11

دوسية أوكسجين O_2

في شرح وحل أسئلة المادة مع كيماشيكات

الكيمياء

الوحدة الرابعة

التفاعلات والحسابات الكيميائية

إعداد: م. مريم السرطاوي

2021

تلخيص أروى

مدرسة الكيمياء

eng.sartawi
مدرسة الكيمياء
chemsartawi

بسم الله الرحمن الرحيم

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

طلابي الأعزاء لا بد أن نعي جميعًا أن أي عمل بشر لا يخلو من نقص أو عيب؛

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

بقدر الكدِّ تكتسبُ المعالي ومن طلب العلا سهر الليالي

ومن رام العلا من غير كد أضاع العمر في طلب المحال

تروم العز ثم تنام ليـــــــلاً يغوص البحر من طلب اللآلي

رسائل قصيرة:

- إن التعليم المميز للجميع والعلم يُؤتى ولا يأتي، فهلمَّ يا طالب العلم إلى مجدك
- الدوسية المجانية على الإنترنت هي لنفع الطالب في المقام الأول، ولا يعني ذلك أنه يحلّ التعديل عليها أو نسبتها لغير صاحبها
- شكري وتقديري للطالبة مرام "غيم غيم" لاقتراحها اسم "ضوّي اللمبة" والمصطلح سأستخدمه في سلسلة علمية وأسئلة شغل مخك والتأسيس إن شاء الله تعالى
- شكري وتقديري للطالب بلال أبو ريان لاقتراحه اسم "كيماشيك" وسيتم استخدامه في أسئلة التحدي والتريكات إن شاء الله تعالى

تابع معنا كل جديد مع طلاب مدرسة الكيمياء الإلكترونية

https://cutt.us/SCHOOLofCHEMISTRY

وأيضا على قناتي اليوتيوب مريم السرطاوي

وقناتي " الكيمياء مع المهندسة" على التيليجرام

https://t.me/sartawichem

ما هي دوسية أوكسجين؟

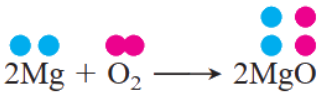
دوسية أوكسجين تنعش التفكير وتحيي الكيمياء في الروح، تشمل هذه الدوسية الوحدة الرابعة: "التفاعلات والحسابات الكيميائية"

الموضوع	الصفحة
تهيئة سريعة للوحدة الرابعة	4
الدرس الأول: التفاعلات الكيميائية	5
تعريفات الدرس الأول	5
مقدمة	5
تفاعل الاتحاد وأنواعه	5
تفاعل التحلل وأنواعه	7
قواعد التنبؤ بنواتج الاتحاد والتحلل	8
تفاعل الإحلال البسيط وأنواعه	9
تفاعل الإحلال المزدوج وأنواعه	13
تدريبات خارجية + كيمياشيك	17
ورقة عمل: أنواع التفاعلات الكيميائية	20
المعادلة الأيونية	21
تدريبات خارجية + كيماشيك	24
ورقة عمل: المعادلة الأيونية	25
حل مراجعة الدرس الأول	26
الدرس الثاني: الحسابات الكيميائية المبنية على المادة المحددة للتفاعل	28
تعريفات الدرس الثاني ومقدمة	28
المادة المحددة للتفاعل والفائضة	29
الحسابات المبنية على المادة المحددة	29
اقتصاد الذرة	34
تدريبات خارجية + كيماشيك	36
ورقة عمل: الحسابات الكيميائية المبنية على المادة المحددة	39
حل مراجعة الدرس الثاني	41
حل أسئلة الوحدة الرابعة	43
بنك أسئلة أوكسجين الوحدة الرابعة [خيار من متعدد]	49

تهيئة الوحدة الرابعة: التفاعلات والحسابات الكيميائية

تعلمتَ سابقًا أنَّ:

- المول عبارة عن وحدة أساسية في النظام الدولي تستخدم لقياس كمية المادة
- الكتلة المولية هي نفس الكتلة الذرية عدديًّا لكن تختلف وحدتها g/mol
- هناك علاقة بين المول والكتلة المولية ومن خلالها نحسب الكتلة بالغرام $n = \frac{m}{Mr}$
- المولارية [تركيز المحلول: مول/لتر] وعلاقته بمولات المادة الذائبة $M = \frac{n\ of\ solute}{V\ of\ solution}$
- المعادلة الكيميائية لا بد من موازنتها وذلك لحساب الكميات الصحيحة



مثال: عدد ذرات المغنيسيوم (2) وعدد ذرات الأكسجين (2) في المتفاعلات والنواتج

- المعاملات أمام كل مادة في المعادلة الكيميائية نعتبرها عدد مولات المادة في الحسابات

المثال السابق: تتفاعل كمية 2 مول من المغنيسيوم مع 1 مول من غاز الأكسجين لينتج 2 مول من أكسيد المغنيسيوم

- أنواع التفاعلات الكيميائية: الاحتراق، الاتحاد، التحلل، الإحلال الأحادي

ستتعلم في هذا المستوى نوع جديد من التفاعلات وهو الإحلال المزدوج مع إعادة تفصيلية لبعض التفاعلات السابقة

فيصبح لديك بعد هذا المستوى معرفة عامة بخمس أنواع رئيسية من التفاعلات تندرج تحتها كثير من التفاعلات الكيميائية وهي:

1- الاحتراق
2- الاتحاد
3- التحلل
4- الإحلال الأحادي
5- الإحلال المزدوج

متطلبات سابقة على الطالب إتقانها ليتمكن في هذه الوحدة:

1- رموز العناصر وتصنيفها فلز ولافلز وحفظ شحنات أشهرها وشحنات المجموعات الأيونية
2- تسمية وكتابة المركبات الأيونية
3- موازنة المعادلة الكيميائية
4- حساب الكتلة المولية للمركبات وحساب المولارية للمحاليل

الدرس الأول: التفاعلات الكيميائية

تعريفات الدرس الأول:

- تفاعل الإحلال المزدوج: إحلال الأيون الموجب (أو السالب) من مركب محل الأيون الموجب (أو السالب) من مركب آخر. أو هو تفاعل كيميائي يحل فيه عنصران كل منهما محل الآخر في مركباتهما أو المحلول المائي لأملاحهما
- تفاعل التعادل: تفاعل حمض قوي مع قاعدة قوية لإنتاج الملح والماء
- تفاعل الترسيب: تفاعل تظهر فيه مادة راسبة نتيجة خلط محلولين لملحين ذائبين
- المعادلة الأيونية الكاملة: المعادلة التي تظهر فيها الجسيمات التي في المحلول جميعها
- المعادلة الأيونية النهائية: المعادلة التي تظهر فيها الأيونات المتفاعلة فقط
- الأيونات المتفرجة: الأيونات التي لم تتغير في عدد ذراتها وشحنتها ولم تشترك في التفاعل ولم يحدث لها تغير كيميائي

تكتسب التفاعلات الكيميائية أهمية كبيرة في حياتنا اليومية، فتحدث في أجسام الكائنات الحية، في المصانع، في المختبرات

نميز التفاعل الكيميائي بالحصول على نواتج تختلف في خصائصها عن خصائص مكوناتها المتفاعلات

