى قاعدة معدنية خاصة : تثبت عليه السحاحة للحفاظ على الشكل العمودى المطلوب لها خلال لتجارب .
 تستخدم فى التجارب التى تتطلب نسبة عالية من الدقة فى القياس مثل إضافة أحجام دقيقة من السوائل أثناء المعايرة
 تدرج من أعلى إلى أسفل بحيث يكون صفر التدرج قريباً من الفتحة العلوية وينتهى قبل الصمام .

تركيبها

استخدامها

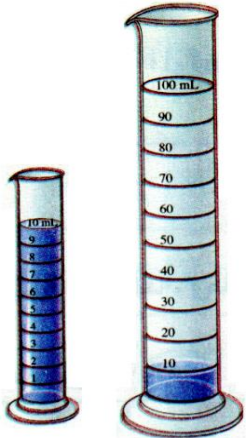
تدريجها



(٣) الكؤوس الزجاجية

- هى أوان زجاجية مصنوعة من زجاج البيركس المقاوم للحرارة .
- يوجد منها أنواع مدرجة من أسفل إلى أعلى وذات سعة محددة .
- تستخدم فى : (١) خلط السوائل والمحاليل .
- (٢) نقل حجم معلوم من السائل من مكان لآخر .

(٤) المخبر المدرج






- يصنع من الزجاج أو البلاستيك .
- يوجد منه سعات مختلفة وغالباً ما يكون مدرجاً من أسفل إلى أعلى .
- يستخدم فى : (١) قياس حجوم السوائل بدقة أكثر من الدوارق .
- (٢) تقدير حجم جسم صلب لا يذوب فى الماء .

استخدام المخبر المدرج فى تحديد حجم جسم صلب لا يذوب فى الماء :

- (١) توضع كمية مناسبة من الماء فى المخبر ويعين حجمها (V_1) .
- (٢) يوضع الجسم بحرص فى المخبر ويعين حجم الماء والجسم (V_2) .
- (٣) يعين حجم الجسم V من العلاقة ($V = V_2 - V_1$) .

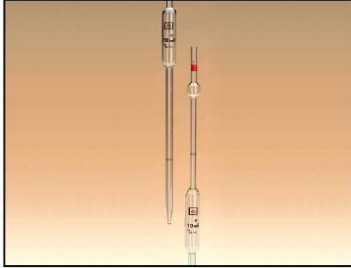
(٥) الدوارق

أحد أنواع الأدوات الزجاجية فى معمل الكيمياء ، يوجد منها أنواع مختلفة حسب الغرض من استخدامها مثل :

الدورق العيارى	الدورق المستدير	الدورق المخروطى
يصنع من زجاج البيركس المقاوم للحرارة فلا ينكسر أثناء التسخين أو بفعل حرارة التفاعل	تختلف أنواعه باختلاف سعة الدورق .	يستخدم فى عملية المعايرة
يحتوى فى أعلاه على علامة تحدد السعة الحجمية للدورق .	يستخدم فى عمليات التحضير والتقطير	
يستخدم لتحضير المحاليل القياسية (معلومة التركيز) بدقة		
		

(٦) الماصة

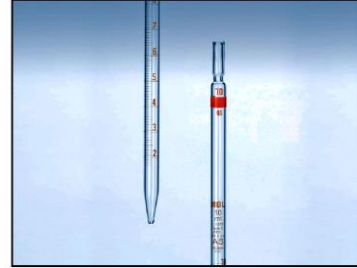
- أنبوبة زجاجية طويلة مفتوحة الطرفين بعضها ذو انتفاخ واحد وبعضها ذو انتفاخين (أكثرها استخداماً فى المعامل).
- يوجد بالقرب من طرفها العلوى علامة تحدد مقدار سعتها الحجمية ومدون عليها نسبة الخطأ فى القياس.
- تستخدم لقياس ونقل حجم معين من محلول.
- تملأ بالمحلول بشفطة بأداة شفط خاصة وخاصة فى حالة المواد شديدة الخطورة.



ماصة ذات انتفاخين



ماصة بأداة شفط



ماصة مدرجة

(٧) أدوات قياس الأس الهيدروجينى (PH)

الأس (الرقم الهيدروجينى) :

هو القياس الذى يحدد تركيز أيونات الهيدروجين H^+ فى المحلول لتحديد ما إذا كان حمضاً أو قاعدة أو متعادلاً .

قياس قيمة (PH) للمحاليل المختلفة :

يتم قياس قيمة (PH) للمحاليل المختلفة باستخدام :

	الشرائط الورقية	<ul style="list-style-type: none"> • يغمس الشريط الورقى فى المحلول المراد قياس الأس الهيدروجينى له . • يتغير لون الشريط إلى درجة معينة . • تحدد قيمة PH من خلال تدريج يبدأ من 0 إلى 14 تبعاً لدرجة اللون .
	الأجهزة الرقمية	<ul style="list-style-type: none"> • أكثر دقة من الشريط الورقى . • يغمس قطب موصل بالجهاز فى المحلول فتظهر قيمة PH مباشرة على الشاشة الرقمية للجهاز فإذا كانت قيمة PH : (١) أكبر من 7 : يكون المحلول قاعدي . (٢) أقل من 7 : يكون المحلول حمضي . (٣) يساوى 7 : يكون المحلول متعادل .

م	علل لما يأتى	الإجابة
١	أهمية قياس الأس الهيدروجينى فى التفاعلات الكيميائية والبيوكيميائية .	لأنه يحدد مدى حامضية أو قاعدية أو تعادل المحاليل المستخدمة .
٢	جهاز PH الرقمى أكثر دقة من شريط PH الورقى فى تحديد قيمة PH للمحلول .	لأنه يحدد قيمة PH للمحلول مباشرة بدلالة الرقم الذى يظهر على شاشته الرقمية .

الباب الأول : الكيمياء مركز العلوم ٢ النانو تكنولوجيا والكيمياء

النانو تكنولوجيا :

النانو تكنولوجيا : هو تكنولوجيا المواد المتناهية فى الصغر ويختص بمعالجة المادة على مقياس النانو لإنتاج نواتج جديدة مفيدة وفريدة فى خواصها .

هو مصطلح من كلمتين (الأولى نانو ، والثانية تكنولوجيا) :
نانو :

مأخوذة من كلمة نانوس اليونانية وتعنى القزم أو الشئ المتناهى فى الصغر .

تكنولوجيا :

تعنى التطبيق العملى للمعرفة فى مجال معين .

النانو وحدة قياس فريدة

- رياضياً وفيزيائياً : (النانو = جزء واحد على مليار من الوحدة المقاسة) أى يساوى 0.000000001 .
 - النانو متر = جزء من مليار جزء من المتر (النانو متر = 10^{-9} متر) .
 - هناك أيضاً النانو ثانية والنانو جرام والنانو مول والنانو جول .
 - يستخدم النانو كوحدة قياس للجزيئات المتناهية الصغر .
 - يمكن توضيح مدى صغر وحدة النانو من خلال الأمثلة التالية :
- (١) قطر حبة الرمل يبلغ حوالى 10^6 nm .
(٢) قطر جزئ الماء يساوى 0.3 nm تقريباً .
(٣) قطر الذرة الواحدة يتراوح بين 0.1 – 0.3 nm .

الوحدة	الرمز	مقدارها	الكمية	10^n
كيلو – Kilo	K	ألف وحدة	1000	10^3
ديسى – Deci	d	جزء من عشر أجزاء من الوحدة	0.1	10^{-1}
سنتى – Centi	c	جزء من مائة جزء من الوحدة	0.01	10^{-2}
مللى – Milli	m	جزء من ألف جزء من الوحدة	0.001	10^{-3}
ميكرو – Micro	μ	جزء من مليون جزء من الوحدة	0.000001	10^{-6}
نانو – Nano	n	جزء من مليار جزء من الوحدة	0.000000001	10^{-9}

أيهما أكثر ضرراً أن يكون تركيز عنصر الرصاص فى مياه نهر جزء من مليار جزء من الوحدة أم جزء من مليون جزء من الوحدة ؟ ولماذا ؟

الأكثر ضرراً هو أن يكون تركيز الرصاص فى المياه من مليون جزء من الوحدة (10^{-6}) لأن هذا المقدار أكبر من مقدار الجزء من مليار جزء من الوحدة (10^{-9}) .

الفريد فى مقياس النانو

خواص المادة فى هذا البعد كاللون والشفافية والقدرة على التوصيل الحرارى والكهربى والصلابة والمرونة ونقطة الانصهار وسرعة التفاعل الكيميائى تتغير تماماً وتصبح المادة ذات خواص جديدة وفريدة ، وقد اكتشف العلماء أن هذه الخواص تتغير باختلاف الحجم النانوى من المادة وهو ما يسمى (الخواص المعتمدة على الحجم) .

مقياس النانو	هو مقياس للجسيمات متناهية الصغر .
الحجم النانوى الحرج	هو الحجم الذى تظهر فيه الخواص النانوية الفريدة للمادة ويكون أقل من 100 nm .
الخواص المعتمدة على الحجم	هى خواص الجسيمات النانوية المرتبطة بحجمها النانوى .

أمثلة :

نانو الذهب	الذهب أصفر اللون وله بريق معدنى ولكنه يختلف عندما يتقلص حجم دقائقه لتصبح بمقياس النانو فإنه يتغير ويأخذ ألواناً مختلفة (أحمر أو برتقالى أو أخضر أو أزرق) حسب الحجم النانوى لأن تفاعل دقائق الذهب وهى على مقياس النانو مع الضوء يختلف عن تفاعلها مع الحجم المرئى منها .
نانو النحاس	صلابة جسيمات النحاس : (١) تزداد صلابة النحاس عندما تتقلص من قياس الماكرو (الوحدات الكبيرة) إلى قياس النانو . (٢) تختلف باختلاف الحجم النانوى من المادة .
بالمثل : ينطبق ذلك على الحجم النانوى لأى مادة مما يؤدى إلى : (١) إظهار المواد النانوية من الخواص الفريدة الفائقة ما لا تظهره فى الحجمين الماكرو والميكرو من المادة . (٢) استخدام المواد النانوية فى تطبيقات جديدة غير مألوفة .	

● **مقياس الماكرو :** هو مقياس الأشياء التى يمكن رؤيتها بالعين المجردة .

● **مقياس الميكرو :** هو مقياس الأشياء التى لا يمكن رؤيتها بالعين المجردة .

العلاقة بين مساحة السطح والحجم

فى الحجم النانوى من المادة :

(١) تزداد النسبة بين مساحة السطح إلى الحجم زيادة كبيرة جداً .

(٢) يصبح عدد ذرات المادة المعرضة للتفاعل كثيرة جداً إذا ما قورنت بعددها فى الحجم الأكبر من المادة .

هذه النسبة :

تكسب الجسيمات النانوية خواص كيميائية وفيزيائية وميكانيكية جديدة وفريدة .

● **كيميائية :** مثل (سرعة التفاعل الكيميائى) .

● **فيزيائية :** مثل (اللون – الشفافية – درجة الانصهار – التوصيل الحرارى والكهربى) .

● **ميكانيكية :** مثل (الصلابة – المرونة) .

مثال للفهم :

سرعة ذوبان مكعب من السكر فى الماء أقل من سرعة ذوبان مسحوق هذا المكعب فى نفس كمية الماء درجة الحرارة لأن النسبة الكبيرة بين مساحة السطح إلى الحجم فى حالة المسحوق تزيد من سرعة الذوبان ويكون عدد الجزيئات المعرضة للذوبان كبيرة جداً .

كيمياء النانو

هو فرع من فروع علم النانو :

(١) يتعامل مع التطبيقات الكيميائية للمواد النانوية .

(٢) يتضمن دراسة ووصف وتخليق المواد ذات الأبعاد النانوية .

(٣) يتعلق بالخواص الفريدة المرتبطة بتجميع الذرات والجزيئات بأبعاد نانوية .

المواد النانوية

● تتخذ أشكالاً متعددة (حبيبات – أنابيب – أعمدة – شرائح دقيقة أسلاك – أغشية – كرات) .

● يمكن تصنيفها وفقاً لعدد الأبعاد النانوية للمادة إلى :

● المواد أحادية البعد النانوى .

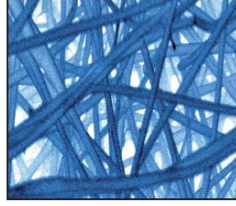
● المواد ثنائية الأبعاد النانوية .

● المواد ثلاثية الأبعاد النانوية .

(١) المواد أحادية البعد النانوى



الأغشية الرقيقة



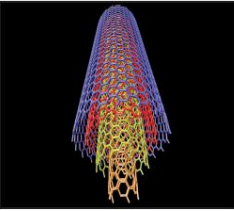
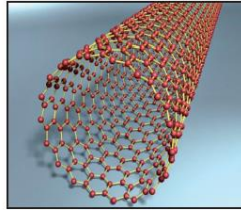
الألياف النانوية

- هى المواد ذات البعد النانوى الواحد .
- هى مواد يقدر أحد أبعادها الثلاثة بمقياس النانو .
- من أمثلتها :

(١) الأغشية الرقيقة : تستخدم فى :

- طلاء الأسطح : لحمايتها من الصدأ والتآكل .
- تغليف المنتجات الغذائية : لوقايتها من التلوث والتلف .
- (٢) الأسلاك النانوية : تستخدم فى صناعة الدوائر الإلكترونية .
- (٣) الألياف النانوية : تستخدم فى عمل مرشحات الماء .

(٢) المواد ثنائية الأبعاد النانوية

أنابيب كربون نانوية
متعددة الجدرأنابيب كربون نانوية
أحادية الجدر

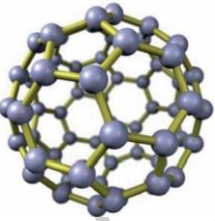
- المواد النانوية التى تمتلك بعدين نانويين .
- هى مواد يقدر بعدين من أبعادها بمقياس النانو .
- من أمثلتها أنابيب الكربون النانوية أحادية ومتعددة الجدر .
- الخواص المميزة لأنابيب الكربون النانوية :

(١) موصل جيد للكهرباء والحرارة :

- درجة توصيلها للكهرباء أعلى من النحاس .
- درجة توصيلها للحرارة أعلى من الماس .
- (٢) أقوى من الصلب وأخف منه :

- بسبب قوى الترابط بين جزيئاتها .
- سلك أنابيب النانو الذى يساوى حجم شعرة الإنسان يمكنه بسهولة أن يحمل قاطرة .
- يفكر العلماء فى عمل أحبال ذات متانة يمكن استخدامها فى المستقبل فى عمل مصاعد الفضاء .
- (٣) ترتبط بسهولة بالبروتين :
- ولذلك يمكن استخدامها كأجهزة استشعار بيولوجية لأنها حساسة لجزيئات معينة .

(٣) المواد ثلاثية الأبعاد النانوية



- هى المواد التى تمتلك ثلاثة أبعاد نانوية .
- هى مواد يقدر أبعادها الثلاثة بمقياس النانو .
- من أمثلتها صدفة النانو وكرات البوكى .
- كرات البوكى :

- تتكون من ٦٠ ذرة كربون (رمزها C60) .
- لها مجموعة من الخصائص المميزة تعتمد على تركيبها .
- النموذج الجزيئى لها يبدو ككرة قدم مجوفة وبسبب هذا الشكل يختبر العلماء الآن فاعلية استخدامه كحامل للأدوية فى الجسم .
- التركيب المجوف لها يمكنه أن يتناسب مع جزيئ من دواء معين داخله .
- الجزء الخارجى لها مقاوم للتفاعل مع جزيئات أخرى داخل الجسم .



معلومة إثرائية :

اكتشف العلماء ان السيوف الدمشقية التى استخدمها العرب والمسلمون قديماً والمعروفة بالقوة والصلابة يدخل فى تركيبها جسيمات الفضة النانوية .

تطبيقات تكنولوجيا

يعتقد العلماء فى قدرة علوم النانو تكنولوجى على تقديم حلول عملية لكثير من المشكلات التى تواجه البشرية فى العديد من المجالات ومنها :

المجال	تطبيقاته
الطب	<ul style="list-style-type: none"> ● التشخيص المبكر للأمراض وتصوير الأعضاء والأنسجة . ● توصيل الدواء بدقة إلى الأنسجة والخلايا المصابة (يزيد من فرص الشفاء ويقلل من الأضرار الجانبية) على عكس العلاج التقليدى الذى لا يفرق بين الخلايا المصابة والخلايا السليمة . ● إنتاج أجهزة متناهية الصغر للغسيل الكلوى يتم زراعتها فى جسم المريض . ● إنتاج روبوتات نانوية يتم إرسالها إلى تيار الدم حيث تقوم بإزالة الجلطات الدموية من جدار الشرايين دون تدخل جراحى .
الزراعة	<ul style="list-style-type: none"> ● التعرف على البكتيريا فى المواد الغذائية وحفظ الغذاء . ● تطوير مغذيات ومبيدات حشرية وأدوية للنبات والحيوان بمواصفات خاصة .
الطاقة	<ul style="list-style-type: none"> ● إنتاج خلايا شمسية باستخدام نانو السيليكون تتميز بقدرة تحويلية عالية للطاقة وعدم تسرب الطاقة الحرارية . ● إنتاج خلايا وقود هيدروجينى قليلة التكلفة وعالية الكفاءة .
الصناعة	<ul style="list-style-type: none"> ● إنتاج جزيئات نانوية غير مرئية تكسب الزجاج والخزف خاصية التنظيف التلقائى . ● تصنيع مواد نانوية من أجل تنقية الأشعة فوق البنفسجية لتحسين نوعية مستحضرات التجميل والكريمات المضادة لأشعة الشمس . ● تكنولوجيا التغليف بالنانو على شكل طلاءات وبخاخات تعمل على تكوين طبقات تغليف تحمى شاشات الأجهزة الإلكترونية من الخدش . ● تصنيع أنسجة طاردة للبقع وتتميز بالتنظيف الذاتى .
وسائل الاتصالات	<ul style="list-style-type: none"> ● أجهزة النانو اللاسلكية والهواتف المحمولة والأقمار الصناعية . ● تقليص حجم الترانزستور . ● تصنيع شرائح إلكترونية تتميز بقدرة عالية على التخزين .
البيئة	<ul style="list-style-type: none"> ● صناعة المرشحات النانوية التى تعمل على : ● تنقية الهواء والماء . ● تحلية الماء . ● حل مشكلة النفايات النووية . ● إزالة العناصر الخطيرة من النفايات الصناعية .

التأثيرات الضارة المحتملة للنانو تكنولوجى

على الرغم من أن تكنولوجيا النانو لها العديد من التطبيقات إلا أن البعض يرى أنه من الممكن حدوث تأثيرات ضارة لهم ومن مخاوفهم :

التأثيرات الصحية	جزيئات النانو صغيرة جدا يمكن أن تتسلل من خلال أغشية خلايا الجلد والرئة لتستقر داخل الجسم أو داخل أجسام الحيوانات و خلايا النباتات مما ينتج عنه مشكلات صحية .
التأثيرات البيئية	نفايات التلوث النانوى تكون على درجة عالية من الخطورة بسبب دقة حجمها حيث تعلق فى الهواء ويمكنها اختراق الخلايا الحيوانية والنباتية بسهولة كما تؤثر على المناخ والماء والهواء والتربة . التلوث النانوى : هو التلوث بالنفايات الناجمة عن عملية تصنيع المواد النانوية.
التأثيرات الاجتماعية	سوف تزيد تكنولوجيا النانو من حدة المشكلات الناتجة عن عدم المساواة الاجتماعية والاقتصادية والتوزيع غير العادل للتكنولوجيا والثروات لأن هذه التكنولوجيا سوف تكون فى متناول الدول الغنية والأفراد الأغنياء فقط .

الباب الثانى : الكيمياء الكمية ١ المول والمعادلة الكيميائية

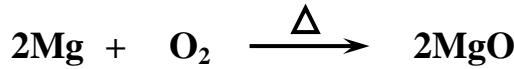
التفاعل الكيميائى :

هو كسر الروابط الموجودة فى جزيئات المواد المتفاعلة وتكوين روابط جديدة فى جزيئات المواد الناتجة من التفاعل .

المعادلة الكيميائية :

هى مجموعة من الرموز والصيغ الكيميائية للمواد المتفاعلة والناتجة من التفاعل يربط بينهما سهم يعبر عن اتجاه سير التفاعل يحمل شروط هذا التفاعل .

مثال : المعادلة الكيميائية الرمزية المعبرة عن تفاعل الماغنسيوم مع الأكسجين :



ويجب أن تتضمن المعادلة الكيميائية الحالة الفيزيائية للمادة (تكتب أسفل يمين الرمز الكيميائى) :

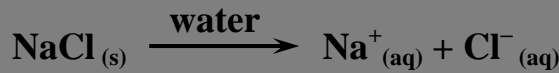
الرمز	الحالة الفيزيائية	الرمز	الحالة الفيزيائية
(g)	Gas	(s)	Solid
(aq)	Aqueous Solution	(l)	Liquid
	غاز		صلب
	محلول مائى		سائل

المعادلة الأيونية

- معادلة كيميائية تكتب فيها بعض أو كل المواد المتفاعلة والناتجة على هيئة أيونات.
- هى معادلات توضح التفاعلات بين المركبات الأيونية التى تتفكك فى الماء إلى أيونات موجبة وسالبة .
- يتم التعبير فى صورة معادلات أيونية عن التفاعلات التى تتم بين الأيونات مثل :

(١) بعض العمليات الفيزيائية :

مثل تفكك بعض المركبات الأيونية عند ذوبانها فى الماء أو انصهارها .
مثال : إذابة كلوريد الصوديوم فى الماء يعبر عنه بالمعادلة الأيونية التالية :



(٢) بعض التفاعلات الكيميائية :

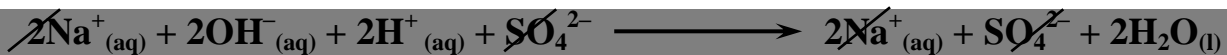
مثل تفاعلات التعادل بين الحمض والقاعدة أو تفاعلات الترسيب .

المعادلة الأيونية المعبرة عن تفاعلات التعادل :

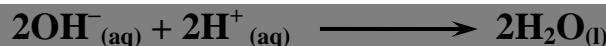
نمبر عن تعادل حمض الكبريتيك مع هيدروكسيد الصوديوم لتكوين ملح كبريتات صوديوم وماء بالمعادلة الرمزية التالية :



هذه المواد تكون موجودة فى محاليلها المائية فى صورة أيونات ما عدا الماء (موجود فى صورة جزيئات) ويمكن التعبير عن ذلك بالمعادلة الأيونية التالية :



بالنظر إلى المعادلة نجد أن أيونات Na^+ ، SO_4^{2-} لم يحدث لها تغيير فى أثناء التفاعل ولم تشترك فى التفاعل لذلك يمكن إهمالها من طرفى المعادلة :



ويمكن اختصار المعاملات لتصبح :



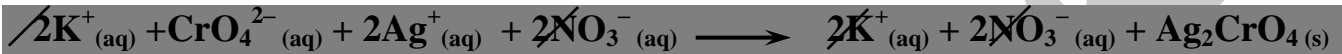
وهذه المعادلة تمثل المعادلة الأيونية لتفاعلات التعادل وهى ثابتة لكل تفاعلات التعادل مهما كان نوع الحمض أو القاعدة .

المعادلة الأيونية المعبرة عن تفاعلات الترسيب :

عند إضافة قطرات من محلول ملح ثانى كرومات البوتاسيوم إلى محلول نترات الفضة يتكون كرومات الفضة الذى لا يذوب فى الماء فينفصل فى صورة صلبة (راسب أحمر) :



ويمكن التعبير عن ذلك بالمعادلة الأيونية التالية :



وبحذف الأيونات التى لم يحدث لها تغيير أثناء التفاعل الكيميائى :



وهذه المعادلة تمثل المعادلة الأيونية لأحد تفاعلات الترسيب وهى تختلف من تفاعل لآخر .
ملحوظة هامة : فى المعادلة الكيميائية الموزونة يجب أن يكون مجموع الشحنات الموجبة يساوى مجموع الشحنات السالبة فى طرفى المعادلة بالإضافة لتساوى عدد ذرات (أيونات) العناصر الداخلة والناجمة من التفاعل .



المادة : هى كل ما له كتلة ويشغل حيزاً من الفراغ .

الجزئى : هو أصغر جزء من المادة يمكن أن يوجد على حالة انفراد وتتضح فيه خواص المادة .

الذرة : هى أصغر وحدة بنائية للمادة تشترك فى التفاعلات الكيميائية .

الجزئى أو الذرة كلها جسيمات متناهية فى الصغر وتقدر أبعادها بوحدة النانومتر ويصعب التعامل معها عملياً .

م	علل لما يأتى	الإجابة
١	توضح المعادلة الرمزية الموزونة طبيعة المواد المتفاعلة والناجمة من التفاعل	لأنها تعبر عن الحالة الفيزيائية لكل من المواد المتفاعلة والناجمة برموز تكتب أسفل يمين الرمز أو الصيغة الكيميائية
٢	تتفق جميع تفاعلات التعادل فى المعادلة الأيونية المعبرة عنها	لأن كل تفاعلات التعادل تكون عبارة عن اتحاد أيون H^{+} مع أيون OH^{-} لتكوين H_2O .
٣	تفاعل الحمض مع القاعدة يسمى تفاعل تعادل	لأن خواص الحمض والقاعدة تختفى بتفاعلها .
٤	عند إضافة قطرات من محلول ثانى كرومات البوتاسيوم إلى محلول نترات الفضة يتكون راسب أحمر	لتكون مادة كرومات الفضة التى لا تذوب فى الماء .
٥	مجموع الشحنات على طرفى المعادلة الأيونية الأيمن والأيسر يساوى صفر	لأن عدد الذرات وعدد الشحنات متساوية على كل من طرفى المعادلة .
٦	يصعب التعامل مع الذرات أو الجزيئات فى الحساب الكيميائى	لأنها عبارة عن جسيمات متناهية فى الصغر تقدر أبعادها بوحدة النانو متر .

المول

- اتفق العلماء على استخدام مصطلح المول فى النظام الدولى للقياس (SI) للتعبير عن كميات المواد الداخلة والناجمة من التفاعل الكيميائى .
- قد تكون المادة فى صورة :

ذرات
الكتلة الذرية = كتلة الذرة الواحدة وهى صغيرة جداً وتقدر بوحدة كتل الذرية a. m. u والتي يمكن اختصارها إلى u .
مثال : إذا كانت الكتلة الذرية للكربون $12 \text{ u} = \text{C}$ فإن المول من ذرات الكربون يعبر عن 12 g منه أى أن الكتلة المولية من ذرات الكربون 12 g / mol .

جزيئات
كتلة الجزيء الواحد = مجموع الكتل الذرية للذرات المكونة للجزيء ويطلق عليها الكتلة الجزيئية .
مثال : الكتلة الجزيئية لثانى أكسيد الكربون CO_2 = كتلة ذرة من الكربون + كتلة ذرتين من الأكسجين
= الكتلة الذرية للكربون + (2 × الكتلة الذرية للأكسجين)
 $44 \text{ g} = (16 \times 2) + 12 =$
إذا : الكتلة المولية لجزيء CO_2 44 g / mol
لو استخدمت كتلة من غاز ثانى أكسيد الكربون مقدارها 44g فهذا يعنى إنك استخدمت مول واحد منه ،
لو استخدمت كتلة من غاز ثانى أكسيد الكربون مقدارها 22g فهذا يعنى إنك استخدمت نصف مول منه .

وحدات صيغة
المركبات الأيونية :
• يمكن التعبير عن وحدتها البنائية بوحدة الصيغة بدلاً من الجزيء فإن كتلة وحدة الصيغة يمكن حسابها بنفس طريقة حساب الكتلة الجزيئية .
• تكون فى شكل بناء هندسى منتظم يعرف بالشبكة البلورية حيث يحاط كل أيون بعدد من الأيونات المخالفة له فى الشحنة من جميع الاتجاهات مثل كلوريد الصوديوم الذى يتكون من ذرة صوديوم وذرة كلور فتكون النسبة بين الصوديوم والكلور (1:1) وبالتالي يمكن التعبير عن كلوريد الصوديوم بالصيغة NaCl .
مثال :
كتلة وحدة الصيغة من كلوريد الكالسيوم CaCl_2 = كتلة أيونين من الكلوريد + كتلة أيون من الكالسيوم
 $= (2 \times \text{كتلة أيون الكلوريد}) + (1 \times \text{كتلة أيون الكالسيوم})$
 $111 \text{ g} = 40 + (35.5 \times 2) =$
إذا : الكتلة المولية لوحدة الصيغة CaCl_2 111 g / mol
وحدة الصيغة : هى وحدة بنائية توضح النسبة بين الأيونات المكونة للمركب الأيونى.

المول : هو الكتلة الذرية أو الجزيئية أو وحدة الصيغة من المادة معبرا عنها بالجرامات.
معلومة إثرائية : العالم (فيلهلم أوستفالد) أول من أطلق اسم مول فى عام ١٨٩٤ م من الكلمة الألمانية Mol وهو تكبير لكلمة Molecule أى جزيء .



(١) تختلف كتلة المول من مادة لأخرى :

السبب : اختلاف المواد عن بعضها فى تركيبها الجزيئى وبالتالي اختلاف كتلتها الجزيئية .
مثال : المول من النحاس $(\text{Cu}) = 63.5 \text{ g}$ ، المول من كبريتات النحاس المائية $(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = 249.5 \text{ g}$

(٢) يختلف مول جزيء العنصر عن مول ذرة العنصر فى الجزيئات ثنائية الذرة :

مثال :- كتلة المول من ذرات الأكسجين $16 \text{ g} = 16 \times 1 = \text{O}$
- كتلة المول من جزيئات الأكسجين $32 \text{ g} = 16 \times 2 = \text{O}_2$

(٣) هناك عناصر يختلف تركيبها الجزيئى تبعاً لحالتها الفيزيائية :

أمثلة :

$$P = 31 \text{ g/mol}$$

$$P_4 = 4 \times 31 = 124 \text{ g/mol}$$

$$S = 32 \text{ g/mol}$$

$$S_8 = 8 \times 32 = 256 \text{ g/mol}$$

– فى الحالة الصلبة يتكون الجزيئ منه من ذرة واحدة (P) .

– فى الحالة البخارية يتكون الجزيئ منه من ٤ ذرات (P₄) .

– فى الحالة الصلبة يتكون الجزيئ منه من ذرة واحدة (S) .

– فى الحالة البخارية يتكون الجزيئ منه من ٨ ذرات (S₈) .

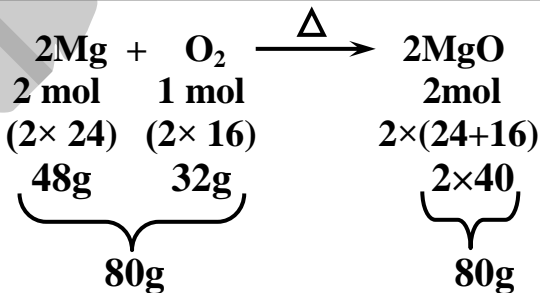
الفوسفور

الكبريت

إذاً : يختلف المول فى الحالة الصلبة عن المول فى الحالة البخارية .

م	علل لما يأتى	الإجابة
١	اختلاف الكتلة الجزيئية الجرامية لبعض العناصر تبعاً لحالتها الفيزيائية	لاختلاف تركيبها الجزيئى تبعاً لحالتها الفيزيائية .
٢	اختلاف الكتلة المولية للفوسفور باختلاف الحالة الفيزيائية له	لاختلاف التركيب الجزيئى للفوسفور الصلب P عن التركيب الجزيئى له فى الحالة البخارية P ₄ وبالتالي اختلاف كتليهما الجزيئية .
٣	تختلف الكتلة المولية للكبريت الصلب عن الكتلة المولية له فى الحالة البخارية	لاختلاف التركيب الجزيئى للكبريت الصلب S عن التركيب الجزيئى له فى الحالة البخارية S ₈ وبالتالي اختلاف كتليهما الجزيئية .
٤	يعبر عن جزئ الأكسجين بالصيغة O ₂ بينما يعبر عن جزئ الأوزون بالصيغة O ₃	لأن المول من غاز الأكسجين يتكون من اتحاد ٢ مول من ذرات الأكسجين بينما المول من غاز الأوزون يتكون من اتحاد ٣ مول من ذرات الأكسجين .
٥	كتلة مول جزئ أكسجين ضعف كتلة مول ذرة منه	لاحتواء مول جزئ الأكسجين على 2mol ذرة أكسجين .

العلاقة بين كميات المواد الداخلة والناجمة فى تفاعل الماغنسيوم والأكسجين



فى هذا التفاعل : 2 مول من الماغنسيوم تحتاج إلى 1 مول من الأكسجين لينتج 2 مول من أكسيد الماغنسيوم
 48g من الماغنسيوم تحتاج إلى 32g من الأكسجين لينتج 80g من أكسيد الماغنسيوم

المول وعدد أفوجادرو

- توصل العالم الإيطالى أميدو أفوجادرو إلى أن عدد الذرات أو الجزيئات أو الأيونات الموجودة فى مول واحد من المادة هو عدد ثابت مهما كانت الصورة التى توجد عليها المادة ، ووجد أن هذا العدد يقدر بحوالى 6.02×10^{23} وسمى بعدد أفوجادرو تكريماً له .
- استخدم الكيميائيون المول للتعبير عن عدد وحدات المادة سواء كانت فى صورة (ذرات – جزيئات – وحدات الصيغة الأيونية – الأيونات المفردة) .

عدد أفوجادرو : هو عدد ثابت يمثل عدد الذرات أو الجزيئات أو الأيونات الموجودة فى مول واحد من المادة ويساوى 6.02×10^{23} (ذرة أو جزيء أو أيون) .

أمثلة :

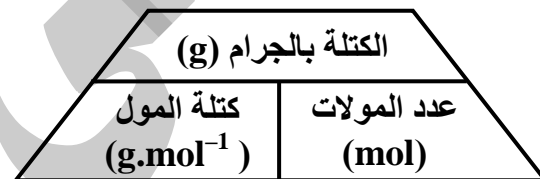
- (١) المول من ذرات الكربون 6.02×10^{23} ذرة C .
- (٢) المول من ذرات الأكسجين 6.02×10^{23} ذرة O .
- (٣) المول من جزيء الأكسجين 6.02×10^{23} جزيء $O_2 = 2 \times 6.02 \times 10^{23}$ ذرة O .
- (٤) المول من مركب الماء 6.02×10^{23} جزيء $H_2O = 2 \times 6.02 \times 10^{23}$ ذرة H ، 6.02×10^{23} ذرة O .
- (٥) المول من سكر الجلوكوز 6.02×10^{23} جزيء $C_6H_{12}O_6 = 6 \times 6.02 \times 10^{23}$ ذرة C ، $12 \times 6.02 \times 10^{23}$ ذرة H ، $6 \times 6.02 \times 10^{23}$ ذرة O .
- (٦) المول من أيون الصوديوم 6.02×10^{23} أيون Na^+ .
- (٧) المول من كلوريد الصوديوم NaCl (مركب أيونى) = مول من أيونات Na^+ عبارة عن 6.02×10^{23} أيون Na^+ ومول من أيونات Cl^- عبارة عن 6.02×10^{23} أيون Cl^- 12.04×10^{23} أيون .

