

ملخص شرح دروس وحدة التفاعلات الكيميائية ووحدة المول وفق الهيكل مع حل تدريبات



تم تحميل هذا الملف من موقع المناهج الإماراتية

موقع المناهج ← المناهج الإماراتية ← الصف العاشر المتقدم ← كيمياء ← الفصل الثاني ← ملفات متنوعة ← الملف

تاريخ إضافة الملف على موقع المناهج: 07:14:39 2026-02-26

ملفات اكتب للمعلم اكتب للطالب | اختبارات الكترونية | اختبارات | حلول | عروض بوربوينت | أوراق عمل
منهج انجليزي | ملخصات وتقارير | مذكرات وبنوك | الامتحان النهائي للمدرس

المزيد من مادة
كيمياء:

إعداد: الطالب عبد الرحمن هاني

التواصل الاجتماعي بحسب الصف العاشر المتقدم



صفحة المناهج
الإماراتية على
فيسبوك

الرياضيات

اللغة الانجليزية

اللغة العربية

التربية الاسلامية

المواد على تلغرام

المزيد من الملفات بحسب الصف العاشر المتقدم والمادة كيمياء في الفصل الثاني

أوراق عمل مراجعة نهاية الفصل باللغتين العربية والانجليزية

1

مراجعة الدرس الثالث Solutions Aqueous in Reaction من الوحدة الخامسة

2

حل أوراق عمل الدرس الأول Equations and Reactions من وحدة Reactions Chemical منهج انسابير

3

ملخص الوحدة الخامسة التفاعلات الكيميائية

4

حل النموذج التدريبي للاختبار النهائي وفق الهيكل الوزاري منهج بريدج

5



وزارة التربية والتعليم
MINISTRY OF EDUCATION



مؤسسة الإمارات للتعليم المدرسي
EMIRATES SCHOOLS ESTABLISHMENT

هيكل الكيمياء الصف العاشر المتقدم الفصل الدراسي الثاني العام الدراسي 2025/2026

بسم الله الرحمن الرحيم

الوحدة الخامسة (التفاعلات الكيميائية)

الدرس الأول (التفاعلات و المعادلات)

التفاعلات الكيميائية

التفاعل الكيميائي : عملية يتم فيها إعادة ترتيب الذرات في مادة أو أكثر لتكوين مواد مختلفة

المؤشرات الفيزيائية الدالة على حدوث التفاعل الكيميائي

التغير في درجة الحرارة	تغير اللون	تغير / تكون الرائحة	تصاعد الغاز	تكون راسب
إحتراق الخشب	صدأ الحديد على المسار الحديدي إستواء الفاكهة	نضج الطعام	ذوبان الفوار	هيدروكسيد النحاس الثنائي المتكون من إتحاد هيدروكسيد الصوديوم و كلوريد النحاس الثنائي

تمثيل التفاعلات الكيميائية

يمكن إستخدام المعادلات لمثيل التفاعل الكيميائي ، تتكون المعادلة الكيميائية من 3 أجزاء :

(المتفاعلات ، السهم ، النواتج) .

المتفاعلات : هي المواد الداخلة في التفاعل ، بينما النواتج : المواد المتكونة خلال التفاعل

الرموز المستخدمة في المعادلات	الرمز	الغرض
الفصل بين المتفاعلات / النواتج	+	
الفصل بين المتفاعلات و النواتج	→	
الفصل بين المتفاعلات و النواتج (و تدل على حدوث تفاعل إنعكاسي)	⇌	
المادة الصلبة	(s)	
المادة السائلة	(l)	
المادة الغازية	(g)	
المحلول المائي	(aq)	

يستخدم السهم لتمثيل إتجاه سير التفاعل الكيميائي ، و هو لا يعبر عن المساواة ، يقرأ السهم " تفاعل لتنتج " أو " تكون " ، تكتب المتفاعلات على الجهة اليسرى من السهم بينما تكتب النواتج على الجهة اليمنى من السهم

النواتج → المتفاعلات

في المعادلة الكيميائية ، تستعمل بعض الرموز لإظهار الحالة الفيزيائية للعناصر و المركبات التي بالمتفاعلات أو النواتج كما بالجدول .

س : لماذا من المهم إظهار الحالة الفيزيائية للمتفاعلات و النواتج في التفاعل ؟

ج : لأن الحالة الفيزيائية تعطينا دلائل على كيفية حدوث التفاعل

المعادلات بالكلمات

تستخدم المعادلات بالكلمات للإشارة إلى المتفاعلات و النواتج في التفاعلات الكيميائية

مثال :

بروميد الألمونيوم الصلب → البروم سائل + ألومنيوم صلب

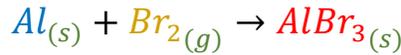
يقرأ هذا التفاعل بالشكل التالي : يتفاعل الألومنيوم الصلب مع البروم السائل لتكوين بروميد الألومنيوم الصلب

المعادلات بالصيغ

تستعمل المعادلات بالصيغ الكيميائية بدلاً من الكلمات لتحديد المتفاعلات و النواتج مع كتابة الحالة الفيزيائية لكل عنصر أو مركب بالتفاعل

مثال :

بروميد الألومنيوم الصلب → البروم سائل + ألومنيوم صلب



المعادلات الكيميائية

قانون حفظ الكتلة : الكتلة لا تستخدم ولا تفنى خلال التغير الكيميائي ، فلا يمكن للذرات أن تستحدث خلال التفاعلات الكيميائية ، فيجب أن تبين المعادلة الكيميائية أن عدد ذرات المتفاعلات مساوٍ لعدد ذرات النواتج

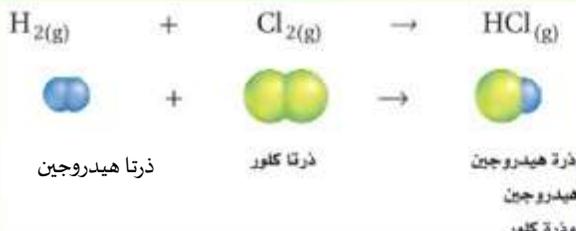
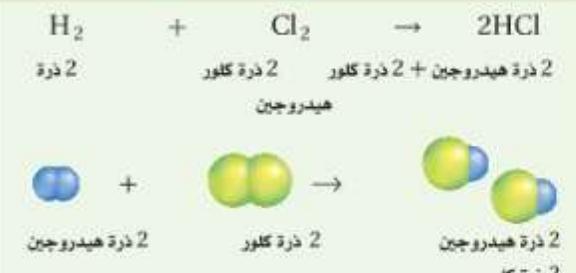


المعادلة الكيميائية الموزونة : عبارة تستعمل الصيغ الكيميائية لتبين ما هي المواد المشاركة في التفاعل الكيميائي و كمياتها النسبية