علل: صنَّف العلماء التفاعلات الكيميائية إلى أنواع رئيسية حسب خصائص معيّنة

لتسهيل دراسة التفاعلات الكيميائية وما يحدث فيها من تغيرات على المواد المتفاعلة

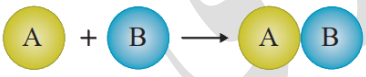
تفاعل الاتحاد Combination Reaction

ما المقصود بتفاعل الاتحاد؟

هو تفاعل كيميائي تتحد فيه مادتان أو أكثر (عناصر أو مركبات) لإنتاج مادة واحدة جديدة تختلف في خصائصها عن خصائص مكوناتها

علل: يُسمّى تفاعل الاتحاد بتفاعل التكوين أو التحضير Synthesis Reaction

لأنه يؤدي إلى إنتاج مادة جديدة



المعادلة الكيميائية العامة لتفاعل الاتحاد: $A + B \rightarrow AB$

تُصنَّف تفاعلات الاتحاد بناءً على نوع المواد المتفاعلة (عنصر / مركب) إلى:

1- اتحاد عنصر مع عنصر
2- اتحاد عنصر مع مركب
3- اتحاد مركب مع مركب

العنصر نوع واحد O_2
المركب أكثر من نوع عنصر H_2O

أمثلة الكتاب على أنواع تفاعلات الاتحاد:

عنصر + عنصر

يشتعل فلز الصوديوم بضوء ساطع أصفر اللون عند إمرار غاز الكلور عليه فينتج كلوريد الصوديوم (ملح الطعام)

$2Na_{(s)} + Cl_{2(g)} \rightarrow 2NaCl_{(s)}$

يتحد فلز الحديد عند تسخينه مع الكبريت فينتج كبريتيد الحديد

$Fe_{(s)} + S_{(s)} \xrightarrow{\Delta} FeS_{(s)}$

يتفاعل المغنيسيوم مع غاز الأكسجين فينتج أكسيد المغنيسيوم

$2Mg_{(s)} + O_{2(g)} \rightarrow 2MgO_{(s)}$

عنصر + مركب

يتفاعل غاز أول أكسيد الكربون مع غاز الأكسجين فينتج غاز ثاني أكسيد الكربون

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

يتحد حمض الكبريت (IV) مع الأكسجين فينتج حمض الكبريتيك (حمض الكبريت VI)

$2H_2SO_{3(aq)} + O_{2(g)} \rightarrow 2H_2SO_{4(aq)}$

مركب + مركب

يتحد ثاني أكسيد الكبريت مع أكسيد الكالسيوم فينتج كبريتيت الكالسيوم

$SO_{2(g)} + CaO_{(s)} \rightarrow CaSO_{3(s)}$

يتفاعل أكسيد الكالسيوم (الجير الحي) مع الماء فينتج هيدروكسيد الكالسيوم (الجير المطفأ)

$CaO_{(s)} + H_2O_{(l)} \rightarrow Ca(OH)_{2(aq)}$

تذكر أن رمز المثلث معناه عملية تسخين

تتكون أكاسيد العناصر من تفاعل العنصر مع غاز الأكسجين

تعزيز: غالبية الفلزات تتفاعل مع أكسجين الجو فتتأكسد أي تتكوّن طبقة أكسيد الفلز لونها معتم مقارنة بلون الفلز الناصع، وهذا التفاعل من نوع اتحاد عنصر مع عنصر لأن الناتج مركب واحد

أما إذا تم إشعال الفلز بوجود الأكسجين فإنه سيحترق منتجًا طاقة حرارية وضوء ساطع بالإضافة إلى أكسيد الفلز، نسمّي هذا التفاعل اتحاد واحتراق لأنه انطبق عليه تفاعل الاتحاد [ينتج مركب واحد] وانطبق عليه شرطي تفاعل الاحتراق:

1- التفاعل بوجود الأكسجين 2- طاقة حرارية أو ضوئية في الناتج

سؤال شكل(3) ص12: يتفاعل فلز المغنيسيوم مع الأكسجين كما في الشكل، ما الاسم الآخر الذي يُطلق على هذا التفاعل؟

تفاعل احتراق $2Mg_{(s)} + O_{2(g)} \rightarrow 2MgO_{(s)} + heat$

ما هي استخدامات هيدروكسيد الصوديوم (الجير المطفأ) $Ca(OH)_2$

الناتج من تفاعل أكسيد الكالسيوم CaO مع الماء H_2O؟

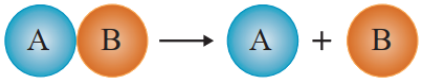
1- مواد البناء 2- طلاء سيقان الأشجار 3- دباغة الجلود

تفاعل التحلل (التفكك) Decomposition Reaction

ما المقصود بتفاعل التحلل (التفكك)؟

هو تفاعل كيميائي يتحلل فيه مركب واحد بوجود طاقة حرارية أو ضوئية أو كهربائية لإنتاج مادتين أو أكثر من العناصر أو المركبات

- تفاعل التحلل هو عملية عكسية لتفاعل الاتحاد



- المعادلة الكيميائية العامة لتفاعل التحلل: $AB \rightarrow A + B$

ما أشكال الطاقة المستخدمة في تفاعل التحلل (التفكك)؟

1- طاقة حرارية [تسخين Δ] 2- طاقة ضوئية 3- طاقة كهربائية

- تُصنَّف تفاعلات التحلل بناءً على نوع المواد الناتجة (عنصر / مركب) إلى:

1- تحلل مركب لإنتاج عنصرين
2- تحلل مركب لإنتاج مركبين أو أكثر
3- تحلل مركب لإنتاج عناصر ومركبات

- أمثلة الكتاب على أنواع تفاعل التحلل:

تحلل إلى عنصرين

يتحلل الماء بالتحليل الكهربائي إلى غازي الهيدروجين والأكسجين

$$2H_2O_{(l)} \xrightarrow{\text{تحليل كهربائي}} 2H_{2(g)} + O_{2(g)}$$

يتحلل بروميد الفضة بوجود الضوء إلى الفضة والبروم

$$2AgBr_{(s)} \xrightarrow{\text{ضوء}} 2Ag_{(s)} + Br_{2(l)}$$

يتحلل أكسيد الزئبق بالحرارة إلى الأكسجين والزئبق

$$2HgO_{(s)} \xrightarrow{\Delta} 2Hg_{(l)} + O_{2(g)}$$

تحلل إلى مركبين أو أكثر

تتحلل كربونات الصوديوم الهيدروجينية بالحرارة إلى كربونات الصوديوم وبخار الماء وغاز ثاني أكسيد الكربون

$$2NaHCO_{3(s)} \xrightarrow{\Delta} Na_2CO_{3(s)} + CO_{2(g)} + H_2O_{(g)}$$

يتحلل هيدروكسيد الكالسيوم بالحرارة إلى أكسيد الكالسيوم وبخار الماء

$$Ca(OH)_{2(s)} \xrightarrow{\Delta} CaO_{(s)} + H_2O_{(g)}$$

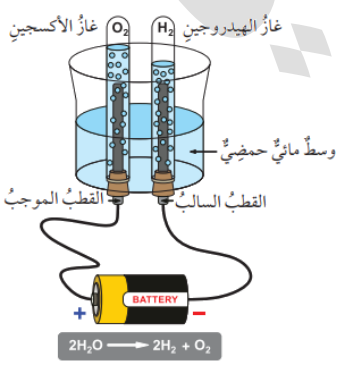
تحلل إلى عناصر ومركبات

تتحلل كلورات البوتاسيوم بوجود العامل المساعد ثاني أكسيد المنغنيز والحرارة إلى الأكسجين وكلوريد البوتاسيوم

$$2KClO_{3(s)} \xrightarrow{MnO_2/\Delta} 2KCl_{(s)} + 3O_{2(g)}$$

تتحلل دايكرومات الأمونيوم بالحرارة إلى أكسيد الكروم وبخار الماء وغاز النيتروجين

$$(NH_4)_2Cr_2O_{7(s)} \xrightarrow{\Delta} Cr_2O_{3(s)} + 4H_2O_{(g)} + N_{2(g)}$$