إرشادات حل المسائل

$$(١) \text{ عدد المولات} = \frac{\text{كتلة المادة بالجرام}}{\text{كتلة المول الواحد}} = \frac{\text{عدد الذرات أو الجزيئات أو الأيونات}}{\text{عدد أفوجادرو}}$$

$$(٢) \text{ كتلة المادة بالجرام} = \text{عدد المولات} \times \text{كتلة المول} .$$

$$(٣) \text{ عدد (الذرات - الجزيئات - الأيونات)} = \text{عدد المولات} \times \text{عدد أفوجادرو} .$$



مسائل محلولة

$$(١) \text{ احسب كتلة } 0.5 \text{ mol من الماء . (} O = 16 , H = 1 \text{)}$$

$$\text{الحل : كتلة المول من الماء } H_2O = (1 \times 16) + (1 \times 2) = 18 \text{ g/mol}$$

$$\therefore \text{ الكتلة بالجرام} = \text{عدد المولات} \times \text{كتلة المول} = 18 \times 0.5 = 9 \text{ g}$$

$$(٢) \text{ كم مول من الرصاص توجد فى } 41.4 \text{ g منه وكم يكون عدد ذرات الرصاص التى تحتويها هذه الكتلة . (} Pb = 207 \text{)}$$

$$\text{الحل : كتلة المول من Pb} = 207 \text{ g/mol}$$

$$\text{عدد المولات} = \frac{41.4}{207} = 0.2 \text{ mol}$$

$$\therefore \text{ عدد الذرات} = \text{عدد المولات} \times \text{عدد أفوجادرو} = 0.2 \times 6.02 \times 10^{23} = 1.204 \times 10^{23} \text{ atom}$$

$$(٣) \text{ احسب كتلة } 3 \times 10^{23} \text{ ذرة من الكربون . (} C = 12 \text{)}$$

$$\text{الحل : عدد مولات الكربون} = \frac{3 \times 10^{23}}{6.02 \times 10^{23}} = 0.49 \text{ mol}$$

$$\text{كتلة } 3 \times 10^{23} \text{ ذرة من الكربون} = \text{عدد المولات} \times \text{كتلة المول من المادة} = 0.49 \times 12 = 0.6 \text{ g}$$

(٤) احسب كتلة جزئ واحد من ثانى أكسيد الكربون . (O = 16 ، C = 12)

الحل : كتلة المول من CO₂ = (16 × 2) + 12 = 44 g/mol

$$\text{عدد المولات} = \frac{1}{6.02 \times 10^{23}} = 1.66 \times 10^{-24} \text{ mol}$$

$$\text{كتلة المادة} = \text{عدد المولات} \times \text{كتلة المول من المادة} = 1.66 \times 10^{-24} \times 44 = 7.3 \times 10^{-23} \text{ g}$$

(٥) احسب عدد جزيئات 32 g من ثانى أكسيد الكبريت SO₂ . (O = 16 ، S = 32)

الحل : كتلة المول من ثانى أكسيد الكبريت = (16 × 2) + (32 × 1) = 64 g/mol

$$\text{عدد مولات ثانى أكسيد الكبريت SO}_2 = \frac{32}{64} = 0.5 \text{ mol}$$

$$\text{عدد جزيئات 32 g} = 10^{23} \times 6.02 \times 0.5 = 3.01 \times 10^{23} \text{ جزئ}$$

(٦) احسب عدد أيونات الصوديوم فى 0.212 mol من كربونات الصوديوم Na₂CO₃ .

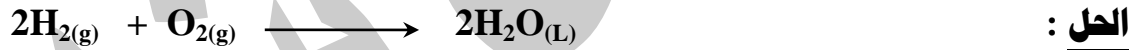
(Na = 23 , O = 16 ، C = 12)



$$\text{عدد مولات Na}^+ = 2 \times 0.212 = 0.424 \text{ mol}$$

$$\text{عدد أيونات Na}^+ = 10^{23} \times 6.02 \times 0.424 = 2.55 \times 10^{23} \text{ ion}$$

(٧) احسب كم مولاً من H₂O يمكن أن تنتج من تفاعل 10 mol من الأكسجين مع كمية وافرة من الهيدروجين ثم احسب كتلة الماء الناتجة بالجرامات .

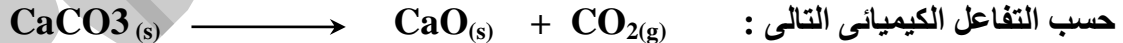


$$\text{عدد مولات H}_2\text{O} = 2 \times 10 = 20 \text{ mol}$$

$$\text{كتلة 1 mol من H}_2\text{O} = (1 \times 16) + (1 \times 2) = 18 \text{ g/mol}$$

$$\text{كتلة 20 mol من H}_2\text{O} = 18 \times 20 = 360 \text{ g}$$

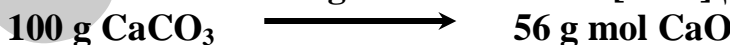
(٨) احسب كتلة أكسيد الكالسيوم CaO الناتج من التفكك الحرارى لكتلة مقدارها 50 g من كربونات الكالسيوم



$$[\text{Ca} = 40, \text{C} = 12, \text{O} = 16]$$

الحل : كتلة المول من كربونات الكالسيوم [CaCO₃] = (16×3) + (12×1) + (40×1) = 100 g/mol

$$\text{كتلة المول من أكسيد الكالسيوم [CaO]} = 40 + 16 = 56 \text{ g/mol}$$



$$\text{كتلة أكسيد الكالسيوم CaO} = \frac{50 \times 56}{100} = 28 \text{ g}$$

المادة المحددة للتفاعل

يحتاج كل تفاعل كيميائى إلى كميات محسوبة بدقة من المتفاعلات للحصول على الكميات المطلوبة من النواتج فإذا :

(١) زادت كمية أحد المتفاعلات عن المطلوب :

تظل الكمية الزائدة كما هى دون أن تتفاعل .

(٢) قلت كمية أحد المتفاعلات عن عدد مولاتها فى المعادلة الموزونة :

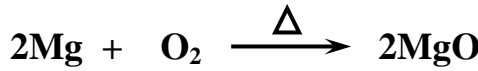
تكون هى المادة المتحكم فى التفاعل وتسمى المادة المحددة للتفاعل .

المادة المحددة للتفاعل : هى المادة التى تستهلك تماماً أثناء التفاعل الكيميائى والتى ينتج عن تفاعلها مع باقى المتفاعلات العدد الأقل من مولات المادة الناتجة من التفاعل .

إرشادات حل المسائل :

$$\text{عدد مولات المادة الناتجة} = \text{عدد مولات المادة المتفاعلة} \times \frac{\text{معامل المادة الناتجة}}{\text{معامل المادة المتفاعلة}}$$

مثال محلول :



يتفاعل الماغنسيوم مع الأكسجين تبعاً للمعادلة :

ما العامل المحدد للتفاعل ؟ وما كتلة المادة المتبقية بدون تفاعل ؟ عند استخدام الكميات الآتية 32 g من الأكسجين مع 12 g من الماغنسيوم .

الحل : بالنسبة للأكسجين :

$$\text{عدد مولات } \text{O}_2 = 32 \div 32 = 1\text{mol}$$

$$2\text{mol MgO} = \frac{2\text{mol (MgO)}}{1\text{mol (O}_2)} \times 1\text{mol (O}_2) = \text{عدد مولات MgO}$$

بالنسبة للماغنسيوم :

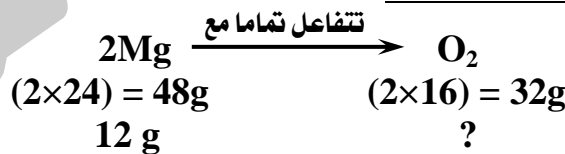
$$\text{عدد مولات Mg} = 24 \div 12 = 0.5\text{mol}$$

$$0.5\text{mol MgO} = \frac{2\text{mol (MgO)}}{2\text{mol (Mg)}} \times 0.5\text{mol (Mg)} = \text{عدد مولات MgO}$$

عدد مولات MgO الناتجة فى حالة Mg أقل منها فى حالة O₂ .

العامل المحدد للتفاعل هو الماغنسيوم Mg .

ويمكن حساب كتلة الأكسجين غير المتفاعلة كالتالى :



$$8\text{g} = \frac{12 \times 32}{48} = \text{كتلة الأكسجين المتفاعلة مع الماغنسيوم}$$

$$24\text{g} = 8 - 32 = \text{كتلة الأكسجين المتبقية بدون تفاعل}$$

المول وحجم الغاز

● المادة الصلبة أو السائلة لها حجم ثابت ومحدد يمكن قياسه بطرق متعددة .

● المادة الغازية حجمها دائماً يساوى حجم الحيز أو الإناء الذى يشغله .

● وجد العلماء بالبحث العلمى والتجارب أن المول من أى غاز يشمل حجماً قدره 22.4 لتر فى الظروف القياسية من درجة الحرارة والضغط .

الظروف القياسية من درجة الحرارة والضغط (STP) :

تعنى وجود المادة فى درجة حرارة 273 كلفن والتى تعادل 0°C وضغط 760 mm.Hg وهو الضغط الجوى المعتاد 1 atm.p .

مثال : المول من غاز CH₄ الميثان يشغل حجماً قدره 22.4 L والمول من غاز الأمونيا NH₃ يشغل حجماً قدره 22.4 L بشرط أن تكون هذه الغازات فى (STP) .

العلاقة بين عدد مولات الغاز وحجمه فى الظروف القياسية**قانون أفوجادرو :**

حجم الغاز (L)	عدد المولات (mol)
22.4 L	

- يتناسب حجم الغاز تناسباً طردياً مع عدد مولاته عند ثبوت الضغط ودرجة الحرارة .
- حجم الغاز (STP) = عدد مولات الغاز × 22.4 L
- حجوم الغازات الداخلة فى التفاعل والنتيجة منه ذات نسب محددة .

أمثلة :

(١) تفاعل غاز الكلور وغاز الهيدروجين لتكوين غاز كلوريد الهيدروجين :



أى أن : حجماً واحداً من الهيدروجين يتفاعل مع حجماً واحداً من الكلور لتكوين حجمين من غاز كلوريد الهيدروجين .
بطريقة أخرى : 1 حجم من الهيدروجين + 1 حجم من الكلور = 2 حجم من كلوريد الهيدروجين .
وتكون : النسب بين حجوم الغازات المتفاعلة والنتيجة هى نسب صحيحة بسيطة محددة (2 : 1 : 1) .

(٢) تفاعل غاز النيتروجين وغاز الهيدروجين لتكوين غاز النشادر :



أى أن : حجماً واحداً من النيتروجين يتفاعل مع ثلاثة حجوم من الهيدروجين لتكوين حجمين من غاز النشادر .
بطريقة أخرى : 1 حجم من النيتروجين + 3 حجم من الهيدروجين = 2 حجم من النشادر .
وتكون : النسب بين حجوم الغازات المتفاعلة والنتيجة هى نسب صحيحة بسيطة محددة (2 : 3 : 1) .

فرض أفوجادرو

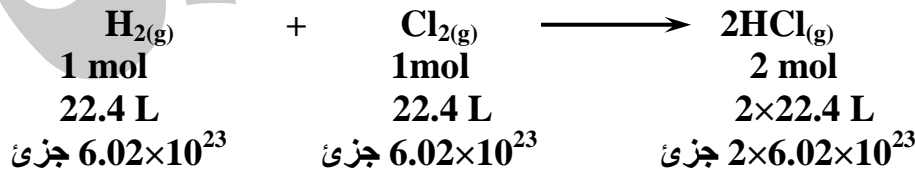
الحجوم المتساوية من الغازات المختلفة تحت نفس الظروف من الضغط ودرجة الحرارة تحتوى على أعداد متساوية من الجزيئات .

وهذا يعنى أن :

(١) المول من أى غاز فى الظروف القياسية من الحرارة والضغط (STP) يشغل حجماً قدره 22.4 L ويحتوى على 6.02×10^{23} جزيء من هذا الغاز .

(٢) إذا تضاعف عدد المولات يتضاعف الحجم ويتضاعف عدد الجزيئات .

مثال :



مفاهيم المول :

- (١) كتلة الذرة أو الجزيء أو الأيون أو وحدة الصيغة معبراً عنها بالجرامات .
- (٢) عدد ثابت من الجزيئات أو الذرات أو الأيونات أو وحدات الصيغة مقداره 6.02×10^{23} .
- (٣) كتلة 22.4 L من الغاز فى الظروف القياسية من الحرارة والضغط (STP) .

مفهوم شامل للمول :

هو كمية المادة التى تحتوى على عدد أفوجادرو (6.02×10^{23}) من الذرات أو الجزيئات أو الأيونات أو وحدات الصيغة للمادة .

إرشادات حل المسائل

$$(1) \text{ عدد المولات} = \frac{\text{كتلة المادة المتفاعلة (g)}}{\text{كتلة المول الواحد (g)}} = \frac{\text{عدد الذرات أو الجزيئات أو الأيونات}}{\text{عدد أفوجادرو}} = \frac{\text{حجم الغاز (L)}}{22.4 \text{ L}}$$

المول الغازى : هو كتلة 22.4 L من الغاز فى الظروف القياسية من الضغط ودرجة الحرارة.

(2) لحساب حجوم الغازات الداخلة والناجمة من التفاعل :

– نكتب المعادلة الكيميائية موزونة .

– نحدد عد مولات الغاز .

– نضرب عدد مولات الغاز $\times 22.4 \text{ L}$.

(1) احسب عدد مولات غاز الأمونيا (NH_3) فى حجم 89.6 L فى (STP) .

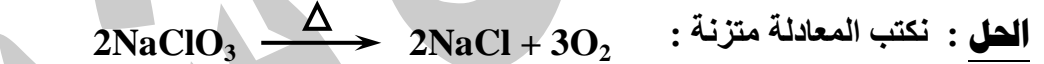
الحل : عدد مولات الأمونيا = $\frac{\text{حجم الأمونيا باللتر}}{22.4} = \frac{89.6}{22.4} = 4 \text{ mol}$

(2) احسب حجم غاز ثانى أكسيد الكربون (CO_2) فى 6 mol فى (STP) .

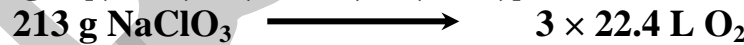
الحل : حجم غاز ثانى اكسيد الكربون (CO_2) فى 6 mol = $22.4 \times 6 = 134.4 \text{ L}$

(3) كم عدد اللترات من غاز الأكسجين فى (STP) يمكن أن تنتج من تحليل 42.6 g من كلورات صوديوم

(NaClO_3) إلى كلوريد صوديوم وأكسجين . [Na = 23, Cl = 35.5, O = 16]



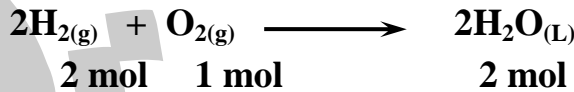
2 mol من (NaClO_3) = $2 \times [(16 \times 3) + (35.5 \times 2) + (23 \times 2)] = 213 \text{ g}$



عدد لترات O_2 = $\frac{22.4 \times 3 \times 42.6}{213} = 13.44 \text{ L}$

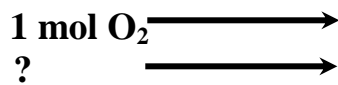
(4) احسب حجم الأكسجين اللازم لإنتاج 90 g من الماء عند تفاعله مع وفرة من الهيدروجين فى الظروف القياسية

(STP) . [O = 16 , H = 1]



المول من H_2O = $(1 \times 16) + (1 \times 2) = 18 \text{ g}$

عدد مولات H_2O = $\frac{90}{18} = 5 \text{ mol}$



عدد مولات O_2 = $\frac{1 \times 5}{2} = 2.5 \text{ mol}$

حجم غاز O_2 = $22.4 \times 2.5 = 56 \text{ L}$

م	علل لما يأتى	الإجابة
١	عدد الذرات فى 5 g من الصوديوم لا يساوى عدد الذرات فى 5 g من الألومنيوم	لأن كتلة المول من الصوديوم لا تساوى كتلة المول من الألومنيوم .
٢	تساوى عدد الجزيئات فى كل من المول من CO والمول من CO ₂ رغم اختلاف كتلتيهما الجزيئية	لأن المول من أى مادة يحتوى على عدد أفوجادرو من الجزيئات .
٣	عدد الجزيئات فى 9 g من الماء H ₂ O يساوى عدد الجزيئات فى 39 g من البنزين العطرى C ₆ H ₆	لأن عدد مولات الماء = $9 \div 18 = 0.5 \text{ mol}$ ، وعدد مولات البنزين العطرى = $39 \div 78 = 0.5 \text{ mol}$ والمولات المتساوية تحتوى على نفس عدد أفوجادرو من الجزيئات .
٤	عند تفاعل 2 حجم من غاز النيتروجين N ₂ مع 1 حجم من غاز الأكسجين O ₂ يتكون 2 حجم فقط من غاز أكسيد النيتريك	لأن حجوم الغازات الداخلة فى التفاعل والناجمة منه ذات نسب محددة فيلزم اتحاد 1mol من O ₂ مع 1mol من N ₂ لتكوين 2mol من NO .
٥	التر من غاز الأكسجين يحتوى على نفس عدد الجزيئات الموجودة فى لتر من غاز الكلور فى (STP)	لأنه تبعاً لفرض أفوجادرو فإن الحجوم المتساوية من الغازات المختلفة فى نفس الظروف من الضغط ودرجة الحرارة تحتوى على أعداد متساوية من الجزيئات .
٦	الحجم الذى يشغله 26g من الأسيتيلين C ₂ H ₂ يساوى الحجم الذى يشغله 2 g من الهيدروجين H ₂ فى الظروف القياسية (STP)	لأن عدد مولات C ₂ H ₂ = $(2 \times 12 + 2) \div 26 = 1 \text{ mol}$ ، عدد مولات H ₂ = $2 \div 2 = 1 \text{ mol}$ ، والمول من أى غاز يشغل 22.4 L فى (STP) .
٧	يتم حساب حجم الغاز فى الظروف القياسية من الضغط ودرجة الحرارة بدلالة الكتلة المولية	لأن حجم الكتلة المولية من أى غاز فى (STP) يساوى 22.4 L .

الأستاذ

مصطفى شاهين

(أبو مريم)



حساب الصيغة الكيميائية

٢

الباب الثانى : الكيمياء الكمية

مقدمة :

أصبحت (الملصقات الموجودة على المعلبات الغذائية أو المياه المعدنية – النشرات الموجودة داخل علب الأدوية) مهمة وضرورية لتوعية المستهلكين بمكونات هذه المواد .

مصطلح النسبة المئوية :

النسبة المئوية الكتلية

هى عدد الوحدات من
الجزء بالنسبة لكل 100
وحدة كتلية من الكل .

(١) يعنى عدد الوحدات من الجزء بالنسبة لكل 100 وحدة من الكل .
(٢) يستخدم فى الحسابات الكيميائية لحساب نسب كل مكون من مكونات عينة ما .

وبالتالى يكون :

$$\text{النسبة المئوية الكتلية للعنصر} = \frac{\text{كتلة العنصر فى العينة}}{\text{الكتلة الكلية للعينة}} \times 100\%$$

$$\text{النسبة المئوية الكتلية للعنصر} = \frac{\text{كتلة العنصر بالجرام فى مول من المركب}}{\text{الكتلة المولية للمركب}} \times 100\%$$

مثال :

عند حساب نسبة النيتروجين فى سماد نترات الأمونيوم NH_4NO_3 يجب معرفة كم جراماً من النيتروجين موجودة فى 100 g من النيتروجين كما يلى :

الكتلة المولية لنترات الأمونيوم NH_4NO_3 $80 \text{ g} = 4 \times 1 + 2 \times 14 + 3 \times 16$
هذه الكتلة تحتوى بداخلها على 2N ($28 \text{ g} = 2 \times 14$) من النيتروجين .

$$\text{نسبة النيتروجين فى السماد} = \frac{28}{80} \times 100\% = 35\%$$

هذه الكتلة تحتوى بداخلها على 3O ($48 \text{ g} = 3 \times 16$) من الأكسجين .

$$\text{نسبة الأكسجين فى السماد} = \frac{48}{80} \times 100\% = 60\%$$

هذه الكتلة تحتوى بداخلها على 4H ($4 \text{ g} = 4 \times 1$) من الهيدروجين .

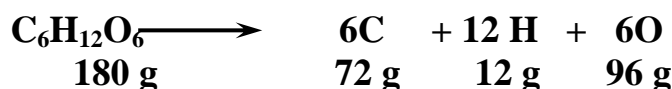
$$\text{نسبة الأكسجين فى السماد} = \frac{4}{80} \times 100\% = 5\%$$

وبالتالى يكون مجموع نسب العناصر المكونة لنترات الأمونيوم $100\% = 5\% + 60\% + 35\%$

أمثلة محلولة :

(١) احسب النسبة المئوية الكتلية لكل عنصر فى سكر الجلوكوز $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$

الحل : الكتلة المولية لسكر الجلوكوز $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ $180 \text{ g} = (6 \times 12) + (12 \times 1) + (6 \times 16)$



$$\text{النسبة المئوية الكتلية للكربون} = \frac{72}{180} \times 100\% = 40\%$$

$$\text{النسبة المئوية الكتلية للهيدروجين} = \frac{12}{180} \times 100\% = 6.67\%$$

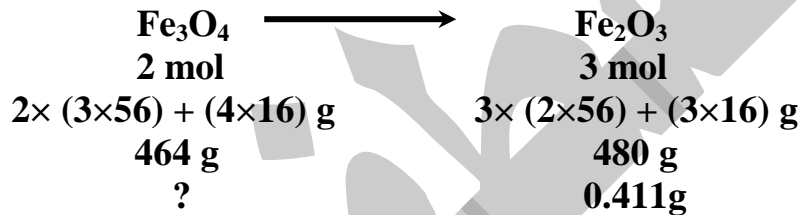
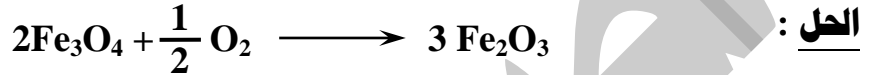
$$\text{النسبة المئوية الكتلية للأكسجين} = \frac{96}{180} \times 100\% = 53.33\%$$

(٢) إذا علمت أن خام الهيماتيت Fe_2O_3 غير النقى يحتوى على 58 % حديد ، احسب كتلة الحديد الموجودة فى 500 Kg منه .

الحل : كتلة العنصر فى العينة = $\frac{\text{النسبة المئوية الكتلية للعنصر} \times \text{كتلة العينة}}{100 \%}$

$$290 \text{ Kg} = \frac{500 \times 58 \%}{100 \%} =$$

(٣) عند أكسدة 0.5g من خام الماجنتيت (Fe_3O_4) ليتحول إلى أكسيد الحديد (III) نتج 0.411g من (Fe_2O_3) احسب النسبة المئوية للأكسيد الأسود (Fe_3O_4) فى الخام .



$$0.3973 \text{ g} = \frac{0.411 \times 464}{480} = \text{كتلة أكسيد الحديد الأسود}$$

$$79.64 \% = 100 \% \times \frac{0.3973}{0.5} = \text{النسبة المئوية للأكسيد الأسود فى الخام}$$

(٤) احسب عدد مولات الكربون والهيدروجين فى مركب عضوى نسبة الكربون فيه 85.7% والكتلة المولية لهذا المركب 28g/mol (C = 12 m H = 1) .

الحل :

$$24 \text{ g} = \frac{28 \times 85.7\%}{100\%} = \frac{\text{نسبة الكربون} \times \text{الكتلة المولية للمركب}}{100\%} = \text{كتلة الكربون}$$

$$2 \text{ mol} = \frac{24}{12} = \text{عدد مولات الكربون}$$

$$14.3 \% = 85.7 \% - 100 \% = \text{النسبة المئوية الكتلية للهيدروجين}$$

$$4 \text{ g} = \frac{28 \times 14.3 \%}{100\%} = \text{كتلة الهيدروجين}$$

$$4 \text{ mol} = \frac{4}{1} = \text{عدد مولات الهيدروجين}$$

حساب الصيغة الكيميائية

• تنقسم الصيغ الكيميائية إلى عدة أنواع منها :

(١) الصيغة الأولية .

(٢) الصيغة الجزيئية .

(٣) الصيغة البنائية .

• يمكن استخدام الحساب الكيميائى فى التعبير عن كل من الصيغة الأولية والصيغة الجزيئية .

الصيغة الجزيئية	الصيغة الأولية
هى صيغة رمزية لجزئ العنصر أو المركب . أو : وحدة الصيغة تعبر عن النوع والعدد الفعلى للذرات أو الأيونات التى يتكون منها الجزئ أو الوحدة .	هى صيغة تعبر عن أبسط نسبة عددية بين ذرات العناصر التى يتكون منها جزئ المركب .
توضح نوع العناصر الداخلة فى تكوين الجزئ وعدد ذرات كل عنصر فى الجزئ وعدد المولات من كل عنصر فى الجزئ .	هى مجرد إحصاء نسبى لعدد الذرات أو مولات الذرات فى الجزيئات أو وحدات الصيغة لمركب .
تعبر عن التركيب الحقيقى للجزئ .	لا تعبر بالضرورة عن التركيب الحقيقى للجزئ .
مثال : الصيغة الجزيئية لمركب البروبيلين C_3H_6 أى أن الجزئ يتكون من (6 ذرات هيدروجين ، 3 ذرات كربون) فتكون النسبية بينهما : 6 (H) : 3 (C) وبتبسيط هذه النسبة إلى أقل قيمة صحيحة بالقسمة على 3 تصبح النسبة 2 (H) : 1 (C) فتكون الصيغة الأولية لهذا المركب CH_2 .	

ملاحظات هامة :

(١) فى بعض الأحيان تعبر الصيغة الأولية عن الصيغة الجزيئية أيضا .

أمثلة : أول أكسيد الكربون CO – أكسيد النيتريك NO .

(٢) قد تشترك عدة مركبات فى صيغة أولية واحدة .

مثال : الأسيتيلين C_2H_2 والبنزين العطرى C_6H_6 الصيغة الأولية لهما هى CH .

م	علل لما يأتى	الإجابة
١	يتفق الأسيتيلين C_2H_2 والبنزين العطرى C_6H_6 فى الصيغة الأولية لكنهما يختلفان فى الصيغة الجزيئية	يتفقان فى الصيغة الأولية لاتفاقهما فى النسبة بين عدد ذرات العناصر المكونة لكل منهما (1:1) ويختلفان فى الصيغة الجزيئية لاختلاف كتليهما الجزيئية وبالتالي عدد مرات تكرار الصيغة الأولية .
٢	الصيغة الجزيئية لأول أكسيد الكربون CO النيتريك NO هى نفس الصيغة الأولية لهما	لأن الكتلة المولية للصيغة الأولية تساوى الكتلة المولية لكل منهما .
٣	لا تعبر الصيغة الأولية عن المركب الكيميائى دائماً	لأنها لا تعبر بالضرورة عن عدد الذرات أو الأيونات الفعلى المكون لجزئ المركب .
٤	تسمية الصيغة الأولية بهذا الاسم	لأنها تمثل أبسط نسبة تتواجد عليها العناصر فى المركبات المختلفة

إرشادات حل المسائل :

(١) يمكن حساب الصيغة الأولية بمعلومية النسب المئوية للعناصر المكونة لها على اعتبار أن هذه النسبة تمثل كتل

هذه العناصر الموجودة فى كل 100 g من المركب .

(٢) يمكن حساب الصيغة الجزيئية كما يلى :

$$\bullet \text{ عدد وحدات الصيغة الأولية} = \frac{\text{الكتلة المولية للمركب}}{\text{الكتلة المولية للصيغة الأولية}}$$

$$\bullet \text{ الصيغة الجزيئية} = \text{عدد وحدات الصيغة الأولية} \times \text{الصيغة الأولية}$$

مسائل محلولة :

(١) أحسب الصيغة الأولية والصيغة الجزيئية لمركب عضوى يتكون من عنصرى الكربون والهيدروجين فقط إذا علمت ان كتلته المولية 42g وأن نسبة الكربون الكتلية فيه 85.72% والهيدروجين 14.28% .
(C=12 , H=1)

الحل :

العنصر	H□	C□
عدد المولات	$\frac{14.28}{1} = 14.28$	$\frac{85.72}{12} = 7.14$
النسبة بين عدد المولات	$\frac{14.28}{7.14} = 2$	$\frac{7.14}{7.14} = 1$
الصيغة الأولية الكتلة المولية للصيغة الأولية عدد وحدات الصيغة الأولية الصيغة الجزيئية	CH_2 $12 + (1 \times 2) = 14 \text{ g}$ $n = 42 \div 14 = 3$ C_3H_6	

(٢) أحسب الصيغة الأولية والصيغة الجزيئية لمركب يحتوى على 25.9% نيتروجين ، 74.1% أكسجين علماً بأن كتلته المولية 108g

الحل :

العنصر	O□	N□
عدد المولات	$\frac{74.1}{16} = 4.63$	$\frac{25.9}{14} = 1.85$
النسبة بين عدد المولات	$\frac{4.63}{1.85} = 2.5$	$\frac{1.85}{1.85} = 1$
بالضرب 2× للحصول على نسب صحيحة لأعداد المولات		
الصيغة الأولية الكتلة المولية للصيغة الأولية عدد وحدات الصيغة الأولية الصيغة الجزيئية	N_2O_5 $(2 \times 14) + (5 \times 16) = 108 \text{ g}$ $n = 108 \div 108 = 1$ N_2O_5	

(٣) احسب الصيغة الجزيئية لحمض الأسيتيك إذا علمت أن 100g منه تحتوى على 40g كربون ، 6.67g هيدروجين ، 53.33g أكسجين وأن الكتلة المولية لهذا الحمض 60g .
(C=12 , H=1 , O=16)

الحل :

العنصر	O□	H□	C□
عدد المولات	$\frac{53.33}{16} = 3.33$	$\frac{6.67}{1} = 6.67$	$\frac{40}{12} = 3.33$
النسبة بين عدد المولات	$\frac{3.33}{3.33} = 1$	$\frac{6.67}{3.33} = 2$	$\frac{3.33}{3.33} = 1$
الصيغة الأولية الكتلة المولية للصيغة الأولية عدد وحدات الصيغة الأولية الصيغة الجزيئية	CH_2O $12 + (1 \times 2) + 16 = 30 \text{ g}$ $n = 60 \div 30 = 2$ $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$		

الناتج الفعلى والناتج النظرى

عند إجراء تفاعل كيميائى للحصول على المادة كيميائية معينة فإن معادلة التفاعل تحدد :

نظرياً	عملياً
كميات ما يمكن الحصول عليه من المادة الناتجة وما يلزم من المواد المتفاعلة بوححدات المولات أو الجرامات .	بعد إتمام عملية التفاعل فإن الكمية التى نحصل عليها والتى تسمى بالناتج الفعلى تكون عادة أقل من الكمية المحسوبة والمتوقعة نظرياً .
مثال : إذا أذيب 20g من كلوريد الصوديوم فى كمية من الماء ثم أضيف إليها محلول نترات الفضة فترسب 45g من كلوريد الفضة فهناك اختلاف بين الناتج المحسوبة (49g) والناتج الفعلى (45g) .	
الناتج النظرى : هو كمية المادة المحسوبة أو المتوقعة اعتماداً على معادلة التفاعل .	
الناتج الفعلى : هو كمية المادة التى نحصل عليها عملياً من التفاعل .	

يرجع الاختلاف بين الناتج المحسوبة والناتج الفعلى إلى :

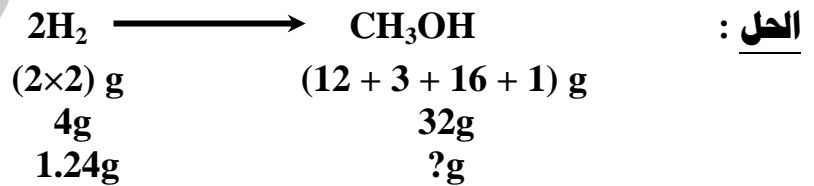
- (١) تطاير جزء من المادة الناتجة أثناء حدوث التفاعل .
- (٢) التصاق جزء من المادة الناتجة بالجدار الداخلى لإناء التفاعل .
- (٣) حدوث تفاعلات ثانوية تستهلك جزء من المادة الناتجة .
- (٤) عدم نقاء المواد المتفاعلة .

يمكن حساب النسبة المئوية للناتج الفعلى من العلاقة :

$$\text{النسبة المئوية للناتج الفعلى} = \frac{\text{الناتج الفعلى}}{\text{الناتج النظرى}} \times 100 \%$$

مسائل محلولة :

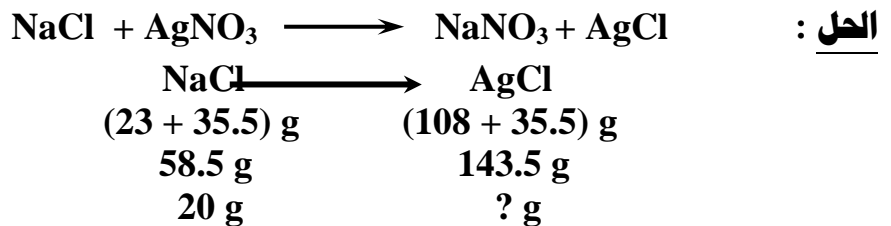
- (١) ينتج الكحول الميثيلى تحت ضغط عالى من خلال التفاعل الآتى : $\text{CO} + 2\text{H}_2 \xrightarrow{\Delta} \text{CH}_3\text{OH}$ فإذا نتج 6.1 g من الكحول الميثيلى من تفاعل 1.2 g من الهيدروجين مع وفرة من أول أكسيد الكربون ، احسب النسبة المئوية للناتج الفعلى ؟
(C=12 , H=1 , O=16)



$$\text{الناتج النظرى} = \frac{1.2 \times 32}{4} = 9.6 \text{ g}$$

$$\text{النسبة المئوية للناتج الفعلى} = \frac{6.1}{9.6} \times 100 \% = 63.54 \%$$

- (٢) احسب النسبة المئوية لتفاعل 20g من محلول كلوريد الصوديوم مع وفرة من محلول نترات الفضة إذا علمت أنه يترسب 45g من كلوريد الفضة .
(Na = 23 , Cl = 35.5 , Ag = 108)



$$49 \text{ g} = \frac{143.5 \times 20}{58.5} = \text{الناتج النظرى}$$

$$91 \% = 100 \% \times \frac{45}{49} = \text{النسبة المئوية للناتج الفعلى}$$

(٣) احسب النسبة المئوية لتفاعل 40g من محلول كلوريد الباريوم BaCl_2 مع وفرة من محلول كبريتات البوتاسيوم K_2SO_4 . علماً بأن الكتلة الفعلية من الراسب BaSO_4 تساوى 39.4 g .
(Ba = 137 , Cl = 35.5 , S = 32 , O = 16)



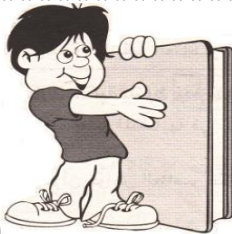
$$44.8 \text{ g} = \frac{233 \times 40}{208} = \text{الناتج النظرى}$$

$$87.93 \% = 100 \% \times \frac{39.4}{44.8} = \text{النسبة المئوية للناتج الفعلى}$$

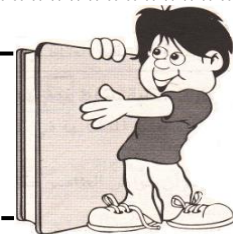


أسئلة على الفصل انظر مذكرة الأسئلة





انتظر كل ما هو جديد
فى
مذكرة الأسئلة فى الكيمياء



الأستاذ
مصطفى
شاهين

مذكرة الأستاذ فى

الكيمياء

شرح

أسئلة

مراجعة

امتحانات

الباب الثالث: المحاليل - الأحماض والقواعد ١ المحاليل والغرويات

مقدمة :

- (١) ملح الطعام وكلوريد الكوبلت II والسكر :
- تذوب فى الماء وينتج عنها مخلوط متجانس يسمى محلول .
- لا تذوب فى الكيوسين وينتج عنها مخلوط غير متجانس ويمكن تمييز كل مكون عن الآخر وتسمى بالمعلقات .
- (٢) إذا جمع الخليط بين صفات المحلول والمعلق فإنه يسمى بالغروى والذى يمكن تمييز مكوناته باستخدام الميكروسكوب مثل اللبن والدم والأيروسولات وجل الشعر ومستحلب المايونيز .
- (٣) تصنف المخاليط إلى :
- مخاليط متجانسة : تعرف باسم (المحاليل) .
 - مخاليط غير متجانسة : تصنف إلى (المعلقات – الغرويات) .