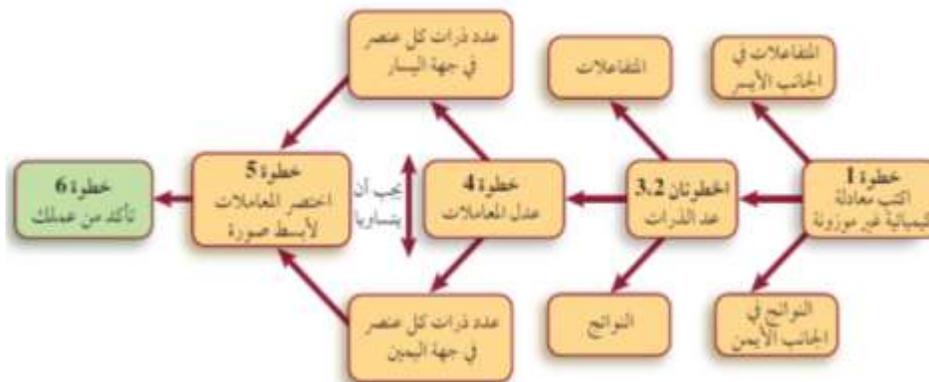
وزن المعادلات الكيميائية

لوزن معادلة ما ، يجب إيجاد العدد الصحيح من المعاملات للصيغ الكيميائية في المعادلة بالصيغ

المعامل : الرقم الذي يكتب قبل المتفاعل او الناتج ، تكون المعاملات أعداد صحيحة ، فلا يمكن ان تكون كسور ، ولا يكتب المعامل إذا كان واحداً ، فالمعاملات تمثل أقل نسبة عددية صحيحة لكمية المتفاعلات و النواتج

الجدول 4-7		خطوات وزن المعادلات
الخطوات	العملية	مثال
1	اكتب معادلة كيميائية غير موزونة. تأكد أن الصيغ الكيميائية للمتفاعلات والنواتج صحيحة، وأن الأسهم تفصل المتفاعلات عن النواتج، وإشارة (+) تفصل بين كل من المواد المتفاعلة والمواد الناتجة، ووجود الحالات الفيزيائية للمواد المتفاعلة والمواد الناتجة.	$\text{H}_2(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g}) \rightarrow \text{HCl}(\text{g})$  <p>ذرتا هيدروجين + ذرتا كلور → ذرة هيدروجين هيدروجين وذرة كلور</p>
2	عدّ ذرات العناصر في المتفاعلات، تتفاعل ذرتا هيدروجين وذرتا كلور.	$\text{H}_2 + \text{Cl}_2 \rightarrow$ <p>2 ذرة هيدروجين + 2 ذرة كلور</p>
3	عدّ ذرات العناصر في النواتج . تنتج ذرة هيدروجين وذرة كلور.	HCl <p>1 ذرة هيدروجين + 1 ذرة كلور</p>
4	غير المعاملات لتجعل عدد ذرات كل عنصر هو نفسه في طرفي المعادلة . ولا تغير أبدا أي رقم ضمن الصيغة الكيميائية لتزن معادلة؛ لأن ذلك يغير نوع المادة.	$\text{H}_2 + \text{Cl}_2 \rightarrow 2\text{HCl}$ <p>2 ذرة هيدروجين + 2 ذرة كلور → 2 ذرة هيدروجين + 2 ذرة كلور</p> 
5	اكتب المعاملات في أبسط نسبة ممكنة، بحيث تكون المعاملات أصغر أعداد صحيحة ممكنة. فالتنسبة (1,1,2) هي $1\text{Cl}_2, 1\text{H}_2, 2\text{HCl}$ أصغر نسبة ممكنة، لأنه لا يمكن اختصارها أكثر من ذلك وتظل أعدادًا صحيحة .	$\text{H}_2(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{HCl}(\text{g})$ <p>$1\text{H}_2 : 1\text{Cl}_2 : 2\text{HCl}$ 1:1:2</p>
6	تأكد من عملك تأكد أن الصيغ الكيميائية مكتوبة بشكل صحيح، وأن عدد ذرات كل عنصر هو نفسه في طرفي المعادلة.	$\text{H}_2(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{HCl}(\text{g})$ <p>2 ذرة هيدروجين هيدروجين 2 ذرة كلور</p> <p>يوجد ذرتا هيدروجين وذرتا كلور في كل من طرفي المعادلة.</p>

وزن المعادلات الكيميائية



بسم الله الرحمن الرحيم

الوحدة الخامسة (التفاعلات الكيميائية)

الدرس الثاني (تصنيف التفاعلات الكيميائية)

أنواع التفاعلات الكيميائية

إن معرفة فئات التفاعلات الكيميائية بإمكانها مساعدتك في فهمها وتذكرها وتمييز أنماطها وتوقع نواتجها

يصنف الكيميائيون المعادلات إلى 4 اقسام : تفاعل التكوين (الإتحاد) - تفاعل التفكك (التحلل) - تفاعل الإحتراق - تفاعل الإستبدال (الإحلال) الأحادي - تفاعل الإستبدال (الإحلال) المزدوج

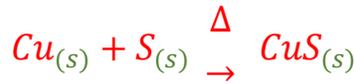
تفاعل التكوين (الإتحاد)

تفاعل التكوين (الإتحاد) : هو التفاعل الذي تتفاعل به مادتان أو أكثر لتعطينا ناتج واحد فقط

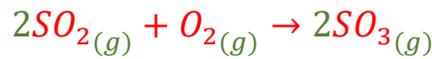


أنواع / حالات تفاعل التكوين

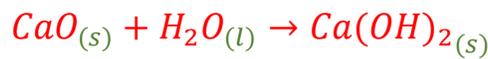
1- تفاعل عنصر + عنصر



2- تفاعل عنصر + مركب



3- تفاعل مركب + مركب



تفاعل التفكك (التحلل)

تفاعل التفكك (التحلل) : هو التفاعل الذي تتفاعل به مادة واحدة فقط لتعطينا ناتجان أو أكثر



غالباً ما تتطلب تفاعلات التفكك إلى مصدر طاقة (الحرارة - الكهرباء - الضوء) لكي تحدث

مثال : تتفكك نترات الألمونيوم إلى أول أكسيد ثنائي النيتروجين و الماء عند تعرضها لدرجة تسخين عالية



إنتفاخ الوسادة الهوائية (AIR BAG)

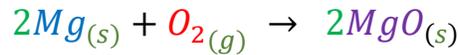
يبين الشكل نتيجة تفاعل التفكك الذي بالوسادة الهوائية ، حيث تنتفخ وسادات السلامة الهوائية في السيارات بسرعة أثناء تفكك حبيبات أزيد الصوديوم ، لوجود جهاز يعطي إشارة كهربائية سريعة لبدء التفاعل ، حيث يتفكك أزيد الصوديوم و تنتفخ الوسادة نتيجة إنبعاث غاز النيتروجين و يترسب الصوديوم الصلب بالوسادة



تفاعل الإحتراق

تفاعل الإحتراق : هو تفاعل يتحد فيه غاز الأكسجين (O_2) مع إحدى المواد مطلقاً حرارة و ضوء

مثال : يحترق فلز المغنيسيوم (يتفاعل المغنيسيوم مع الأكسجين) ليكون وميض من الضوء (أكسيد المغنيسيوم)



شكر (11) جازيل فيليبس، الإقليم، أستراليا

لاحظ أن هذا التفاعل هو تفاعل تكوين أيضاً ، و لكن ليست جميع تفاعلات الإحتراق تفاعلات تكوين