- يستخدم بروميد الفضة AgBr في طلاء الأفلام الفوتوغرافية

بعض القواعد للتنبؤ بنواتج الاتحاد أو التحلل

قواعد يستعين بها الطالب للتنبؤ بالنواتج:

- عنصر + أكسجين ⇦ أكسيد العنصر

احتراق غير كامل للكربون فينتج أول أكسيد الكربون $2C_{(s)} + O_{2(g)} \rightarrow 2CO_{(g)}$

احتراق كامل للكربون فينتج ثاني أكسيد الكربون $C_{(s)} + O_{2(g)} \rightarrow CO_{2(g)}$

احتراق أو تأكسد الفلزات: $Na_{(s)} + O_{2(g)} \rightarrow Na_2O_{(s)}$

$Ca_{(s)} + O_{2(g)} \rightarrow CaO_{(s)}$

ويحدث العكس عند التحلل:

- أكسيد العنصر ⇦ العنصر + أكسجين

$$2HgO_{(s)} \xrightarrow{\Delta} 2Hg_{(l)} + O_{2(g)}$$

- هيدروكسيد الفلز ⇦ أكسيد الفلز + بخار الماء

$$Ca(OH)_{2(s)} \xrightarrow{\Delta} CaO_{(s)} + H_2O_{(g)}$$

- كربونات الفلز ⇦ أكسيد الفلز + ثاني أكسيد الكربون

$$CaCO_{3(s)} \xrightarrow{\Delta} CaO_{(s)} + CO_{2(g)}$$

- كربونات الفلز الهيدروجينية ⇦ كربونات الفلز + ثاني أكسيد الكربون + بخار الماء

$$2NaHCO_{3(s)} \xrightarrow{\Delta} Na_2CO_{3(s)} + CO_{2(g)} + H_2O_{(g)}$$

- كلورات الفلز ⇦ كلوريد الفلز + غاز الأكسجين

$$2KClO_{3(s)} \xrightarrow{MnO_2/\Delta} 2KCl_{(s)} + 3O_{2(g)}$$

شغل مخك

ما نوع التفاعل لو عكسنا تفاعلات التحلل السابقة؟

ضوّ اللمبة

تفاعلات الإحلال Displacement Reaction

ما المقصود بتفاعل الإحلال؟

هو تفاعل كيميائي يحل فيه عنصر محل عنصر آخر في أحد مركباته

- يسمى تفاعل الإحلال بالاستبدال ويحدث غالبًا في المحاليل المائية وهما نوعان:

1- الإحلال الأحادي 2- الإحلال المزدوج

تفاعل الإحلال الأحادي Single Displacement Reaction

ما المقصود بتفاعل الإحلال الأحادي؟

تفاعل كيميائي يحل فيه العنصر الأكثر نشاطًا كيميائيًّا محل العنصر الأقل نشاطًا منه وذلك لاختلاف العناصر في نشاطها الكيميائي

- يسمى أيضًا بالإحلال البسيط
- المعادلة الكيميائية العامة لتفاعل الإحلال الأحادي: $A + BC \rightarrow AC + B$

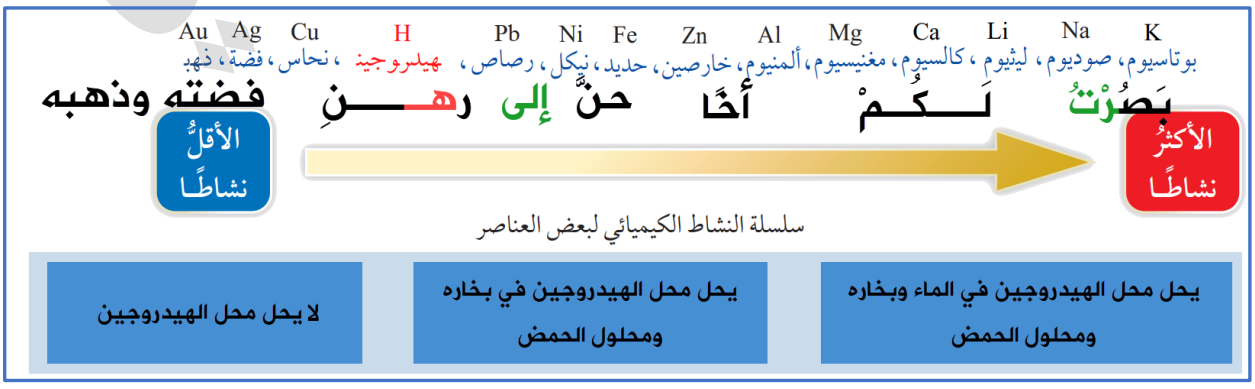
تشير الرموز A و B إلى فلزين
أو تشير A و C إلى لافلزين

- تُصنَّف تفاعلات الإحلال الأحادي حسب العناصر التي تحل محل بعضها إلى:

1- إحلال فلز محل فلز آخر
2- إحلال فلز محل الهيدروجين في الماء أو محلول الحمض
3- إحلال لافلز محل لافلز [مجموعة الهالوجينات]

إحلال فلز محل فلز - أو محل الهيدروجين

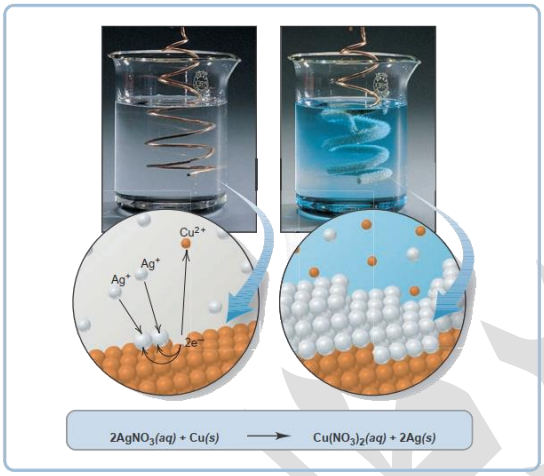
- هذه السلسلة فيها أشهر العناصر التي قد ترد في الأمثلة وتتضمن الهيدروجين بسبب تفاعل الفلزات معه، الأحرف باللون الأخضر هي زائدة لتكملة معنى الجملة الذهنية
- درستَ سابقًا في التاسع: تفاعل الفلزات مع الماء و الحمض، في هذه الخارطة الذهنية خلاصة معلومات لفهم التفاعلات والتنبؤ بإمكانية حدوثها من عدمه