المحاليل

المحلول : هو مخلوط متجانس من مادتين أو أكثر .

- ضرورة فى العمليات الحيوية التى تحدث فى الكائنات الحية .
- أحياناً تكون شرطاً أساسياً لحدوث تفاعلات كيميائية معينة .
- عند تحليل أى عينتين من نفس المحلول فإنهما يحتويان نفس المواد بنفس الكميات وهذا يؤكد التجانس داخل المحلول والدليل على ذلك المذاق الحلو لمحلول السكر فى الماء فى أى جزء من أجزائه .
- يتكون المحلول من :

- (١) مذيب : هو أحد مكونات المحلول الذى له النسبة الأكبر (هو المادة التى توجد فى المحلول بنسبة أكبر) .
- (٢) مذاب : هو أحد مكونات المحلول الذى له النسبة الأصغر (هو المادة التى توجد فى المحلول بنسبة أقل) .

أنواع المحاليل :

تصنف المحاليل تبعاً لـ :

- (١) الحالة الفيزيائية للمذيب : (محاليل غازية – محاليل سائلة – محاليل صلبة) .
- (٢) القدرة على توصيل الكهرباء : (محاليل إلكتروليتيّة – محاليل – لاللكتروليتيّة) .
- (٣) درجة التشبع : (محاليل غير مشبعة – محاليل مشبعة – محاليل فوق مشبعة) .

تصنيف المحاليل تبعاً للحالة الفيزيائية للمذيب

نوع المحلول	حالة المذاب	حالة المذيب	أمثلة
غاز	غاز	غاز	الهواء الجوى – الغاز الطبيعى .
سائل	غاز	سائل	المشروبات الغازية – الأكسجين الذائب فى الماء .
	سائل		الكحول فى الماء – الإيثيلين جليكول (مضاد للتجمد) فى الماء .
	صلب		السكر أو الملح فى الماء .
صلب	غاز	صلب	الهيدروجين فى البلاطين أو البلاديوم .
	سائل		مملغم الفضة $Ag(s) / Hg(l)$.
	صلب		السبائك مثل سبيكة النيكل كروم .

وسوف نركز فى دراستنا على المحاليل من النوع صلب فى سائل والتى يكون فيها الماء هو المذيب .

س : علل لما يأتى : فى الهواء الجوى يكون الأكسجين هو المذاب والنيتروجين هو المذيب ؟

ج : لأن الأكسجين موجود فى الهواء بنسبة قليلة والنيتروجين موجود فى الهواء بنسبة كبيرة .



السالبية الكهربائية :

هى قدرة الذرة على جذب إلكترونات الرابطة الكيميائية نحوها .

الرابطة القطبية :

هى رابطة تساهمية بين ذرتين مختلفتين فى السالبية الكهربائية والذرة الأكبر فى السالبية الكهربائية تحمل شحنة جزئية سالبة δ^- بينما تحمل الأخرى شحنة جزئية موجبة δ^+ .

الجزئيات القطبية :

هى الجزئيات التى يكون لها طرف يحمل شحنة جزئية موجبة δ^+ وطرف يحمل شحنة جزئية سالبة δ^- ويتوقف ذلك على قطبية الروابط بها وشكلها الفراغى والزوايا بين هذه الروابط .

الماء مذيب قطبى

(١) الروابط الموجودة فى جزئ الماء روابط قطبية :

لارتفاع قيمة سالبية الأكسجين عن الهيدروجين لذلك تحمل ذرة الأكسجين شحنة سالبة جزئية بينما يحمل الهيدروجين شحنة موجبة جزئية .

(٢) جزئ الماء على درجة عالية من القطبية :

لأن قيمة الزاوية بين الرابطين فى جزئ الماء تقدر بحوالى 104.5° .

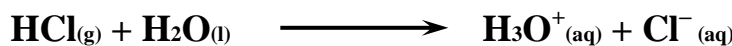
تصنيف المحاليل تبعاً لقدرتها على توصيل الكهرباء

(أ) المحاليل الإلكتروليتية (الإلكتروليتات) :

– هى المواد التى توصل محاليلها أو مصهوراتها التيار الكهربى عن طريق حركة الأيونات الحرة .
– تصنف إلى :

إلكتروليتات ضعيفة	إلكتروليتات قوية
توصل التيار الكهربى بدرجة ضعيفة .	توصل التيار الكهربى بدرجة كبيرة .
غير تامة التأين (جزءاً صغيراً من جزيئاتها يتفكك إلى أيونات) .	تامة التأين (جميع جزيئاتها تتفكك إلى أيونات) .
أمثلة : (١) حمض الأسيتك (الخليك) CH_3COOH . (٢) هيدروكسيد الأمونيوم (محلول الأمونيا) NH_4OH . (٣) الماء H_2O .	أمثلة : (١) المركبات الأيونية : مثل كلوريد الصوديوم NaCl وهيدروكسيد الصوديوم NaOH . (٢) المركبات التساهمية القطبية : مثل غاز كلوريد الهيدروجين HCl الذى يوصل التيار فى حالة محلول مع الماء ولا يوصله فى الحالة الغازية .

ملحوظة هامة : عند ذوبان غاز كلوريد الهيدروجين فى الماء وانفصال أيون الهيدروجين H^+ لا يبقى فى صورته المفردة ولكنه يرتبط بجزئ الماء مكوناً أيون الهيدرونيوم H_3O^+ كما بالمعادلة :



الإلكتروليتات القوية	هى مواد تامة التأين توصل التيار الكهربى بدرجة كبيرة .	المواد تامة التأين	هى مواد تتفكك جميع جزيئاتها إلى أيونات .
----------------------	---	--------------------	--

الإلكتروليات الضعيفة	هى مواد غير تامة التأين توصل التيار الكهربى بدرجة ضعيفة .	المواد غير تامة التأين	هى مواد يتفكك جزء صغير من جزيئاتها إلى أيونات .
----------------------	---	------------------------	---

(ب) المحاليل اللاإلكترولية (اللاإلكتروليات) :

- هى المواد التى لا توصل محاليلها أو مصهوراتها التيار الكهربى لعدم وجود أيونات حرة .
- هى مركبات ليس لها القدرة على التأين .
- أمثلة : السكر – الكحول الإيثلى .

م	علل لما يأتى	الإجابة
١	المذاق الحلو لمحلول السكر فى الماء فى كل جزء من أجزائه	لأن محلول السكر فى الماء عبارة عن مخلوط متجانس يحتوى على نفس المواد بنفس الكميات فى أى جزء من أجزائه .
٢	المشروبات الغازية من المحاليل السائلة	لأن المذيب فى المشروبات الغازية يوجد فى حالة سائلة .
٣	السبائك من المحاليل الصلبة	لأن المذيب فى السبائك يوجد فى حالة صلبة .
٤	جزيئات الماء على درجة عالية من القطبية	لوجود رابطتين قطبيتين فى كل جزيء مع كبر الزاوية بين الرابطتين (104.5°) .
٥	حمض الهيدروكلوريك إلكترولى قوى	لأنه تام التأين فى الماء .
٦	لا توجد أيونات H^+ فى المحاليل المائية للأحماض فى صورة منفردة	لارتباطها بجزيئات الماء مكونة أيونات الهيدرونيوم H_3O^+
٧	يعتبر محلول السكر فى الماء من اللاإلكتروليات	لأنه مادة غير متأينة لا توصل التيار الكهربى .

تصنيف المحاليل تبعاً لدرجة التشبع

يمكن تصنيف المحلول تبعاً لدرجة التشبع إلى :

محلول غير مشبع	محلول مشبع	محلول فوق مشبع
هو المحلول الذى يقبل فيه المذيب إضافة كمية أخرى من المذاب خلالها عند درجة حرارة معينة .	هو المحلول الذى يحتوى فيه المذيب أقصى كمية من المذاب عند درجة حرارة معينة .	هو المحلول الذى يقبل مزيد من المادة المذابة بعد وصوله إلى حالة التشبع .
يمكن الحصول عليه بإذابة كمية من المذاب فى كمية معينة من المذيب عند درجة حرارة معينة بحيث تكون كمية المذاب أقل من الكمية اللازمة للوصول لحالة التشبع .	يمكن الحصول عليه بإذابة كمية معينة من المذاب فى محلول غير مشبع بحيث يودى إضافة أى كمية أخرى من المذاب إلى ترسبها فى المحلول .	يمكن الحصول عليه بتسخين المحلول المشبع وإضافة المزيد من المذاب إليه .

ملحوظة هامة :

يمكن تحويل المحلول فوق المشبع إلى محلول مشبع مرة أخرى بطريقتين ، هما :

(١) التبريد :

بخفض درجة حرارة المحلول فوق المشبع فتتفصل (تترسب) جزيئات المذاب الزائدة عن حالة التشبع .

(٢) التبليز :

بوضع بللورة صغيرة من المذاب فى المحلول فوق المشبع فتتجمع جزيئات المذاب الزائدة حولها على هيئة بللورات .

الذوبانية

- هى كتلة المذاب بالجرام التى تذوب فى 100 g من المذيب لتكوين محلول مشبع فى الظروف القياسية .
- تعنى مدى قابلية المذاب للذوبان فى مذيب معين .
- هى قدرة المذيب على إذابة مذاب ما .
- العوامل المؤثرة عليها : (١) طبيعة المذاب والمذيب .
- (٢) درجة الحرارة .

(١) طبيعة المذاب والمذيب :

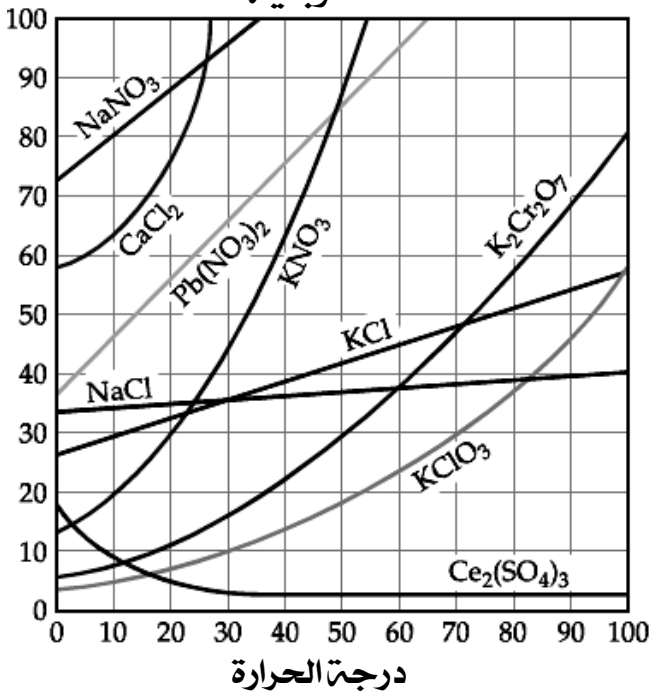
- هناك قاعدة أساسية تحكم عملية الذوبان وهى قاعدة (الشبيه يذيب الشبيه) .

المذيب القطبى مثل الماء يذيب :

- المواد القطبية : مثل (كلوريد الهيدروجين HCl – النشادر NH_3) .
- المواد الأيونية : مثل (كلوريد الصوديوم NaCl – هيدروكسيد الصوديوم NaOH) .
- المذيب غير القطبى (العضوى) مثل البنزين يذيب المواد غير القطبية مثل (الميثان – الزيت – الشمع – الدهن) .
- أمثلة : (١) ذوبان نترات النيكل (مادة أيونية) فى الماء (مذيب قطبى) .
- (٢) ذوبان اليود (مادة غير قطبية) فى ثانى كلوروميثان (مذيب عضوى) .

م	علل لما يأتى	الإجابة
١	يذوب السكر فى الماء رغم أنه من المواد غير القطبية	لاتفصل جزيئات السكر القطبية وارتباطها مع جزيئات الماء القطبية بروابط هيدروجينية .
٢	عدم ذوبان الزيت فى الماء عدم ذوبان الدهون فى الماء	لأن الماء من المذيبات القطبية والزيت من المواد غير القطبية ، والمواد غير القطبية لا تذوب فى المذيبات القطبية .
٣	يذوب الزيت فى البنزين تذوب الدهون فى البنزين	لانتشار جزيئات الزيت وهو مادة غير قطبية بين جزيئات البنزين وهو مادة غير قطبية بسبب ضعف الروابط بين جزيئاته .

الذوبانية



(٢) درجة الحرارة :

- تزداد ذوبانية معظم المواد الصلبة بزيادة درجة حرارة المذيب .
- يتضح من المخطط المقابل أن هناك أملاح بزيادة درجة الحرارة :

أمثلة : KCl , KNO_3 , NaNO_3 . تطبيق : نترات البوتاسيوم KNO_3 . – عند درجة 0°C ذاب 12 g . – عند درجة 52°C ذاب 100 g .	تزداد ذوبانية معظمها زيادة كبيرة
مثال : كلوريد الصوديوم NaCl . – عند درجة 0°C ذاب 33 g . – عند درجة 100°C ذاب 100 g .	تزداد ذوبانية بعضها زيادة طفيفة
مثال : كبريتات السيريوم $\text{Ce}_2(\text{SO}_4)_3$. – عند درجة 0°C ذاب 18 g . – عند درجة 100°C ذاب 2 g .	تقل ذوبانية بعضها

الإذابة

تعريفها : هى عملية تفكك جزيئات المذاب إلى أيونات موجبة وأيونات سالبة أو إلى جزيئات قطبية منفصلة ثم ارتباط كل منها بجزيئات المذيب .

العوامل المؤثرة على سرعتها : (١) مساحة سطح المذاب . (٢) عملية التقليب . (٣) درجة الحرارة .

تطبيق : تفسير ذوبان كلوريد الصوديوم فى الماء :

عند وضع بللورة من كلوريد الصوديوم NaCl فى الماء :

(١) تصطدم جزيئات الماء القطبية بسبب طاقة حركتها ببللورة كلوريد الصوديوم .

(٢) تجذب جزيئات الماء أيونات الصوديوم Na^+ وأيونات الكلوريد Cl^- نحوها فتفصل هذه الأيونات مبتعدة عن البللورة .

(٣) تحاط كل من أيونات Na^+ وأيونات Cl^- بجزيئات الماء وتنتشر بشكل منتظم مكونة محلول .

س : علل لما يأتى : جزيئات الماء فى حالة حركة مستمرة ؟ ج : بسبب طاقتها الحركية .

خواص المحلول

(١) لا يمكن تمييز الدقائق المكونة له بالعين المجردة أو بالمجهر .

(٢) يتكون من دقائق (أيونات أو جزيئات) تتراوح أقطارها ما بين $1nm - 0.01$.

(٣) تتوزع الدقائق المكونة للمحلول فيه بشكل منتظم .

(٤) يسمح بنفوذ الضوء الساقط عليه (لا يشتت الضوء الساقط عليه) .

تركيز المحاليل

(١) يمكن التحكم فى كمية المذاب داخل كمية معينة من المذيب مما يؤثر على تركيز المحلول .

(٢) **المحلول قد يكون :**

– **مركز :** عندما تكون كمية المذاب كبيرة (ليست أكبر من المذيب / أقل من كمية المذيب) .

– **مخفف :** عندما تكون كمية المذاب قليلة بالنسبة لكمية المذيب .

(٣) هناك طرق مختلفة للتعبير عن تركيز المحاليل مثل (النسبة المئوية – المولارية – المولالية) .

النسبة المئوية

– تعتبر طريقة مناسبة للتعبير عن تركيز مكونات المواد الغذائية والأدوية .

– يعبر عنها للمحاليل تبعاً لطبيعة المذاب والمذيب بـ :

النسبة المئوية الحجمية	النسبة المئوية الكتلية
هى النسبة المئوية لحجم المذاب فى 100 ml من المحلول	هى النسبة المئوية لكتلة المذاب فى 100g من المحلول
$100 \% \times \frac{\text{حجم المذاب (ml)}}{\text{حجم المحلول (ml)}} =$	$100 \% \times \frac{\text{كتلة المذاب (g)}}{\text{كتلة المحلول (g)}} =$
حجم المحلول = حجم المذاب + حجم المذيب	كتلة المحلول = كتلة المذاب + كتلة المذيب

مسائل محلولة :

(١) احسب النسبة المئوية الكتلية للمحلول الناتج من إذابة 10 g من السكر فى 240 g من الماء .

الحل : كتلة المحلول = كتلة المذاب + كتلة المذيب = $250 g = 240 + 10$

$$\text{النسبة المئوية (m/m)} = 100 \% \times \frac{10}{250} = 4 \%$$

(٢) احسب النسبة المئوية الحجمية للمحلول الذى يتكون من إذابة 15 mL من الزيت فى كمية من الجازولين لتكوين محلول حجمه 50 mL .

$$\text{الحل : النسبة المئوية (V/V)} = \frac{15}{50} \times 100 \% = 30 \%$$

(٣) احسب النسبة المئوية الحجمية للمحلول الناتج من إضافة 75 mL من الكحول البيوتيل إلى 125 mL من الماء

$$\text{الحل : حجم المحلول} = \text{حجم المذاب} + \text{حجم المذيب} = 75 + 125 = 200 \text{ mL}$$

$$\text{النسبة المئوية (V/V)} = \frac{75}{200} \times 100 \% = 37.5 \%$$

المولارية والمولالية

المولالية	المولارية
هى عدد مولات المذاب فى كيلوجرام من المذيب .	هى عدد مولات المذاب فى لتر من المحلول .
تقدر بوحدة (mol / Kg) ويمكن اختصارها إلى (m) .	تقدر بوحدة (mol / L) أو مولر (M) .
$\frac{\text{عدد مولات المذاب (mol)}}{\text{كتلة المذيب (Kg)}} = \text{المولالية (m)}$	$\frac{\text{عدد المولات المذاب (mol)}}{\text{حجم المول (L)}} = \text{المولارية (M)}$
$\frac{\text{كتلة المذاب (g)}}{\text{كتلته المولية (g/mol)}} = \text{عدد مولات المذاب (mol)}$	

مسائل محلولة :

(١) احسب التركيز المولارى لمحلول حجمه 200 mL من هيدروكسيد الصوديوم إذا علمت أن كتلة هيدروكسيد الصوديوم المذابة فيه 20 g .
(Na = 23 , O = 16 , H = 1)

$$\text{الحل : الكتلية المولية لمركب NaOH} = 23 + 16 + 1 = 40 \text{ g}$$

$$\text{عدد مولات NaOH} = \frac{20}{40} = 0.5 \text{ mol}$$

$$\text{التركيز المولارى} = \frac{0.5}{0.2} = 2.5 \text{ M}$$

(٢) احسب التركيز المولارى لمحلول سكر القصب $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$ فى الماء إذا علمت أن كتلة السكر المذابة 85.5 g فى محلول حجمه 0.5 L .
(C = 12 , O = 16 , H = 1)

$$\text{الحل : الكتلية المولية من } \text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11} = (12 \times 12) + (22 \times 1) + (11 \times 16) = 342 \text{ g/mol}$$

$$\text{عدد مولات المذاب} = \frac{85.5}{342} = 0.25 \text{ mol}$$

$$\text{التركيز المولارى} = \frac{0.25}{0.5} = 0.5 \text{ M}$$

(٣) احسب كتلة هيدروكسيد البوتاسيوم اللازمة لتحضير 500 mL من محلول منه تركيزه 2 mol/L .
(K = 39 , O = 16 , H = 1)

الحل : عدد مولات KOH = $0.5 \times 2 = 1 \text{ mol}$

الكتلية المولية لمركب KOH = $1 + 16 + 39 = 56 \text{ g}$

الكتلة = $56 \times 1 = 56 \text{ g}$

(٤) احسب مولارية المحلول الناتج من إضافة 250 mL من الماء إلى 125 mL من محلول HCl تركيزه 0.25 M

الحل : 0.25 M تعنى أن اللتر من المحلول يحتوى على 0.25 mol من المذاب .

0.25 mol ← 1 L من المحلول

? mol ← 0.125 L من المحلول

عدد مولات المحلول قبل التخفيف = $0.25 \times 0.125 = 0.03125 \text{ mol}$

حجم المحلول بعد التخفيف = $0.25 + 0.125 = 0.375 \text{ L}$

مولارية المحلول بعد التخفيف = $\frac{0.03125}{0.375} = 0.08 \text{ M}$

(٥) احسب التركيز المولالى للمحلول الناتج من إذابة 53 g من كربونات الصوديوم فى 400 g من الماء .
(Na = 23 , O = 16 , H = 1)

الحل : الكتلية المولية لمركب Na_2CO_3 = $(2 \times 23) + 12 + (3 \times 16) = 106 \text{ g}$

عدد مولات Na_2CO_3 = $\frac{53}{106} = 0.5 \text{ mol}$

التركيز المولالى = $\frac{0.5}{0.4} = 1.25 \text{ m}$

(٦) احسب التركيز المولالى للمحلول الناتج من إذابة 20 g من هيدروكسيد الصوديوم فى 800 g من الماء .
(Na = 23 , O = 16 , H = 1)

الحل : الكتلية المولية من NaOH = $1 + 16 + 23 = 40 \text{ g/mol}$

عدد مولات NaOH = $\frac{20}{40} = 0.5 \text{ mol}$

التركيز المولالى = $\frac{0.5}{0.8} = 0.625 \text{ m}$

(٧) احسب كتلة الجلوكوز $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ اللازم إذابتها فى 563 g من الإيثانول $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ لتحضير محلول تركيزه $2.4 \times 10^{-2} \text{ m}$
(C = 12 , O = 16 , H = 1)

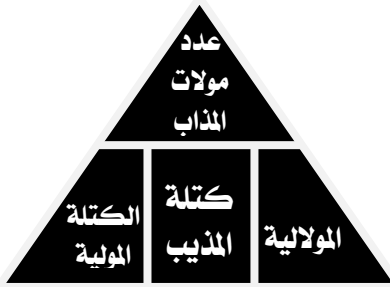
الحل : عدد مولات $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ = $0.563 \times 2.4 \times 10^{-2} = 0.014 \text{ mol}$

الكتلية المولية لمركب $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ = $(6 \times 12) + (12 \times 1) + (6 \times 16) = 180 \text{ g/mol}$

الكتلة = $180 \times 0.014 = 2.52 \text{ g}$

(٨) احسب تركيز المحلول الناتج من خلط 1 g من الإيثانول $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ مع 99 g من الماء H_2O معبراً عنه ب :
النسبة المئوية الكتلية والمولالية .
($\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} = 46 \text{ g/mol}$)

الحل : كتلة المحلول = $99 + 1 = 100 \text{ g}$



$$1\% = 100\% \times \frac{1}{100} = (m/m) \text{ النسبة المئوية}$$

$$0.0217 \text{ mol} = \frac{1}{46} = \text{عدد مولات الإيثانول}$$

$$0.219 \text{ m} = \frac{0.0217}{0.099} = \text{المولالية}$$

م	ما معنى قولنا أن	الإجابة
١	النسبة المئوية الكتلية لمحلول تساوى 20 %	أى أن كتلة المذاب فى 100 g من المحلول تساوى 20 g .
٢	النسبة المئوية لمحلول (V/V) 25 %	أى أن حجم المذاب فى 100 mL من المحلول تساوى 25 mL .
٣	مولارية محلول NaOH تساوى 0.4 M	أى أن عدد مولات NaOH فى اللتر من المحلول تساوى 0.4 mol .
٤	محلول تركيزه 0.3 m	أى أن عدد مولات المذاب فى الكيلو جرام الواحد من المذيب تساوى 0.3 mol .

الخواص الجمعية

مقدمة :

تختلف خواص المحاليل عن خواص المذيبات النقية المكونة لها بعد إذابة مواد غير متطايرة بها تحت نفس الظروف وبعض هذه الخواص تسمى بالخواص المترابطة ، منها :

- (١) الضغط البخارى .
- (٢) درجة الغليان .
- (٣) درجة التجمد .

يعتمد الضغط البخارى على عدد جسيمات المذاب وليس على تركيبه أو خواصه .

(١) الضغط البخارى :

– عند ترك كمية من سائل نقي مثل الماء فى إناء مغلق فإنه :

- (١) يبدأ السائل فى التبخر وتكون سرعة التبخر أكبر من سرعة التكاثف .
- (٢) بمرور الوقت تزداد سرعة التكاثف حتى تتساوى مع سرعة التبخر ويوصف النظام بأنه فى حالة اتزان ديناميكى .
- (٣) يسبب البخار ضغطاً على السائل يعرف بالضغط البخارى .

الضغط البخارى : هو الضغط الذى يؤثر به البخار على سطح السائل عندما يكون البخار فى حالة اتزان ديناميكى مع السائل داخل إناء مغلق عند درجة حرارة وضغط ثابتين .

– يتأثر الضغط البخارى للمذيب النقي عند إذابة مادة غير متطايرة فيه لتكوين محلول :

فى المحلول	فى المذيب النقي
ترتبط جزيئات المذاب بالمذيب مما يقلل من عدد جزيئات المذيب على السطح المعرض للتبخير .	تكون جزيئات السطح المعرضة فيه للتبخير هى جزيئات المذيب فقط .
القوى التى يجب التغلب عليها هى قوى التجاذب بين جزيئات المذيب والمذاب .	القوى التى يجب التغلب عليها هى قوى التجاذب بين جزيئات المذيب وبعضها .
حيث أن : قوى التجاذب بين جزيئات المذيب وبعضها أضعف من قوى التجاذب بين جزيئات المذيب والمذاب . إذا : الضغط البخارى للمذيب النقي أكبر من الضغط البخارى للمحلول عند نفس درجة الحرارة .	

س : علل لما يأتى : الضغط البخارى للمحلول أقل دائماً من الضغط البخار للمذيب النقى المكون له ؟

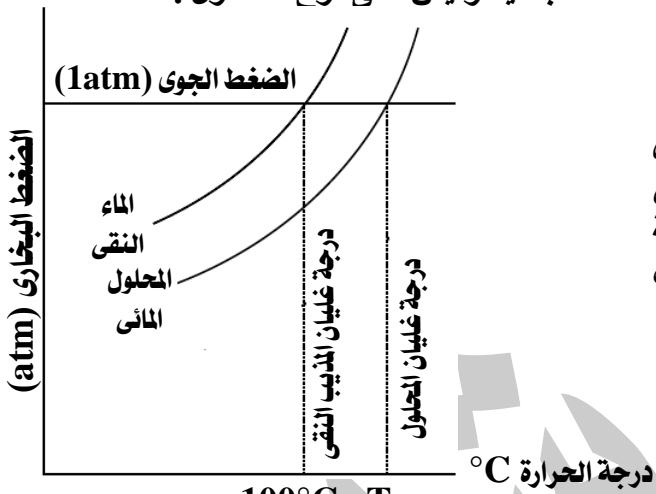
ج : لأن قوى التجاذب بين جزيئات المذيب والمذاب فى المحلول تكون أكبر من قوى التجاذب بين جزيئات المذيب وبعضها وبالتالي يقل عدد جزيئات المذيب المتبخرة من على سطح المحلول .

(٢) درجة الغليان :

- عند رفع درجة حرارة سائل يزداد معدل التبخر فيزداد الضغط البخارى .
- عندما يكون (الضغط البخارى للسائل = الضغط الجوى) يبدأ السائل فى الغليان وتسمى درجة حرارة السائل فى هذه الحالة درجة الغليان الطبيعية .

درجة الغليان الطبيعية : هى درجة الحرارة التى يتساوى عندها الضغط البخارى للسائل مع الضغط الجوى المعتاد .
درجة الغليان المقاسة : هى درجة الحرارة التى يتساوى عندها الضغط البخارى للسائل مع الضغط الواقع عليه .

- درجة غليان المحلول أعلى دائماً من درجة غليان المذيب النقى المكون له .
- تتوقف درجة غليان المحلول على عدد مولات جزيئات أو أيونات المذاب فيه وليس على نوع المحلول .
- تطبيق : من الشكل المقابل :



الماء النقى : يغلى عند 100°C فى الضغط الجوى المعتاد .

عند إذابة مقدار من الملح فى الماء : ترتفع درجة غليانه إلى T₁ لأن جسيمات الملح تقلل جزيئات الماء التى تهرب من سطح السائل فيقل الضغط البخارى ويحتاج الماء إلى طاقة أكبر وبالتالي ترتفع درجة الغليان وهو ما يحدث مع أى مذاب غير متطاير يضاف للمذيب .

عند انخفاض الضغط الواقع على الماء النقى أو أى محلول آخر عن الضغط الجوى المعتاد : تقل درجة الغليان عن درجة الغليان الطبيعية .

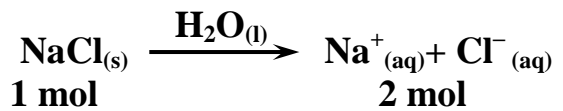
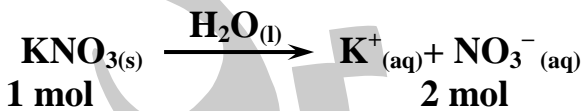
س : علل لما يأتى :

(١) ارتفاع درجة غليان المحلول عن درجة غليان المذيب النقى المكون له ؟

ج : لانخفاض الضغط البخارى للمحلول عن الضغط البخارى للمذيب النقى المكون له وبالتالي يلزم رفع درجة حرارة المحلول حتى يتساوى الضغط البخارى للمحلول مع الضغط الجوى الواقع عليه .

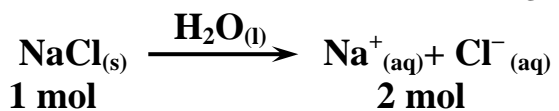
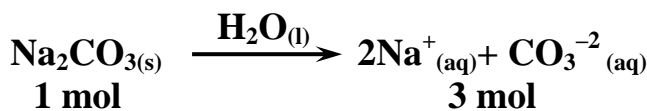
(٢) درجة غليان محلول مائى من كلوريد الصوديوم تساوى درجة غليان محلول مائى من نترات البوتاسيوم له نفس التركيز ؟

ج : لتساوى عدد مولات الأيونات المذابة فى المحلولين .



(٣) ارتفاع درجة غليان محلول مائى من كربونات الصوديوم عن درجة غليان محلول مائى من كلوريد الصوديوم له نفس التركيز

ج : لأن عدد مولات الأيونات المذابة فى محلول Na₂CO₃ أكبر مما فى محلول NaCl ودرجة غليان المحلول تتوقف على عدد مولات الأيونات المذابة فيه .



(٤) يمكن الاستدلال على نقاء السوائل من درجة غليانها ؟

ج : لأن السوائل النقية تتساوى فيها خلال تطابق درجة الغليان المقاسة مع درجة الغليان الطبيعية .

(٣) درجة التجمد :

- درجة تجمد المحلول (عكس درجة الغليان - أقل دائماً من درجة تجمد المذيب النقى المكون له) .
- بزيادة تركيز المحلول يزداد الانخفاض فى درجة التجمد وذلك لزيادة عدد مولات :
- جزيئات المذاب (فى حالة المواد التى لا تتأين فى الماء) .
- أيونات المذاب (فى حالة المواد التى تتأين فى الماء) .
- مدى الانخفاض فى نقطة التجمد :
- يتناسب مع عدد جسيمات المذاب الذائبة فى المذيب .
- لا يعتمد على طبيعة المذاب والمذيب .
- عند إضافة 1 mol من أى مذاب لا يتأين فى الماء مثل سكر الجلوكوز إلى 1 Kg من الماء فإن درجة تجمد المحلول الناتج تصبح -1.86°C .
- المواد التى تتأين فى الماء تحسب درجة تجمد محاليلها من العلاقة :

$$\text{درجة تجمد المحلول الإلكتروليتى} = \text{عدد مولات الأيونات فى المحلول الإلكتروليتى} \times -1.86^{\circ}\text{C}$$

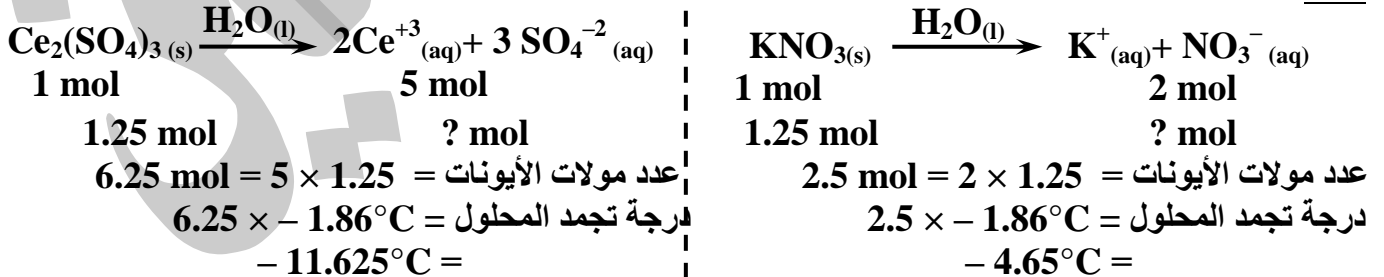
من : علل لما يأتى :

- (١) انخفاض درجة تجمد المحلول عن درجة تجمد المذيب النقى المكون له ؟
ج : لأن قوى التجاذب بين جزيئات المذيب والمذاب تمنع عملية تحول المذيب من الحالة السائلة إلى الحالة الصلبة (البلورات) عند درجة تجمد المذيب النقى ، وبالتالي يلزم خفض درجة حرارة المحلول إلى أقل من درجة تجمد المذيب النقى حتى تنفصل بللورات المذاب عن بللورات المذيب .
- (٢) رش كميات كبيرة من الملح على الطرق فى المناطق الباردة عند تساقط الجليد ؟
ج : لمنع انزلاق السيارات والتقليل من الحوادث حيث أن ذوبان الملح فى ماء المطر يكون محلول درجة تجمده أقل من درجة تجمد الماء النقى فتقل كمية الجليد على الطرق .
- (٣) درجة تجمد محلول مائى من كلوريد الصوديوم تركيزه 1 m (-3.72°C) ضعف درجة تجمد محلول مائى من سكر الجلوكوز (-1.86°C) له نفس التركيز ؟
ج : لأن ذوبان 1 mol من سكر الجلوكوز فى الماء يكون 1 mol من جزيئاته فى المحلول بينما ذوبان 1 mol من NaCl فى الماء يكون 2 mol من الأيونات فى المحلول وهو ما يؤدي إلى مضاعفة درجة التجمد ($2 \times -1.86^{\circ}\text{C} = -3.72^{\circ}\text{C}$) .