فإحتراق المركبات الهيدروكربونية (C_xH_y) تنتج دائماً ثاني أكسيد الكربون و الماء



مثال : إحتراق غاز الميثان

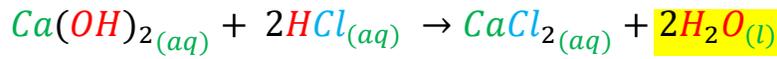


نواتج تفاعلات الإستبدال المزدوج

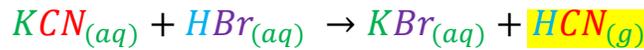
1 - تكون راسب (مادة صلبة)



2 - تكون الماء



3 - تكون غاز



الخطوات	مثال
1. اكتب الصيغ الكيميائية للمتفاعلات في المعادلة الكيميائية.	Al(NO ₃) ₃ + H ₂ SO ₄
2. عيّن الأيونات الموجبة والسالبة في كل مركب.	Al(NO ₃) ₃ فيه NO ₃ ⁻ و Al ³⁺ H ₂ SO ₄ فيه SO ₄ ²⁻ و H ⁺
3. زاوج بين كل أيون موجب والأيون السالب في المركب الآخر.	SO ₄ ²⁻ يتزاوج مع Al ³⁺ NO ₃ ⁻ يتزاوج مع H ⁺
4. اكتب الصيغ الكيميائية للنواتج مستخدماً الأزواج في الخطوة 3.	Al ₂ (SO ₄) ₃ HNO ₃
5. اكتب المعادلة الكيميائية الموزونة لتفاعل الإحلال المزدوج.	Al(NO ₃) ₃ (aq) + H ₂ SO ₄ (aq) → Al ₂ (SO ₄) ₃ (s) + HNO ₃ (aq)
6. زن المعادلة.	2Al(NO ₃) ₃ (aq) + 3H ₂ SO ₄ (aq) → Al ₂ (SO ₄) ₃ (s) + 6HNO ₃ (aq)

نوع التفاعل	النواتج المتوقعة لبعض التفاعلات الكيميائية	المواد المتفاعلة	المعادلة العامة
التكوين	• مادتان أو أكثر • مركب واحد		A + B → AB
الاحتراق	• فلز و أكسجين • لافلز و أكسجين • مركب و أكسجين	• أكسيد الفلز • أكسيد اللافلز • أكسيدان أو أكثر	A + O ₂ → AO
التفكك	مركب واحد	عنصران أو أكثر و / أو مركبات أخرى	AB → A + B
الإحلال البسيط	فلز ومركب لافلز ومركب	مركب جديد والفلز المستعاض عنه مركب جديد واللافلز المستعاض عنه	A + BX → AX + B
الإحلال المزدوج	مركبان	مركبان مختلفان، أحدهما صلب، أو ماء، أو غاز.	AX + BY → AY + BX

بسم الله الرحمن الرحيم

الوحدة الخامسة (التفاعلات الكيميائية)

الدرس الثالث (التفاعلات في المحاليل المائية)

المحاليل المائية

المحلول المائي : هو المحلول الذي يحتوي على مذاب داخل المذيب العالمي (الماء)

المذاب : هي المادة التي تذوب بالمذيب **المذيب** : هي المادة التي تذوب بها المادة المذابة

تأين المركبات (الجزيئية و الأيونية) في المحلول المائي

عندما تذوب المركبات الجزيئية أو الأيونية داخل الماء ، تنفصل إلى عناصرها الأساسية على شكل أيونات و تسمى هذه العملية **بالتفكك**



الأحماض : هي المركبات التي تنتج أيونات الهيدروجين (H^{+}) في المحاليل المائية

أنواع التفاعلات بالمحاليل المائية

عندما يتم مزج محلولين مائيين يحتويان على أيونات في صورة مواد ذائبة ، قد تتفاعل اليونات مع بعضها البعض ، و هذه التفاعلات دائماً تفاعلات إستبدال مزدوج ، إن جزيئات المذيب (الماء) لا تتفاعل بالعادة

نواتج التفاعلات بالمحاليل المائية :

تكون راسب : تكون المادة الصلبة

تكون الماء : لا يمكننا ملاحظة أي دليل على حدوث التفاعل الكيميائي لأن الماء لا لون له و لا رائحة و هو يشكل معظم كمية المحلول

تكون غاز : بعض الغازات الشائعة التي تنتج من هذا التفاعل هي CO_2 , H_2S , H_2

كتابة المعادلات الأيونية

يستخدم الكيميائيون المعادلات الكيميائية لإظهار تفاصيل التفاعلات التي تتضمن أيونات في المحاليل المائية ، حيث أن المواد التي تكون على شكل أيونات في المحلول تكتب كأيونات في المعادلة

المعادلة الأيونية الكاملة : المعادلة التي تُظهر كل الجسيمات كما هي ، حيث يتم تأيين كل المركبات التي في حالتها الفيزيائية عبارة عن محاليل مائية ، و يبقى الناتج المتكون من التفاعل (**الراسب - الماء - الغاز**) كما هو دون تأيين ، حيث التأيين يكون للمحاليل المائية فقط

الأيونات المتفرجة : هي الأيونات التي لم تشارك في التفاعل ، حيث أنها دخلت أيونات و خرجت أيونات لم تشكل الناتج المعتاد (الراسب - الماء - الغاز)

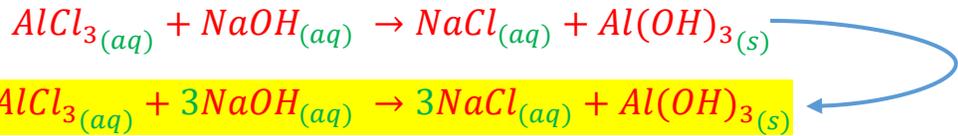
المعادلة الأيونية الصرفة : هي المعادلة الأيونية التي تتضمن العناصر و الأيونات التي شاركت في التفاعل فقط ، تستخلص المعادلة الأيونية الصرفة من المعادلات الأيونية الكاملة بإختزال و إزالة الأيونات المتفرجة

كتابة المعادلة الأيونية للتفاعل الذي يكون راسب

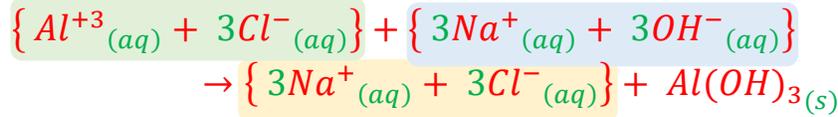
س : اكتب المعادلة الكيميائية و المعادلة الأيونية الكاملة و المعادلة الأيونية الصرفة مع تحديد الأيونات المتفرجة بهذا التفاعل

" عند خلط محلول كلوريد الألمونيوم و هيدروكسيد الصوديوم ، يتكون راسب من هيدروكسيد الألمونيوم "

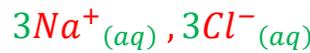
المعادلة الكيميائية



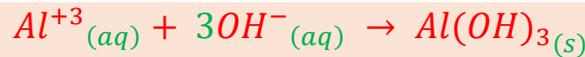
المعادلة الأيونية الكاملة



الأيونات المتفرجة



المعادلة الأيونية الصرفة

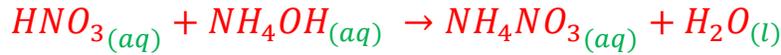


كتابة المعادلة الأيونية للتفاعل الذي يكون الماء

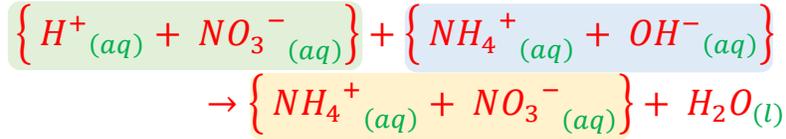
س : اكتب المعادلة الكيميائية و المعادلة الأيونية الكاملة و المعادلة الأيونية الصرفة مع تحديد الأيونات المتفرجة بهذا التفاعل