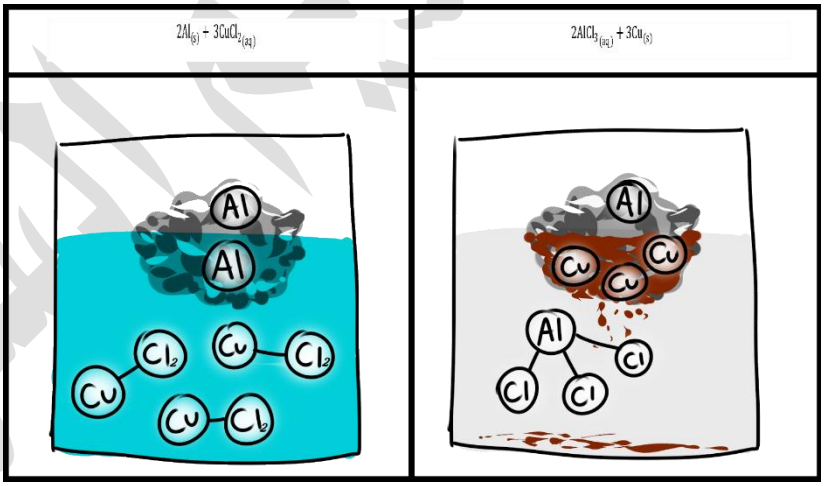


- بناء على سلسلة النشاط الكيميائي فإن العنصر الأكثر نشاطًا يحل محل الأقل نشاطًا ويحدث التفاعل، بينما لا يحل العنصر النشط محل العنصر الأكثر نشاطًا منه وبالتالي لا يحدث التفاعل NR

أمثلة:

$$Mg_{(s)} + NiSO_{4(aq)} \rightarrow MgSO_{4(aq)} + Ni_{(s)}$$
$$Ni_{(s)} + MgSO_{4(aq)} \rightarrow NR$$
$$Cu_{(s)} + 2AgNO_{3(aq)} \rightarrow Cu(NO_3)_{2(aq)} + 2Ag_{(s)}$$
$$Ag_{(s)} + Cu(NO_3)_{2(aq)} \rightarrow NR$$
$$2Al_{(s)} + 3Pb(NO_3)_{2(aq)} \rightarrow 2Al(NO_3)_{3(aq)} + 3Pb_{(s)}$$
$$Pb_{(s)} + Al(NO_3)_{3(aq)} \rightarrow NR$$
$$2Al_{(s)} + 3CuCl_{2(aq)} \rightarrow 2AlCl_{3(aq)} + 3Cu_{(s)}$$





- يميز الطالب إذا كان الفلز يقبل التفاعل مع الماء أو محلول الحمض أو لا حسب الخارطة الذهنية السابقة

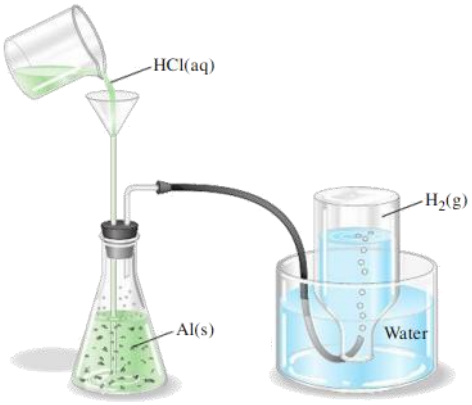
(1) فلزات [K- Na – Li – Ca - Mg] تحل محل الهيدروجين في الماء وبخاره ومحلول الحمض

(2) فلزات [Al – Zn – Fe – Ni - Pb] تحل محل الهيدروجين في بخاره ومحلول الحمض

(3) فلزات [Cu – Ag - Au] لا تحل محل الهيدروجين (((لا يحدث التفاعل)))

- إذا تفاعل الفلز مع الماء $H_2O_{(l)}$ فالناتج: هيدروكسيد الفلز + H_2
- إذا تفاعل الفلز مع بخار الماء $H_2O_{(g)}$ فالناتج: أكسيد الفلز + H_2
- إذا تفاعل الفلز مع محلول حمض HCl فالناتج: كلوريد الفلز + H_2

أمثلة:



$$2Na_{(s)} + 2H_2O_{(l)} \rightarrow 2NaOH_{(aq)} + H_{2(g)}$$
$$Mg_{(s)} + 2H_2O_{(l)} \rightarrow Mg(OH)_{2(aq)} + H_{2(g)}$$

$$Mg_{(s)} + 2HCl_{(aq)} \rightarrow MgCl_{2(aq)} + H_{2(g)}$$
$$2Al_{(s)} + 6HCl_{(aq)} \rightarrow 2AlCl_{3(aq)} + 3H_{2(g)}$$
$$Cu_{(s)} + HCl_{(aq)} \rightarrow NR$$

$$Al_{(s)} + H_2O_{(l)} \rightarrow NR$$

- الألمنيوم لا يتفاعل مع الماء إلا إذا أزلنا طبقة الأكسيد من على سطحه (Al_2O_3) فهي تقاوم الماء، فإذا أزلناها حدث التفاعل فورًا وتكون هيدروكسيد الألمنيوم $Al(OH)_3$ وغاز الهيدروجين، أما مع بخار الماء $H_2O_{(g)}$ فالتفاعل يحدث دون إشكال، مع اختلاف الناتج

$$2Al_{(s)} + 3H_2O_{(g)} \rightarrow Al_2O_{3(s)} + 3H_{2(g)}$$
$$Mg_{(s)} + H_2O_{(g)} \rightarrow MgO_{(s)} + H_{2(g)}$$
$$Cu_{(s)} + H_2O_{(g)} \rightarrow NR$$

إحلال لا فلز محل لافلز

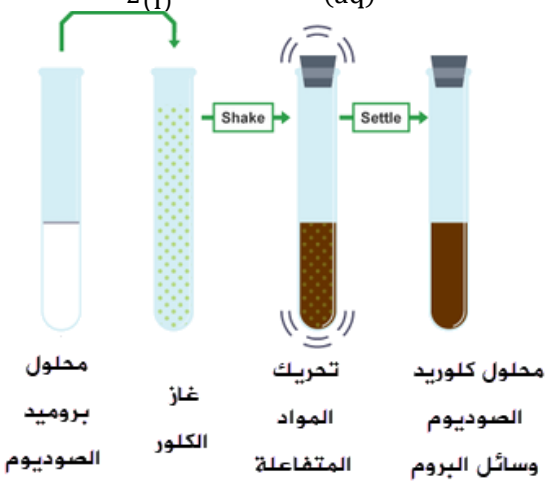
- تعد الهالوجينات (المجموعة السابعة) أبرز الأمثلة على هذا النوع، يحل الهالوجين الأكثر نشاطًا محل الأقل نشاطًا، الأعلى هو الفلور والأقل هو اليود، والإحلال للأقل نشاطًا لا يحصل
- في الظروف الطبيعية الفلور والكلور (غاز)، البروم (سائل)، اليود (صلب)

الأكثر نشاطًا

F_2	الفلورُ
Cl_2	الكلورُ
Br_2	البرومُ
I_2	اليودُ

الأقل نشاطًا

$$Cl_{2(g)} + 2NaBr_{(aq)} \rightarrow 2NaCl_{(aq)} + Br_{2(l)}$$
$$Br_{2(l)} + 2NaCl_{(aq)} \rightarrow NR$$



أمثلة الكتاب على تفاعلات الإحلال الأحادي:

إحلال فلز محل فلز

يحل النحاس محل الفضة في محلول نترات الفضة وتترسب ذرات الفضة

$Cu_{(s)} + 2AgNO_{3\,(aq)} \rightarrow Cu(NO_3)_{2(aq)} + 2Ag_{(s)}$

يحل الألمنيوم محل الرصاص في محلول نترات الرصاص وتترسب ذرات الرصاص

$2Al_{(s)} + 3Pb(NO_3)_{2(aq)} \rightarrow 3Pb_{(s)} + 2Al(NO_3)_{3(aq)}$

يحل المغنيسيوم محل النيكل في محلول كبريتات النيكل وتترسب ذرات النيكل

$Mg_{(s)} + NiSO_{4(aq)} \rightarrow MgSO_{4(aq)} + Ni_{(s)}$

إحلال فلز محل H في الماء أو محلول الحمض

يحل الصوديوم محل الهيدروجين عند تفاعله مع الماء فيتكون هيدروكسيد الصوديوم ويتصاعد غاز الهيدروجين