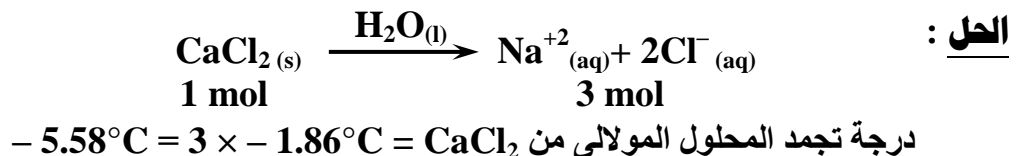
مسائل محلولة :

- (١) احسب درجة تجمد محلول تركيزه 1.25 m من : KNO_3 (أ) $\text{Ce}_2(\text{SO}_4)_3$ (ب) وماذا تستنتج من النتائج التى حصلت عليها ؟

الحل : معنى محلول تركيزه 1.25 m أن كل 1 Kg من المحلول يحتوى على محلول تركيزه 1.25 mol من المذاب .



- (٢) احسب درجة تجمد المحلول الذى يحتوى على 1 mol من كلوريد الكالسيوم CaCl_2 فى 1000 g من الماء .



المعلقات

خواص المعلق :

- (١) مخلوط غير متجانس .
- (٢) يتكون من دقائق قطر كل منها أكبر من 1000 نانو متر .
- (٣) تترسب الدقائق المكونة له فى قاع الإناء إذا ترك بدون رج لفترة زمنية قصيرة .
- (٤) يمكن رؤية الدقائق المكونة له بالعين المجردة أو بالمجهر .
- (٥) يمكن فصل مكوناته بالترشيح ، حيث تحتجز ورقة الترشيح الدقائق المعلقة فى حين ينفذ منها الماء الصافى .

أمثلة :

المعلق : مخلوط غير متجانس قطر الدقائق المكونة له أكبر من 1000 نانو متر ويمكن تمييزها بالعين المجردة

- (١) مخلوط مسحوق الطباشير فى الماء .
- (٢) مخلوط حبيبات الرمل فى الماء .

الغرويات

خواص الغروى :

- (١) مخلوط غير متجانس (متجانس ظاهرياً) .
- (٢) يتكون من دقائق تتراوح أقطارها ما بين (1 : 1000 nm) .
- (٣) لا تترسب الدقائق المكونة له فى قاع الإناء إذا ترك بدون رج لفترة زمنية .
- (٤) يمكن رؤية الدقائق المكونة له بالمجهر فقط .
- (٥) لا يمكن فصل مكوناته بالترشيح .
- (٥) يشتت الضوء الساقط عليه (ظاهرة تندال) .
- (٦) يختلف شكله باختلاف تركيزه فعند :
 - زيادة تركيزه : يأخذ شكل الحليب أو السحب .
 - تخفيفه تخفيفاً شديداً : يبدو رائق (صافى) .

الغروى : مخلوط غير متجانس قطر الدقائق المكونة له تتراوح ما بين (1 : 1000 nm) ويمكن تمييزها بالمجهر فقط .

الأنظمة الغروية

يتكون النظام الغروى من :

- (١) **الصف المنتشر :** هو المادة التى تكون الدقائق الغروية (يقابل المذاب فى المحلول) .
- (٢) **وسط الانتشار :** هو الوسط الذى توجد فيه الدقائق الغروية بوسط الانتشار (يقابل المذيب فى المحلول) .

الاستخدامات الحياتية للغرويات	النظام	
	وسط الانتشار	الصف المنتشر
الكريمة – زلال البيض المخفوق .	سائل	غاز
حلوى الهلام المصنوعة من السكر (غزل البنات) .	صلب	
ضباب الأيروسولات .	غاز	سائل
مستحلب الزيت والخل – المايونيز .	سائل	
جيل الشعر .	صلب	
الغبار أو التراب فى الهواء .	غاز	صلب
الدهانات – الدم – النشا فى الماء الدافئ .	سائل	

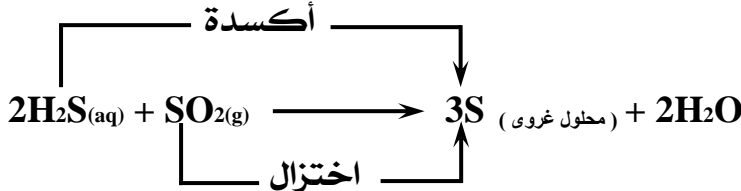
طرق تحضير الغرويات

(١) طريقة الانتشار:

- يتم فيها تفتيت الدقائق كبيرة الحجم إلى دقائق بحجم دقائق الغرويات ثم تضاف إلى وسط الانتشار مع التقليب .
– مثال : تقليب النشا فى الماء الساخن .

(٢) طريقة التكثيف:

- يتم فيها تجميع الدقائق صغيرة الحجم إلى دقائق بحجم دقائق الغرويات وذلك عن طريق بعض العمليات مثل :
- التحلل المائى .
 - الأكسدة و الاختزال .



م	علل لما يأتى	الإجابة
١	النظام الغروى حالة وسط بين المحلول والمعلق	لأن أقطار الدقائق المكونة للغروى أكبر من أقطار الدقائق المكونة للمحلول وأصغر من أقطار الدقائق المكونة للمعلق .
٢	يمكن التمييز بين المحلول والغروى باستخدام الضوء	لأن المحلول ينفذ الضوء الساقط عليه لصغر أقطار الدقائق المكونة له بينما الغروى يشتتته للكبر النسبى لدقائقه .
٣	لا يوجد نظام غروى غاز فى غاز	لأن الغازات تمتزج ببعضها مكونة مخاليط متجانسة والغروى خليط غير متجانس .
٤	يذوب سكر المائدة فى الماء مكوناً محلول متجانس	لأن أقطار الدقائق المكونة لسكر المائدة تكون أقل من 1 nm .
٥	ينتشر مسحوق اللبن المجفف فى الماء مكوناً غروى غير متجانس	لأن أقطار الدقائق المكونة لمسحوق اللبن المجفف تتراوح ما بين (1 : 1000 nm) .
٦	ينتج عن تقليب مسحوق الطباشير فى الماء نظام معلق	لأن أقطار الدقائق المكونة لمسحوق الطباشير تكون أكبر من 1000 nm .
٧	ترسب دقائق المعلق عند تركه لفترة قصيرة	بسبب كبر حجم الدقائق المكونة له والتي تكون أكبر من 1000 nm .
٨	عند تقليب النشا فى الماء الساخن يتكون غروى بطريقة الانتشار	لتفتيت دقائق النشا كبيرة الحجم إلى دقائق أصغر تنتشر فى الماء .
٩	عند تفاعل كبريتيد الهيدروجين مع ثانى أكسيد الكبريت يتكون غروى بطريقة التكثيف	لتجمع ذرات الكبريت فى الماء بحجم دقائق الغرويات .

م	ماذا يحدث عند	الإجابة
١	إضافة ملعقة من السكر إلى كأس به ماء مع التقليب	يختفى السكر فى الماء مكوناً محلول .
٢	وضع طرفى دائرة كهربية يتصل بها مصباح فى محلول كوريد الصوديوم	يضىء المصباح بشدة، لأن محلول كلوريد الصوديوم إلكترولى قوى .
٣	تسليط ضوء ليزر على محلول شفاف	ينفذ الضوء خلال المحلول ، دون تشتت.

٤	إضافة ملعقة من ملح الطعام إلى محلول مشبع منه مع التقليب ورفع درجة الحرارة	يذوب الملح فى الماء مكونا محلول فوق مشبع .
٥	ذوبان كمية من غاز كلوريد الهيدروجين فى الماء	يتكون إلكتروليت قوى من محلول حمض الهيدروكلوريك .
٦	وضع بللورة صغيرة من كبريتات النحاس فى محلول فوق مشبع من كبريتات النحاس فى الماء	تتجمع جزيئات المذاب الزائدة حول البللورة الصغيرة على هيئة بللورات ويتكون محلول مشبع .
٧	اصطدام جزيئات الماء القطبية ببللورة من كلوريد الصوديوم	تجذب جزيئات الماء القطبية أيونات Na^+ ، Cl^- نحوها فتتفصل هذه الأيونات مبتعدة عن البللورة وتحاط بجزيئات الماء ، ثم تنتشر بشكل منتظم مكونة محلول .
٨	تبريد محلول فوق مشبع	تترسب جزيئات المذاب الزائدة عن حالة التشبع ويتكون محلول مشبع .
٩	إذابة مادة غير متطايرة فى مذيب نقي بالنسبة للضغط البخارى	يصبح الضغط البخارى للمحلول الناتج أقل من الضغط البخارى للمذيب النقي .
١٠	رفع درجة حرارة سائل فى إناء مغلق بالنسبة للضغط البخارى	يزداد الضغط البخارى للسائل .
١١	زيادة عدد مولات أيونات المذاب فى محلول بالنسبة لدرجة الغليان ودرجة التجمد	ترتفع درجة غليان المحلول ، بينما تنخفض درجة تجمده .
١٢	ترشيح كمية من معلق مائى باستخدام ورقة ترشيح .	تحتجز ورقة الترشيح الدقائق المعلقة ، بينما ينفذ الماء من خلالها .
١٣	تقليب ملعقة من مسحوق النشا فى ماء دافئ	يتكون غروى غير متجانس .

أوجه المقارنة	المحلول	الغروى	المعلق
التجانس	مخلوط متجانس	مخلوط غير متجانس	مخلوط غير متجانس
حجم الدقائق المكونة له	أقل من 1 nm	تتراوح بين (1 : 1000nm)	أكبر من 1000 nm
تمييز الدقائق	لا يمكن تمييز الدقائق المكونة له بالعين المجردة أو بالمجهر	يمكن تمييز الدقائق المكونة له بالمجهر فقط	يمكن تمييز الدقائق المكونة له بالعين المجردة
نفاذية الضوء	ينفذ الضوء الساقط عليه	يشتمل الضوء الساقط عليه	يشتمل الضوء الساقط عليه
ترسب الدقائق بعد الرج	لا تترسب	لا تترسب	تترسب
فصل الدقائق بالترشيح	لا يمكن فصلها	لا يمكن فصلها	يمكن فصلها
أمثلة	<ul style="list-style-type: none"> • ملح الطعام فى الماء . • سكر المائدة فى الماء . • كلوريد الكوبلت II فى الماء 	<ul style="list-style-type: none"> • الأيروسولات . • جل الشعر . • الدم . • اللبن . • مستحلب المايونيز . 	<ul style="list-style-type: none"> • ملح الطعام فى الكيروسين . • سكر المائدة فى الكيروسين . • كلوريد الكوبلت II فى الكيروسين . • الزيت مع الماء . • مسحوق الطباشير فى الماء • حبيبات الرمل فى الماء .

الباب الثالث : المحاليل - الأحماض والقواعد ٢

مقدمة :

- تمثل الأحماض والقواعد جزءاً كبيراً من حياة الانسان ، فمثلا الخل الذي يستخدم في بعض الأطعمة وعمليات التنظيف هو محلول حمضى تم اكتشافه قديماً .
- تدخل الاحماض الآن فى كثير من الصناعات الكيميائية مثل الأسمدة والمتفجرات والأدوية والبلاستيك وبطاريات السيارات .
- القواعد لها العديد من الاستخدامات فى المنزل والصناعات الكيميائية مثل الصابون ، والمنظفات الصناعية والأدوية والأصباغ .
- الجدول التالى يوضح بعض المنتجات الطبيعية والصناعية والأحماض او القواعد الداخلة فى تركيبها وتحضيرها :

المنتج	الأحماض الداخلة فى تركيبها	المنتج	القواعد الداخلة فى تركيبها
النباتات الحامضية مثل (الليمون ، البرتقال ، الطماطم)	• حمض الستريك • حمض الاسكوربيك	الصابون	• هيدروكسيد الصوديوم
منتجات الألبان مثل (الجبن ، الزبادى)	• حمض اللاكتيك	صودا الخبز	• بيكربونات الصوديوم
المشروبات الغازية	• حمض الكربونيك • حمض الفوسفوريك	صودا الغسيل	• كربونات الصوديوم المتهدرته

الصفات المشتركة للأحماض

- (١) ذات طعم لاذع .
 - (٢) تغير لون صبغة عباد شمس إلى اللون الأحمر ، أى تحمر صبغة عباد الشمس البنفسجية وورقة دوار الشمس الزرقاء المبللة بالماء .
 - (٣) تتفاعل مع القواعد مكونة ملح وماء .
- أمثلة :

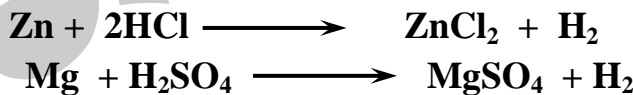


بعض الخواص الكيميائية للأحماض

- (١) التفاعل مع الفلزات النشطة :

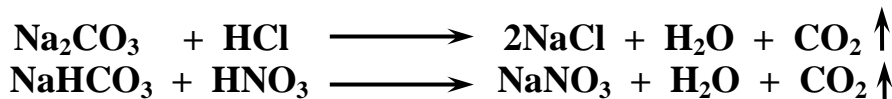
يتكون ملح الحمض ويتصاعد غاز الهيدروجين الذى يشتعل بفرقة عند تقريب شظية مشتعلة إليه .

أمثلة :



- (٢) التفاعل مع أملاح الكربونات والبيكربونات :

يتكون ملح الحمض وماء ينطلق غاز ثانى أكسيد الكربون الذى يحدث فوران ويعكر ماء الجير الرائق عند إمراره لفترة قصيرة .



الصفات المشتركة للقواعد

- (١) ذات طعم قابض (مر) وملمس صابونى (ناعم) .
 (٢) تغير لون صبغة عباد الشمس إلى الأزرق ، أى تترك صبغة عباد الشمس البنفسجية وورقة دوار الشمس الحمراء المبللة بالماء .
 (٣) تتفاعل مع الأحماض مكونة ملح وماء .

نظريات تعريف الأحماض والقواعد

(١) نظرية أرهينوس ١٨٨٤ م

- لاحظ أرهينوس أن المحاليل المائية للأحماض والقواعد توصل التيار الكهربى فاستنتج من ذلك أنها تتأين فى الماء .
 – أمثلة توضيحية :

ذوبان هيدروكسيد الصوديوم فى الماء	ذوبان كلوريد الهيدروجين فى الماء
عند ذوبان هيدروكسيد الصوديوم فى الماء يتأين إلى : • أيونات الصوديوم الموجبة (Na ⁺) . • أيونات الهيدروكسيد السالبة (OH ⁻) .	عند ذوبان كلوريد الهيدروجين فى الماء يتأين إلى : • أيونات الهيدروجين الموجبة (H ⁺) . • أيونات الكلوريد السالبة (Cl ⁻) .
$\text{NaOH}_{(s)} \xrightarrow{\text{H}_2\text{O}_{(l)}} \text{Na}^+_{(aq)} + \text{OH}^-_{(aq)}$	$\text{HCl}_{(g)} \xrightarrow{\text{H}_2\text{O}_{(l)}} \text{H}^+_{(aq)} + \text{Cl}^-_{(aq)}$

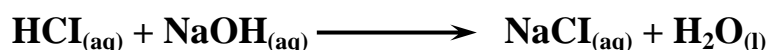
– وبصفة عامة :

ذوبان القاعدة فى الماء	ذوبان الحمض فى الماء
ينتج عنه : • أيونات هيدروكسيد سالبة (OH ⁻) . • أيونات موجبة تختلف باختلاف نوع القاعدة .	ينتج عنه : • أيونات هيدروجين موجبة (H ⁺) . • أيونات سالبة تختلف باختلاف نوع الحمض .
$\text{KOH}_{(aq)} \xrightarrow{\text{H}_2\text{O}_{(l)}} \text{K}^+_{(aq)} + \text{HO}^-_{(aq)}$ $\text{Ba}(\text{OH})_{2(aq)} \xrightarrow{\text{H}_2\text{O}_{(l)}} \text{Ba}^{+2}_{(aq)} + 2\text{OH}^-_{(aq)}$	$\text{H}_2\text{SO}_{4(aq)} \xrightarrow{\text{H}_2\text{O}_{(l)}} \text{H}^+_{(aq)} + \text{HSO}_4^-_{(aq)}$ $\text{HClO}_{4(aq)} \xrightarrow{\text{H}_2\text{O}_{(l)}} \text{H}^+_{(aq)} + \text{ClO}_4^-_{(aq)}$

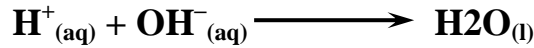
قاعدة أرهينوس	حمض أرهينوس
هى المادة التى تتفكك فى الماء وتعطى أيوناً أو أكثر من أيونات الهيدروكسيد OH ⁻ .	هو المادة التى تتفكك فى الماء وتعطى أيوناً أو أكثر من أيونات الهيدروجين H ⁺ .
لا بد أن تحتوى على مصدر لأيونات الهيدروكسيد OH ⁻ .	لا بد أن يحتوى على مصدر لأيونات الهيدروجين H ⁺ .
تعمل على زيادة تركيز أيونات الهيدروكسيد OH ⁻ فى المحاليل المائية .	يعمل على زيادة تركيز أيونات الهيدروجين H ⁺ فى المحاليل المائية .

– تفسير نظرية أرهينوس لتفاعل التعادل :

- تفاعل التعادل هو تفاعل الأحماض مع القواعد لتكوين مركب أيونى وماء .
 • عند تفاعل حمض الهيدروكلوريك مع هيدروكسيد الصوديوم يتكون ملح كلوريد الصوديوم والماء .



• فى ضوء نظرية أرهينوس المعادلة الأيونية المعبرة عن هذا التفاعل هى :



وبالتالى يكون الماء ناتجاً أساسياً عند تعادل الحمض مع القاعدة .

م	علل لما يأتى	الإجابة
١	يعتبر HNO_3 حمض أرهينوس	لأنه يذوب فى الماء ويعطى أيونات الهيدروجين الموجبة .
٢	يعتبر $\text{Mg}(\text{OH})_2$ قاعدة أرهينوس	لأنه يذوب فى الماء ويعطى أيونات الهيدروكسيد السالبة .
٣	قصور نظرية أرهينوس	لأنها لم تستطع تفسير حامضية بعض المركبات التى لا تحتوى على أيون H^+ فى تركيبها مثل CO_2 ، ولا قاعدية بعض المركبات التى لا تحتوى على أيون OH^- فى تركيبها مثل NH_3 .

(٢) نظرية برونشتد – لورى ١٩٢٣ م

حمض برونشتد – لورى : هو المادة

التي تمنح بروتوناً H^+ لمادة أخرى .

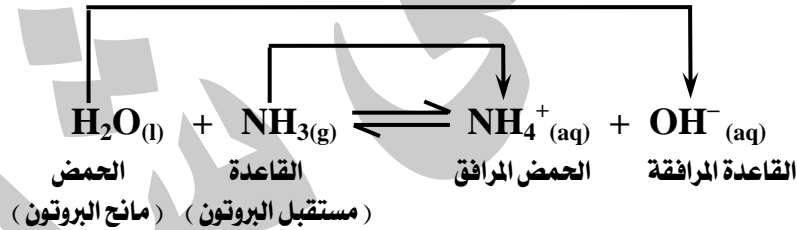
قاعدة برونشتد – لورى : هى المادة التي

تستقبل بروتوناً H^+ من مادة أخرى .

فى عام ١٩٢٣ م وضع الدنماركى جونز برونشتد والإنجليزى توماس لورى نظريتهما عن الحمض والقاعدة حيث استطاعا تفسير حامضية وقاعدية المواد التي فشل أرهينوس فى تفسيرها .

أمثلة توضيحية :

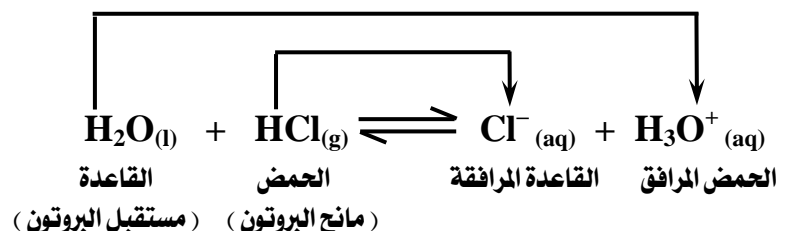
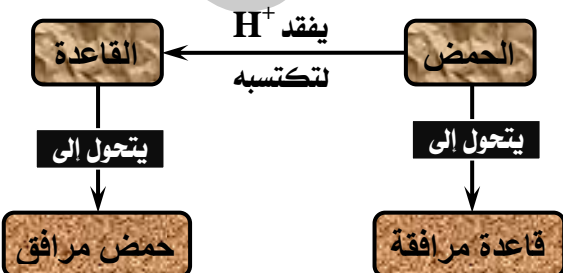
(١) ذوبان النشادر فى الماء :



عند ذوبان النشادر فى الماء يعتبر :

النشادر NH_3 قاعدة	الماء H_2O حمضاً
لأنه يستقبل بروتوناً H^+ من جزئ الماء .	لأنه منح بروتوناً H^+ لجزئ النشادر .
يطلق على أيون NH_4^+ الناتج بعد عملية اكتساب القاعدة للبروتون اسم الحمض المرافق .	يطلق على أيون OH^- الذى يتبقى من الحمض بعد عملية فقد البروتون اسم القاعدة المرافقة .
الحمض المرافق : هو المادة الناتجة عن اكتساب القاعدة بروتوناً H^+ .	القاعدة المرافقة : هى المادة الناتجة بعدما يفقد الحمض بروتوناً H^+ .

(٢) ذوبان غاز كلوريد الهيدروجين فى الماء :



م	علل لما يأتى	الإجابة
١	تبعاً لنظرية برونشتد - لورى يعتبر الماء حمضاً فى تفاعل ذوبان غاز النشادر ويعتبر قاعدة فى تفاعل ذوبان غاز كلوريد الهيدروجين	لأنه فى تفاعل ذوبان غاز النشادر يكون الماء هو مانح البروتون بينما فى تفاعل ذوبان غاز كلوريد الهيدروجين يكون الماء هو مستقبل البروتون .
٢	يعتبر النشادر قاعدة رغم عدم احتوائه على مجموعة هيدروكسيد OH ⁻ فى تركيبه	لأنه تبعاً لنظرية برونشتد - لورى يستقبل بروتوناً من مادة أخرى أثناء تفاعله معها .

(٣) نظرية لويس ١٩٢٣ م

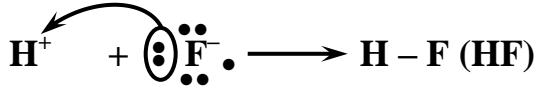
حمض لويس : هو المادة التى تستقبل زوجاً أو أكثر من الإلكترونات الحرة من مادة أخرى .

قاعدة لويس : هى المادة التى تمنح زوجاً أو أكثر من الإلكترونات الحرة لمادة أخرى .

وضع العالم لويس نظرية أكثر شمولاً لتعريف كل من الحمض والقاعدة تعتمد على المشاركة بزوج من الإلكترونات الحرة بدلاً من انتقال البروتونات .

أمثلة توضيحية :

(١) تفاعل تكوين غاز فلوريد الهيدروجين :



اعتبر لويس أن :

أيون (F⁻) قاعدة : لأنه يمنح زوج من الإلكترونات الحرة لأيون الهيدروجين (H⁺) .

أيون (H⁺) حمض : لأنه يستقبل زوج من الإلكترونات الحرة من أيون الفلوريد (F⁻) .

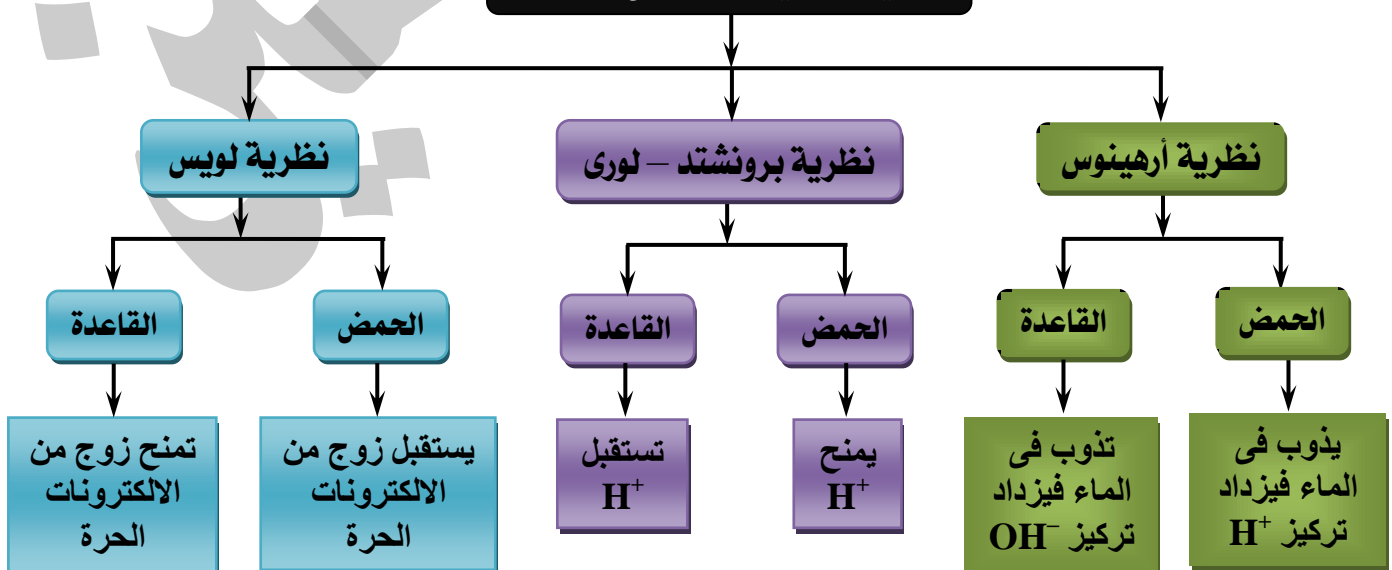
(٢) ذوبان غاز النشادر فى الماء :



يعتبر غاز النشادر قاعدة : لأنه يمنح زوج من الإلكترونات الحرة للماء .

يعتبر الماء حمضاً : لأنه يستقبل زوج من الإلكترونات الحرة من النشادر .

نظريات تعريف الأحماض والقواعد



تصنيف الأحماض

يمكن تصنيف الأحماض تبعاً لـ (درجة تأينها – مصدرها – عدد قاعدتها) .

(١) تصنيف الأحماض تبعاً لدرجة تأينها (قوتها) :

أحماض ضعيفة	أحماض قوية
أحماض غير تامة التأين فى الماء .	أحماض تامة التأين فى الماء .
يتأين جزء ضئيل من جزيئاتها فى الماء إلى أيونات .	تتأين جميع جزيئاتها فى الماء إلى أيونات .
محلولها رديء التوصيل للكهرباء .	محلولها جيد التوصيل للكهرباء .
تعتبر من الإلكتروليتات الضعيفة .	تعتبر من الإلكتروليتات القوية .
أمثلة :	أمثلة :
<ul style="list-style-type: none"> • حمض الأسيتيك CH_3COOH • حمض اللاكتيك $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_3$ • حمض الكربونيك H_2CO_3 • حمض الفوسفوريك H_3PO_4 • حمض السيترىك $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7$ • حمض الأكساليك $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 	<ul style="list-style-type: none"> • حمض الهيدروكلوريك HCl • حمض النيتريك HNO_3 • حمض الهيدروبروميك HBr • حمض البيروكلوريك HClO_4 • حمض الكبريتيك H_2SO_4
يتأين حمض الأسيتك فى الماء تبعاً للمعادلة الكيميائية :	
$\text{CH}_3\text{COOH}_{(\text{aq})} + \text{H}_2\text{O}_{(\text{l})} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{COO}^{-}_{(\text{aq})} + \text{H}_3\text{O}^{+}_{(\text{aq})}$	
لا توجد علاقة بين قوة الحمض وعدد ذرات الهيدروجين الداخلة فى تركيبه فحمض الفوسفوريك H_3PO_4 أضعف من حمض النيتريك HNO_3 رغم أن تركيبه يحتوى على عدد أكبر من ذرات الهيدروجين .	

(٢) تصنيف الأحماض تبعاً لمصدرها :

أحماض معدنية	أحماض عضوية
أحماض ليست من أصل عضوى ويدخل فى تركيبها عناصر لافلزنية غالباً مثل الكلور والكبريت والنيتروجين والفوسفور	أحماض ذات أصل عضوى (نباتى أو حيوانى) حيث تستخلص من أجسام الكائنات الحية .
بعضها أحماض قوية وبعضها أحماض ضعيفة .	جميعها أحماض ضعيفة .
أمثلة :	أمثلة :
<ul style="list-style-type: none"> • حمض الكربونيك H_2CO_3 (فى المياه الغازية) . • حمض الهيدروكلوريك HCl • حمض الفوسفوريك H_3PO_4 • حمض البيروكلوريك HClO_4 • حمض الكبريتيك H_2SO_4 • حمض النيتريك HNO_3 	<ul style="list-style-type: none"> • حمض اللاكتيك $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_3$ (فى اللبن المتخثر) • حمض السيترىك $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7$ (فى الموالح) • حمض الفورميك CH_2O_2 • حمض الأسيتك CH_3COOH (الخل) • حمض الأكساليك $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$



الأستاذ

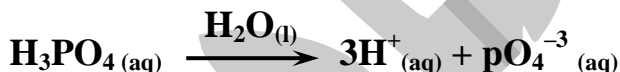
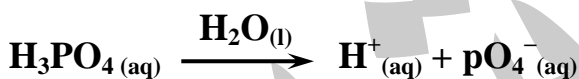
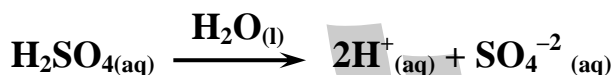
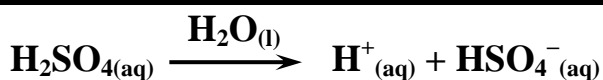
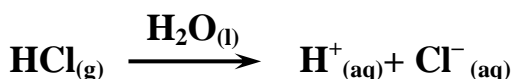
فى الكيمياء



(٣) تصنيف الأحماض تبعاً لعدد قاعديتها :

- قاعدية الحمض : هى عدد أيونات الهيدروجين (H^+) التى يفقدها جزئ الحمض عند ذوبانه فى الماء .
- تصنف الأحماض تبعاً لقاعدية القاعدية إلى :

أحماض أحادية القاعدية (أحادية البروتون)	أحماض ثنائية القاعدية (ثنائية البروتون)	أحماض ثلاثية القاعدية (ثلاثية البروتون)
أحماض يفقد كل جزئ منها عند ذوبانه فى الماء بروتوناً واحداً	أحماض يفقد كل جزئ منها عند ذوبانه فى الماء بروتوناً واحداً أو اثنين	أحماض يفقد كل جزئ منها عند ذوبانه فى الماء بروتوناً أو اثنين أو ثلاثة .
<ul style="list-style-type: none"> حمض الفورميك $COOH$ حمض الأسيتيك CH_3COOH حمض النيتريك HNO_3 حمض الهيدروكلوريك HCl 	<ul style="list-style-type: none"> حمض الأكساليك $H_2C_2O_4$ $COOH$ $COOH$ حمض الكبريتيك H_2SO_4 حمض الكربونيك H_2CO_3 	<ul style="list-style-type: none"> حمض السيتريك $C_6H_8O_7$ $H_2C - COOH$ $HO - C - COOH$ $H_2C - COOH$ حمض الفوسفوريك H_3PO_4



م	علل لما يأتى	الإجابة
١	الحمض القوى من الإلكتروليتات القوية	لأن جميع جزيئاته تتأين فى الماء .
٢	الحمض الضعيف من الإلكتروليتات الضعيفة	لأنه يتأين جزء ضئيل من جزيئاته فى الماء .
٣	حمض الهيدروكلوريك حمض قوى	لأنه تام التأين فى الماء .
٤	حمض الأسيتيك حمض ضعيف	لأنه غير تام التأين فى الماء .
٥	حمض النيتريك موصل جيد للتيار الكهربى	لأنه حمض قوى تام التأين فى الماء .
٦	يختلف حمض الهيدروكلوريك عن حمض الكبريتيك فى عدد القاعدية ويتفق معه فى القوة	لأن حمض الهيدروكلوريك أحادى القاعدية بينما حمض الكبريتيك ثنائى القاعدية فى حين أن كلاهما حمض قوى تام التأين فى الماء .
٧	يتفق حمض السيتريك مع حمض الفوسفوريك فى عدد القاعدية ويختلف عنه فى طبيعة المنشأ	لأن كلاهما ثلاثى القاعدية فى حين أن حمض السيتريك حمض عضوى بينما حمض الفوسفوريك حمض معدنى .

٨	حمض الهيدروكلوريك حمض أحادى القاعدية	لأنه الجزئ منه يفقد عند ذوبانه فى الماء بروتوناً واحداً
٩	حمض الكبريتيك حمض ثنائى القاعدية	لأنه الجزئ منه يفقد عند ذوبانه فى الماء بروتوناً واحداً أو اثنين .
١٠	حمض الفوسفوريك حمض ثلاثى القاعدية	لأنه الجزئ منه يفقد عند ذوبانه فى الماء بروتوناً أو اثنين أو ثلاثة .

تصنيف القواعد

يمكن تصنيف القواعد تبعاً لـ (درجة تأينها – تركيبها الجزيئى) .