" عند خلط حمض النتريك (HNO_3) و هيدروكسيد الأمونيوم ينتج الماء و محلول نترات الأمونيوم "

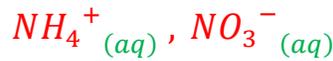
المعادلة الكيميائية



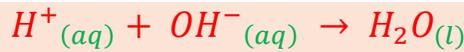
المعادلة الأيونية الكاملة



الأيونات المتفرجة



المعادلة الأيونية الصرفة



كتابة المعادلة الأيونية للتفاعل الذي يكون الغاز

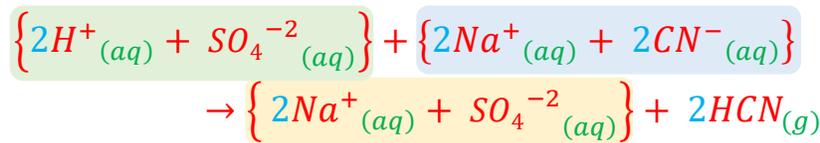
س : اكتب المعادلة الكيميائية و المعادلة الأيونية الكاملة و المعادلة الأيونية الصرفة مع تحديد الأيونات المتفرجة بهذا التفاعل

" عند خلط حمض الكبريتيك (H_2SO_4) مع محلول سيانيد الصوديوم مشكلاً غاز سيانيد الهيدروجين و محلول كبريتات الصوديوم "

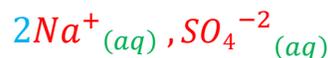
المعادلة الكيميائية



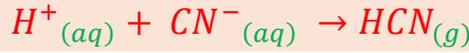
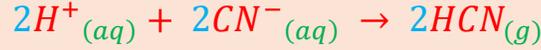
المعادلة الأيونية الكاملة



الأيونات المتفرجة



المعادلة الأيونية الصرفة



الإستثناءات التي بالتفاعل الذي ينتج غاز

1 - عند خلط حمض مع كربونات الصوديوم الهيدروجينية ، يتكون غاز ثاني أكسيد الكربون

مثال : عند خلط خل الطعام (يحتوي على حمض الخليك / الأسيتيك) مع مسحوق الخبز / صودا الخبز (كربونات الصوديوم الهيدروجينية) ينتج غاز ثاني أكسيد الكربون

2 - يتفكك حمض الكربونيك (H_2CO_3) مباشرة إلى ماء و غاز ثاني أكسيد الكربون نظراً لضعفه الشديد

مثال : عند إذابة كربونات الصوديوم الهيدروجينية في حمض الهيدروكلوريك ، فيحدث تفاعل إستبدال مزدوج منتجاً غازاً



لواظت هنا ، ستجد أنه لا يوجد غاز بالمتفاعلات ، ولكن هذه هي المعادلة النظرية ، فكما ذكرنا سابقاً أن حمض الكربونيك ضعيف للغاية ، فيتفكك مباشرة إلى ماء و غاز ثاني أكسيد الكربون



فلا يحدث تفاعل إستبدال مزدوج فقط ، ولكن يحدث أيضاً تفاعل التفكك

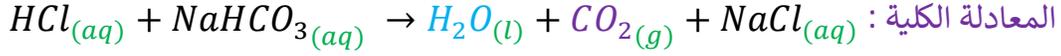
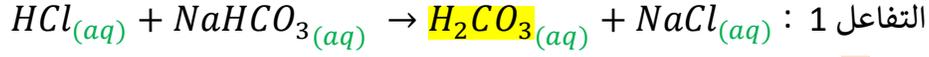
المعادلات الكلية

يمكننا جمع هذين التفاعلين و تمثيلها بمعادلة كيميائية واحدة ، يطلق على المعادلة التي تدمج تفاعلين بعضهما مع بعض اسم المعادلة الكلية ، لكتابة المعادلة الكلية :

1 - تكتب المتفاعلات في التفاعلين في جهة المتفاعلات في المعادلة الكلية

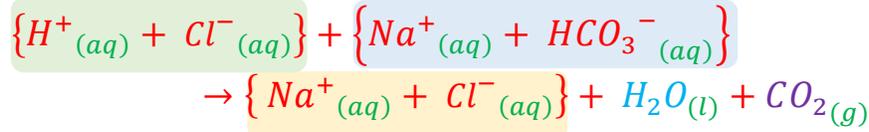
2 - تكتب النواتج في التفاعلين في جهة النواتج في المعادلات الكلية

3 - تحذف المواد الموجودة في طرفي المعادلة

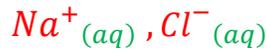


في هذه الحالة ، تتواجد المتفاعلات في المعادلة الكلية بصورة ايونات بالمحاليل المائية

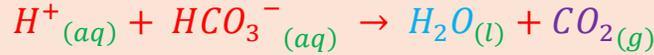
المعادلة الأيونية الكاملة



الأيونات المتفرجة

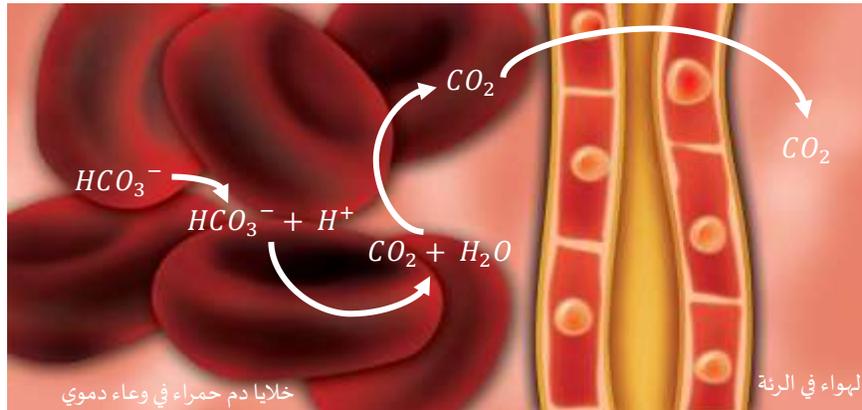


المعادلة الأيونية الصرفة



الربط مع علم الأحياء

إن التفاعل بين كل من أيونات الهيدروجين وأيونات البيكربونات لإنتاج الماء وثاني أكسيد الكربون هو تفاعل مهم في جسمك. فإن ثاني أكسيد الكربون الذي ينتج في خلايا جسمك ينتقل في دمك على شكل أيونات البيكربونات HCO_3^- . وعندما تمر هذه الأيونات في الأوعية الدموية لرئتيك تتحد مع أيونات الهيدروجين H^+ لإنتاج غاز CO_2 الذي يخرج مع هواء الزفير. هذا التفاعل يحدث أيضًا في المنتجات التي يدخل في تركيبها صودا الخبز المحتوية على كربونات الصوديوم الهيدروجينية التي تجعل الأشياء المخبوزة تنتفخ، وتستخدم مضادا للحموضة، وفي طفايات الحريق، وصناعة كثير من المنتجات.