$2Na_{(s)} + 2H_2O_{(l)} \rightarrow 2NaOH_{(aq)} + 2H_{2(g)}$

يحل المغنيسيوم محل الهيدروجين في محلول حمض الهيدروكلوريك فيتكون كلوريد المغنيسيوم ويتصاعد غاز الهيدروجين

$Mg_{(s)} + 2HCl_{(aq)} \rightarrow MgCl_{2(aq)} + H_{2(g)}$

إحلال لافلز محل لافلز

يحل الكلور محل البروم في محلول بروميد الصوديوم فيتكون كلوريد الصوديوم وسائل البروم

$Cl_{2(g)} + 2NaBr_{(aq)} \rightarrow 2NaCl_{(aq)} + Br_{2(l)}$

علل: لا يحدث تفاعل بين البروم السائل ومحلول كلوريد الصوديوم

هذا التفاعل من نوع إحلال لافلز محل لافلز، البروم أقل نشاطًا من الكلور وبالتالي لن يحل محله ولن يحدث التفاعل

$$Br_{2\,(l)} + NaCl_{(aq)} \rightarrow \quad NR$$

أفكر ص16: هل يمكن استخلاص عنصر الخارصين من محلول أملاحه باستخدام الفضة؟

لا يمكن لأن الفضة لن تحل محل الخارصين في محلول أملاحه؛ فالفضة أقل نشاطًا من الخارصين في سلسلة النشاط الكيميائي

شغل مخك

هل يمكن استخلاص الذهب الصُلب من محلول نترات الذهب باستخدام الفضة؟

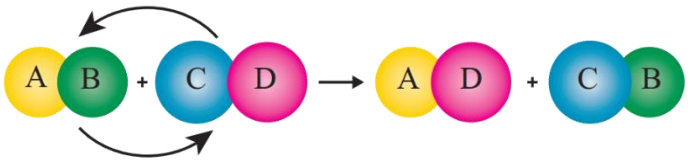
ضوِّ اللمبة

تفاعل الإحلال المزدوج Double Displacement Reaction

ما المقصود بتفاعل الإحلال المزدوج؟

تفاعل كيميائي يحل فيه عنصران كل منهما محل الآخر في مركباتهما أو المحلول المائي لأملاحهما

- يحدث الإحلال المزدوج عن طريق تبادل بين موقعي الأيونين الموجبين أو السالبين في مركباتهما أو أملاحهما
- المعادلة الكيميائية العامة لتفاعل الإحلال المزدوج: $AB + CD \rightarrow AD + CB$



- تُصنَّف تفاعلات الإحلال المزدوج حسب الناتج إلى:
  1- تفاعل الترسيب
  2- تفاعل يصاحبه انطلاق غاز
  3- تفاعل التعادل

تفاعل الترسيب Precipitation Reaction

ما المقصود بتفاعل الترسيب؟

تفاعل تظهر فيه مادة راسبة نتيجة خلط محلولين لملحين ذائبين

مثال: عند خلط محلولي كربونات الصوديوم وكبريتات النحاس، يستبدل الصوديوم والنحاس مكانهما (أيونان موجبان) فينتج كبريتات الصوديوم وهو ذائب في المحلول، بينما كربونات النحاس غير ذائب ولذا يعتبر مادة راسبة والتفاعل تفاعل ترسيب

$$Na_2CO_{3(aq)} + CuSO_{4(aq)} \rightarrow Na_2SO_{4(aq)} + CuCO_{3(s)}$$

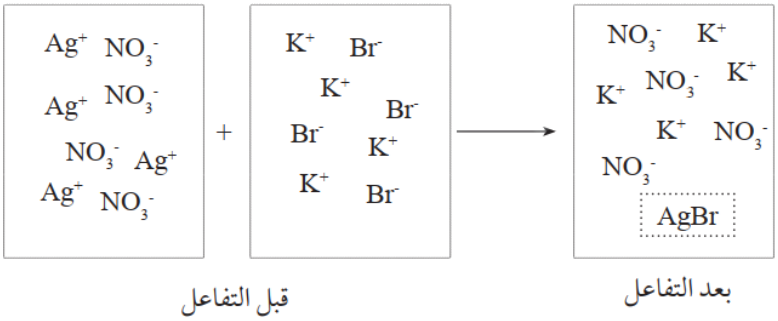
مثال: تفاعل محلول نترات الفضة مع محلول كلوريد البوتاسيوم فينتج نترات البوتاسيوم ويترسب كلوريد الفضة

$$KCl_{(aq)} + AgNO_{3(aq)} \rightarrow KNO_{3(aq)} + AgCl_{(s)}$$

- تجربة ص18: خلط محلولي كبريتات النحاس CuSO4 و هيدروكسيد الصوديوم NaOH فيظهر راسب أزرق مخضر اللون

$$CuSO_{4(aq)} + 2NaOH_{(aq)} \rightarrow Na_2SO_{4(aq)} + Cu(OH)_{2(s)}$$

من أسئلة التفكير "كتاب الأنشطة ص13": يمثل الشكل الآتي تفاعلاً كيميائيًّا لمحاليل مختلفة، أجب عن الأسئلة التي تليه:



1- أستنتج المعادلة الكيميائية الموزونة لهذا التفاعل

$$AgNO_{3(aq)} + KBr_{(aq)} \rightarrow KNO_{3(aq)} + AgBr_{(s)}$$

2- أتوقع اسم هذا النوع من التفاعلات

تفاعل إحلال مزدوج من نوع الترسيب

قواعد عامة لذائبية الأملاح "مذكورة في كتاب الأنشطة ص7" حتى نميز المواد الراسبة:

المادة الراسبة هي مادة غير ذائبة أو شحيحة الذوبان في الماء

الأملاح	الذائبية	الاستثناء
الصوديوم، البوتاسيوم، الأمونيوم	ذائبة	بعض مركبات الليثيوم
النترات	ذائبة	----
الكبريتات	ذائبة	مركبات: الرصاص، الفضة، الزئبق، الباريوم، الكالسيوم، السترونشيوم
الكلوريدات، البروميدات، الأيودات	ذائبة	مركبات: الفضة وبعض مركبات الرصاص والزئبق
الكربونات، الفوسفات، الكرومات، الكبريتات، الهيدروكسيدات	أغلبها غير ذائبة	مركبات: الصوديوم، البوتاسيوم، الأمونيوم

هل تتوقع راسب عند خلط محلولي كربونات الصوديوم ونترات الباريوم؟

$$Na_2CO_{3(aq)} + Ba(NO_3)_{2(aq)} \rightarrow 2NaNO_{3(aq)} + BaCO_{3(s)}$$

من الجدول: أملاح النترات ذائبة لذا نترات الصوديوم ذائبة في الماء، بينما الكربونات أغلبها غير ذائبة إلا كربونات الصوديوم، كربونات البوتاسيوم، كربونات الأمونيوم ولذا كربونات الباريوم هي المادة الراسبة