(١) تصنيف القواعد تبعاً لدرجة تأينها (قوتها) :

قواعد قوية	قواعد ضعيفة
قواعد تامة التأين فى الماء .	قواعد غير تامة التأين فى الماء .
تتأين جميع جزيئاتها فى الماء إلى أيونات .	يتأين جزء ضئيل من جزيئاتها فى الماء إلى أيونات .
محلولها جيد التوصيل للكهرباء .	محلولها ردى التوصيل للكهرباء .
تعتبر من الإلكتروليتات القوية .	تعتبر من الإلكتروليتات الضعيفة .
أمثلة : • هيدروكسيد البوتاسيوم KOH • هيدروكسيد الصوديوم NaOH • هيدروكسيد الباريوم Ba(OH) ₂	أمثلة : • هيدروكسيد الأمونيوم NH ₄ OH

(٢) تصنيف القواعد تبعاً لتركيبها الجزيئى :

– تتفاعل بعض المواد مع الأحماض مكونة ملح وماء ، لذا تعتبر هذه المواد قواعد
– يمكن تقسيم القواعد إلى :

أكاسيد فلزات	أكسيد الكالسيوم	CaO	أكسيد الماغنسيوم	MgO
هيدروكسيدات فلزات	أكسيد الصوديوم	Na ₂ O	أكسيد البوتاسيوم	K ₂ O
كربونات فلزات	أكسيد الحديد	FeO	أكسيد الرصاص	PbO
بيكربونات فلزات	هيدروكسيد الصوديوم	NaOH	هيدروكسيد البوتاسيوم	KOH
	هيدروكسيد الماغنسيوم	Mg(OH) ₂	هيدروكسيد الباريوم	Ba(OH) ₂
	هيدروكسيد الكالسيوم	Ca(OH) ₂		
	كربونات الصوديوم	Na ₂ CO ₃	كربونات البوتاسيوم	K ₂ CO ₃
	بيكربونات الصوديوم	NaHCO ₃	بيكربونات البوتاسيوم	KHCO ₃

ملاحظات هامة :

القلويات : هى قواعد تذوب فى الماء وتعطى أيونات الهيدروكسيد السالبة OH⁻ .

- هناك قواعد تذوب فى الماء وقواعد أخرى لا تذوب فيه .
- تعرف القواعد التى تذوب فى الماء بالقلويات .
- القلويات جزء من القواعد .
- كل القلويات قواعد وليس كل القواعد قلويات .

م	علل لما يأتى	الإجابة
١	المحاليل المائية للأحماض والقواعد توصل التيار الكهربى	لأنها تتأين فى الماء .
٢	تعتبر كربونات الصوديوم من القواعد	لأنها تتفاعل مع الأحماض مكونة ملح وماء .
٣	لا تعتبر كل القواعد قلويات	لأن هناك قواعد لا تذوب فى الماء .

الكشف عن الأحماض والقواعد

- تصنف المحاليل المائية إلى محاليل (حامضية – قلوية – متعادلة) .
– للتمييز بين المحاليل المائية نستخدم (الأدلة أو الكواشف – مقياس الرقم الهيدروجين PH)

(١) الأدلة (الكواشف) :

- هى أحماض أو قواعد ضعيفة يتغير لونها بتغير نوع المحلول
– تستخدم فى :
• التعرف على نوع المحلول .
• تحديد نقطة التعادل فى عمليات المعايرة بين الأحماض والقواعد .
– أمثلة لبعض الأدلة المستخدمة وألوانها فى الأوساط المختلفة :

الدليل	الميثيل البرتقالى	أزرق بروموثيمول	الفينولفثالين	صبغة دوار الشمس
الحامضى PH<7	أحمر	أصفر	عديم اللون	أحمر
المتعادل PH=7	برتقالى	أخضر	عديم اللون	بنفسجى
القاعدى PH>7	أصفر	أزرق	أحمر وردي	أزرق

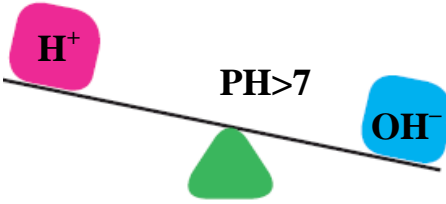
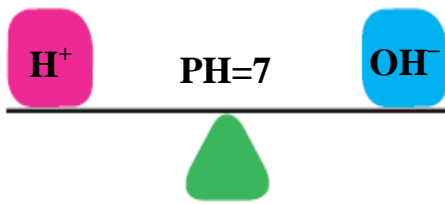
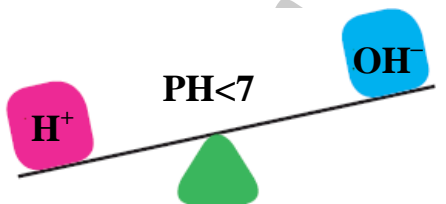
معلومة إثرائية :

- لدغة النمل والنحل : حمضية التأثير ويمكن علاجها باستخدام محلول بيكربونات الصوديوم .
– لدغة الدبور وقنديل البحر : قلوية التأثير ويمكن علاجها باستخدام الخل .

م	علل لما يأتى	الإجابة
١	تغير لون الدليل تبعاً لنوع المحلول	لأن لون الدليل غير المتأين يختلف عند تأينه فى المحاليل المختلفة
٢	لا يستخدم دليل الفينولفثالين فى التمييز بين الوسط الحامضى والوسط المتعادل	لأنه يكون عديم اللون فى الوسطين .

(٢) الرقم الهيدروجينى PH :

- هو أسلوب للتعبير عن درجة الحموضة أو القاعدية للمحاليل بقيم تتراوح بين 0 : 14 .
– يقدر بـ (جهاز قياس PH – شريط PH الورقى)
– تعتمد قيمته على تركيز أيون الهيدروجين الموجب H^+ وأيون الهيدروكسيد السالب OH^- .

المحلول القاعدى	المحلول المتعادل	المحلول الحامضى
يكون تركيز $\text{OH}^- > \text{H}^+$	يكون تركيز $\text{OH}^- = \text{H}^+$	يكون تركيز $\text{OH}^- < \text{H}^+$
قيمة PH أكبر من 7	قيمة PH تساوى 7	قيمة PH أقل من 7
مثل : بياض البيض وصودا الخبز والمنظفات	مثل : الماء	مثل : الخل وعصير الليمون وعصير الطماطم
		
تزداد قوته كلما اقتربت قيمة PH له من 14 .		تزداد قوته كلما اقتربت قيمة PH له من الصفر .

حمض قوى

حمض ضعيف

متعادل

قاعدة ضعيفة

قاعدة قوية

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14

الأملاح

- توجد الأملاح (بكثرة فى القشرة الأرضية- ذائبة أو مترسبة فى ماء البحر) .
- يتكون أى ملح من اتحاد شقين :
 - شق موجب (الكاتيون) : مصدره قاعدة (الشق القاعدى M^+) .
 - شق سالب (الأنيون) : مصدره حمض (الشق الحامضى X^-) .
- أمثلة : عند تفاعل هيدروكسيد البوتاسيوم مع حمض النيتريك ، يتكون ملح نترات البوتاسيوم يتكون ملح نترات البوتاسيوم :

$$\text{K}^+\text{OH}^-_{(\text{aq})} + \text{H}^+\text{NO}_3^-_{(\text{aq})} \longrightarrow \text{K}^+\text{NO}_3^-_{(\text{aq})} + \text{H}_2\text{O}_{(\text{l})}$$

قواعد صيغ الأملاح وتسميتها

- (1) ينطق اسم الشق الحامضى أولاً ثم يليه اسم الشق القاعدى سواء كان ملح الحمض معدنى أو عضوى .
أمثلة : نترات البوتاسيوم $\text{K}^+ \text{NO}_3^-$ ، أسيتات بوتاسيوم $\text{K}^+ \text{CH}_3\text{COO}^-$
- (2) الأملاح المعدنية يكتب شقها القاعدى أولاً ، ثم يليه الشق الحامضى .
مثال : نترات البوتاسيوم $\text{K}^+ \text{NO}_3^-$.
- (3) الأملاح العضوية يكتب شقها الحامضى أولاً ، ثم يليه الشق القاعدى .
مثال : أسيتات بوتاسيوم $\text{K}^+ \text{CH}_3\text{COO}^-$.
- (4) الملح الذى يحتوى شقه الحامضى على هيدروجين مثل $\text{Na}^+ \text{HSO}_4^-$ يسمى بإحدى طريقتين :
 - يسبق اسمه بالمقطع (بي Bi) فيكون اسمه بيكبريتات الصوديوم .
 - يتبع اسمه بكلمة (هيدروجينية) فيكون اسمه كبريتات صوديوم هيدروجينية .
- (5) الملح الذى يشتق فيه الكاتيون من فلز له أكثر من تكافؤ يضاف إلى اسم الملح تكافؤ الكاتيون بالأرقام اليونانية .
أمثلة : كبريتات الحديد II FeSO_4 ، كبريتات الحديد III $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$
- (6) تتوقف الصيغة الكيميائية للملح على :
 - الحمض الذى اشتق منه الأنيون .
 - تكافؤ كل من الأنيون والكاتيون المكونين للملح .



أملاح	الحمض	الأنيون	الكاتيون	الملح
النترات	حمض النيتريك HNO_3	النترات NO_3^-	K^+	نترات بوتاسيوم
			Pb^{+2}	نترات رصاص II
			Fe^{+3}	نترات حديد III
الكلوريدات	حمض الهيدروكلوريك HCl	الكلوريد Cl^-	Na^+	كلوريد صوديوم
			Mg^{+2}	كلوريد ماغنسيوم
			Al^{+3}	كلوريد ألومنيوم
الأسيتات	حمض الأسيتيك CH_3COOH	الأسيتات CH_3COO^-	K^+	أسيتات بوتاسيوم
			Cu^{+2}	أسيتات نحاس II
			Fe^{+3}	أسيتات حديد III
الكبريتات	حمض الكبريتيك H_2SO_4	الكبريتات SO_4^{2-}	Na^+	كبريتات صوديوم
			Cu^{+2}	كبريتات نحاس
			Na^+	بيكربيتات صوديوم
البيكربيتات	H_2SO_4	البيكربيتات HSO_4^-	Al^{+3}	بيكربونات ألومنيوم
			Na^+	كربونات صوديوم
			Ca^{+2}	كربونات كالسيوم
الكربونات	حمض الكربونيك H_2CO_3	كربونات CO_3^{2-}	Na^+	بيكربونات صوديوم
			Mg^{+2}	بيكربونات ماغنسيوم
			HCO_3^-	

بعض الأحماض لها أكثر من نوع من الأملاح حسب عدد ذرات الهيدروجين فى جزئ الحمض :

الأحماض	عدد أنواع الأملاح	أمثلة
أحادية القاعدية	تكون نوعا واحدا من الأملاح	<ul style="list-style-type: none"> • حمض النيتريك HNO_3 (يكون أملاح نترات فقط) . • حمض الهيدروكلوريك HCl (يكون أملاح كلوريدات فقط) . • حمض الأسيتيك CH_3COOH (يكون أملاح أسيتات فقط) .
ثنائية القاعدية	تكون نوعان من الأملاح	<ul style="list-style-type: none"> • حمض الكبريتيك H_2SO_4 (يكون أملاح كبريتات وبيكربيتات) . • حمض الكربونيك H_2CO_3 (يكون أملاح كربونات وبيكربونات) .
ثلاثية القاعدية	تكون ثلاثة أنواع من الأملاح	<ul style="list-style-type: none"> • مجموعة الفوسفات ثنائية الهيدروجين H_2PO_4^- . • مجموعة الفوسفات الهيدروجينية HPO_4^{2-} . • مجموعة فوسفات PO_4^{3-} .

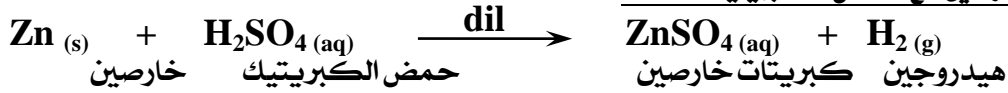
طرق تحضير الأملاح

(1) تفاعل فلز مع حمض :

- تحل الفلزات التى تسبق الهيدروجين فى متسلسلة النشاط الكيميائى محله فى محاليل الأحماض المخففة ويتكون :
- ملح الحمض : الذى يذوب فى الماء ويمكن فصله بتبخير المحلول حيث يتبخر الماء ويتبقى الملح .
 - غاز الهيدروجين : الذى يشتعل بفرقة عند تقريب شظية مشتعلة إليه .

القاعدة العامة : فلز (نشط) + حمض $\xrightarrow{\text{مخفف}}$ ملح + هيدروجين

مثال : تفاعل الخارصين مع حمض الكبريتيك المخفف :



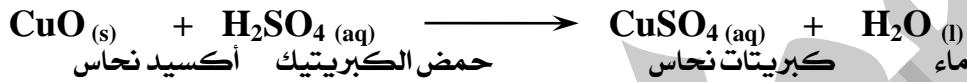
(٢) تفاعل أكاسيد الفلزات مع الأحماض :

تستخدم هذه الطريقة فى حالة صعوبة تفاعل الفلز مباشرة مع الحمض بسبب :

- خطورة التفاعل : كتفاعل الصوديوم مع حمض الهيدروكلوريك والذى يكون مصحوباً بحدوث اشتعال مع فرقة .
- عدم تفاعل الفلز مع الحمض لقلية نشاط الفلز : كعدم تفاعل النحاس مع حمض الهيدروكلوريك .

القاعدة العامة : أكسيد الفلز + حمض $\xrightarrow{\text{ملح الحمض + ماء}}$

مثال : تفاعل أكسيد النحاس مع حمض الكبريتيك :



(٢) تفاعل هيدروكسيد الفلز مع الحمض :

نقطة التعادل : هى اللحظة التى تكون عندها كمية الحمض مكافئة تماماً لكمية القلوى .

تستخدم فى هذه الطريقة هيدروكسيدات الفلزات التى تذوب فى الماء فقط .

يعرف هذا النوع من التفاعلات باسم تفاعل التعادل .

أهمية تفاعلات التعادل : تستخدم فى عمليات التحليل الكيمائى فى حساب تركيز حمض أو قلوى مجهول التركيز ،

عن طريق قلوى أو حمض معلوم التركيز باستخدام كاشف (دليل) مناسب .

يحدث التعادل : عندما تكون كمية الحمض مكافئة تماماً لكمية القلوى .

القاعدة العامة : هيدروكسيد الفلز (يذوب فى الماء) + الحمض $\xrightarrow{\text{ملح + ماء}}$

مثال : تفاعل حمض الهيدروكلوريك مع هيدروكسيد الصوديوم :



(٣) تفاعل أملاح الكربونات أو البيكربونات مع بعض الأحماض :

تعتبر كربونات أو بيكربونات الفلزات أملاحاً لحمض الكربونيك (حمض غير ثابت لانخفاض درجة غليانه) .

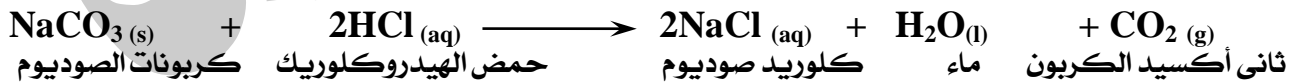
يمكن لأى حمض آخر أكثر ثباتاً منه مثل حمض الهيدروكلوريك أن يطرده محاليله أملاحه فيتكون ملح الحمض

القلوى والحمض غير الثابت الذى يتحلل إلى ماء وغاز ثانى أكسيد الكربون الذى يعكر ماء الجير الرائق .

يستخدم هذا التفاعل فى اختبار الحامضية .

القاعدة العامة : كربونات الفلز + حمض $\xrightarrow{\text{ملح + ماء + ثانى أكسيد الكربون}}$

مثال : تفاعل كربونات الصوديوم مع حمض الهيدروكلوريك :



م	علل لما يأتى	الإجابة
١	يسمى FeCl_3 بملح كلوريد الحديد III بينما AlCl_3 بملح كلوريد الألومنيوم فقط رغم أن تكافؤ الحديد والألومنيوم فى الملحين ثلاثى	لأن كاتيون الحديد له تكافؤين (ثنائى وثلاثى) بينما كاتيون الألومنيوم له تكافؤ ثلاثى فقط .

٢	حمض الكبريتيك يكون نوعان من الأملاح	لأنه حمض ثنائى القاعدية يحتوى على ذرتين من الهيدروجين .
٣	تحضر بعض الأملاح عن طريق تفاعل الأحماض مع أكاسيد الفلزات ولس مع الفلزات مباشرة	لخطورة التفاعل أو لقلّة نشاط الفلز
٤	يعرف تفاعل أملاح الكربونات أو البيكربونات مع بعض الأحماض بكشف الحموضة	لأنه يستخدم فى الكشف عن هذه الأحماض، حيث يودى إضافة أملاح الكربونات أو البيكربونات إليها إلى حدوث فوران لتصاعد غاز أكسيد الكربون .
٥	حمض الهيدروكلوريك يطرد حمض الكربونيك من محاليل أملاحه	لأن حمض الهيدروكلوريك أكثر ثباتاً من حمض الكربونيك

المحاليل المائية للأملاح

– يتوقف نوع محلول الملح على قوة كلاً من الحمض والقاعدة (القلوى) المكونين له .
– أمثلة توضيحية :

القاعدة	الحمض	الملح	محلوله
قوية NaOH	قوى HCl	NaCl	متعاد PH=7
ضعيفة NH ₄ OH	ضعيف CH ₃ COOH	CH ₃ COONH ₄	
ضعيفة NH ₄ OH	قوى HCl	NH ₄ Cl	حامضى PH<7
قوية NaOH	ضعيف H ₂ CO ₃	Na ₂ CO ₃	قاعدى PH>7

م	علل لما يأتى	الإجابة
١	محلول ملح كلوريد الصوديوم NaCl متعاد	لأنه ينتج من تفاعل حمض قوى HCl وقاعدة قوية NaOH ولأن قيمة PH له تساوى 7 .
٢	الرقم الهيدروجينى لمحلول ملح أسيتات الأمونيوم CH ₃ COONH ₄ يساوى 7	لأنه متعاد التأثير حيث ينتج من تفاعل حمض ضعيف CH ₃ COOH وقاعدة ضعيفة NH ₄ OH .
٣	الرقم الهيدروجينى لمحلول ملح كلوريد الأمونيوم NH ₄ Cl أقل من 7	لأنه حامضى التأثير حيث ينتج من تفاعل حمض قوى HCl وقاعدة ضعيفة NH ₄ OH .
٤	محلول ملح كربونات الصوديوم Na ₂ CO ₃ قاعدى	لأنه ينتج من تفاعل حمض ضعيف H ₂ CO ₃ وقاعدة قوية NaOH ولأن قيمة PH له أكبر من 7 .



أسئلة على الفصل انظر مذكرة الأسئلة



مذكرة الأستاذ
فى الكيمياء
شرح
أسئلة
مراجعة
امتحانات

الباب الرابع : الكيمياء الحرارية ١ المحتوى الحرارى

أهمية الطاقة فى حياتنا :

- لا نستطيع القيام بالأنشطة المختلفة (ذهنية ، عضلية) بدون الطاقة الناتجة عن احتراق السكريات داخل أجسامنا .
- لا نستطيع طهى الطعام بدون الطاقة الحرارية الناتجة عن احتراق الغاز الطبيعى .

صور الطاقة :

قانون بقاء الطاقة : الطاقة لا تفنى ولا تستحدث من العدم ، ولكن يمكن تحويلها من صورة إلى أخرى .

للطاقة صور متعددة منها الطاقة الكيميائية ، الطاقة الضوئية ، الطاقة الحرارية ، الطاقة الحركية والطاقة الكهربائية . ورغم التعدد فى صور الطاقة والتي تبدو كل صورة منها وكأنها مستقلة بذاتها عن باقى الصور إلا أنه توجد علاقة بين جميع صور الطاقة حيث يمكن أن تتحول الطاقة من صورة لأخرى ، وهو ما يعرف بقانون بقاء الطاقة .

علم الكيمياء الحرارية :

- أحد فروع علم الديناميكا الحرارية .
- يختص بدراسة التغيرات المصاحبة للتفاعلات الكيميائية والعمليات الفيزيائية .

الديناميكا الحرارية : هو العلم الذى يهتم بدراسة الطاقة وكيفية انتقالها .

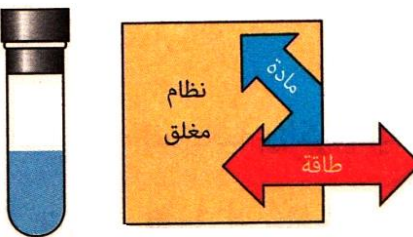
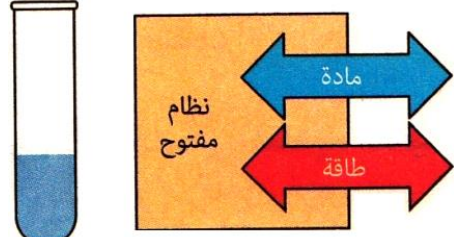

الكيمياء الحرارية : هو العلم الذى يهتم بدراسة التغيرات الحرارية المصاحبة للتغيرات الفيزيائية والكيميائية .

علاقة التفاعل الكيميائى بالطاقة

معظم التفاعلات الكيميائية تكون مصحوبة بتغيرات فى الطاقة (فقد أو امتصاص طاقة) عن طريق تبادل الطاقة بين وسط التفاعل والوسط المحيط ويكون :

النظام	معبراً عن وسط التفاعل (المتفاعلات والنواتج) .	النظام :
حدود النظام	معبراً عن جدار إناء التفاعل (الكأس أو الدورق أو أنبوبة الاختبار) .	هو أى جزء من الكون يكون موضعاً للدراسة تتم فيه تغيرات فيزيائية أو كيميائية .
الوسط المحيط	معبراً عن الوسط الذى يحيط بإناء التفاعل (غرفة المعمل) .	الوسط المحيط :
		هو الحيز المحيط بالنظام والذى يمكن أن يتبادل معه المادة أو الطاقة على هيئة حرارة أو شغل .

أنواع الأنظمة

النظام المغلق	النظام المفتوح	النظام المعزول
هو النظام الذى يسمح بتبادل الطاقة فقط مع الوسط المحيط .	هو النظام الذى يسمح بتبادل كل من الطاقة والمادة مع الوسط المحيط .	هو النظام الذى لا يسمح بتبادل أى من الطاقة أو المادة مع الوسط المحيط .
مثل : الترمومتر الطبى .	مثل : كوب الماء - مكواة البخار	مثل : الترمس - حافظة الطعام .
		

وحدات قياس كمية الحرارة

تقاس كمية الحرارة التى يفقدها أو يكتسبها جسم بوحدتى :

السعر	هو كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة جرام واحد (1 g) من الماء بمقدار درجة واحدة مئوية (1°C) .
الجول	هو كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة جرام واحد (1 g) من الماء بمقدار $\frac{1}{4.18} ^\circ\text{C}$
كل 4.18 جول تولد كمية من الحرارة تساوى 1 سعر .	
∴ السعر = 4.18 جول .	
∴ الجول = $\frac{1}{4.18}$ سعر .	

- أهم مضاعفات السعر هو الكيلو سعر ويساوى ١٠٠٠ سعر .
- أهم مضاعفات الجول هو الكيلو جول ويساوى ١٠٠٠ جول .

مثال : احسب قيمة كل من :

(١) 20 Kj (مقدرة بوحدة السعر) .

الحل : كمية الحرارة = $4.18 \div (1000 \times 20) = 4784.689 \text{ cal}$.

(٢) 400 cal (مقدرة بوحدة الكيلو جول) .

الحل : كمية الحرارة = $1000 \div (4.18 \times 400) = 1.672 \text{ Kj}$

القانون الأول للديناميكا الحرارية

- **نص القانون :** الطاقة الكلية لأى نظام معزول تظل ثابتة ، حتى ولو تغير النظام من صورة إلى أخرى .
- **استنتاج القانون :** الكون = النظام + الوسط المحيط

$$\Delta E_{\text{surrounding}} + \Delta E_{\text{system}} = \Delta E_{\text{universe}}$$

لذا فإن أى تغير فى طاقة النظام يصاحبه تغير فى طاقة الوسط المحيط بمقدار مماثل و لكن بإشارة مخالفة لكى تظل الطاقة الكلية مقداراً ثابتاً .

$$\Delta E_{\text{system}} = - \Delta E_{\text{surrounding}}$$

الحرارة ودرجة الحرارة

- تعتبر الحرارة شكلاً من أشكال الطاقة .
- يتوقف انتقال الحرارة من جسم إلى آخر على الفرق فى درجة الحرارة بينهما .
- ذرات أو جزيئات المادة تكون فى حالة حركة (اهتزاز) دائمة ولكن تتفاوت سرعتها فى المادة الواحدة .
- عندما تكتسب المادة طاقة حرارية يزداد متوسط سرعة جزيئاتها وبالتالي طاقة حركتها وهو ما يؤدى إلى ارتفاع درجة حرارتها والعكس صحيح (علاقة طردية) .

الحرارة :

هى أحد أشكال الطاقة التى تنتقل من الجسم الساخن إلى الجسم البارد .
أو : هى طاقة فى حالة انتقال بين جسمين مختلفين فى درجة حرارتهما .

درجة الحرارة :

هى مقياس لمتوسط طاقة حركة جزيئات المادة ، يستدل منه على حالة الجسم من حيث السخونة أو البرودة .



م	علل لما يأتى	الإجابة
١	يعتبر الترمومتر الطبى نظام مغلق	لأنه يسمح بتبادل الطاقة فقط مع الوسط المحيط فى صورة حرارة .
٢	يعتبر كوب الشاي نظام مفتوح	لأنه يسمح بتبادل المادة والطاقة مع الوسط المحيط .
٣	تظل الطاقة الكلية للكون ثابتة حتى لو تغيرت طاقة الأنظمة الموجودة به	لأن أى تغير فى طاقة النظام يصاحبه تغير فى طاقة الوسط المحيط بمقدار مماثل ولكن بإشارة مخالفة فتظل الطاقة الكلية مقداراً ثابتاً .
٤	ترتفع درجة حرارة الأجسام عند تسخينها	لزيادة متوسط سرعة جزيئاتها وبالتالي زيادة طاقة حركتها .
٥	يقال متوسط سرعة جزيئات المادة ولا يقال سرعة جزيئات المادة	للتفاوت سرعة جزيئات المادة الواحدة .
٦	درجة الحرارة مقياس لمتوسط طاقة حركة جزيئات المادة	لأن زيادة متوسط طاقة حركة جزيئات المادة تؤدي إلى ارتفاع درجة حرارة المادة والعكس صحيح .

م	ماذا يحدث عند	الإجابة
١	فقد نظام مفتوح كمية من الطاقة بالنسبة لطاقة الكون	تظل طاقة الكون ثابتة .
٢	اكتساب الجسم كمية من الطاقة الحرارية	يزداد متوسط سرعة جزيئاته وبالتالي تزداد طاقة حركتها مما يؤدي إلى ارتفاع درجة حرارة الجسم .

الحرارة النوعية

- هي كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة جرام واحد (1 g) من المادة بمقدار درجة واحدة مئوية (1°C) .
- الحرارة النوعية للماء أكبر من الحرارة النوعية لأي مادة أخرى .
- المادة التي حرارتها النوعية مرتفعة يستغرق رفع أو خفض درجة حرارتها وقتاً طويلاً بعكس المادة ذات الحرارة النوعية المنخفضة (المادة التي تسخن بسرعة تبرد بسرعة والمادة التي تسخن ببطء تبرد ببطء) .
- تقدر بوحدة $\text{J} / \text{g} \cdot ^{\circ}\text{C}$.
- مقدار ثابت للمادة النقية .
- تختلف من مادة إلى أخرى (تختلف باختلاف نوع المادة) .
- تختلف للمادة الواحدة باختلاف حالتها الفيزيائية .

المادة	النحاس	الحديد	الكربون	الألومنيوم	بخار الماء	الماء السائل
الحرارة النوعية	0.385	0.448	0.711	0.9	2.01	4.18

حساب كمية الحرارة

- تتناسب كمية الحرارة المفقودة أو المكتسبة تناسباً طردياً مع مقدار التغير فى درجات الحرارة .
- يمكن حساب كمية الحرارة لرفع أو خفض درجة حرارة نظام من العلاقة :

$$q_p = m \cdot c \cdot \Delta T$$

حيث : q_p كمية الحرارة المقاسة تحت ضغط ثابت ، m الكتلة ، c الحرارة النوعية ، ΔT التغير فى درجة الحرارة .

— من العلاقة السابقة يمكن حساب كل من :

$$\begin{aligned} \Delta T &= T_2 - T_1 \\ T_1 &= \Delta T - T_2 \\ T_2 &= \Delta T + T_1 \end{aligned}$$

$$m = \frac{q_p}{c \times \Delta T}$$

$$\Delta T = \frac{q_p}{m \times c}$$

$$c = \frac{q_p}{m \times \Delta T}$$

(١) احسب كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة 150g من الماء النقى بمقدار 25.5°C .

$$q_p = m \cdot c \cdot \Delta T = 150 \times 4.18 \times 25.5 = 15988.5 \text{ J}$$

الحل :

(٢) احسب كمية الحرارة (بالجول والسعر) اللازمة لرفع درجة حرارة قطعة من الحديد كتلتها 1.3g من 25°C إلى 46°C ، علماً بأن الحرارة النوعية للحديد 0.448 J/g. °C ،

$$q_p = m \cdot c \cdot \Delta T = 1.3 \times 0.448 \times (46 - 25) = 12.23 \text{ J}$$

$$= 12.23 \div 4.18 = 2.926 \text{ cal}$$

الحل :

(٣) احسب كمية الحرارة الممتصة عند إذابة مول من نترات الأمونيوم فى مقدار من الماء لعمل محلول حجمه 100mL علماً بأن درجة الحرارة انخفضت من 25°C إلى 17°C .

$$q_p = m \cdot c \cdot \Delta T = 100 \times 4.18 \times (17 - 25) = -3.344 \text{ J}$$

الحل :

(٤) احسب الحرارة النوعية لمادة مجهولة كتلتها 155g ترتفع درجة حرارتها من 25°C إلى 40°C عندما تمتص كمية من الحرارة مقدارها 5700J .

$$c = \frac{q_p}{m \times \Delta T} = \frac{5700}{155 \times (40 - 25)} = 2.45 \text{ J/g. °C}$$

الحل :

(٥) احسب درجة الحرارة النهائية لعينة من الذهب كتلتها 4.5 g امتصت عند تسخينها كمية من الحرارة مقدارها 276 J علماً بأن الحرارة النوعية للذهب 0.13 J/g. °C ودرجة الحرارة الابتدائية 25°C .

$$\Delta T = \frac{q_p}{m \times c} = \frac{276}{4.5 \times 0.13} = 471.8^\circ\text{C}$$

$$T_2 = \Delta T + T_1 = 471.8 + 25 = 496.8^\circ\text{C}$$

الحل :

المسعر الحرارى

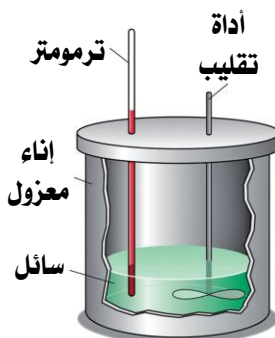
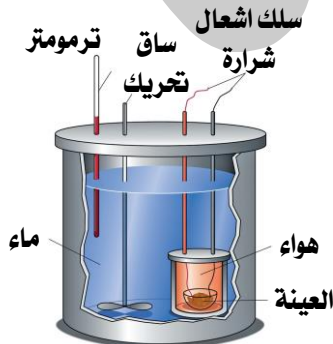
– عبارة عن نظام معزول يستخدم فى قياس التغيرات الحادثة فى درجة حرارة التفاعلات الكيميائية ΔT عن طريق حساب الفرق بين درجة الحرارة النهائية T_2 ودرجة الحرارة الابتدائية T_1 .

– **يتركب من :**

- إناء معزول (لمنع فقد أو اكتساب أى قدر من الطاقة أو المادة مع الوسط المحيط) .
- ترمومتر .
- سائل (غالباً ما يكون ماء) .
- ساق للتقليب .

– **يوجد نوع آخر من المسعرات يسمى مسعر القنبلة والذي :**

- يستخدم فى قياس حرارة احتراق بعض المواد .
- يتم به حرق كميات معلومة من المادة المراد حساب حرارة احتراقها فى وفرة من الأكسجين تحت ضغط جوى ثابت ، فى وعاء معزول من الصلب يسمى بوعاء الاحتراق الذى يحاط بكمية معلومة من الماء .
- يتم به إشعال المادة باستخدام سلك كهربى .



م	علل لما يأتى	الإجابة
١	يستخدم المسعر الحرارى فى تجارب الديناميكا الحرارية	لأنه كنظام معزول قياس التغيرات الحادثة فى درجة حرارة التفاعلات الكيميائية .
٢	يستخدم الماء فى المسعر الحرارى	لارتفاع حرارته النوعية مما يسمح له باكتساب وفقد كمية كبيرة من الطاقة .

المحتوى الحرارى

مقدمة :

كل مادة كيميائية تختلف فى عدد ونوع الذرات الداخلة فى تركيبها وفى نوع الترابط الموجود بين ذراتها عن غيرها من المواد ، وكل مادة بها قدر محدد من الطاقة يطلق عليه الطاقة الداخلية وهو محصلة ثلاث أنواع من الطاقة مخزنة داخل المادة.

الطاقة الكيميائية المخزنة فى الذرة	تتمثل فى طاقة الإلكترونات فى مستويات الطاقة وهى محصلة طاقتى الوضع والحركة لكل إلكترون فى مستوى طاقته .
الطاقة الكيميائية المخزنة فى الجزيء	تتمثل فى الطاقة الموجودة فى الروابط الكيميائية التى تربط بين ذرات الجزيء سواء كانت الروابط أيونية أو تساهمية .
الطاقة الكيميائية المخزنة بين الجزيئات	تتمثل فى قوى الربط بين الجزيئات حيث يوجد عدة قوى منها : • قوى جذب فاندرفال : عبارة عن طاقة وضع . • الروابط الهيدروجينية : التى تتوقف على طبيعة الجزيئات وقطبيتها .

مما سبق يتضح أن :

- (١) المادة تخزن قدراً من الطاقة تساوى محصلة هذه الطاقات الثلاث الموجودة فى المول الواحد من المادة وهو ما يعرف بالمحتوى الحرارى أو الإنثالبي المولارى (H) .
- (٢) يختلف المحتوى الحرارى للمواد المختلفة .
- (٣) لا يمكن قياس المحتوى الحرارى أو الطاقة المخزنة فى مادة معينة عملياً .
- (٤) يمكن قياس التغير فى المحتوى الحرارى (ΔH) عملياً .
- (٥) المحتوى الحرارى للعنصر يساوى صفر .

التغير فى المحتوى الحرارى :

- تعريفه : هو الفرق بين مجموع المحتوى الحرارى للنواتج ومجموع المحتوى الحرارى للمتفاعلات .
- قانونه : التغير فى المحتوى الحرارى = المحتوى الحرارى للنواتج - المحتوى الحرارى للمتفاعلات .

$$\Delta H = H_{\text{products}} - H_{\text{reactants}}$$

(نواتج) (متفاعلات)

التغير فى المحتوى الحرارى القياسى :

- تعريفه : هو التغير فى المحتوى الحرارى للمتفاعلات التى تتم تحت ظروف قياسية واحدة .

$$\Delta H^\circ = \frac{\Delta q_p}{n} = \frac{\text{كمية الحرارة المنطلقة أو الممتصة}}{\text{عدد مولات المادة الناتجة}} = \text{التغير فى المحتوى الحرارى القياسى}$$

• الظروف القياسية عند حسابه :

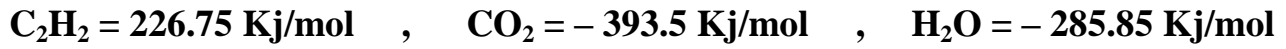
- الضغط = 1atm (الضغط الجوى المعتاد) .
- درجة الحرارة = 25°C (درجة حرارة الغرفة) .
- التركيز = 1M (التركيز المولارى) .