بسم الله الرحمن الرحيم

الوحدة السادسة (المول)

الدرس الأول (قياس المادة)

المول

المول : الوحدة الأساسية في نظام الوحدات العالمي سه التي تستخدم لقياس كمية و مقدار المادة ، يعرف المول بأنه عدد ذرات الكربون الموجودة بالضبط في 12g من $C - 12$

عدد أفجارادو : هو قيمة المول الواحد من الجسيمات (الذرات - الأيونات - المركبات - الإلكترونات - وحدات الصيغة) وهو 6.02×10^{23} ، وقد سمي على اسم العالم و المحامي الإيطالي أميدو أفجارادو تكريماً لجهوده في تحديد قيمة المول الواحد من غاز الكربون

التحويل بين المولات و الجسيمات

التحويل من مول إلى جسيمات

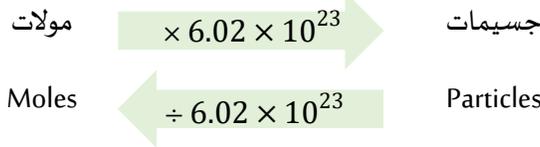
نضرب المول بعدد أفجارادو 6.02×10^{23}

$$particles = mole \times 6.02 \times 10^{23}$$

التحويل من جسيمات إلى مول

نقسم عدد الجسيمات على عدد أفجارادو 6.02×10^{23}

$$mole = \frac{particles}{6.02 \times 10^{23}}$$



تدريبات

حدد عدد ذرات Zn الموجودة في 2.5 mol من عنصر Zn

$$particles \text{ Zn} = moles \text{ Zn} \times 6.02 \times 10^{23}$$

$$particles \text{ Zn} = 2.5 \text{ mole} \times 6.02 \times 10^{23}$$

$$particles \text{ Zn} = 1.5 \times 10^{24} \text{ Atoms}$$

احسب عدد الجزيئات الموجودة في 11.5 mol من الماء H_2O

$$\text{particles } H_2O = \text{moles } H_2O \times 6.02 \times 10^{23}$$

$$\text{particles } H_2O = 11.5 \text{ mole} \times 6.02 \times 10^{23}$$

$$\text{particles } H_2O = 7 \times 10^{24} \text{ particles}$$

كم عدد وحدات الصيغة $AgNO_3$ الموجودة في 3.25 mol من $AgNO_3$ ؟

$$\text{particles } AgNO_3 = \text{moles } AgNO_3 \times 6.02 \times 10^{23}$$

$$\text{particles } AgNO_3 = 3.25 \text{ mole} \times 6.02 \times 10^{23}$$

$$\text{particles } AgNO_3 = 1.95 \times 10^{24} \text{ particles}$$

احسب عدد ذرات الأكسجين في 5 mol من جزيئات الأكسجين الذي هو عبارة عن O_2

$$\text{particles } O_2 = \text{moles } O_2 \times 6.02 \times 10^{23}$$

$$\text{particles } O_2 = 10 \text{ mole} \times 6.02 \times 10^{23}$$

$$\text{particles } O_2 = 6.02 \times 10^{24} \text{ particles}$$

كم عدد المولات في $5.75 \times 10^{24} \text{ Atoms Al}$ ؟

$$\text{mole} = \frac{\text{particles}}{6.02 \times 10^{23}}$$

$$\text{moles Al} = \frac{5.75 \times 10^{24} \text{ Atoms}}{6.02 \times 10^{23}} = 9.55 \text{ mol}$$

كم عدد المولات في $2.5 \times 10^{20} \text{ Atoms Fe}$ ؟

$$\text{mole} = \frac{\text{particles}}{6.02 \times 10^{23}}$$

$$\text{moles Fe} = \frac{2.5 \times 10^{20} \text{ Atoms}}{6.02 \times 10^{23}} = 4.15 \times 10^{-4} \text{ mol}$$

كم عدد المولات في $3.75 \times 10^{24} \text{ particles of } CO_2$ ؟

$$\text{mole} = \frac{\text{particles}}{6.02 \times 10^{23}}$$

$$\text{moles } CO_2 = \frac{3.75 \times 10^{24} \text{ particles}}{6.02 \times 10^{23}} = 6.23 \text{ mol}$$

بسم الله الرحمن الرحيم

الوحدة السادسة (المول)

الدرس الثاني (الكتلة و المول)

الكتلة المولية : كتلة المول الواحد بالجرامات لأي عنصر نقي ، و هي نفس قيمة العدد الكتلي (الكتلة الذرية) للعنصر و لكن تقاس بوحدة (g/mol) بدلاً من (amu)

تكون قيمة الكتلة المولية أو الكتلة الذرية ليست أعداد صحيحة تماماً ، و يرجع السبب أن هذه القيمة هي المتوسط الحسابي لكتلة نظائر العنصر ذاته

عند القول بأن لدينا 1 mol Fe هذا يعني أنه يوجد $55.845g$ من الحديد في المول الواحد ، حيث ان الكتلة المولية للحديد هي $55.845g/mol$

التحويل بين المول و الكتلة

التحويل من مول إلى كتلة

نضرب المول بالكتلة المولية

$$mass = moles \times molar\ mass$$

التحويل من كتلة إلى مول

نقسم الكتلة على الكتلة المولية

$$moles = \frac{mass}{molar\ mass}$$

مولات

× molar mass

كتلة

Moles

÷ molar mass

Mass

التحويل بين الكتلة و الذرات

التحويل من كتلة إلى ذرات

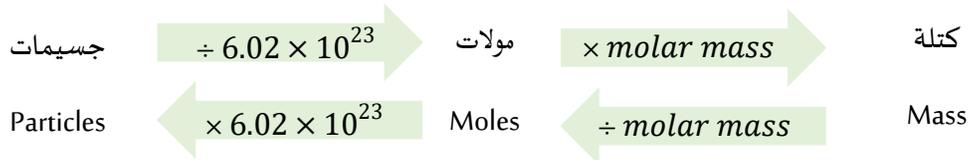
أولاً : نحول الكتلة إلى مول (من خلال تقسيم الكتلة على الكتلة المولية)

ثانياً : نحول المول إلى جسيمات (من خلال ضرب المول بعدد أفجارادو)

التحويل من ذرات إلى كتلة

أولاً: نحول الجسيمات إلى مولات (من خلال تقسيم الجسيمات على عدد أفجارادو)

ثانياً: نحول المول إلى كتلة (من خلال ضرب المول بالكتلة المولية)



بما أن

$$\text{mol} = \text{mol}$$

$$\text{mol} = \frac{\text{mass}}{\text{molar mass}}$$

$$\text{mol} = \frac{\text{particles}}{6.02 \times 10^{23}}$$

فيمكننا أن نستخدم التاب التالي لإفحص الحسابات

$$\frac{\text{mass}}{\text{molar mass}} = \frac{\text{particles}}{6.02 \times 10^{23}}$$

$$\frac{\text{الكتلة}}{\text{الكتلة المولية}} = \frac{\text{عدد الجسيمات}}{6.02 \times 10^{23}}$$