مهم: هذه المعلومات الواردة في كتاب الأنشطة غير مطالب بها الطالب في نتاجات التعلم، مطلوب فقط تصنيف التفاعل وإعطاء أمثلة عليها

تفاعل يصاحبه انطلاق غاز

ينطلق غاز في بعض تفاعلات الإحلال المزدوج، فيصنف إلى تفاعل يصحبه انطلاق غاز

مثال: عند خلط محلولي كربونات الكالسيوم وحمض الهيدروكلوريك، يحل الكالسيوم محل الهيدروجين، فيتكون كلوريد الكالسيوم ذائب في الماء، وحمض الكربونيك الذي يتفكك بدوره إلى غاز ثاني أكسيد الكربون والماء

$$CaCO_{3(s)} + 2HCl_{(aq)} \rightarrow CaCl_{2(aq)} + H_2O_{(l)} + CO_{2(g)}$$

مثال: يتفاعل كبريتيد الحديد (II) مع محلول حمض الهيدروكلوريك، يحل الحديد محل الهيدروجين منتجًا كلوريد الحديد الذائب في الماء، وينطلق غاز كبريتيد الهيدروجين

$$FeS_{(s)} + 2HCl_{(aq)} \rightarrow FeCl_{2(aq)} + H_2S_{(g)}$$

مثال خارجي: تفاعلات الخل وصودا الخبز، الخل محلول مائي لحمض الإيثانويك (حمض الأسيتيك) CH_3COOH وصودا الخبز هي كربونات الصوديوم الهيدروجينية، عند خلطهما يتفاعلان وينتج غاز CO_2 ومواد أخرى، ومثله إذا تفاعل محلول حمض HCl مع كربونات الصوديوم الهيدروجينية، فيكون التفاعل على مرحلتين:

مرحلة [1] إحلال مزدوج، ثم مرحلة [2] يتفكك حمض الكربونيك فورًا في المحلول إلى ماء وغاز CO_2 ويكون نوع التفاعل إحلال مزدوج يصاحبه انطلاق غاز .. المعادلة (3)

$$HCl_{(aq)} + NaHCO_{3(aq)} \rightarrow H_2CO_{3(aq)} + NaCl_{(aq)} \ldots\ldots (1)$$

$$H_2CO_{3(aq)} \rightarrow H_2O_{(l)} + CO_{2(g)} \ldots\ldots (2)$$

$$HCl_{(aq)} + NaHCO_{3(aq)} \rightarrow H_2O_{(l)} + CO_{2(g)} + NaCl_{(aq)} \ldots\ldots (3)$$

تفاعل التعادل *Neutralization Reaction*

ما المقصود بتفاعل التعادل؟

تفاعل يحدث بين محاليل الحموض والقواعد القوية وينتج عنه الملح والماء

علل: يسمى تفاعل الحمض القوى والقاعدة القوية بتفاعل التعادل

لأن أيونات الهيدروجين H^+ الناتجة من تأين الحمض تتعادل مع أيونات الهيدروكسيد OH^- الناتجة من تأين القاعدة فينتج الماء وتكون قيمة pH للخليط = 7 أي متعادل

مثال: يتفاعل محلول حمض الهيدروكلوريك مع محلول حمض هيدروكسيد الصوديوم فينتج كلوريد الصوديوم والماء

$$HCl_{(aq)} + NaOH_{(aq)} \rightarrow NaCl_{(aq)} + H_2O_{(l)}$$

مثال: تفاعل محلول حمض الكبريتيك مع محلول هيدروكسيد الليثيوم LiOH فينتج ملح كبريتات الليثيوم والماء

$$H_2SO_{4(aq)} + 2LiOH_{(aq)} \rightarrow Li_2SO_{4(aq)} + 2H_2O_{(l)}$$

تجربة ص20: خلط محلولي حمض النيتريك وهيدروكسيد البوتاسيوم

$$HNO_{3(aq)} + KOH_{(aq)} \rightarrow KNO_{3(aq)} + H_2O_{(l)}$$

يحفظ الطالب أشهر الحموض والقواعد القوية التي قد ترد عليه في الأمثلة، وقد يرد غيرها

حموض قوية		قواعد قوية (فلزات 1A/2A) مع OH	
حمض الهيدروكلوريك	HCl	هيدروكسيد الليثيوم	$LiOH$
حمض الهيدروبروميك	HBr	هيدروكسيد الصوديوم	$NaOH$
حمض الهيدرويوديك	HI	هيدروكسيد البوتاسيوم	KOH
حمض البيركلوريك	$HClO_4$	هيدروكسيد المغنيسيوم	$Mg(OH)_2$
حمض النتريك	HNO_3	هيدروكسيد الكالسيوم	$Ca(OH)_2$
حمض الكبريتيك	H_2SO_4	هيدروكسيد الباريوم	$Ba(OH)_2$

أمثلة الكتاب على أنواع الإحلال المزدوج:

تفاعل الترسيب

يتفاعل محلولا كربونات الصوديوم وكبريتات النحاس فينتج كبريتات الصوديوم ويترسب كربونات النحاس

$$Na_2CO_{3(aq)} + CuSO_{4(aq)} \rightarrow Na_2SO_{4(aq)} + CuCO_{3(s)}$$

يتفاعل محلولا كلوريد البوتاسيوم ونترات الفضة فينتج نترات البوتاسيوم ويترسب كلوريد الفضة

$$KCl_{(aq)} + AgNO_{3(aq)} \rightarrow AgCl_{(s)} + KNO_{3(aq)}$$

تفاعل يصحبه انطلاق غاز

يتفاعل كربونات الكالسيوم ومحلول حمض الهيدروكلوريك فينتج كلوريد الكالسيوم والماء وغاز ثاني أكسيد الكربون

$$CaCO_{3(s)} + 2HCl_{(aq)} \rightarrow CaCl_{2(aq)} + H_2O_{(l)} + CO_{2(g)}$$

يتفاعل كبريتيد الحديد ومحلول حمض الهيدروكلوريد فينتج كلوريد الحديد وغاز كبريتيد الهيدروجين

$$FeS_{(s)} + 2HCl_{(aq)} \rightarrow FeCl_{2(aq)} + H_2S_{(g)}$$

تفاعل التعادل

يتفاعل محلولا حمض الهيدروكلوريك وهيدروكسيد الصوديوم فينتج كلوريد الصوديوم والماء

$$HCl_{(aq)} + NaOH_{(aq)} \rightarrow NaCl_{(aq)} + H_2O_{(l)}$$

يتفاعل محلولا حمض الكبريتيك وهيدروكسيد الليثيوم فينتج كبريتات الليثيوم والماء

$$H_2SO_{4(aq)} + 2LiOH_{(aq)} \rightarrow Li_2SO_{4(aq)} + 2H_2O_{(l)}$$

أتحقق ص19: ما الفرق بين تفاعل التعادل وتفاعل الترسيب؟

تفاعل التعادل: هو تفاعل بين محلولي حمض قوي وقاعدة قوية فينتج ملح وماء

بينما تفاعل الترسيب: هو تفاعل بين محاليل الأملاح تنتج بسببه مادة راسبة في الماء

الربطُ بالطبِّ

تُنتِجُ المعدةُ حمض الهيدروكلوريك الذي يساعد في هضم الطعام، ولكن زيادته في المعدة تؤدي إلى شعور الفردِ بالحُرقة(حموضة المعدة)، لذلك يَنصح الطبيبُ بتناول الأقراص المضادّة للحموضة التي تحتوي على مُركّبٍ قاعديٍّ مثل هيدروكسيد المغنيسيوم؛ إذ يتفاعلُ مع حمضِ الهيدروكلوريك في المعدة ويؤدّي إلى التعادل، وتختفي حُرقة المعدة ويشعرُ الفرد بالارتياح.