س : علل : اختلاف المحتوى الحرارى من مادة لأخرى ؟
ج : لاختلاف المواد عن بعضها فى عدد ونوع الذرات الداخلة فى تركيب جزيئ كل منها ونوع الترابط الموجود بين ذراتها .

(١) احسب التغير فى المحتوى الحرارى للتفاعل التالى :



علماً بأن المحتوى الحرارى لكل من :



$$\text{H}_p = 4 \times (-393.5) + 2 \times (-285.85) = -2145.7 \text{ KJ/mol}$$

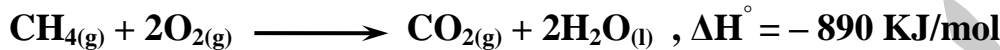
الحل :

$$\text{H}_r = 2 \times (226.75) + 5 \times (0) = +453.5 \text{ KJ/mol}$$

$$\Delta\text{H} = \text{H}_p - \text{H}_r = (-2145.7) - 453.5 = -2599.2 \text{ KJ/mol}$$

(٢) احسب كمية الحرارة المنطلقة من تفاعل احتراق 5.76 g من غاز الميثان CH_4 فى وفرة من غاز الأوكسجين عند ثبوت الضغط تبعاً للتفاعل :

[C = 12 , H = 1]



الحل : الكتلة المولية لمركب CH_4 $16 \text{ g/mol} = (1 \times 4) + 12$

$$\text{عدد المولات } (n) = \frac{5.76}{16} = 0.36 \text{ mol}$$

$$\text{كمية الحرارة المنطلقة } q_p = n \times \Delta\text{H}^\circ = 0.36 \times 890 = 320.4 \text{ KJ}$$

المعادلة الكيميائية الحرارية

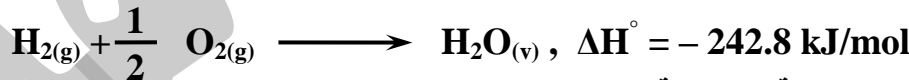
تعريفها : هى معادلة كيميائية رمزية موزونة تتضمن التغير فى المحتوى الحرارى المصاحب للتفاعل والذى يمثل أحياناً فى المعادلة كأحد المتفاعلات أو النواتج .

شروط كتابتها :

(١) أن تكون المعادلة موزونة ويمكن كتابة المعاملات فى صورة كسور عند الحاجة .



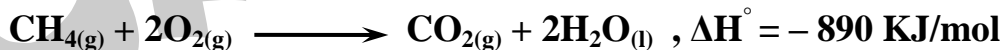
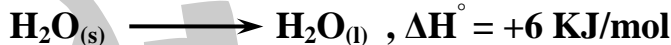
(٢) كتابة الحالة الفيزيائية للمتفاعلات والنواتج .



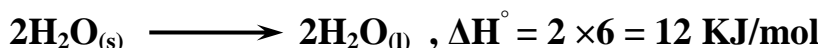
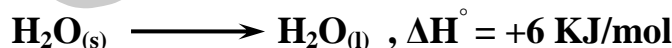
تتغير قيمة ΔH° بتغير الحالة الفيزيائية للماء .

(٣) وضع إشارة موجبة أو سالبة بجانب قيمة ΔH° ، حيث تدل الإشارة الموجبة على أن العملية ماصة للحرارة ، والإشارة السالبة

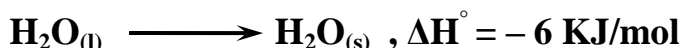
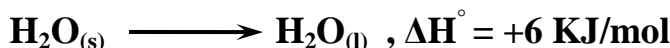
على أن العملية طاردة للحرارة .



(٤) عند قسمة أو ضرب معاملات طرفى المعادلة بمعامل عددي معين تجرى نفس العملية على قيمة التغير فى المحتوى الحرارى .



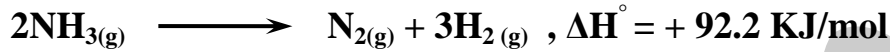
(٥) عند عكس العملية (اتجاه سير التفاعل) يتم عكس إشارة ΔH .



م	علل لما يأتى	الإجابة
١	عند وزن المعادلة يمكن كتابة المعاملات فى صورة كسور وليس بالضرورة أعداد صحيحة	لأن المعاملات تمثل عدد مولات المتفاعلات والنواتج وليس عدد الجزيئات .
٢	يلزم كتابة الحالة الفيزيائية للمتفاعلات والنواتج فى المعادلة الكيميائية الحرارية	لأن المحتوى الحرارى للمواد يتغير بتغير حالتها الفيزيائية .

مثال : احسب مقدار التغير فى المحتوى الحرارى الناشئ عن انحلال 136 g من غاز الأمونيا NH_3 تحت ضغط ثابت إلى غازى النيتروجين والهيدروجين .

$$[N = 14, H = 1]$$



الحل : الكتلة المولية لمركب $\text{NH}_3 = (1 \times 3) + 11 = 17 \text{ g/mol}$

$$\text{عدد مولات } \text{NH}_3 = \frac{136}{17} = 8 \text{ mol}$$

بضرب معاملات المعادلة فى المقدار 4 لتحقيق 8 mol من غاز NH_3



$$\Delta H^\circ = + 368.8 \text{ KJ/mol}$$

التفاعلات الطاردة والتفاعلات الماصة للحرارة

التفاعلات الماصة للحرارة	التفاعلات الطاردة للحرارة
هى التفاعلات التى يتم يلزم لحدوثها امتصاص طاقة حرارية من الوسط المحيط فتتخفف درجة حرارته.	هى التفاعلات التى ينتج عنها انطلاق طاقة حرارية كناتج من نواتج التفاعل إلى الوسط المحيط فترتفع درجة حرارته.
تنتقل فيها الطاقة الحرارية من الوسط المحيط إلى النظام مما يؤدي إلى ارتفاع درجة حرارة النظام وانخفاض درجة حرارة الوسط المحيط.	تنتقل فيها الطاقة الحرارية من النظام إلى الوسط المحيط مما يؤدي إلى انخفاض درجة حرارة النظام وارتفاع درجة حرارة الوسط المحيط.
المحتوى الحرارى للنواتج أكبر من المحتوى الحرارى للمتفاعلات.	المحتوى الحرارى للنواتج أقل من المحتوى الحرارى للمتفاعلات.
قيمة ΔH° لها بإشارة موجبة .	قيمة ΔH° لها بإشارة سالبة .
مثال : تفاعل كربونات الماغنسيوم بالحرارة إلى أكسيد الماغنسيوم وثانى أكسيد الكربون .	مثال : تفاعل غاز الهيدروجين مع غاز الأكسجين لتكوين الماء .
$\text{MgCO}_3(\text{s}) + 117.3 \text{ KJ/mol} \longrightarrow \text{MgO}(\text{s}) + \text{CO}_2(\text{g})$	$\text{H}_2(\text{g}) + \frac{1}{2}\text{O}_2(\text{g}) \longrightarrow \text{H}_2\text{O}(\text{l}) + 285.8 \text{ kJ/mol}$
مخطط التفاعل :	مخطط التفاعل :

م	علل لما يأتى	الإجابة
١	التفاعلات الطاردة للحرارة تكون مصحوبة بانطلاق قدر من الطاقة الحرارية	لأن محصلة المحتويات الحرارية للمواد الناتجة تكون أقل مما للمواد المتفاعلة وتبعاً لقانون بقاء الطاقة لابد من تعويض النقص فى حرارة النواتج فى صورة طاقة منطلقة .
٢	التفاعلات الماصة للحرارة تكون مصحوبة بامتصاص قدر من الطاقة الحرارية	لأن محصلة المحتويات الحرارية للمواد المتفاعلة تكون أقل مما للمواد الناتجة وتبعاً لقانون بقاء الطاقة لابد من تعويض النقص فى حرارة النواتج فى صورة طاقة ممتصة .

طاقة الرابطة

فى التفاعل الكيميائى يحدث كسر للروابط الموجودة بين ذرات جزيئات المواد المتفاعلة وتكوين روابط جديدة بين ذرات جزيئات المواد الناتجة وتخزن الروابط الكيميائية طاقة كيميائية فى صورة طاقة وضع .

طاقة الرابطة : هى مقدار الطاقة اللازمة لكسر الروابط أو المنطقة عند تكوين الروابط فى مول واحد من المادة .

كسر الروابط	تكوين الروابط
عملية ماصة للحرارة .	عملية طاردة للحرارة .
يلزم لحدوثها امتصاص قدر من الطاقة من الوسط المحيط .	يصاحبها انطلاق قدر من الطاقة إلى الوسط المحيط .
تكون قيمة ΔH لها بإشارة سالبة .	تكون قيمة ΔH لها بإشارة موجبة .
التغير فى المحتوى الحرارى = الطاقة المنطلقة أثناء كسر الروابط + الطاقة المنطلقة أثناء تكوين الروابط (بإشارة موجبة)	التغير فى المحتوى الحرارى = الطاقة المنطلقة أثناء كسر الروابط + الطاقة المنطلقة أثناء تكوين الروابط (بإشارة سالبة)

مما سبق نستنتج أنه فى حالة :

- التفاعل الطارد للحرارة :
الطاقة الممتصة أثناء كسر روابط جزيئات المتفاعلات أكبر من الطاقة المنطلقة أثناء تكوين روابط جزيئات النواتج .
- التفاعل الماص للحرارة :
الطاقة المنطلقة أثناء تكوين روابط جزيئات النواتج أكبر من الطاقة الممتصة أثناء كسر روابط جزيئات المتفاعلات .

جدول يوضح متوسط طاقة الرابطة لبعض الروابط :

الرابطة	متوسط طاقة الرابطة KJ/mol	الرابطة	متوسط طاقة الرابطة KJ/mol
H - H	432	C - C	346
H - O	467	C = C	610
H - C	413	C \equiv C	835
H - N	389	C - O	358
O = O	498	C = O	803

م	علل لما يأتى	الإجابة
١	استخدام مفهوم متوسط طاقة الرابطة بدلاً من طاقة الرابطة	لاختلاف طاقة الرابطة الواحدة تبعاً لنوع المركب وحالته الفيزيائية .
٢	يعتبر ثانى أكسيد الكربون مركباً طارداً للحرارة	لأن المحتوى الحرارى له أقل من المحتوى الحرارى للعناصر الداخلة فى تركيبه.
٣	يعتبر يوديد الهيدروجين مركباً ماصاً للحرارة	لأن المحتوى الحرارى له أكبر من المحتوى الحرارى للعناصر الداخلة فى تركيبه.
٤	تفاعل الهيدروجين مع الأكسجين لتكوين بخار الماء تفاعل طارد للحرارة	لأنه من التفاعلات التى ينطلق منها حرارة كأحد نواتج التفاعل الى الوسط المحيط فترتفع درجة حرارة الوسط .
٥	انحلال كربونات الماغنسيوم بالحرارة تفاعل ماص للحرارة	لأنه من التفاعلات التى يتم فيها امتصاص حرارة من الوسط المحيط مما يؤدي الى انخفاض درجة حرارة الوسط .
٦	التغير فى المحتوى الحرارى ΔH للتفاعل الطارد يكون سالب	لأن المحتوى الحرارى للنواتج أقل من المحتوى الحرارى للمتفاعلات .
٧	التغير فى المحتوى الحرارى ΔH للتفاعل الماص يكون موجب	لأن المحتوى الحرارى للنواتج أكبر من المحتوى الحرارى للمتفاعلات .

مسائل محلولة

(١) احسب حرارة التفاعل التالى ، وحدد ما إذا كان التفاعل طارداً أو ماصاً للحرارة .

**الحل :** الطاقة الممتصة أثناء كسر الروابط = $2 (\text{O} = \text{O}) + 4 (\text{C} - \text{H})$

$$2 (498) + 4 (413) = +2648 \text{ KJ / mol}$$

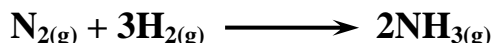
الطاقة المنطلقة أثناء تكوين الروابط = $4 (\text{O} - \text{H}) + 2 (\text{C} = \text{O})$

$$4 (467) + 2 (803) = - 3474 \text{ KJ / mol}$$

$$- 826 \text{ KJ / mol} = (- 3474) + 2648 = \Delta H^\circ$$

قيمة ΔH° بإشارة سالبة يكون التفاعل طارد للحرارة

(٢) احسب حرارة التفاعل التالى ، وحدد ما إذا كان التفاعل طارداً أو ماصاً للحرارة .

**الحل :** الطاقة الممتصة أثناء كسر الروابط = $3 (\text{H} = \text{H}) + 2 (\text{N} \equiv \text{N})$

$$3 (432) + 2 (946) = +3188 \text{ KJ / mol}$$

الطاقة المنطلقة أثناء تكوين الروابط = $6 (\text{N} - \text{H})$

$$6 (389) =$$

$$- 2334 \text{ KJ / mol}$$

$$+854 \text{ KJ / mol} = (- 2334) + 3188 = \Delta H^\circ$$

قيمة ΔH° بإشارة موجبة يكون التفاعل ماص للحرارة

946	$\text{N} \equiv \text{N}$
432	$\text{H} - \text{H}$
389	$\text{N} - \text{H}$

الباب الرابع : الكيمياء الحرارية ٢ صور التغير فى المحتوى الحرارى

مقدمة :

- يعتبر حساب التغير فى المحتوى الحرارى من الأمور المهمة .
- التعرف على التغير فى المحتوى الحرارى المصاحب لاحتراق أنواع الوقود المختلفة يساعد :
- (١) عند تصميم المحركات : فى معرفة أى نوع من الوقود ملائم لها .
- (٢) رجال الإطفاء : فى التعرف على كمية الحرارة المصاحبة لاحتراق المواد المختلفة ، مما يساعدهم فى اختيار أنسب الطرق لمكافحة الحريق .
- تختلف صور التغير فى المحتوى الحرارى تبعاً لنوع التغير الحادث فيزيائياً أم كيميائياً.
- من صور التغيرات الحرارية المصاحبة للتغيرات الفيزيائية (حرارة الذوبان القياسية – حرارة التخفيف القياسية)
- من صور التغيرات الحرارية المصاحبة للتغيرات الكيميائية (حرارة الاحتراق القياسية – حرارة التكوين القياسية)

حرارة الذوبان القياسية

عملية الذوبان تكون مصحوبة بتغير حرارى حيث يصاحب عملية ذوبان مادة صلبة فى سائل ارتفاع أو انخفاض درجة حرارة المحلول الناتج .

الذوبان الماص للحرارة	الذوبان الطارد للحرارة
ذوبان مصحوب بانخفاض فى درجة حرارة المحلول .	ذوبان مصحوب بارتفاع فى درجة حرارة المحلول .
مثال : ذوبان نترات الأمونيوم فى الماء .	مثال : ذوبان هيدروكسيد الصوديوم فى الماء .
مخطط التفاعل :	مخطط التفاعل :
$\text{NaOH}_{(g)} \xrightarrow{\text{H}_2\text{O}_{(l)}} \text{Na}^+_{(aq)} + \text{OH}^-_{(aq)} , \Delta H_s^\circ = -51 \text{ KJ/mol}$ $\text{NH}_4\text{NO}_3_{(g)} \xrightarrow{\text{H}_2\text{O}_{(l)}} \text{NH}_4^+_{(aq)} + \text{NO}_3^-_{(aq)} , \Delta H_s^\circ = +25.7 \text{ KJ/mol}$	

تعريف حرارة الذوبان القياسية :

هى كمية الحرارة المنطلقة أو الممتصة عند إذابة مول من المذاب فى كمية معلومة من المذيب للحصول على محلول مشبع فى الظروف القياسية .

قانون حرارة الذوبان القياسية : $q = m \cdot c \cdot \Delta T$

مع الأخذ فى الاعتبار أن المحاليل المخففة تعامل معاملة الماء حيث أن :

- كتلة المحاليل المخففة يمكن التعبير عنها بدلالة الحجم لأن كثافة الماء فى الظروف العادية تساوى الواحد الصحيح
- فىكون كتلة 1 Cm^3 من المحلول المخفف تساوى 1 g .
- الحرارة النوعية للمحاليل المخففة = الحرارة النوعية للماء $4.18 \text{ J/g} \cdot ^\circ\text{C}$

ملاحظة هامة :

إذا كان حجم المحلول الناتج عن عملية الذوبان لتراً فإن كمية الحرارة المنطلقة أو الممتصة تسمى بحرارة الذوبان المولارية .

تعريف حرارة الذوبان المولارية :

هى مقدار التغير الحرارى الناتج عن ذوبان مول من المذاب لتكوين لتر من المحلول .

قانون حرارة الذوبان المولارية :

إذا كانت كمية المادة المذابة أكبر من 1 mol يمكن حساب حرارة الذوبان المولارية من العلاقة :

$$\text{حرارة الذوبان المولارية} = \frac{\text{كمية الحرارة المنطلقة أو الممتصة المصاحبة للذوبان}}{\text{عدد مولات المذاب}}$$

مسائل محلولة

(١) عند إذابة مول من حمض الكبريتيك فى كمية من الماء وأكمل حجم المحلول إلى 1000 mL ارتفعت درجة الحرارة من 10°C إلى 27°C احسب كمية الحرارة المنطلقة .

$$q = m. c. \Delta T = 1000 \times 4.18 \times (27 - 10) = 71060 \text{ J} \quad \text{الحل :}$$

(٢) عند إذابة مول من نترات الأمونيوم فى كمية من الماء وأكمل حجم المحلول إلى 1000 mL انخفضت درجة الحرارة بمقدار 6°C احسب كمية الحرارة الممتصة .

$$q = m. c. \Delta T = 1000 \times 4.18 \times 6 = 25080 \text{ J} \quad \text{الحل :}$$

(٣) عند إذابة 80 g من NaOH فى كمية من الماء لتكوين لتر من المحلول ، ارتفعت درجة الحرارة من 20°C إلى 24°C ، احسب :

- كمية الحرارة المصاحبة لعملية الذوبان
- حرارة الذوبان المولارية .

الحل : • بما أن : كتلة المحلول المخفف = حجمه فإن حجم المحلول = 1000 mL = 1 L

إذاً : كتلة المحلول = 1000 g

$$q = m. c. \Delta T = 1000 \times 4.18 \times (24 - 20) = 16720 \text{ J} = 16.72 \text{ KJ}$$

• الكتلة المولية لمركب NaOH = 1 + 16 + 23 = 40 g/mol

$$\text{عدد مولات NaOH} = \frac{80}{40} = 2 \text{ mol}$$

$$\text{حرارة الذوبان المولارية} = \frac{16.72}{2} = 8.36 \text{ mol}$$

(٤) عند إذابة 80 g من نترات الأمونيوم فى كمية من الماء لتكوين لتر من المحلول انخفضت درجة الحرارة من 20°C إلى 14°C : احسب كمية الحرارة المصاحبة لعملية الذوبان .

- هل يعتبر مقدار التغير الحرارى لهذه العملية عن حرارة الذوبان المولارية ؟ مع التفسير .

الحل : • كتلة المحلول المخفف = 1000 g

$$q = m. c. \Delta T = 1000 \times 4.18 \times (20 - 14) = 25080 \text{ J} = 16.72 \text{ KJ}$$

• الكتلة المولية لمركب NH_4NO_3 = (16 × 3) + 14 + (1 × 4) + 14 = 80 g/mol

$$1 \text{ mol} = \frac{80}{80} = \text{NH}_4\text{NO}_3 \text{ عدد مولات}$$

التغير الحرارى لهذه العملية يعبر عن حرارة الذوبان المولارية لأن كمية المادة المذابة 1 mol وحجم المحلول الناتج 1 L .

تفسير مصدر حرارة الذوبان

ملحوظة هامة : إذا كان المذيب المستخدم هو الماء فإن عملية الذوبان تعرف بالإماهة والحرارة المنطلقة عن عملية الإذابة تعرف بطاقة الإماهة .
الإماهة : هى ارتباط الأيونات المفككة بجزيئات الماء .

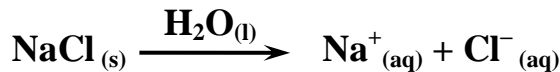
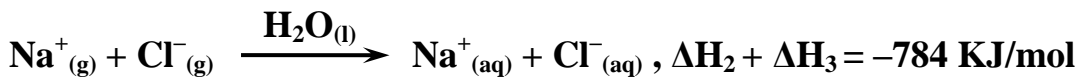
- تتأثر عملية الذوبان بثلاث قوى هى :
- قوى التجاذب بين جزيئات المذيب وبعضها .
 - قوى التجاذب بين جزيئات المذاب وبعضها .
 - قوى التجاذب بين جزيئات المذيب والمذاب .
- تتم عملية الذوبان على ثلاث خطوات هى :

فصل جزيئات المذيب عن بعضها	فصل جزيئات المذاب عن بعضها	ارتباط جزيئات المذيب بالمذاب
عملية ماصة للحرارة .	عملية ماصة للحرارة .	عملية طاردة للحرارة .
تحتاج إلى طاقة للتغلب على قوى التجاذب بين جزيئات المذيب وبعضها	تحتاج إلى طاقة للتغلب على قوى التجاذب بين جزيئات المذاب وبعضها	تتطلق طاقة عند ارتباط جزيئات المذيب بجزيئات المذاب .
يرمز لها بالرمز ΔH_1	يرمز لها بالرمز ΔH_2	يرمز لها بالرمز ΔH_3
$(\Delta H_1 + \Delta H_2) > \Delta H_3$ $\Delta H_s > 0$ الإشارة موجبة	$(\Delta H_1 + \Delta H_2) < \Delta H_3$ $\Delta H_s < 0$ الإشارة سالبة	

م	علل لما يأتى	الإجابة
١	ذوبان هيدروكسيد الصوديوم فى الماء يصاحبه ارتفاع فى درجة حرارة المحلول	لأنه ذوبان طارد للحرارة .
٢	ذوبان نترات الأمونيوم فى الماء يصاحبه انخفاض فى درجة حرارة المحلول	لأنه ذوبان ماص للحرارة .
٣	يصاحب عملية الذوبان تغير حرارى	لأن عملية الذوبان تحتاج إلى قدر من الطاقة للتغلب على قوى التجاذب بين جزيئات المذيب وبعضها (ΔH_1) وبين جزيئات المذاب وبعضها (ΔH_2) كما ينطلق عنها طاقة عند ارتباط جزيئات المذيب بجزيئات المذاب (ΔH_3) .

مسائل محلولة

(١) من المعادلتين الآتيتين احسب حرارة ذوبان ملح كلوريد الصوديوم فى الماء موضحاً نوع الذوبان طارد أم ماص للحرارة ، مع بيان السبب .

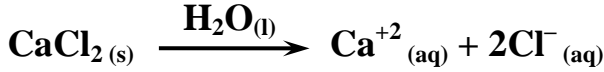
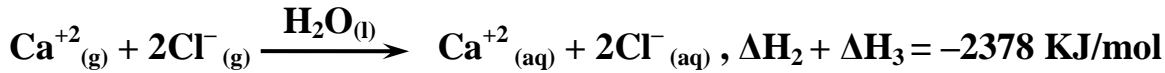
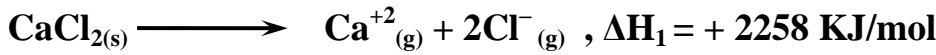


الحل :

$$\Delta H_s = \Delta H_1 + (\Delta H_2 + \Delta H_3) = 787 + (-784) = +3 \text{ KJ/mol}$$

الذوبان ماص للحرارة لأن قيمة ΔH_s بإشارة موجبة .

(٢) من المعادلتين الآتيتين احسب حرارة ذوبان ملح كلوريد الكالسيوم فى الماء موضحاً نوع الذوبان طارد أم ماص للحرارة ، مع بيان السبب .



$$\Delta H_s = \Delta H_1 + (\Delta H_2 + \Delta H_3) = 2258 + (-2378) = -120 \text{ KJ/mol}$$

الذوبان طارد للحرارة لأن قيمة ΔH_s بإشارة سالبة .

حرارة التخفيف القياسية

تعريفها : هى كمية الحرارة المنطلقة أو الممتصة لكل مول من المذاب عند تخفيف المحلول من تركيز أعلى إلى تركيز أقل وهو فى الحالة القياسية .
خطواتها : تتم عملية التخفيف على خطوتين متعاكستين فى الطاقة هما :

طاقة الإبعاد	طاقة الارتباط
عملية ماصة للحرارة .	عملية ماصة للحرارة .
لأن زيادة جزيئات الماء أثناء عملية التخفيف تعمل على إبعاد أيونات أو جزيئات المذاب عن بعضها فى المحلول الأعلى تركيز . أكبر من جزيئات المذيب .	نتيجة ارتباط أيونات أو جزيئات المذاب بعدد
حرارة التخفيف = طاقة الإبعاد + طاقة الارتباط	

حرارة الاحتراق القياسية

- **الاحتراق :** هو عملية اتحاد سريع للمادة مع الأكسجين .
- ينتج عن احتراق العناصر أو المركبات احتراقاً تاماً انطلاق طاقة فى صورة حرارة أو ضوء أو كلاهما وتعرف كمية الحرارة المنطلقة بحرارة الاحتراق ΔH_c .
- إذا تم الاحتراق فى الظروف القياسية فإن كمية الحرارة المنطلقة تعرف بحرارة الاحتراق القياسية ΔH_c° .

حرارة الاحتراق القياسية : هى كمية الحرارة المنطلقة عند احتراق مول واحد من المادة احتراقاً تاماً فى الظروف القياسية .

حرارة الاحتراق : هو كمية الحرارة المنطلقة عند احتراق مول واحد من المادة احتراقاً تاماً فى وفرة من الأكسجين .

- من أمثلة تفاعلات الاحتراق التى نستخدمها فى حياتنا اليومية :

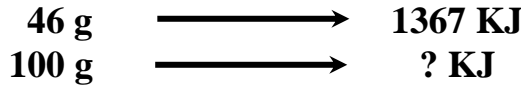
احتراق الجلوكوز	احتراق غاز البوتاجاز
يحترق الجلوكوز $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ داخل أجسام الكائنات الحية احتراقاً تاماً فى وفرة من الأكسجين لإمداد الكائن الحي بالطاقة اللازمة للقيام بالمهام الحيوية .	عبارة عن خليط من غازى البروبان C_3H_8 والبيوتان C_4H_{10} ، وهو يحترق مع أكسجين الهواء الجوى لإنتاج كمية كبيرة من الحرارة تستخدم فى طهى الطعام وغيرها من الاستخدامات .
$\text{C}_3\text{H}_8(g) + 5\text{O}_2(g) \longrightarrow 3\text{CO}_2(g) + 4\text{H}_2\text{O}(g) + 2323.7 \text{ KJ}$ $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6(s) + 6\text{O}_2(g) \longrightarrow 6\text{CO}_2(g) + 6\text{H}_2\text{O}(g) , \Delta H_c^\circ = -2808 \text{ KJ/mol}$	

مسائل محلولة

- (١) إذا كانت حرارة احتراق مول واحد من الإيثانول (C_2H_5OH) : 1367 KJ/mol :
 • اكتب المعادلة الحرارية المعبرة عن ذلك .
 • احسب الحرارة الناتجة عن احتراق 100 g منه .

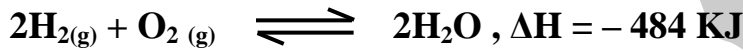


• الكتلة المولية من C_2H_5OH : $46 \text{ g/mol} = 1 + 16 + (1 \times 5) + (12 \times 2)$



$$2971.74 \text{ KJ} = \frac{100 \times 1367}{46} = 100 \text{ g احتراق عن الناشئة}$$

- *****
 (٢) يستخدم الهيدروجين كوقود للمركبات الفضائية لأن احتراقه فى جو من الأكسجين ينتج عنه طاقة هائلة فإذا كانت معادلة احتراقه كما يلى :



- هل التفاعل العكسى طارد أم ماص للحرارة ؟
 • احسب حرارة احتراق 1 g من الهيدروجين احتراقاً تاماً .
الحل : • التفاعل العكسى ماص للحرارة لأن قيمة ΔH سوف تصبح بإشارة موجبة .

• الكتلة المولية من H_2 : $2 \text{ g/mol} = 2 \times 1$



$$121 \text{ KJ} = \frac{1 \times 484}{4} = 100 \text{ g احتراق عن الناشئة}$$

م	علل لما يأتى	الإجابة
١	يصاحب عملية التخفيف امتصاص طاقة	لأن زيادة جزيئات الماء أثناء عملية التخفيف تعمل على إبعاد أيونات أو جزيئات المذاب عن بعضها فى المحلول الأعلى تركيزاً مما يتطلب امتصاص طاقة.
٢	يعتبر احتراق الجلوكوز داخل جسم الكائن الحى من تفاعلات الاحتراق الهامة	لأنه يمدّه بالطاقة اللازمة للقيام بالعمليات الحيوية .

حرارة التكوين القياسية

- ينتج عن تكوين المركب من عناصره الأولية انطلاق أو امتصاص قدر من الطاقة يعرف بحرارة التكوين ΔH_f .
 – إذا كانت العناصر المكونة للمركب فى حالتها القياسية فإن التغير الحرارى المصاحب لتكوين المركب يعرف بحرارة التكوين القياسية ΔH_f° .

حرارة التكوين القياسية : هى كمية الحرارة المنطلقة أو الممتصة عند تكوين مول واحد من المركب من عناصره الأولية بشرط أن تكون فى حالتها القياسية .

حرارة التكوين : هى كمية الحرارة المنطلقة أو الممتصة عند تكوين مول واحد من المركب من عناصره الأولية .

- **الحالة القياسية :** هى الحالة التى تمثل أكثر حالات المادة استقراراً فى درجة حرارة 25°C وتحت ضغط 1 atm .
 – الجرافيت هو الحالة القياسية للكربون .

- حرارة التكوين القياسية لجميع العناصر تساوى صفر - فرضاً - فى الظروف القياسية .
- المحتوى الحرارى للمركبات = حرارة تكوينها .
- يمكن حساب التغير فى المحتوى الحرارى للمركبات باستخدام حرارة التكوين من العلاقة : $\Delta H =$ المجموع الجبرى لحرارة تكوين النواتج - المجموع الجبرى لحرارة تكوين المتفاعلات .
- مثال : إذا كانت حرارة تكوين الميثان (-74.6 kJ/mol) وثانى أكسيد الكربون (-393.5 kJ/mol) وبخار الماء (-241.6 kJ/mol) احسب التغير فى المحتوى الحرارى للتفاعل الموضح فى المعادلة التالية :



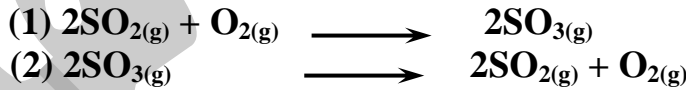
الحل : حرارة تكوين المتفاعلات = $-74.6 \text{ KJ/mol} = 0 + (-74.6)$
 حرارة تكوين النواتج = $-877.1 \text{ KJ/mol} = (2 \times -241.6) + (-393.5)$
 $-802.5 \text{ KJ/mol} = (-74.6) - (-877.1) = \Delta H$

العلاقة بين حرارة التكوين وثبات المركبات

المركبات غير الثابتة حرارياً	المركبات الثابتة حرارياً
مركبات تميل إلى الانحلال التلقائى فى درجة حرارة الغرفة إلى عناصرها الأولية .	مركبات ثابتة (مستقرة) فى درجة حرارة الغرفة يصعب تفككها بالحرارة إلى عناصرها الأولية .
قيمة حرارة تكوينها تكون بإشارة موجبة .	قيمة حرارة تكوينها تكون بإشارة سالبة .
المحتوى الحرارى لها أكبر من المحتوى الحرارى لعناصرها الأولية .	المحتوى الحرارى لها أقل من المحتوى الحرارى لعناصرها الأولية .

- س : إذا كانت حرارة تكوين المركبات HF , HCl , HBr , HI هى (-271 ، -92 ، -36 ، $+26$) KJ/mol على الترتيب ، رتب المركبات السابقة حسب ثباتها تجاه التحلل الحرارى ترتيباً تصاعدياً مبتدئاً بالأقل ثباتاً .
- الحل : يزداد ثبات المركب كلما زادت الطاقة المنطلقة أثناء تكوينه ولذلك يكون أكثرها ثباتاً HF وأقلها ثباتاً HI ويكون ترتيبها كالاتى : $\text{HF} > \text{HCl} > \text{HBr} > \text{HI}$

- ملاحظة هامة : تميل معظم التفاعلات للسير فى اتجاه تكوين المركبات الأكثر ثباتاً (الأقل فى قيمة حرارة التكوين)
- مثال : أياً من المعادلتين الآتيتين تعبر عن التفاعل المحتمل حدوثه ؟ مع بيان السبب .



- علماً بأن حرارة تكوين غازى SO_2 ، SO_3 على الترتيب تساوى (-296.83 ، -395.72) KJ/mol .
- ج : المعادلة رقم (1) تعبر عن التفاعل المحتمل حدوثه ، لأن التفاعل يسير فى اتجاه تكوين المركب الأكثر ثباتاً (الأقل فى حرارة التكوين) .

قانون هس

- يلجأ العلماء إلى استخدام طرق غير مباشرة لحساب حرارة التفاعل لعدة أسباب ، منها :
 - (1) اختلاط المواد المتفاعلة أو الناتجة بمواد أخرى .
 - (2) البطء الشديد لبعض التفاعلات كتفاعل صدأ الحديد الذى يستغرق وقتاً طويلاً .
 - (3) خطورة قياس حرارة التفاعل بطريقة تجريبية .
 - (4) صعوبة قياس حرارة التفاعل فى الظروف العادية من الضغط ودرجة الحرارة
- من الطرق التى استخدمها العلماء لحساب حرارة التفاعلات التى يصعب قياس ΔH لها بطريقة مباشرة ، قانون المجموع الجبرى الثابت للحرارة والمعروف بقانون هس .

قانون هس : حرارة التفاعل مقدار ثابت فى الظروف القياسية سواء تم التفاعل على خطوة واحدة أو على عدة خطوات .

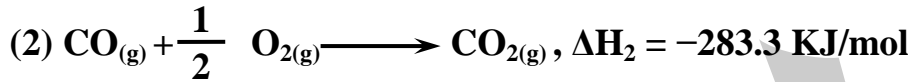
- يتعامل قانون هس مع المعادلات الكيميائية الحرارية وكأنها معادلات جبرية يمكن جمعها أو طرحها أو ضرب معاملاتها فى معاملات ثابتة .
- يعبر عن الصيغة الرياضية لقانون هس كالتالى :

$$\Delta H = \Delta H_1 + \Delta H_2 + \Delta H_3$$

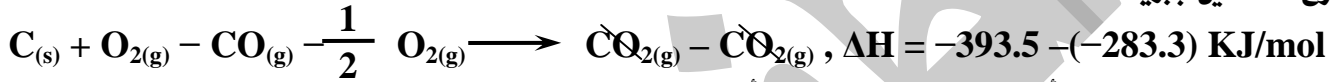
- ترجع أهمية قانون هس إلى إمكانية حساب التغير فى المحتوى الحرارى للتفاعلات التى لا يمكن قياسها بطريقة مباشرة وذلك باستخدام تفاعلات أخرى يمكن قياس حرارة كل منها .