تدريبات

أوجد كتلة 3.57 mol Al

$$\text{molar mass Al} = 27\text{g/mol}$$

$$\text{mass} = \text{moles} \times \text{molar mass}$$

$$\text{mass} = 3.57\text{mol} \times 27\text{g/mol}$$

$$\text{mass} = 96.36\text{g}$$

أوجد كتلة 42.6 mol Si

$$\text{mass} = \text{moles} \times \text{molar mass}$$

$$\text{mass} = 42.6 \text{ mol} \times 28 \text{ g/mol}$$

$$\text{mass} = 1192.8 \text{ g} \approx 1.2 \text{ kg}$$

$$\text{molar mass Si} = 28 \text{ g/mol}$$

أوجد كتلة $3.45 \times 10^2 \text{ mol Co}$

$$\text{mass} = \text{moles} \times \text{molar mass}$$

$$\text{mass} = 3.45 \times 10^2 \text{ mol} \times 59 \text{ g/mol}$$

$$\text{mass} = 20355 \text{ g} \approx 20 \text{ kg}$$

$$\text{molar mass Co} = 59 \text{ g/mol}$$

أوجد كتلة $2.45 \times 10^{-2} \text{ mol Zn}$

$$\text{mass} = \text{moles} \times \text{molar mass}$$

$$\text{mass} = 2.45 \times 10^{-2} \text{ mol} \times 65.4 \text{ g/mol}$$

$$\text{mass} = 1.6 \text{ g}$$

$$\text{molar mass Zn} = 65.4 \text{ g/mol}$$

احسب عدد مولات 25.5 g Ag

$$\text{moles} = \frac{\text{mass}}{\text{molar mass}}$$

$$\text{moles} = \frac{25.5 \text{ g}}{107.868 \text{ g/mol}} = 2.36 \times 10^{-1} \text{ mol}$$

$$\text{molar mass Ag} = 107.868 \text{ g/mol}$$

احسب عدد مولات 300 g S

$$\text{moles} = \frac{\text{mass}}{\text{molar mass}}$$

$$\text{moles} = \frac{300 \text{ g}}{32 \text{ g/mol}} = 9.375 \text{ mol}$$

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

احسب عدد مولات $1.25 \times 10^3 g$ Zn

$$\text{molar mass Zn} = 65.4g/mol$$

$$\text{moles} = \frac{\text{mass}}{\text{molar mass}}$$

$$\text{moles} = \frac{1.25 \times 10^3 g}{65.4g/mol} = 19 \text{ mol}$$

احسب عدد مولات 1 kg Fe

$$\text{molar mass Fe} = 55.845g/mol$$

$$\text{moles} = \frac{\text{mass}}{\text{molar mass}}$$

$$\text{moles} = \frac{1 \times 10^3 g}{55.845g/mol} = 18 \text{ mol}$$

كم عدد الذرات في $55.2g$ Li

$$\text{molar mass Li} = 7g/mol$$

$$\frac{\text{mass}}{\text{molar mass}} = \frac{\text{Atoms}}{6.02 \times 10^{23}}$$

$$\text{Atoms} = \left(\frac{\text{mass}}{\text{molar mass}} \right) \times 6.02 \times 10^{23}$$

$$\text{Atoms} = \left(\frac{55.2g}{7g/mol} \right) \times 6.02 \times 10^{23}$$

$$\text{Atoms} = 4.74 \times 10^{24} \text{ atoms of Li}$$

كم عدد الذرات في $0.23g$ Pb

$$\text{molar mass Pb} = 207g/mol$$

$$\frac{\text{mass}}{\text{molar mass}} = \frac{\text{Atoms}}{6.02 \times 10^{23}}$$

$$\text{Atoms} = \left(\frac{\text{mass}}{\text{molar mass}} \right) \times 6.02 \times 10^{23}$$

$$\text{Atoms} = \left(\frac{0.23g}{207g/mol} \right) \times 6.02 \times 10^{23}$$

$$\text{Atoms} = 6.68 \times 10^{20} \text{ atoms of Pb}$$

كم عدد الذرات في 11.5g Hg

$$\text{molar mass Hg} = 200.59\text{g/mol}$$

$$\frac{\text{mass}}{\text{molar mass}} = \frac{\text{Atoms}}{6.02 \times 10^{23}}$$

$$\text{Atoms} = \left(\frac{\text{mass}}{\text{molar mass}} \right) \times 6.02 \times 10^{23}$$

$$\text{Atoms} = \left(\frac{11.5\text{g}}{200.59\text{g/mol}} \right) \times 6.02 \times 10^{23}$$

$$\text{Atoms} = 3.45 \times 10^{22} \text{ atoms of Hg}$$

ما كتلة 6.02×10^{24} atoms of Bi

$$\text{molar mass Bi} = 209\text{g/mol}$$

$$\frac{\text{mass}}{\text{molar mass}} = \frac{\text{Atoms}}{6.02 \times 10^{23}}$$

$$\text{mass} = \left(\frac{\text{Atoms}}{6.02 \times 10^{23}} \right) \times \text{molar mass}$$

$$\text{mass} = \left(\frac{6.02 \times 10^{24}}{6.02 \times 10^{23}} \right) \times 209\text{g/mol}$$

$$\text{mass} = 12581.8 \text{ g} \approx 12.5\text{kg}$$

ما كتلة 1×10^{24} atoms of Mn

$$\text{molar mass Mn} = 55\text{g/mol}$$

$$\frac{\text{mass}}{\text{molar mass}} = \frac{\text{Atoms}}{6.02 \times 10^{23}}$$

$$\text{mass} = \left(\frac{\text{Atoms}}{6.02 \times 10^{23}} \right) \times \text{molar mass}$$

$$\text{mass} = \left(\frac{1 \times 10^{24}}{6.02 \times 10^{23}} \right) \times 55\text{g/mol}$$

$$\text{mass} = 91.36 \text{ g}$$

ما كتلة 3.4×10^{22} atoms of He

$$\text{molar mass He} = 4\text{g/mol}$$

$$\frac{\text{mass}}{\text{molar mass}} = \frac{\text{Atoms}}{6.02 \times 10^{23}}$$

$$\text{mass} = \left(\frac{\text{Atoms}}{6.02 \times 10^{23}} \right) \times \text{molar mass}$$

$$\text{mass} = \left(\frac{3.44 \times 10^{22}}{6.02 \times 10^{23}} \right) \times 4\text{g/mol}$$

$$\text{mass} = 0.23 \text{ g}$$

ما كتلة 1.5×10^{15} atoms of N

$$\text{molar mass N} = 14\text{g/mol}$$

$$\frac{\text{mass}}{\text{molar mass}} = \frac{\text{Atoms}}{6.02 \times 10^{23}}$$

$$\text{mass} = \left(\frac{\text{Atoms}}{6.02 \times 10^{23}} \right) \times \text{molar mass}$$

$$\text{mass} = \left(\frac{1.5 \times 10^{15}}{6.02 \times 10^{23}} \right) \times 14\text{g/mol}$$

$$\text{mass} = 3.5 \times 10^{-7} \text{ g}$$

ما كتلة 1.5×10^{15} atoms of U

$$\text{molar mass U} = 238\text{g/mol}$$

$$\frac{\text{mass}}{\text{molar mass}} = \frac{\text{Atoms}}{6.02 \times 10^{23}}$$

$$\text{mass} = \left(\frac{\text{Atoms}}{6.02 \times 10^{23}} \right) \times \text{molar mass}$$

$$\text{mass} = \left(\frac{1.5 \times 10^{15}}{6.02 \times 10^{23}} \right) \times 238\text{g/mol}$$

$$\text{mass} = 6 \times 10^{-6} \text{ g}$$

بسم الله الرحمن الرحيم

الوحدة السادسة (المول)