تدريبات خارجية + كيماشيك

صنِّف التفاعلات الآتية:

$ZnCO_{3(s)} \rightarrow ZnO_{(s)} + CO_{2(g)}$	تحلل مركب إلى مركبين
$H_{2(g)} + Cl_{2(g)} \rightarrow 2HCl_{(g)}$	اتحاد عنصر وعنصر
$2HNO_{3(aq)} + Ca(OH)_{2(aq)} \rightarrow Ca(NO_3)_{2(aq)} + 2H_2O_{(l)}$	إحلال مزدوج [تعادل]
$Mg_{(s)} + 2HCl_{(aq)} \rightarrow MgCl_{2(aq)} + H_{2(g)}$	إحلال أحادي [فلز محل الهيدروجين]
$Ni_{(s)} + CuCl_{2(aq)} \rightarrow NiCl_{2(aq)} + Cu_{(s)}$	إحلال أحادي [فلز محل فلز]
$BaCl_{2(aq)} + Na_2SO_{4(aq)} \rightarrow 2NaCl_{(aq)} + BaSO_{4(s)}$	إحلال مزدوج [ترسيب]
$Ba(OH)_{2(aq)} + 2HBr_{(aq)} \rightarrow BaBr_{2(aq)} + 2H_2O_{(l)}$	إحلال مزدوج [تعادل]
$P_{4(s)} + 6Cl_{2(g)} \rightarrow 4PCl_{3(l)}$	اتحاد [عنصر وعنصر]
$K_2CrO_{4(aq)} + 2AgNO_{3(aq)} \rightarrow 2KNO_{3(aq)} + Ag_2CrO_{4(s)}$	إحلال مزدوج [ترسيب]

ادرس الجدول الآتي، وحدد نواتج تفاعل إحلال الفلزات إن أمكن حدوثه

المحلول / الفلز	$MgSO_4$	$Zn(NO_3)_2$	$CuCl_2$	HCl
Fe	NR	NR	$FeCl_2 + Cu$	$FeCl_2 + H_2$
Mg	NR	$Mg(NO_3)_2 + Zn$	$MgCl_2 + Cu$	$MgCl_2 + H_2$
Cu	NR	NR	NR	NR
Zn	NR	NR	$ZnCl_2 + Cu$	$ZnCl_2 + H_2$

تنبأ بنواتج التفاعلات الآتية:

$$2Al_{(s)} + 3CuCl_{2(aq)} \rightarrow 2AlCl_{3(aq)} + 3Cu_{(s)}$$

$$Mg_{(s)} + Pb(NO_3)_{2(aq)} \rightarrow Mg(NO_3)_{2(aq)} + Pb_{(s)}$$

$$CaCO_{3(s)} \xrightarrow{\Delta} CaO_{(s)} + CO_{2(g)}$$

$$2HNO_{3(aq)} + Ca(OH)_{2(aq)} \rightarrow Ca(NO_3)_{2(aq)} + 2H_2O_{(l)}$$

$$Mg_{(s)} + 2HCl_{(aq)} \rightarrow MgCl_{2(aq)} + H_{2(g)}$$

$$MgCO_{3(s)} + 2HCl_{(aq)} \rightarrow MgCl_{2(aq)} + CO_{2(g)} + H_2O_{(l)}$$

ورقة عمل: تفاعلي الاتحاد والتحلل

حدِّد نوع التفاعلات إلى اتحاد أو تحلل ثم صنِّفها كما في المثال الأول

التفاعل	اتحاد/ تحلل	تصنيفه
$2KClO_{3(s)} \rightarrow 2KCl_{(s)} + 3O_{2(g)}$	تحلل	تحلل مركب لإنتاج مركبين
$2HgO_{(s)} \rightarrow 2Hg_{(l)} + O_{2(g)}$		
$2Na_{(s)} + Cl_{2(g)} \rightarrow 2NaCl_{(s)}$		
$CuCO_{3(s)} \rightarrow CuO_{(s)} + CO_{2(g)}$		
$2CO_{(g)} + O_{2(g)} \rightarrow 2CO_{2(g)}$		
$Cu(NO_3)_{2(s)} \rightarrow CuO_{(s)} + NO_{2(g)} + O_{2(g)}$		
$2KMnO_{4(s)} \rightarrow K_2MnO_{4(s)} + MnO_{2(g)} + O_{2(g)}$		
$CaO_{(s)} + H_2O_{(l)} \rightarrow Ca(OH)_{2(aq)}$		

تنبأ بنواتج التفاعلات التالية وتأكد من موازنة المعادلات:

$Ca_{(s)} + O_{2(g)} \rightarrow$

$CaO_{(s)} + H_2O_{(l)} \rightarrow$

$Mg(HCO_3)_{2(s)} \xrightarrow{\Delta}$

$NaClO_{3(s)} \xrightarrow{\Delta}$

ورقة عمل: تفاعل الإحلال

حدِّد نوع تفاعل الإحلال ثم صنِّفه كما في المثال الأول

التفاعل	أحادي/مزدوج	تصنيفه
$BaCl_{2(aq)} + Na_2SO_{4(aq)} \rightarrow 2NaCl_{(aq)} + BaSO_{4(s)}$	مزدوج	ترسيب
$Mg_{(s)} + 2HCl_{(aq)} \rightarrow MgCl_{2(aq)} + H_{2(g)}$		
$H_2SO_{4(aq)} + Ca(OH)_{2(aq)} \rightarrow CaSO_{4(aq)} + 2H_2O_{(l)}$		
$KCl_{(aq)} + AgF_{(aq)} \rightarrow AgCl_{(s)} + KF_{(aq)}$		
$Ca(OH)_{2(aq)} + 2HCl_{(aq)} \rightarrow CaCl_{2(aq)} + 2H_2O_{(l)}$		
$2NaOH_{(aq)} + CuCl_{2(aq)} \rightarrow 2NaCl_{(aq)} + Cu(OH)_{2(s)}$		
$KCN_{(aq)} + HCl_{(aq)} \rightarrow KCl_{(aq)} + HCN_{(g)}$		
$HCl_{(aq)} + NaHCO_{3(aq)} \rightarrow H_2O_{(l)} + CO_{2(g)} + NaCl_{(aq)}$		

تنبأ بنواتج التفاعلات التالية إن كانت ممكنة الحدوث وتأكد من موازنة المعادلات:

$Zn_{(s)} + NiCl_{2(aq)} \rightarrow$

$Cl_{2(g)} + HF_{(aq)} \rightarrow$

$Fe_{(s)} + NaNO_{3(aq)} \rightarrow$

$Al_{(s)} + Pb(NO_3)_{2(aq)} \rightarrow$

المعادلة الأيونية Ionic Equation

المعادلة الأيونية النهائية Net Ionic Equation

يمكن التعبير عن تفاعلات المحاليل المائية بمعادلة أيونية نهائية

ما المقصود المعادلة الأيونية (الكاملة)؟

معادلة كيميائية تظهر فيها الجسيمات المتفاعلة والناتجة جميعها في المحلول

ما الفرق بين المعادلة الكيميائية العامة والمعادلة الأيونية؟

المعادلة الكيميائية العامة توضح الصيغ الكيميائية للمتفاعلات والنواتج لكن لا توضِّح الجسيمات (الأيونات الموجبة والسالبة) في محاليل المركبات الأيونية

أما المعادلة الأيونية فتوضح تلك الجسيمات الأيونية داخل المحاليل

الربطُ مع الحياة

يُستخدَمُ يوديد الرصاص PbI_2 بصفته مادة ملونة في صناعة الدّهانات؛ حيث يكسِبُها اللّونَ الأصفر، ومن أبرز طرائق تحضيرِه: تفاعلُ محلول يوديد البوتاسيوم مع محلول نترات الرصاص فيترسب يوديد الرصاص.