• مثال : حساب حرارة تكوين غاز أول أكسيد الكربون :

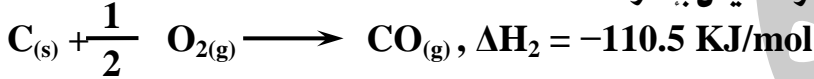
يستحيل عملياً أن نقيس بدقة كمية الحرارة المنطلقة عند احتراق الكربون لتكوين غاز أول أكسيد الكربون لأنه عملية أكسدة الكربون لا يمكن أن تتوقف تماماً عند مرحلة تكوين أول أكسيد الكربون بل تستمر مكونة غاز ثانى أكسيد الكربون ، ولكن يمكن حساب حرارة تكوين أول أكسيد الكربون بواسطة قانون هس كالتالى :



بطرح المعادلتين جبرياً :



وننقل $CO_{(g)}$ من الطرف الأيسر للمعادلة إلى الطرف الأيمن بإشارة مخالفة :



مسائل محلولة

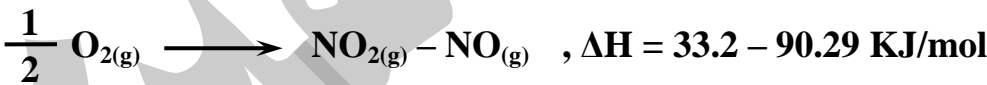
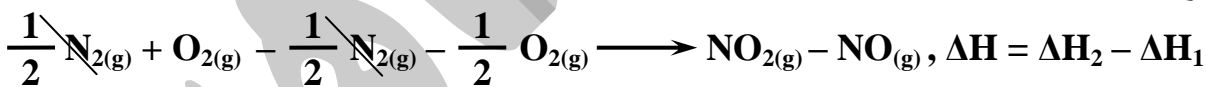
(١) احسب حرارة احتراق غاز أكسيد النيتريك NO تبعاً للمعادلة التالية :

$$NO_{(g)} + \frac{1}{2} O_{2(g)} \longrightarrow NO_{2(g)}$$

بمعلومية المعادلتين الحراريتين التاليتين :



الحل : بطرح المعادلة (1) من المعادلة (2) :



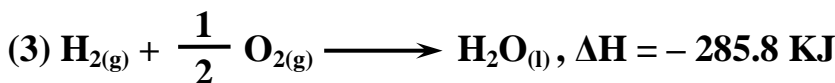
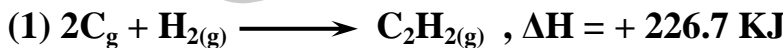
وننقل $NO_{(g)}$ للطرف الأيسر بإشارة مخالفة :



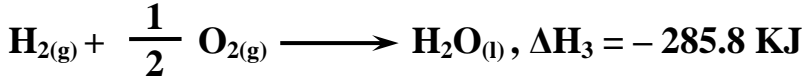
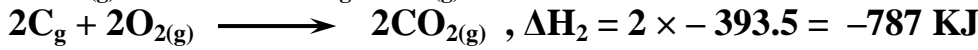
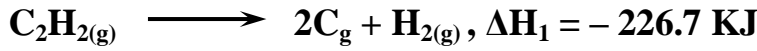
(٢) احسب التغير فى المحتوى الحرارى للتفاعل :

$$C_2H_{2(g)} + \frac{5}{2} O_{2(g)} \longrightarrow 2CO_{2(g)} + H_2O_{(l)}$$

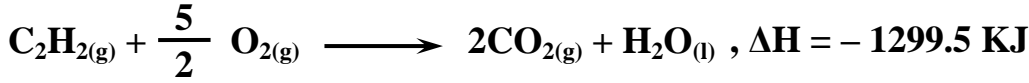
بمعلومية المعادلات الحرارية التالية :



الحل : بما أن C_2H_2 يوجد فى المعادلة (1) فقط فيلزم عكس المعادلة لجعل C_2H_2 كأحد المتفاعلات .
بما أن CO_2 يوجد فى المعادلة (2) فقط فيلزم ضرب معاملات المعادلة $\times 2$.



بجمع المعادلات



م	علل لما يأتى	الإجابة
١	ارتباط ثبات المركبات بحرارة تكوينها	لأنه كلما قلت حرارة تكوين المركبات كلما ازداد ثباتها الحرارى والعكس صحيح .
٢	التفاعلات الطاردة للحرارة تعطى نواتج ثابتة حرارياً	لأن المحتوى الحرارى للنواتج يكون أقل من المحتوى الحرارى لعناصرها الأولية (المتفاعلات) .
٣	المركبات التى يلزم لتكوينها امتصاص طاقة مركبات غير ثابتة	لأن محتواها الحرارى أكبر من المحتوى الحرارى لعناصرها الأولية .
٤	أهمية قانون هس فى علم الكيمياء الحرارية	لأنه يستخدم فى حساب التغير فى المحتوى الحرارى للمتفاعلات التى لا يمكن قياسه لها بطريقة مباشرة .
٥	استخدام قانون هس فى حساب التغير الحرارى الناتج عن تحول الماس	لأن عملية تحول الماس إلى جرافيت تتم ببطء شديد جداً .
٦	استخدام قانون هس فى حساب حرارة تكوين أول أكسيد الكربون	لأن عملية اكسدة الكربون لا يمكن أن تتوقف عند مرحلة تكوين أول أكسيد الكربون بل تستمر مكونة ثانى أكسيد الكربون .

س : ما معنى قولنا أن :

- ١ - ذوبان نترات الأمونيوم فى الماء ماص للحرارة .
ج : أى أنه يصاحبه امتصاص طاقة حرارية وانخفاض درجة حرارة المحلول الناتج .
- ٢ - حرارة ذوبان بروميد الليثيوم تساوى -49 KJ/mol .
ج : أى أن كمية الحرارة المنطلقة عند ذوبان مول واحد من بروميد الليثيوم فى كمية من المذيب للحصول على محلول مشبع منه تساوى 49 KJ .
- ٣ - حرارة الذوبان المولارية لحمض الكبريتيك تساوى -71.06 KJ/mol .
ج : أى أن كمية الحرارة المنطلقة عند ذوبان مول واحد من حمض الكبريتيك فى كمية من المذيب لتكوين لتر من المحلول تساوى 71.06 KJ .
- ٤ - حرارة التخفيف القياسية لمحلول هيدروكسيد الصوديوم -4.5 KJ/mol .
ج : أى أن كمية الحرارة المنطلقة لكل مول من هيدروكسيد الصوديوم عند تخفيف المحلول من تركيز أعلى إلى تركيز أقل فى الظروف القياسية تساوى 4.5 KJ .
- ٥ - حرارة الاحتراق القياسية الجلوكوز تساوى -2808 KJ/mol .
ج : أى أن كمية الحرارة المنطلقة عند احتراق مول واحد من الجلوكوز احتراقاً تاماً فى وفرة من الأكسجين فى الظروف القياسية تساوى 2808 KJ .
- ٦ - حرارة التكوين القياسية لغاز ثانى أكسيد الكربون -393.5 KJ/mol .
ج : أى أن كمية الحرارة المنطلقة عند تكوين مول واحد من ثانى أكسيد الكربون من عناصره الأولية فى الظروف القياسية تساوى 393.5 KJ .
- ٧ - الجرافيت هو الحالة القياسية للكربون .
ج : أى أنه أكثر حالات الكربون استقراراً فى الظروف القياسية .

الباب الخامس : الكيمياء النووية ١ نواة الذرة والجسيمات الأولية

مقدمة :

تتكون الذرة من نواة تدور حولها الإلكترونات فى مستويات للطاقة .

- تتكون المادة من ذرات ، يعزى إليها الخواص الفيزيائية والكيميائية للمادة .
- فى نهاية القرن التاسع عشر اكتشف العلماء أن الذرة تحتوى على جسيمات كتلتها صغيرة جداً ، وشحنتها سالبة أطلق عليها اسم الإلكترونات .
- حيث أن الذرة متعادلة كهربياً فهذا يعنى أن الذرة تحمل شحنة موجبة مساوية لشحنة الإلكترونات السالبة .
- لم يكن معروفاً فى ذلك الحين كيفية توزيع الشحنات الموجبة والسالبة فى الذرة .

نموذج رذرفورد الذرى



- تتكون الذرة من :

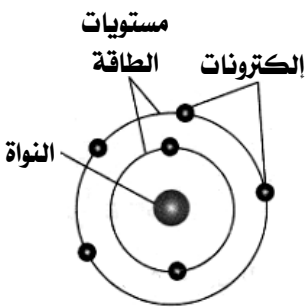
(١) نواة :

- ثقيلة نسبياً .
- تتركز فيها كتلة الذرة .
- تحمل الشحنة الموجبة للذرة .

(٢) إلكترونات :

- تدور حول النواة على بعد كبير نسبياً .
- سالبة الشحنة .
- توصلت حسابات رذرفورد إلى أن الذرة معظمها فراغ حيث أن قطر النواة يتراوح ما بين $(10^{-6} : 10^{-5} \text{ nm})$ بينما يبلغ قطر الذرة حوالى (0.1 nm) .

نموذج بور الذرى



- تدور الإلكترونات حول النواة فى مدارات معينة ثابتة تسمى مستويات الطاقة .
- كل مستوى طاقة يشغله عدد معين من الإلكترونات لا يمكن أن يزيد عنه .

اكتشاف البروتونات :

- فى عام ١٩١٩م أثبت رذرفورد أن نواة الذرة تحتوى على جسيمات تحمل الشحنة الموجبة تسمى (بروتونات) .
- كتلة البروتون أكبر من كتلة الإلكترون بحوالى 1800 مرة .

اكتشاف النيوترونات :

- اكتشف العالم شادويك أن النواة تحتوى على جسيمات متعادلة الشحنة تسمى (نيوترونات) .
- كتلة النيوترون تساوى تقريباً كتلة البروتون .

وصف نواة ذرة العنصر

اصطلح العلماء على وصف نواة ذرة أى عنصر باستخدام ثلاث كميات نووية هى :

• هو مجموع أعداد البروتونات والنيوترونات داخل نواة ذرة العنصر .	عدد الكتلة
• يكتب أعلى يسار رمز العنصر .	(A)
• هو عدد البروتونات داخل نواة ذرة العنصر .	العدد الذرى
• يكتب أسفل رمز العنصر .	(Z)
• فى الذرة المتعادلة يكون العدد الذرى = عدد البروتونات = عدد الإلكترونات .	عدد النيوترونات
• هى الفرق بين عدد الكتلة والعدد الذرى .	(N)
• عدد النيوترونات = عدد الكتلة - العدد الذرى (N = A - Z) .	
• فى حالة كتابتها تكتب أسفل يمين رمز العنصر .	

يمكن وصف نواة ذرة العنصر بالطريقة التالية : ${}_Z^AX$ وفى بعض الأحيان يكتب الرمز كالآتى : ${}_Z^AX_N$

مثال : اكتب الرمز الكيميائى لنواة ذرة الألومنيوم إذا علمت أنها تحتوى على 13 بروتونا بالإضافة إلى 14 نيوترونا

الحل : النواة تحتوى على 13 بروتون فيكون ($Z = 13$) . 14 نيوترون فيكون ($A = 13 + 14 = 27$) .

يرمز لنواة ذرة الألومنيوم بالرمز : ${}_{13}^{27}\text{Al}$

النظائر



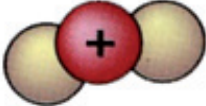
نلاحظ عند دراسة تركيب نواة أى عنصر أنه فى بعض الأحوال توجد أنواع مختلفة لأنوية ذرات العنصر الواحد ، يرجع ذلك إلى اختلاف عدد النيوترونات الموجودة فى هذه الأنوية ويطلق على هذه الأنواع اسم النظائر .

النظائر : هى ذرات العنصر الواحد التى تتفق فى عددها الذرى وتختلف فى عددها الكتلى لأن أنوية الذرات تحتوى على نفس العدد من البروتونات وتختلف فى عدد النيوترونات فى النواة .

أمثلة :

الأمثلة على النظائر كثيرة ، فمعظم عناصر الجدول الدورى لها نظائر وحتى أبسط العناصر الموجودة فى الطبيعة وهو الهيدروجين له ثلاثة نظائر .

نظائر الهيدروجين :

رمز النظير	${}_1^1\text{H}$	${}_1^2\text{H}$	${}_1^3\text{H}$
اسم النظير	البروتيوم	الديوتيريوم	التريتيوم
اسم نواة النظير وتركيبه	يتكون من بروتون يدور حوله إلكترون واحد	عبارة عن بروتون ونيوترون	عبارة عن بروتون ، 2 نيوترون
الشكل التوضيحي			
العدد الذرى	1		
عدد البروتونات	1		
العدد الكتلى	1	2	3
عدد النيوترونات	0	1	2

نظائر الأكسجين :

رمز النظير	${}_8^{16}\text{O}$	${}_8^{17}\text{O}$	${}_8^{18}\text{O}$
العدد الذرى	8		
عدد البروتونات	8		
العدد الكتلى	16	17	18
عدد النيوترونات	8	9	10

ملحوظة هامة : يمكن تعيين الكتل الذرية للعناصر بمعلومية الكتل الذرية النسبية لنظائرها ونسبة وجود كل منها .
مثال : احسب الكتلة الذرية لعنصر النحاس ، علما بأنه يتواجد فى الطبيعة على هيئة نظيرين هما :

$$^{63}\text{Cu} \text{ (نسبة وجوده } 69.09\% \text{) , } ^{65}\text{Cu} \text{ (نسبة وجوده } 30.91\% \text{)}$$

$$[^{63}\text{Cu} = 62.9298 \text{ amu} , ^{65}\text{Cu} = 64.9278 \text{ amu}]$$

الحل : مساهمة ^{63}Cu فى الكتلة الذرية = $\frac{69.09}{100} \times 62.9298 = 43.4782 \text{ amu}$

مساهمة ^{65}Cu فى الكتلة الذرية = $\frac{30.91}{100} \times 64.9278 = 20.069 \text{ amu}$

$$\text{الكتلة الذرية للنحاس} = 20.069 + 43.4782 = 63.55 \text{ amu}$$

م	علل لما يأتى	الإجابة
١	تتركز كتلة الذرة فى النواة	لضالة كتلة الإلكترونات مقارنة بكتلة النواة .
٢	الذرة متعادلة كهربياً	لأن عدد البروتونات الموجبة الموجودة بالنواة يساوى عدد الإلكترونات السالبة الى تدور حول النواة .
٣	نظائر العنصر الواحد تتفق فى الخواص الكيميائية	لتماثل عدد الإلكترونات وترتيبها حول نواة ذرة كل نظير منها .
٤	العدد الذرى يساوى العدد الكتلى فى نواة البروتيوم	لعدم احتوائها على نيوترونات

وحدات الكتلة والطاقة

– وحدة قياس الكتلة فى النظام الدولى للوحدات هى الكيلو جرام .

– كتل ذرات نظائر العناصر صغيرة جداً ولذلك :

تقدر بوحدة الكتل الذرية (amu) والتي تختصر الى (u) وهى تعادل $1.66 \times 10^{-27} \text{ Kg}$

– فى التفاعلات النووية تتحول المادة الى طاقة :

يمكن حساب الطاقة الناتجة عن تحول كتلة ما مقدرة بوحدة Kg من المادة الى طاقة بتطبيق معادلة أينشتاين :

$$E = mc^2$$

حيث : E الطاقة الناتجة مقدرة بوحدة جول ، m الكتلة مقدرة بوحدة كلىو جرام ، C سرعة الضوء فى الفراغ وتساوى $3 \times 10^8 \text{ m/s}$

$$\therefore E = (1.66 \times 10^{-27}) \times (3 \times 10^8)^2 = 14.94 \times 10^{-11} \text{ Joule}$$

– يمكن حساب الطاقة الناتجة عن تحول كتلة ما مقدرة بوحدة (u) من المادة الى طاقة من العلاقة :

$$E = m \times 931$$

حيث : m الكتلة مقدرة بوحدة الكتل الذرية ، E الطاقة الناتجة مقدرة بوحدة مليون إلكترون فولت mev .

$$\text{J} \xleftarrow{\times 9 \times 10^{16}} \text{Kg}$$

الخلاصة

$$1u = 1.66 \times 10^{-27} \text{ Kg} \quad (١)$$

$$\text{الطاقة (بالجول)} = \text{الكتلة بالكيلو جرام} \times (3 \times 10^8)^2 \quad (٢)$$

$$\text{الطاقة (بالمليون إلكترون فولت)} = \text{الكتلة بوحدة الكتل الذرية} \times 931 \quad (٣)$$

$$= \text{الكتلة بالكيلو جرام} \div (1.66 \times 10^{-27}) \times 931 \quad (٤)$$

$$\text{للتحويل وحدة الكتل الذرية الى الكيلو جرام نضرب فى } 1.66 \times 10^{-27} \quad (٥)$$

$$\text{للتحويل الكيلو جرام الى وحدة الكتل الذرية نقسم على } 1.66 \times 10^{-27}$$

مسائل محلولة

(١) احسب الطاقة الناتجة عن تحول 5 g من مادة إلى طاقة مقدرة بوحدات (جول – مليون إلكترون فولت) .

الحل :

$$m = 5 \div 1000 = 0.005 \text{ Kg}$$

$$E = mC^2 = 0.005 \times (3 \times 10^8)^2 = 45 \times 10^{13} \text{ J}$$

$$E = \frac{0.005}{1.66 \times 10^{-27}} \times 931 = 2804.21 \times 10^{24} \text{ MeV}$$

(٢) احسب الطاقة الناتجة عن تحول 5 u من مادة إلى طاقة مقدرة بوحدات (جول – مليون إلكترون فولت) .

الحل :

$$m = 5 \times 1.66 \times 10^{-27} = 8.3 \times 10^{-27} \text{ Kg}$$

$$E = mC^2 = 8.3 \times 10^{-27} \times (3 \times 10^8)^2 = 74.7 \times 10^{-11} \text{ J}$$

$$E = 5 \times 931 = 4655 \text{ MeV}$$

(٣) احسب كمية الطاقة بالجول الناتجة من تحول 80 % من كتلة مادة إلى طاقة إذا كانت كتلة هذه المادة 1.5 g .

الحل :

$$m = 1.5 \times \frac{25}{100} = 1.2 \text{ g} = 1.2 \div 1000 = 0.0012 \text{ Kg}$$

$$E = mC^2 = 0.0012 \times (3 \times 10^8)^2 = 10.8 \times 10^{13} \text{ J}$$

(٤) احسب الكتلة بالكيلو جرام التى تتحول إلى طاقة مقدارها 190 MeV .

الحل :

$$m = \frac{E}{931} = \frac{190}{931} = 0.2 \text{ u} = 0.2 \times 1.66 \times 10^{-27} = 0.339 \times 10^{-27} \text{ Kg}$$

هل تعلم :

يستخدم فى قياس الطاقة وحدة أخرى بالإضافة إلى الجول تسمى إلكترون فولت ويرمز لها بالرمز (eV) حيث :

$$1 \text{ eV} = 1.6 \times 10^{-19} \text{ J}$$

وهناك وحدة اكبر تسمى مليون إلكترون فولت ويرمز لها بالرمز (MeV) حيث :

$$1 \text{ MeV} = 1.6 \times 10^{-13} \text{ J}$$

القوى النووية

– تتكون النواة من نيوكليونات (بروتونات موجبة الشحنة ونيوترونات لا تحمل شحنة) .

– السؤال هنا : ما الذى يجعل نواة الذرة متماسكة ؟ أى ما الذى يودى إلى تماسك النيوكليونات داخل النواة ؟

• يوجد قوى تنافر كهربى بين البروتونات وبعضها .

• يوجد قوى تجاذب مادية بين النيوكليونات وبعضها .

• قوى التجاذب المادية صغيرة جداً مقارنة بقوى التنافر الكهربى .

– يتضح مما سبق أنه : لابد من وجود قوى أخرى تعمل على ترابط النيوكليونات ببعضها لضمان استقرار أنوية

الذرات المستقرة وقد عرفت هذه القوى باسم القوى النووية القوية .

– القوى النووية القوية : هى قوى تعمل على ترابط النيوكليونات داخل النواة .

– خصائص القوى النووية القوية :

(١) قوة قصيرة المدى (لا يبدأ التجاذب بين النيوكليونات إلا عندما تكون المسافة بينها صغيرة للغاية) .

(٢) لا تعتمد على شحنة النيوكليونات فقد تكون بين بروتون وبروتون أو نيوترون ونيوترون أو بروتون ونيوترون .

(٣) قوة هائلة .

طاقة الترابط النووى

- ثبت علمياً أن كتلة النواة وهى متماسكة تكون أقل من مجموع كتل النيوكليونات المكونة لها ، حيث :

النقص فى الكتلة = الكتلة النظرية - الكتلة الفعلية

- هذا النقص فى الكتلة يتحول إلى طاقة تستخدم لربط مكونات النواة تسمى طاقة الترابط النووى
- باستخدام قانون أينشتاين لتحويل الكتلة إلى طاقة فإن :

طاقة الترابط النووى BE (MeV) = النقص فى الكتلة $\times 931$

- تسمى القيمة التى ساهم بها كل نيوكليون فى طاقة الترابط للنواة بطاقة الترابط لكل نيوكليون وهى تتخذ مقياساً لثبات الذرة .

الخلاصة

تعريف طاقة الترابط النووى :

هى الطاقة اللازمة لربط مكونات النواة . أو : هى الطاقة المكافئة لمقدار النقص فى كتلة مكونات النواة .
منشأ طاقة الترابط النووى : النقص فى الكتلة بين كتلة مكونات النواة (الكتلة النظرية) والكتلة الفعلية للذرة .

• هى مجموع كتل الجسيمات المكونة للنواة وهى كتلة البروتونات وكتلة النيوترونات .	الكتلة النظرية
• تساوى (عدد البروتونات \times كتلة البروتون الواحد) + (عدد النيوترونات \times كتلة النيوترون الواحد)	
• هى كتلة الذرة بعد تماسك مكوناتها .	الكتلة الفعلية
• أقل من الكتلة النظرية حيث يصبح النقص فى الكتلة مصدراً لطاقة الترابط النووى .	

كيفية حسابها :

- (1) نوجد عدد البروتونات والنيوترونات ونعين كتلتيهما .
 - (2) الكتلة النظرية = كتلة البروتونات + كتلة النيوترونات .
 - (3) النقص فى الكتلة = الكتلة النظرية - الكتلة الفعلية .
 - (4) طاقة الترابط النووى BE = النقص فى الكتلة $\times 931$
 - (5) طاقة الترابط النووى لكل نيوكليون = طاقة الترابط النووى \div عدد الكتلة = $BE \div A$
- ملحوظة هامة : يدل مقدار طاقة الترابط لكل نيوكليون داخل النواة على مدى ثبات النواة فكلما ارتفعت قيمتها دل ذلك على كبر طاقة الترابط النووى .

إرشادات لحل المسائل :

- (1) الكتلة النظرية = الكتلة الفعلية + النقص فى الكتلة = الكتلة الفعلية + $(BE \div 931)$.
- (2) الكتلة الفعلية = الكتلة النظرية - النقص فى الكتلة = الكتلة النظرية - $(BE \div 931)$.
- (3) النقص فى الكتلة = طاقة الترابط النووى $\div 931$.

مسائل محلولة

- (1) احسب طاقة الترابط النووى لنواة ذرة الهيليوم ${}^4\text{He}$ علماً بأن الكتلة الفعلية لنواة ذرة الهيليوم 4.0015 u وكتلة البروتون 1.00728 u وكتلة النيوترون 1.00866 u ثم احسب طاقة الترابط النووى لكل نيوكليون .

الحل : عدد البروتونات = 2 ، عدد النيوترونات = 2

الكتلة النظرية = كتلة 2 بروتون + كتلة 2 نيوترون

$$4.03188 \text{ u} = (1.00728 \times 2) + (1.00866 \times 2) =$$

النقص فى الكتلة = الكتلة النظرية - الكتلة الفعلية = $4.03188 - 4.0015 = 0.03038 \text{ u}$

طاقة الترابط النووى BE = النقص فى الكتلة $\times 931 = 0.03037 \times 931 = 28.28378 \text{ MeV}$

طاقة الترابط النووى لكل نيوكليون = طاقة الترابط النووى BE \div عدد الكتلة A .

$$7.070945 \text{ MeV} = 28.28378 \div 4 =$$

(٢) إذا كان الوزن الذرى لنظير النيتروجين $^{14}_7N$ هو 14.007 u ، الوزن الذرى لنظير النيتروجين $^{15}_7N$ هو 15.0049 u فأى النظيرين أكثر استقراراً ولماذا ؟ علماً بأن كتلة البروتون 1.00728 u وكتلة النيوترون 1.00866 u

الحل :

أولاً : بالنسبة للنظير $^{14}_7N$:

$$\begin{aligned} \text{عدد البروتونات} &= 7 , \text{ عدد النيوترونات} = 7 - 14 = 7 \\ \text{الكتلة النظرية} &= (1.00728 \times 7) + (1.00866 \times 7) = 14.11185 \text{ u} \\ \text{النقص فى الكتلة} &= 14.11185 - 14.007 = 0.10458 \text{ u} \\ \text{طاقة الترابط النووى} &= 931 \times 0.10458 = 97.36398 \text{ MeV} \\ \text{طاقة الترابط لكل جسيم} &= 97.36398 \div 14 = 6.95457 \text{ MeV} \end{aligned}$$

ثانياً : بالنسبة للنظير $^{15}_7N$:

$$\begin{aligned} \text{عدد البروتونات} &= 7 , \text{ عدد النيوترونات} = 8 - 15 = 8 \\ \text{الكتلة النظرية} &= (1.00728 \times 7) + (1.00866 \times 8) = 15.12024 \text{ u} \\ \text{النقص فى الكتلة} &= 15.12024 - 15.0049 = 0.11534 \text{ u} \\ \text{طاقة الترابط النووى} &= 931 \times 0.11534 = 107.38154 \text{ MeV} \\ \text{طاقة الترابط لكل جسيم} &= 107.38154 \div 15 = 7.158769 \text{ MeV} \end{aligned}$$

∴ النظير $^{15}_7N$ أكثر استقراراً من النظير $^{14}_7N$ لأن طاقة الترابط النووى لكل نيوكليون فيه أكبر .

(٣) أوجد الكتلة الفعلية لذرة الصوديوم $^{23}_{11}Na$ إذا علمت أن كتلة البروتون 1.00728 u وكتلة النيوترون 1.00866 u

$$1.00866 \text{ u} \text{ وطاقة الترابط النووى} = 181.55 \text{ MeV}$$

الحل : **النقص فى الكتلة** = $931 \div 181.55 = 0.195 \text{ u}$

$$\text{الكتلة النظرية} = (11 \times 1.00728) + (12 \times 1.00866) = 23.184 \text{ u}$$

$$\text{الكتلة الفعلية} = 23.184 - 0.195 = 22.989 \text{ u}$$

م	علل لما يأتى	الإجابة
١	الكتلة الفعلية للذرة أقل من مجموع كتل مكوناتها	لتحول جزء من مكونات النواة إلى طاقة تعمل على ربط مكونات النواة .
٢	نواة ذرة الهيليوم أثبتت من نواة ذرة الديوتيريوم	لأن طاقة الترابط النووى للنيوكليون الواحد فى نواة ذرة الهيليوم أكبر من طاقة الترابط النووى للنيوكليون الواحد فى نواة ذرة الديوتيريوم .
٣	يزداد ثبات الذرة كلما كان النقص فى الكتلة كبير	لزيادة طاقة الترابط النووى .

الاستقرار النووى

تحدد النسبة بين عدد النيوترونات إلى عدد البروتونات مدى استقرار أو ثبات الأنوية

تصنف العناصر تبعاً لثبات أنوية ذراتها إلى :

(١) عناصر مستقرة (ثابتة) :

هى العناصر التى تبقى نواة ذراتها ثابتة على مر الزمن دون حدوث أى نشاط إشعاعى .

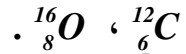
(٢) عناصر غير مستقرة :

هى العناصر التى تتحلل نواة ذراتها مع الزمن من خلال حدوث نشاط إشعاعى .

من الشكل البياني المقابل :

(١) أنوية ذرات العناصر المستقرة :

- يتساوى فيها عدد النيوترونات مع عدد البروتونات .
- النسبة بين عدد النيوترونات إلى عدد البروتونات لها تساوى 1 : 1 .
- أمثلة : العناصر الخفيفة التى يقل عدد النيوكلونات فيها عن 38 كما فى



- تزداد هذه النسبة تدريجياً بزيادة العدد الذرى حتى تصل إلى أقصى قيمة لها 1.53 : 1 فى نظير الرصاص $^{208}_{82}Pb$ (أثقل النظائر المستقرة) .
- تشكل أنوية العناصر المستقرة ما يعرف بحزام الاستقرار .

(٢) أنوية ذرات العناصر التى تقع على يسار حزام الاستقرار :

- غير مستقرة لأن عدد النيوترونات فيها يكون أكبر من حد الاستقرار .
- للوصول إلى حالة الاستقرار يتحول أحد النيوترونات إلى بروتون عن طريق انبعاث جسيم بيتا β^- (إلكترون نواة سالب) وبذلك تتعدل النسبة لتقترب من حزام الاستقرار .

(٣) أنوية ذرات العناصر التى تقع على يمين حزام الاستقرار :

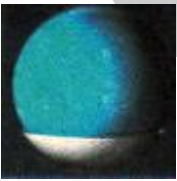


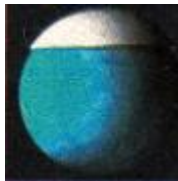


- غير مستقرة لأن عدد البروتونات فيها يكون أكبر من حد الاستقرار .
- للوصول إلى حالة الاستقرار يتحول أحد البروتونات إلى نيوترون عن طريق انبعاث بوزيترون β^+ (إلكترون نواة موجب) وبذلك تتعدل النسبة لتقترب من حزام الاستقرار .

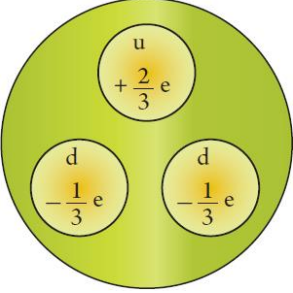
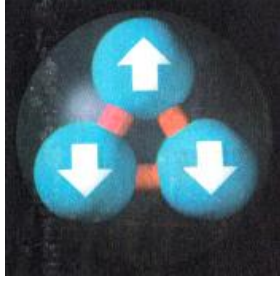
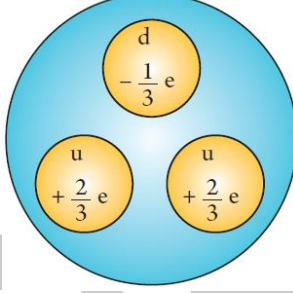
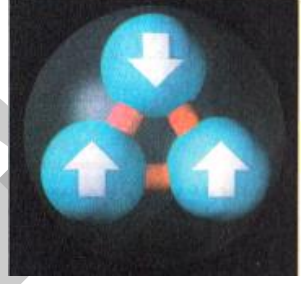
(٤) أنوية ذرات العناصر التى تقع أعلى حزام الاستقرار :

- غير مستقرة لأن عدد النيوكليونات فيها يكون أكبر من حد الاستقرار .
- للوصول إلى حالة الاستقرار تفقد 2 بروتون ، 2 نيوترون على هيئة انبعاث دقيقة ألفا (^4_2He) .

مفهوم الكوارك

- فى عام 1964م أثبت العالم مورى جيل مان أن البروتونات عبارة عن تجمع من جسيمات أولية أطلق عليها اسم كواركات .
- عدد الكوارك يبلغ ستة أنواع ، ويتميز كل كوارك برقم يرمز له بالرمز Q يعبر عن شحنة منسوبة إلى شحنة الإلكترون وتأخذ القيم $(+\frac{2}{3}e$ أو $-\frac{1}{3}e)$
- أنواع الكواركات :

كواركات شحنتها $-\frac{1}{3}e$			كواركات شحنتها $+\frac{2}{3}e$		
					
كوارك قاعى Bottom (b)	كوارك غريب Strange (s)	كوارك سفلى Down (d)	كوارك قمى Top (t)	كوارك ساحر (بديع) Charm (c)	كوارك علوى Up (u)

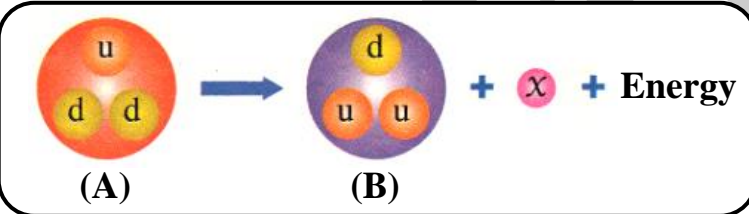
تركيب النيوترون	تركيب البروتون
يتربك من ارتباط 1 كوارك علوى u مع 2 كوارك سفلى d .	يتربك من ارتباط 2 كوارك علوى u مع 1 كوارك سفلى d .
تفسر الشحنة المتعادلة للنيوترون بأنها مجموع شحنات الكواركات الثلاثة المكونة له .	تفسر الشحنة الموجبة للبروتون بأنها مجموع شحنات الكواركات الثلاثة المكونة له .
$Q_n = \frac{2}{3} + (-\frac{1}{3}) + (-\frac{1}{3}) = 0$ <p>(u) (d) (d)</p>  	$Q_p = \frac{2}{3} + \frac{2}{3} - \frac{1}{3} = +1$ <p>(u) (u) (d)</p>  

أمثلة محلولة

(١) وضح تركيب الكواركات فى نواة ذرة الهيليوم ${}^4_2\text{He}$.

الحل : تتربك نواة ذرة الهيليوم من :

- 2 بروتون (يتربك كل منها من 2 كوارك علوى u و 1 كوارك سفلى d) .
- 2 نيوترون (يتربك كل منها من 1 كوارك علوى u و 2 كوارك سفلى d) .



(٢) ادرس الشكل المقابل ثم أجب :

(أ) ما الذى يعبر عنه كل من الشكلين A , B .

مع حساب شحنتهما الكهربائية .

(ب) ما شحنة الجسيم X ؟

الحل : (أ) الشكل A يعبر عن نيوترون .

$$Q_n = \frac{2}{3} + (-\frac{1}{3}) + (-\frac{1}{3}) = 0$$

الشكل B يعبر عن بروتون .

$$Q_p = -\frac{1}{3} + \frac{2}{3} - \frac{2}{3} = -1e$$

(ب) الجسيم X مشحون شحنة سالبة .