الدرس الثالث (مولات المركبات)

إيجاد مولات عنصر داخل مركب

لإيجاد مولات عنصر داخل مركبه ، عليك بضرب عدد ذرات العنصر بمول المركب ، من خلال معامل التحويل ، حيث أن عدد مولات العنصر الموجود في خانة البسط من معامل التحويل هو الرقم السفلي لهذا العنصر في صيغته الكيميائية

مثال : أوجد مولات الحديد الموجودة في $3 \text{ mol of } Fe_2SO_3$

$$\text{moles of Fe} = \text{moles of } Fe_2SO_3 \times \frac{2 \text{ moles Fe}}{1 \text{ mol } Fe_2SO_3}$$

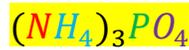
$$\text{moles of Fe} = 3 \text{ mol } Fe_2SO_3 \times \frac{2 \text{ moles Fe}}{1 \text{ mol } Fe_2SO_3} = 6 \text{ moles Fe}$$

إيجاد الكتلة المولية للمركب

إن إيجاد الكتلة المولية للمركب يساعدنا على إيجاد مولات المركب ، وإيجاد عدد ذرات المركب وإيجاد كتلة المركب ، ويمكن إيجاد الكتلة المولية للمركب من خلال :

ضرب عدد ذرات العنصر في الكتلة المولية لهذا العنصر ، مع تجميع كل هذه الكتل المولية

مثال : جد الكتلة المولية لفوسفات الأمونيوم



molar mass $(NH_4)_3PO_4$

$$= \left(3N \times \frac{14g}{mol} \right) + \left(12H \times \frac{1g}{mol} \right) + \left(1P \times \frac{31g}{mol} \right) + \left(4O \times \frac{16g}{mol} \right)$$

$$= 149g/mol$$

تحويل مولات المركب إلى كتلة

نضرب المول بالكتلة المولية للمركب

$$\text{mass} = \text{moles} \times \text{compound molar mass}$$

تحويل كتلة المركب إلى مولاته

نقسم الكتلة على الكتلة المولية للمركب

$$\text{moles} = \frac{\text{mass}}{\text{compound molar mass}}$$

تحويل كتلة المركب إلى عدد جسيماته

$\frac{\text{mass}}{\text{molar mass}} = \frac{\text{particles}}{6.02 \times 10^{23}}$	$\frac{\text{الكتلة}}{\text{الكتلة المولية}} = \frac{\text{عدد الجسيمات}}{6.02 \times 10^{23}}$
$\text{mass} = \left(\frac{\text{particles}}{6.02 \times 10^{23}} \right) \times \text{molar mass}$	$\text{الكتلة} = \left(\frac{\text{عدد الجسيمات}}{6.02 \times 10^{23}} \right) \times \text{الكتلة المولية}$

كتلة وحدة الصيغة

$$m_{\text{formula unit}} = \frac{\text{molar mass}}{6.02 \times 10^{23}}$$

$$\frac{\text{الكتلة المولية}}{6.02 \times 10^{23}} = \text{كتلة وحدة الصيغة}$$

تدريبات

ما كتلة $4.35 \times 10^{-2} \text{ mol}$ من كلوريد الزنك (ZnCl_2) ؟

$$\text{compound molar mass} = \left(1 \text{ Zn} \times \frac{65.4 \text{ g}}{\text{mol}} \right) + \left(2 \text{ Cl} \times \frac{35.5 \text{ g}}{\text{mol}} \right) = 136.4 \text{ g/mol}$$

$$\text{mass} = \text{moles} \times \text{compound molar mass}$$

$$\text{mass} = 4.35 \times 10^{-2} \text{ moles ZnCl}_2 \times 136.4 \text{ g/mol} = 6 \text{ g}$$

كم عدد المولات الموجودة في 25.4 mg PbCl_4 ؟

$$\text{compound molar mass} = \left(1 \text{ Pb} \times \frac{207 \text{ g}}{\text{mol}} \right) + \left(4 \text{ Cl} \times \frac{35.5 \text{ g}}{\text{mol}} \right) = 349 \text{ g/mol}$$

$$\text{moles} = \frac{\text{mass}}{\text{compound molar mass}}$$

$$\text{moles} = \frac{25.4 \times 10^{-3} \text{ g}}{349 \text{ g/mol}} = 7.3 \times 10^{-5} \text{ mol}$$

كتلة عينة من كبريتيت الصوديوم (Na_2SO_3) تساوي $2.25g$

a / كم عدد أيونات Na^+ الموجودة ؟

$$\text{compound molar mass} = \left(2 Na \times \frac{23g}{mol} \right) + \left(1 S \times \frac{32g}{mol} \right) + \left(3 O \times \frac{16g}{mol} \right) = 126g/mol$$

$\frac{\text{الكتلة}}{\text{الكتلة المولية}} = \frac{\text{عدد الجسيمات}}{6.02 \times 10^{23}}$	$\frac{\text{mass}}{\text{molar mass}} = \frac{\text{particles}}{6.02 \times 10^{23}}$
$6.02 \times 10^{23} \times \left(\frac{\text{الكتلة}}{\text{الكتلة المولية}} \right) = \text{عدد الجسيمات للمركب}$	$\text{particles} = \left(\frac{\text{mass}}{\text{molar mass}} \right) \times 6.02 \times 10^{23}$
$6.02 \times 10^{23} \times \left(\frac{2.25g}{126g/mol} \right) = \text{عدد الجسيمات للمركب}$	$\text{particles} = \left(\frac{2.25g}{126g/mol} \right) \times 6.02 \times 10^{23}$
$1.075 \times 10^{22} = \text{عدد الجسيمات للمركب}$	$\text{particles for compound} = 1.075 \times 10^{22}$
$2Na \times \text{عدد الجسيمات للمركب} = \text{عدد جسيمات الصوديوم}$	$\text{particles for Na} = 2 Na \times \text{particles for compound}$
$2.15 \times 10^{22} = 2Na \times 1.075 \times 10^{22} = \text{عدد جسيمات الصوديوم}$	$\text{particles for Na} = 2 Na \times 1.075 \times 10^{22} = 2.15 \times 10^{22}$

b / كم عدد أيونات SO_3^{-2} الموجودة ؟

$1.075 \times 10^{22} = \text{عدد الجسيمات للمركب}$	$\text{particles for compound} = 1.075 \times 10^{22}$
$1 SO_3^{-2} \times \text{عدد الجسيمات للمركب} = \text{عدد جسيمات الصوديوم}$	$\text{particles for } SO_3^{-2} = 1 SO_3^{-2} \times \text{particles for compound}$
$1.075 \times 10^{22} = 1 SO_3^{-2} \times 1.075 \times 10^{22} = \text{عدد جسيمات الصوديوم}$	$\text{particles for } SO_3^{-2} = 1 SO_3^{-2} \times 1.075 \times 10^{22} = 1.075 \times 10^{22}$

c / ما الكتلة بالجرام لوحدة الصيغة من (Na_2SO_3) ؟

$$m_{\text{formula unit}} = \frac{\text{compound molar mass}}{6.02 \times 10^{23}}$$

$$m_{\text{formula unit}} = \frac{126g/mol}{6.02 \times 10^{23}} = 2.1 \times 10^{-22} Na_2SO_3 / \text{formula unit}$$