أسئلة على الفصل
انظر

مذكرة الأسئلة



مذكرة الأستاذ

فى الكيمياء

شرح

أسئلة

مراجعة

امتحانات

الباب الخامس : الكيمياء النووية ٢ النشاط الإشعاعى والتفاعلات النووية

– تختلف التفاعلات النووية عن التفاعلات الكيميائية فى أن :

التفاعلات الكيميائية	هى تفاعلات تتم بين ذرات العناصر المتفاعلة عن طريق الارتباط بين إلكترونات مستوى طاقتها الخارجى فى حين لا يحدث تغير فى أنوية هذه الذرات .
التفاعلات النووية	هى تفاعلات تتضمن تغير فى تركيب أنوية ذرات العناصر المتفاعلة وتكوين أنوية ذرات عناصر جديدة عند تصادم أنوية الذرات المتفاعلة .

– يمكن تصنيف التفاعلات النووية إلى أربعة أنواع هى :

- (١) تفاعلات التحول الطبيعى للعناصر .
- (٢) تفاعلات التحول النووى .
- (٣) تفاعلات الانشطار النووى .
- (٤) تفاعلات الاندماج النووى .

أولا : تفاعلات التحول الطبيعى للعناصر

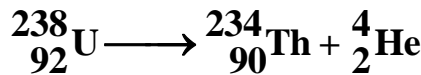
اكتشاف ظاهرة النشاط الإشعاعى :

- من الكشوف الهامة التى أدت إلى تطور كبير فى معلوماتنا عن الذرة وتركيبها اكتشاف ظاهرة النشاط الإشعاعى .
- اكتشف هذه الظاهرة العالم هنرى بيكريل فى أوائل عام ١٨٩٦ م عن طريق الصدفة عندما لاحظ أن أحد مركبات اليورانيوم يصدر إشعاعات غير مرئية تؤدي إلى تكوين ظلال على ألواح التصوير الحساسة .
- أول من أطلق على هذه الظاهرة هذا الاسم مارى كورى فى عام ١٨٩٨ م .
- عند كشف ظاهرة النشاط الإشعاعى كان اهتمام الباحثين موجه إلى معرفة طبيعة الإشعاعات المنطلقة من المواد المشعة ومقارنة خواصها واتبع فى ذلك طريقتان هما :

- (١) اختبار مقدرة الإشعاعات على اختراق المواد .
- (٢) قياس انحراف الإشعاعات بتأثير كل من المجال المغناطيسى والمجال الكهربى .
- دلت التجارب أن هناك ثلاثة إشعاعات مختلفة تنطلق من المواد ذات النشاط الإشعاعى الطبيعى وهى :
- (١) إشعاعات ألفا .
- (٢) إشعاعات بيتا .
- (٣) إشعاعات جاما .

إشعاعات ألفا α

- يتكون الجسيم منها من 2 بروتون و 2 نيوترون .
- تشبه فى تركيبها نواة ذرة الهيليوم ${}^4_2\text{He}$.
- عند خروج جسيم ألفا من نواة عنصر مشع يقل عدده الذرى بمقدار 2 ويقل عدده الكتلى بمقدار 4 .
- يتكون عنصر جديد .
- مثال : خروج جسيم ألفا من نواة ذرة عنصر اليورانيوم يؤدي إلى تكون ذرة عنصر جديد هو عنصر الثوريوم .



العدد الكتلى للنواة الأم = مجموع الأعداد الكتلية لكل من النواة الوليدة ودقيقة ألفا .
العدد الذرى للنواة الأم = مجموع الأعداد الذرية لكل من النواة الوليدة ودقيقة ألفا .

إشعاعات بيتا β

- دقائق تحمل صفات الإلكترونات ${}^0_{-1}\text{e}$ من حيث الكتلة والشحنة والسرعة .
- (الرقم 1- يمثل شحنة الإلكترون والرقم 0 يعنى أن الكتلة مهملة بمقارنتها بكتلة البروتون أو النيوترون) .
- كتلتها مهملة بالنسبة لوحدة الكتلة الذرية .
- شحنتها تعادل وحدة الشحنات السالبة e^- ويرمز لها بالرمز (β^-) .

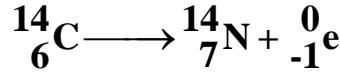
- عند خروج جسيم بيتا من نواة عنصر مشع يزيد عدده الذرى بمقدار 1 ويبقى عدده الكتلى ثابتاً .
∴ يتكون عنصر جديد .

سبب ذلك : هو تحول أحد النيوترونات داخل النواة إلى بروتون .

• البروتون يزيد العدد الذرى بمقدار 1 .

• يقل عدد النيوترونات بمقدار 1 ويزداد عدد البروتونات بمقدار 1 أى أن عدد الكتلة ثابتاً .

مثال : تحول عنصر الكربون إلى عنصر جديد هو النيتروجين .



العدد الكتلى للنواة الأم = مجموع الأعداد الكتلية لكل من النواة الوليدة وجسيم بيتا .

العدد الذرى للنواة الأم = مجموع الأعداد الذرية لكل من النواة الوليدة وجسيم بيتا .

إشعاعات جاما γ

- موجات كهرومغناطيسية ذات طول موجى قصير جداً (أقصر الأمواج الكهرومغناطيسية فى طولها الموجى بعد الأشعة الكونية) وبذلك فإن ترددها كبير ، وطاقتها فوتوناتها كبيرة .
- سرعتها تساوى سرعة الضوء .
- لا تحمل شحنة ، وليس لها كتلة وبالتالي فإن انبعاثها من نواة ذرة العنصر المشع لا يؤدى إلى تغير فى العدد الذرى أو عدد الكتلة لهذه النواة .

وجه المقارنة	أشعة ألفا α	أشعة بيتا β	أشعة جاما γ
طبيعتها	نواة ذرة هيليوم	إلكترون نواة	فوتون على الطاقة
كتلتها	أربعة أمثال كتلة البروتون تقريباً	$\frac{1}{1800}$ من كتلة البروتون	عديمة الكتلة
الشحنة	موجبة	سالبة	لا تحمل شحنة
القدرة على النفاذ	لا يمكنها النفاذ من ورقة كراسة	متوسطة لا يمكنها النفاذ من شريحة ألومنيوم سمكها 5mm	عالية جداً تستطيع النفاذ خلال شريحة من الرصاص سمكها عدة سنتيمترات وإن كانت شدتها تقل أثناء النفاذ
القدرة على تأيين الغازات	عالية جداً	عالية	منخفضة
التأثر بالمجال الكهربى	تنجذب ناحية القطب السالب بانحراف صغير	تنجذب ناحية القطب الموجب بانحراف كبير	لا تتأثر بالمجال الكهربى
التأثر بالمجال المغناطيسى	تتأثر بانحراف صغير	تتأثر بانحراف كبير	لا تتأثر بالمجال المغناطيسى

م	علل لما يأتى	الإجابة
١	تعتبر أى معادلة نووية موزونة	لأن مجموع كلاً من الأعداد الكتلية والذرية للمتفاعلات يساوى مجموع الأعداد الكتلية والذرية للنواتج .
٢	اختلاف دقيقة ألفا عن ذرة الهيليوم رغم أن رمز كل منهما ^4_2He	لأن دقيقة ألفا موجبة الشحنة بينما ذرة الهيليوم متعادلة الشحنة .

٣	حدوث تحول عنصرى عند خروج دقيقة ألفا من نواة ذرة عنصر مشع يتكون من نواة ذرة عنصر مشع	لأنه عند انبعاث دقيقة ألفا من نواة ذرة عنصر مشع يتكون عنصر جديد عدده الذرى أقل بمقدار 2 بالنسبة للنواة الأم .
٤	يرمز لدقيقة بيتا بالرمز	لأن شحنتها تعادل وحدة الشحنات السالبة كما أن كتلتها مهملة بالنسبة لوحدة الكتلة الذرية .
٥	حدوث تحول عنصرى عند خروج جسيم بيتا من نواة ذرة عنصر مشع	لأنه عند انبعاث دقيقة بيتا من نواة ذرة عنصر مشع يتكون عنصر جديد عدده الذرى أكبر بمقدار 1 بالنسبة للنواة الأم .
٦	عند خروج جسيم بيتا من نواة ذرة عنصر مشع يتكون عنصر جديد عدده الذرى أكبر بمقدار 1 فى حين لا يتغير العدد الكتلى	لأن جسيم بيتا ينتج من تحول نيوترون إلى بروتون .
٧	يطلق على دقيقة بيتا اسم إلكترون النواة	لأنها تحمل صفات الإلكترون من حيث الكتلة والشحنة والسرعة .
٨	لا يؤدى انبعاث أشعة جاما من نواة ذرة عنصر مشع إلى حدوث تغير فى العدد الكتلى أو العدد الذرى	لأنها عبارة عن فوتونات عديمة الكتلة والشحنة .
٩	كبر طاقة فوتونات أشعة جاما	لكبر تردد موجاتها وصغر أطوالها الموجية .

مسائل محلولة

- (١) عنصر مشع عدده الذرى 92 وعدده الكتلى 238 فقد دقيقة ألفا ثم دقيقتى بيتا . فما اسم العنصر الجديد ؟ وما العدد الذرى والكتلى له ؟

الحل :



اسم العنصر الجديد (نظير اليورانيوم) وعدده الذرى 92 ، وعدده الكتلى 234

- (٢) عنصر عدده الذرى ٩٠ وعدده الكتلى ٢٣٠ أوجد كلاً من س ، ص .

الحل :



ص - ٤ = ٢٣٠ \therefore ص = ٢٣٠ + ٤ = ٢٣٤ (أى أن العدد الكتلى = ٢٣٤)
س = ٩٠ (أى أن العدد الذرى = ٩٠)

- (٣) احسب العدد الذرى والعدد الكتلى لعنصر فقد خمسة جسيمات ألفا ثم أربعة جسيمات بيتا حتى تحول إلى عنصر آخر مستقر عدده الذرى 82 وعدده الكتلى 206

الحل :



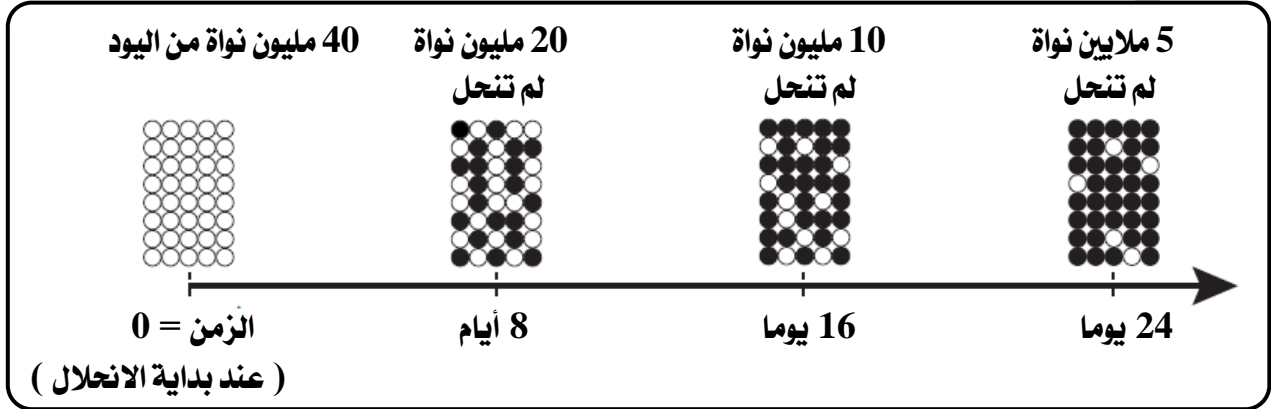
ص - ٢٠ = ٢٠٦ \therefore ص = ٢٠٦ + ٢٠ = ٢٢٦ (وهذا هو العدد الكتلى)
س - ٦ = ٨٢ \therefore س = ٨٨ + ٦ = ٩٤ (وهذا هو العدد الذرى)

عمر النصف

عندما تنبعث دقائق ألفا أو دقائق بيتا أو أشعة جاما من نواة ذرة عنصر مشع فإنه :

- يحدث انحلال إشعاعى لهذه النواة .
- يقل نشاط المادة المشعة بمرور الزمن .

مثال : إذا كان لدينا عينة من عنصر اليود المشع تنحل نواة واحدة فقط كل ثانية من بين 1000000 نواة يود موجودة فى هذه اللحظة ، والشكل التالى يمثل انحلال (يود - 131) .



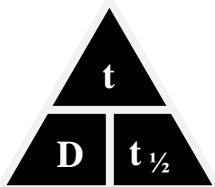
عمر النصف :

- هو الزمن اللازم لتحلل عدد أنوية العنصر المشع إلى النصف .
- تستخدم فترة عمر النصف فى تحديد عمر الصخور والمومياء .

س : ماذا يقصد بقولنا أن فترة عمر النصف لليود المشع يساوى 8 days ؟

ج : أى أن الزمن الذى يتناقص فيه عدد أنوية اليود إلى نصف عددها الأصى عن طريق الانحلال الإشعاعى يساوى 8 days ، أو : أى أن عدد أنوية اليود المشع فى عينة منه تتحلل طبيعياً إلى النصف خلال 8 days .

كيفية حساب عمر النصف



(١) يتم حساب عدد المرات التى يتحلل فيها العنصر .

$$1 \xrightarrow{\text{مرة أولى}} \frac{1}{2} \xrightarrow{\text{مرة ثانية}} \frac{1}{4} \xrightarrow{\text{مرة ثالثة}} \frac{1}{8} \xrightarrow{\text{مرة رابعة}} \frac{1}{16}$$

الزمن الكلى (t)

$$\frac{\text{الزمن الكلى (t)}}{\text{عدد مرات التحلل (D)}} = t_{1/2} \text{ عمر النصف}$$

(٢) معرفة المدة الكلية للتحلل .

(٣) يستخدم القانون :

ملاحظات لحل مسائل عمر النصف

- (١) إذا كان المطلوب هو عمر النصف نحسب أولاً عدد الفترات من التحلل التلقائى بالأسهم ونعوض فى القانون .
- (٢) إذا كان المطلوب هو الكمية المتبقية نحسب أولاً عدد المرات من القانون ثم نحسب المتبقى .
- (٣) إذا كان المتحلل أو المتفتت هو نسبة مئوية يجب إيجاد نسبة المتبقى كما يلى :
(نسبة المتبقى = ١٠٠ % - المتحلل أو المتفتت)
- (٤) إذا كان فى المسألة زمان مختلفان (ساعة ودقيقة مثلاً) يجب توحيد القياسات حتى تصبح بوحدة واحدة .
- (٥) إذا كانت المادة المتبقية أقل من 1g نفرض أن كتلة المادة الأصلية 1g .

مسائل محلولة

(١) احسب عمر النصف لعنصر مشع إذا علمت أن عينة منه كتلتها 12 g يتبقى منها 1.5 g بعد مرور 45 days .

$$12 \text{ g} \xrightarrow[t_{1/2}]{(1)} 6 \text{ g} \xrightarrow[t_{1/2}]{(2)} 3 \text{ g} \xrightarrow[t_{1/2}]{(3)} 1.5 \text{ g}$$

$D = 3$

$$t_{1/2} = t \div D = 45 \div 3 = 15 \text{ days}$$

(٢) إذا كان لديك 5 g من عنصر مشع فأحسب النسبة المئوية لما يتبقى منه بعد مرور 112 سنة إذا علمت أن عمر النصف له 28 سنة .

$$D = t \div t_{1/2} = 112 \div 28 = 4$$

$$5 \text{ g} \xrightarrow[t_{1/2}]{(1)} 2.5 \text{ g} \xrightarrow[t_{1/2}]{(2)} 1.25 \text{ g} \xrightarrow[t_{1/2}]{(3)} 0.625 \text{ g} \xrightarrow[t_{1/2}]{(4)} 0.3125 \text{ g}$$

$$\text{النسبة المئوية لما يتبقى} = 100 \times \frac{0.3125}{5} = 6.25 \%$$

(٣) عنصر مشع كتلته 20 g ، وعمر النصف له 12 ساعة . كم يتبقى منه بعد مرور يومين ؟

$$D = t \div t_{1/2} = 48 \div 12 = 4$$

$$20 \text{ g} \xrightarrow[t_{1/2}]{} 10 \text{ g} \xrightarrow[t_{1/2}]{} 5 \text{ g} \xrightarrow[t_{1/2}]{} 2.5 \text{ g} \xrightarrow[t_{1/2}]{} 1.25 \text{ g}$$

∴ المتبقى من العنصر = 1.25 g

(٤) عنصر مشع عمر النصف له 12 ساعة . بعد كم ساعة تصبح كتلته $g \frac{1}{32}$.

الحل : نفرض أن الكتلة الأصلية = 1 g (إذا كانت الكتلة المتبقية أقل من 1 g) .

$$1 \text{ g} \xrightarrow[t_{1/2}]{(1)} \frac{1}{2} \xrightarrow[t_{1/2}]{(2)} \frac{1}{4} \xrightarrow[t_{1/2}]{(3)} \frac{1}{8} \xrightarrow[t_{1/2}]{(4)} \frac{1}{16} \xrightarrow[t_{1/2}]{(5)} \frac{1}{32}$$

$$D = 5$$

$$t = t_{1/2} \times D = 12 \times 5 = 15 \text{ hours}$$

ثانياً : تفاعلات التحول النووى (العنصرى)

هى تفاعلات يتم فيها قذف نواة عنصر ما (يعرف بالهدف) بجسيم ذو طاقة حركة مناسبة (يعرف بالقذيفة) فتتحول إلى نواة عنصر جديد فى صفاتها الفيزيائية والكيميائية .

القذيفة	ألفا	البروتون	الديوترون	النيوترون
الرمز	${}^4_2\text{He}$	${}^1_1\text{H}$	${}^2_1\text{H}$	${}^1_0\text{n}$

للوصول بطاقة حركة القذيفة إلى المستوى المطلوب يتم تسريعها باستخدام أجهزة المعجلات النووية مثل جهاز فان دى جراف وجهاز السيكلوترون .

يعتبر النيوترون من أفضل القذائف لأنه لا يحتاج إلى سرعة عالية لاختراق النواة حيث أنه جسيم متعادل الشحنة لا يلقى تنافراً مع الإلكترونات المحيطة بالنواة .

استخدام جسيم ألفا ككذيفة :

كان أول من أجرى تفاعلاً نووياً صناعياً هو العالم رذرفورد عام ١٩١٩ م ، حيث استخدم جسيمات ألفا ككذيفة وغاز النيتروجين كهدف وذلك على خطوتين :

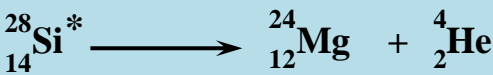
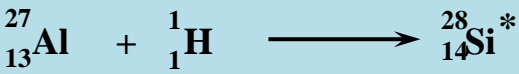
الخطوة الأولى :

عند اصطدام جسيم ألفا بنواة النيتروجين 14 تتكون نواة ذرة الفلور 18 والتي تسمى النواة المركبة لأنها تكون غير مستقرة وذات طاقة عالية .

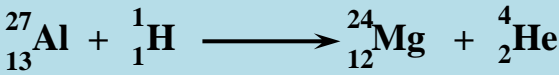
الخطوة الثانية :

تتخلص نواة ذرة الفلور 18 من الطاقة الزائدة عن طريق انبعاث بروتون سريع فتحول إلى نواة نظير الأكسجين 17 المستقر .

ملحوظة هامة : تدل العلامة * الموجودة أعلى يمين رمز العنصر على أن النواة غير مستقرة تتحلل خلال لحظات .



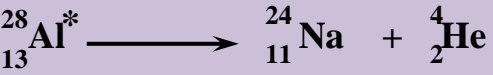
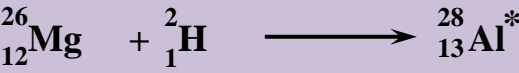
بالجمع

**استخدام البروتون ككذيفة :**

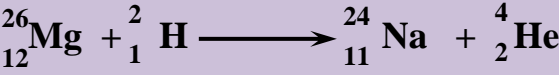
عند اصطدام البروتون بنواة الألومنيوم 27 تتكون نواة ذرة السيليكون 28 والتي تتحول إلى نواة ذرة الماغنسيوم 24 بانبعاث جسيم ألفا .

استخدام الديوتريون ككذيفة :

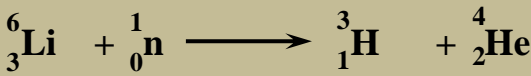
عند اصطدام الديوتريون بنواة الماغنسيوم 26 تتكون نواة ذرة الألومنيوم 28 والتي تتحول إلى نواة ذرة الصوديوم 24 بانبعاث جسيم ألفا .



بالجمع

**استخدام النيوترون ككذيفة :**

عند اصطدام النيوترون بنواة الليثيوم 6 تتكون نواة ذرة التريتيوم 3 بانبعاث جسيم ألفا .



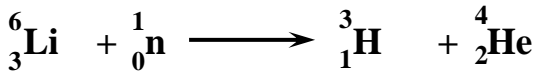
موازنة المعادلات النووية

من المهم أن ننتبه عند موازنة المعادلات النووية إلى مراعاة :

(١) قانون حفظ الشحنة : مجموع الأعداد الذرية للمتفاعلات = مجموع الأعداد الذرية للنواتج .

(٢) قانون حفظ المادة (الكتلة) : مجموع الأعداد الكتلية للمتفاعلات = مجموع الأعداد الكتلية للنواتج .

مثال : فى المعادلة النووية المقابلة :



مجموع الأعداد الكتلية للمتفاعلات = 7 = 1 + 6

مجموع الأعداد الكتلية للنواتج = 7 = 4 + 3

وهذا يحقق قانون حفظ المادة (الكتلة)

مجموع الأعداد الذرية للمتفاعلات = 3 = 0 + 3

مجموع الأعداد الذرية للنواتج = 3 = 2 + 1

وهذا يحقق قانون حفظ الشحنة

ثالثاً : تفاعلات الانشطار النووى

تعريف الانشطار النووى :

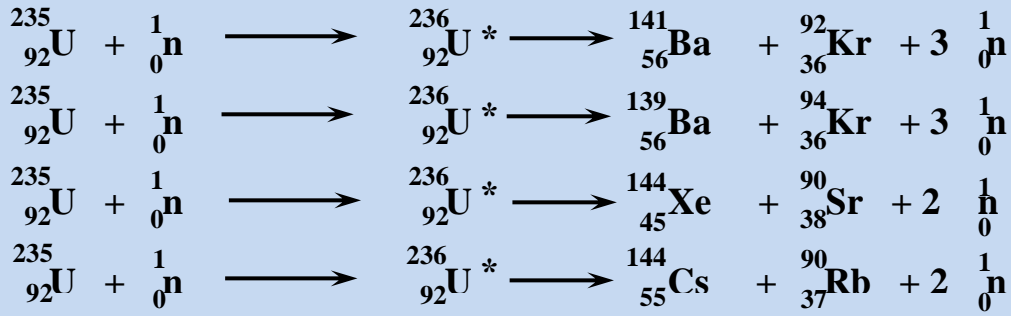
هو تفاعل نووى يتم فيه قذف نواة ثقيلة بقذيفة نووية خفيفة ذات طاقة حركية منخفضة فتشطر إلى نواتين متقاربتين فى الكتلة وعدد من النيوترونات وطاقة هائلة.

مثال : تفاعل انشطار نواة اليورانيوم 235 :

عند توجيه قذيفة نيوترون بطى إلى نواة اليورانيوم 235 فإنها تتحول إلى نظير يورانيوم 236 وهو نظير غير مستقر لا يزيد مدة بقاؤه عن 10^{-12} s ، حيث يتحول إلى نواتين X ، Y تسميان شظايا الانشطار النووى أو الأتوية الوليدة بالإضافة إلى عدد من النيوترونات بما يحقق قانون بقاء الكتلة .

ملحوظة هامة :

هناك حوالى 90 نواة وليدة يمكن أن تنتج من هذا الانشطار النووى ، أشهرهما الباريوم والكريبتون ، ومن أمثلة التفاعلات المحتملة :



التفاعل المتسلسل

تقوم النيوترونات الناتجة من التفاعلات النووية الانشطارية بدور القذائف لتفاعلات نووية انشطارية مماثلة وهكذا يستمر التفاعل الانشطارى بمجرد بدئه ولهذا يوصف بالتفاعل المتسلسل .

التفاعل المتسلسل :

هو تفاعل نووى انشطارى تستخدم النيوترونات الناتجة منه كقذائف بشكل يضمن استمراره تلقائيا بمجرد بدئه .

ملحوظة هامة :

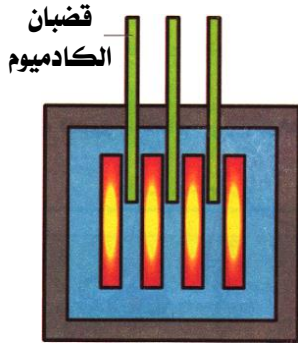
يتولد عن التفاعل المتسلسل طاقة هائلة لاستمرار عملية شطر أنوية اليورانيوم والتى تتزايد باستمرار التفاعل نتيجة للزيادة المستمرة فى أعداد النيوترونات .

المفاعل النووى

- تعتبر المفاعلات النووية الانشطارية من التطبيقات السلمية الهامة للتفاعلات الانشطارية المتسلسلة والتفاعل الأساسى فيها هو تفاعل انشطار نواة اليورانيوم 235 .

الحجم الحرج : هو كمية اليورانيوم 235 التى يقوم فيها نيوترون واحد - فى المتوسط - من كل تفاعل ببدء تفاعل جديد .

- إذا أردنا للتفاعل المتسلسل أن يستمر بطريقة ذاتية فإنه يلزم حجم معين من اليورانيوم يساوى الحجم الحرج لضمان استمرار التفاعل المتسلسل بنفس معدله الابتدائى البطئ .
- إذا كانت الكمية المستخدمة من اليورانيوم أكبر بكثير من الحجم الحرج ، فإن التفاعل سيستمر بمعدل سريع يودى إلى حدوث انفجار .
- إذا أردنا التحكم فى التفاعل المتسلسل بحيث ينتج فى النهاية طاقة ولا يحدث انفجار لابد من امتصاص النيوترونات بواسطة التحكم فى :



يؤدى إنزال قضبان الكادميوم بين قضبان الوقود النووى فى المفاعل النووى إلى زيادة معدل امتصاص النيوترونات وبالتالي يقل معدل تفاعلات الانشطار ، بينما عند رفع قضبان الكادميوم فتحدث عملية عكسية .

تؤدى زيادة عدد قضبان الكادميوم المستخدمة إلى زيادة معدل امتصاص النيوترونات وبالتالي يقل معدل تفاعل الانشطار .

وضع قضبان من الكادميوم بين قضبان الوقود النووى (اليورانيوم 235)

عدد قضبان الكادميوم المستخدمة

- يعتبر المفاعل النووى مصدراً للطاقة الحرارية التى تستخدم لتوليد البخار الذى يستخدم فى توليد الطاقة الكهربائية عن طريق استخدام توربينات بخارية .

م	علل لما يأتى	الإجابة
١	يستخدم فى المفاعل النووى كمية من اليورانيوم تساوى الحجم الحرج	لضمان استمرار التفاعل المتسلسل بنفس معدله الابتدائى البطئ .
٢	لا يستخدم فى المفاعلات الانشطارية كمية من اليورانيوم حجمها أكبر بكثير من الحجم الحرج	لكى تؤدى التفاعلات الانشطارية المتسلسلة الحادثة بداخل هذه المفاعلات إلى إنتاج طاقة دون حدوث انفجار .

القنبلة الانشطارية

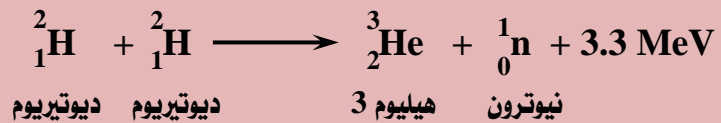
- تعتبر القنبلة النووية الانشطارية من التطبيقات الحربية للتفاعلات الانشطارية .
- يستخدم فى القنبلة الانشطارية كمية من اليورانيوم 235 أكبر بكثير من الحجم الحرج لضمان استمرار التفاعل الانشطاري بمعدل سريع وهو ما يودى إلى حدوث انفجار .

رابعاً : تفاعلات الاندماج النووى

تعريف الاندماج النووى :

هو عملية دمج نواتين خفيفتين لتكوين نواة عنصر آخر أثقل منهما وكتلتها أقل من مجموع كتل الأنوية المندمجة .

مثال : اندماج ديوتريونان معاً لتكوين نواة هيليوم 3 :



كتلة نواة الهيليوم والنيوترون تقل عن مجموع كتلتى الديوترونين ، يتحول هذا الفرق فى الكتلة إلى طاقة مقدارها 3.3 مليون إلكترون فولت تتحرر مع دمج هذين الديوترونين

ملاحظات هامة :

- (١) لحدوث الاندماج النووى يلزم توفر درجة حرارة عالية تصل إلى رتبة 10^7 درجة مطلقة (كلفينية) .
 (٢) يحدث التفاعل النووى الاندماجى داخل الشمس (كما يحدث داخل معظم النجوم) .
 (٣) تعتبر التفاعلات النووية الاندماجية مصدر الطاقة المدمرة للقتلة الهيدروجينية .

م	علل لما يأتى	الإجابة
١	عند اندماج ديوتريونان معاً تكون كتلة النواتج أقل من كتلة المتفاعلات	لتحول الفرق فى الكتلة إلى طاقة مقدارها 3.3 MeV .
٢	حدوث تفاعلات نووية اندماجية داخل نجم الشمس وصعوبة تحقيق ذلك فى المختبرات	لأن التفاعلات النووية الاندماجية تتم عند درجة حرارة مرتفعة جداً من رتبة 10^7 درجة مطلقة (كلفينية) .

التفاعلات الكيميائية	التفاعلات النووية
تتم عن طريق إلكترونات مستوى الطاقة الخارجى .	تتم عن طريق نيوكليونات النواة .
لا تؤدى إلى تحول العنصر إلى عنصر آخر .	تؤدى إلى تحول العنصر إلى نظيره أو إلى عنصر آخر
نظائر العنصر الواحد تعطى نفس النواتج .	نظائر العنصر الواحد تعطى نواتج مختلفة .
تكون مصحوبة بانطلاق أو امتصاص قدر محدد من الطاقة .	تكون مصحوبة بانطلاق كميات هائلة من الطاقة .

الاستخدامات السلمية للنظائر المشعة

المجال	الاستخدام السلمى
الطب	قتل الخلايا السرطانية عن طريق : • توجيه أشعة جاما التى تنبعث من نظير الكوبلت 60 أو السيزيوم 137 المشع إلى مركز الورم . • غرس إبر تحتوى على نظير الراديوم 226 المشع فى الورم السرطانى .
الصناعة	التحكم الألى فى بعض خطوط الإنتاج كما يحدث عند صب الصلب المنصهر حيث يتم وضع مصدر لأشعة جاما مثل نظير الكوبلت 60 أو السيزيوم 137 عند أحد جوانب آلة الصب ويوضع فى الجانب الآخر كاشف اشعاعى يستقبل أشعة جاما وعندما تصل كتلة الصلب إلى أبعاد معينة لا يستطع الكاشف استقبال أشعة جاما فتتوقف عملية الصب .
الزراعة	• إحداث طفرات بالأجنة وانتخاب الصالح منها لإنتاج نباتات أكثر إنتاجية وأكثر مقاومة وذلك بتعريض البذور لجرعات مختلفة من أشعة جاما . • تعقيم المنتجات النباتية والحيوانية باستخدام أشعة جاما لحفظها من التلف وإطالة فترة تخزينها . • تعقيم ذكور الحشرات باستخدام أشعة جاما للحد من انتشار الآفات الزراعية .
البحوث العلمية	تتبع مسار (دورة) بعض المواد فى النبات بإدخال نظائر مشعة فى المواد الأساسية التى يستخدمها النبات ثم تتبع الإشعاعات الصادرة منه لمعرفة دورتها فى النبات كإدخال ماء به أكسجين مشع وتتبع أثره (الأكسجين الناتج من عملية البناء الضوئى مصدره الماء وليس غاز ثانى اكسيد الكربون) .



انتظر كل ما هو جديد
فى
مذكرة الأسئلة فى الكيمياء



الأستاذ
مصطفى
شاهين

الآثار الضارة للإشعاعات النووية

يوجد نوعان من الإشعاعات :

وجه المقارنة	الإشعاعات المؤينة	الإشعاعات غير المؤينة
التعريف	هى الإشعاعات التى تحدث تغيرات فى تركيب الأنسجة التى تتعرض لها .	هى الإشعاعات التى لا تحدث تغيرات فى تركيب الأنسجة التى تتعرض لها
أمثلة	أشعة ألفا - أشعة بيتا - أشعة جاما - الأشعة السينية .	أشعة الراديو المنبعثة من الهاتف المحمول - أشعة الميكروويف - الأشعة تحت الحمراء - الأشعة فوق البنفسجية - أشعة الليزر - الضوء المرئى .
الأضرار	عند سقوطها على الخلية الحية تؤدى إلى تأين جزيئات الماء الذى يمثل الجزء الأكبر من أى خلية حية ، وهذا يؤدى إلى إتلاف الخلية وتكسير الكروموسومات واحداث بعض التغيرات الجينية . استمرار التعرض لها يؤدى إلى : • منع أو تأخر انقسام الخلية أو زيادة معدل انقسامها مما يؤدى إلى الأورام السرطانية . • حدوث تغيرات مستديمة فى الخلية تنتقل وراثياً إلى الأجيال التالية وتكون النتيجة ظهور مواليد جديدة مختلفة عن الأبوين المنتجين . • موت الخلايا .	الإشعاعات الصادرة من أبراج تقيّة المحمول قد تسبب تغيرات فسيولوجية فى الجهاز العصبى تظهر على هيئة صداع ، دوار ، إعياء ، وقد يصل الأمر إلى فقدان الذاكرة . • المجال المغناطيسى والكهربى لأشعة الراديو يؤثر على خلايا الجسم حيث يسبب ارتفاع درجة حرارتها . • وضع الحاسب المحمول (اللاب توب) على الركبتين يؤثر على الخصوبة .

ملحوظة هامة :

اتفق العلماء أنه يجب ألا تقل المسافة بين المساكن وبرج الهاتف المحمول عن 6 أمتار وهى مسافة آمنة .

م	علل لما يأتى	الإجابة
١	تسمية الإشعاعات المؤينة بهذا الاسم	لأنه عند سقوط هذه الأشعة على أى جسم تتصادم مع الذرات المكونة له مسببة تأينها .
٢	يجب ألا تقل المسافة بين المساكن وبرج الهاتف المحمول عن 6 أمتار	لأن الإشعاعات الصادرة منها قد تسبب تغيرات فسيولوجية فى الجهاز العصبى تظهر على هيئة صداع ، دوار ، إعياء ، وقد يصل الأمر إلى فقدان الذاكرة .



أسئلة على الفصل
انظر
مذكرة الأسئلة



مذكرة الأستاذ
فى الكيمياء
شرح
أسئلة
مراجعة
امتحانات