بسم الله الرحمن الرحيم

الوحدة السادسة (المول)

الدرس الرابع (الصيغ الأولية و الجزئية)

النسبة المئوية للتركيب

بعد أن يقوم الكيميائي الصناعي بإنتاج مركب جديد ، يقوم الكيميائية التحليلي بتحليل المركب لتوفير البرهان التجريبي على تركيبته و صيغته الكيميائية ، حيث يتم تحديد العناصر التي يتكون منها المركب و تحديد نسبها المئوية بحسب الكتلة

النسبة المئوية للتركيب : النسبة المئوية بحسب الكتلة لكل عنصر في المركب

$$\frac{\text{عدد ذرات العنصر} \times \text{الكتلة المولية للعنصر}}{\text{الكتلة المولية للمركب}} \times 100 = \text{النسبة المئوية بحسب الكتلة}$$

الصيغة الأولية

الصيغة الأولية : الصيغة التي تبين العناصر المكونة للمركب بأبسط نسبة مولية بينها

خطوات تحديد الصيغة الأولية

أولاً : نقسم كتلة العنصر (نسبته المئوية بحسب الكتلة) على الكتلة المولية للعنصر

$$\frac{\text{كتلة العنصر}}{\text{الكتلة المولية للعنصر}} = \text{مول العنصر}$$

ثانياً : نقسم كل مولات العناصر على أصغر مول بينهم للحصول على عدد ذرات كل عنصر بالصيغة

$$\frac{\text{مول العنصر}}{\text{أصغر مول بين العناصر}} = \text{عدد ذرات العنصر}$$

ثالثاً : إذا كانت عدد ذرات العنصر أعداد عشرية ، نضرب كل ذرات العناصر بالمضاعفات حتى نحصل على أعداد صحيحة لكل العناصر

رابعاً : اكتب الصيغة الأولية بوضع عدد ذرات العنصر أسفل رمز العنصر

الصيغ الجزئية

الصيغة الجزئية : هي الصيغة التي تحدد العدد الفعلي لذرات كل عنصر في الجزئ الواحد أو وحدة الصيغة من المادة

خطوات كتابة و تحديد الصيغة الجزيئية

أولاً: نجد الصيغة الأولية للمركب

ثانياً: نجد قيمة العدد الصحيح n و هو الكتلة المولية التجريبية للمركب على الكتلة المولية الفعلية للمركب

$$n = \frac{\text{الكتلة المولية التجريبية للمركب}}{\text{الكتلة المولية الفعلية للمركب}}$$

ثالثاً: نضرب العدد الصحيح n بالصيغة الأولية (ذرات عناصر الصيغة الأولية) للحصول على الصيغة الجزيئية (ذرات عناصر الصيغة الجزيئية)

$$\text{الصيغة الجزيئية} = n (\text{الصيغة الأولية})$$

تدريبات

ما هي النسبة المئوية لتركيب حمض الفسفوريك H_3PO_4

$$\text{molar mass} = \left(3H \times \frac{1g}{mol} \right) + \left(1P \times \frac{31g}{mol} \right) + \left(4O \times \frac{16g}{mol} \right) = 98g/mol$$

$$H = \frac{\text{عدد ذرات العنصر} \times \text{الكتلة المولية للعنصر}}{\text{الكتلة المولية للمركب}} \times 100$$

$$H = \frac{1g/mol \times 3H}{98g/mol} \times 100$$

$$H = 3 \%$$

$$P = \frac{\text{عدد ذرات العنصر} \times \text{الكتلة المولية للعنصر}}{\text{الكتلة المولية للمركب}} \times 100$$

$$P = \frac{31g/mol \times 1P}{98g/mol} \times 100$$

$$P = 31.6 \%$$

$$O = \frac{\text{عدد ذرات العنصر} \times \text{الكتلة المولية للعنصر}}{\text{الكتلة المولية للمركب}} \times 100$$

$$O = \frac{16g/mol \times 40}{98g/mol} \times 100$$

$$O = 65.3 \%$$

التحقق

$$3\% + 31.6\% + 65.3\% \stackrel{?}{=} 100\%$$

$$99.9\% \approx 100\%$$

أيهما له النسبة الأكبر من الكبريت H_2SO_3 أو $H_2S_2O_8$ 

$$\text{molar mass } H_2SO_3 = 82g/mol$$

$$S = \frac{\text{عدد ذرات العنصر} \times \text{الكتلة المولية للعنصر}}{\text{الكتلة المولية للمركب}} \times 100$$

$$S = \frac{32g/mol \times 1S}{82g/mol} \times 100$$

$$S = 39.1\%$$



$$\text{molar mass } H_2SO_3 = 194g/mol$$

$$S = \frac{\text{عدد ذرات العنصر} \times \text{الكتلة المولية للعنصر}}{\text{الكتلة المولية للمركب}} \times 100$$

$$S = \frac{32g/mol \times 2S}{194g/mol} \times 100$$

$$S = 33\%$$

إن نسبة الكبريت في H_2SO_3 أعلى من $H_2S_2O_8$

حدد الصيغة الأولية للإسبرين الذي يحتوي على

$$C = 60\% \quad H = 4.44\% \quad O = 35.56\%$$

$$C = \frac{60g}{12g/mol} = 5mol$$

$$H = \frac{4.44g}{1g/mol} = 4.44mol$$

$$O = \frac{35.56g}{16g/mol} = 2.2225mol$$

$$C = \frac{5mol}{2.2225mol} = 2.5 \rightarrow 2.25 \times 4 = 9$$

$$H = \frac{4.44mol}{2.2225mol} = 2 \rightarrow 2 \times 4 = 8$$

$$O = \frac{2.2225mol}{2.2225mol} = 1 \rightarrow 1 \times 4 = 4$$

الصيغة الأولية للأسبرين هي : $C_9H_8O_4$

حدد الصيغة الجزيئية للمركب الذي يحتوي على

$$C = 49.98 \quad H = 10.47 \quad \text{tested molar mass} = 58.12g/mol$$

$$C = \frac{49.98g}{12g/mol} = 4.165mol$$

$$H = \frac{10.47g}{1g/mol} = 10.47mol$$

$$C = \frac{4.165mol}{4.165mol} = 1 \rightarrow 1 \times 2 = 2$$

$$H = \frac{10.47mol}{4.165mol} = 2.5 \rightarrow 2.5 \times 2 = 5$$

الصيغة الأولية هي C_2H_5

$$\text{real molar mass} = 29g/mol$$

$$\text{tested molar mass} = 58.12g/mol$$

$$n = \frac{\text{الكتلة المولية التجريبية للمركب}}{\text{الكتلة المولية الفعلية للمركب}}$$

$$n = \frac{58.12g/mol}{29g/mol} = 2$$

$$n (\text{الصيغة الأولية}) = \text{الصيغة الجزيئية}$$

$$2 (C_2H_5) = C_4H_{10}$$