مثال ص21: تفاعل محلول نترات الرصاص مع محلول يوديد البوتاسيوم، فترسب يوديد الرصاص [لونه أصفر] وتكون نترات البوتاسيوم ذائب في المحلول

المعادلة العامة للتفاعل:

$$Pb(NO_3)_{2(aq)} + 2KI_{(aq)} \rightarrow PbI_{2(s)} + 2KNO_{3(aq)}$$

المعادلة الأيونية الكاملة للتفاعل:

$$Pb^{2+}{}_{(aq)} + 2NO_3{}^{-}{}_{(aq)} + 2K^{+}{}_{(aq)} + 2I^{-}{}_{(aq)} \rightarrow PbI_{2(s)} + 2K^{+}{}_{(aq)} + 2NO_3{}^{-}{}_{(aq)}$$

تتكرر أيونات في المتفاعلات والنواتج وكأنها لم تشترك في التفاعل لأنه لم يطرأ عليها أي تغيير، كما دخلت إلى التفاعل خرجت؛ لذا نسميها "الأيونات المتفرِّجة" Spectator Ions

نحذفها من طرفي المعادلة لتنتج المعادلة الأيونية النهائية (الصافية) Net Ionic Equation، وهي التي يظهر فيها الأيونات المتفاعلة فقط التي تعطي نواتج صلبة أو سائلة أو غازية

$$Pb^{2+}{}_{(aq)} + 2NO_3{}^{-}{}_{(aq)} + 2K^{+}{}_{(aq)} + 2I^{-}{}_{(aq)} \rightarrow PbI_{2(s)} + 2K^{+}{}_{(aq)} + 2NO_3{}^{-}{}_{(aq)}$$

$$Pb^{2+}{}_{(aq)} + 2I^{-}{}_{(aq)} \rightarrow PbI_{2(s)}$$

علل: تحقق المعادلة الأيونية النهائية الموزونة قانون حفظ الكتلة وقانون حفظ الشحنة

تحقق قانون حفظ الكتلة لأن نوع الذرات المتفاعلة والناتجة وعددها قبل وبعد التفاعل يبقى ثابتًا، تحقق قانون حفظ الشحنة لأن المجموع الكلي للشحنات الموجبة والسالبة للمتفاعلات يساوي مجموع شحنات النواتج

	المواد المتفاعلة	المواد الناتجة
المواد المتفاعلة والناتجة	$Pb^{2+}_{(aq)} + 2I^{-}_{(aq)}$	$PbI_{2(s)}$
موازنة الصيغ الكيميائية	1 Pb , 2 I	1 Pb , 2 I
موازنة الشحنات	$(1 \times +2) + (2 \times -1) = 0$	0

مثال ص23: يتفاعل محلول كلوريد النحاس (II) $CuCl_2$ مع محلول هيدروكسيد الصوديوم NaOH ويترسب هيدروكسيد النحاس (II) $Cu(OH)_2$ كما في الشكل، أكتب المعادلة الأيونية النهائية

المعادلة العامة الموزونة للتفاعل:

$$CuCl_{2(aq)} + 2NaOH_{(aq)} \rightarrow 2NaCl_{(aq)} + Cu(OH)_{2(s)}$$

المعادلة الأيونية:

$$Cu^{2+}_{(aq)} + \cancel{2Cl^{-}_{(aq)}} + \cancel{2Na^{+}_{(aq)}} + 2OH^{-}_{(aq)} \rightarrow \cancel{2Cl^{-}_{(aq)}} + \cancel{2Na^{+}_{(aq)}} + Cu(OH)_{2(s)}$$

المعادلة الأيونية النهائية:

$$Cu^{2+}_{(aq)} + 2OH^{-}_{(aq)} \rightarrow Cu(OH)_{2(s)}$$

مثال ص23: يتفاعل محلول نترات الفضة $AgNO_3$ مع محلول بروميد الصوديوم NaBr ويتكون محلول نترات الصوديوم $NaNO_3$ ويترسب مركب بروميد الفضة AgBr.

1- أكتب معادلة التفاعل الموزونة

$$AgNO_{3(aq)} + NaBr_{(aq)} \rightarrow NaNO_{3(aq)} + AgBr_{(s)}$$

2- أكتب المعادلة الأيونية

$$Ag^{+}_{(aq)} + NO_3^{-}{}_{(aq)} + Na^{+}_{(aq)} + Br^{-}_{(aq)} \rightarrow NO_3^{-}{}_{(aq)} + Na^{+}_{(aq)} + AgBr_{(s)}$$

3- أكتب المعادلة الأيونية النهائية

$$Ag^{+}_{(aq)} + Br^{-}_{(aq)} \rightarrow +AgBr_{(s)}$$

مثال ص24: يتفاعل محلولا حمض الهيدروكلوريك HCl وهيدروكسيد البوتاسيوم KOH وفق المعادلة الموزونة الآتية:

$$HCl_{(aq)} + KOH_{(aq)} \rightarrow KCl_{(aq)} + H_2O_{(l)}$$

أكتب المعادلة الأيونية النهائية

$$H^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)} + K^+_{(aq)} + OH^-_{(aq)} \rightarrow Cl^-_{(aq)} + K^+_{(aq)} + H_2O_{(l)}$$

$$H^+_{(aq)} + OH^-_{(aq)} \rightarrow H_2O_{(l)}$$

تذكر أن المعادلة الأيونية النهائية لتفاعل الحمض والقاعدة القويان:

أيونات الهيدروجين + أيونات الهيدروكسيد ← ماء

$$H^+_{(aq)} + OH^-_{(aq)} \rightarrow H_2O_{(l)}$$

مثال ص25: اعتمادًا على المعادلة الكيميائية الموزونة الآتية:

$$2HCl_{(aq)} + Na_2S_{(aq)} \rightarrow 2NaCl_{(aq)} + H_2S_{(g)}$$

أكتب المعادلة الأيونية النهائية

$$2H^+_{(aq)} + 2Cl^-_{(aq)} + 2Na^+_{(aq)} + S^{2-}_{(aq)} \rightarrow 2Cl^-_{(aq)} + 2Na^+_{(aq)} + H_2S_{(g)}$$

$$2H^+_{(aq)} + S^{2-}_{(aq)} \rightarrow H_2S_{(g)}$$

أتحقق ص25: يتفاعل محلول كلوريد الألمونيوم $AlCl_3$ مع محلول هيدروكسيد الصوديوم NaOH فينتج محلول كلوريد الصوديوم NaCl ويترسب هيدروكسيد الألمنيوم $Al(OH)_3$، أكتب المعادلة الأيونية، والمعادلة الأيونية النهائية.

$$3NaOH_{(aq)} + AlCl_{3(aq)} \rightarrow 3NaCl_{(aq)} + Al(OH)_{3(s)}$$

المعادلة الأيونية:

$$3Na^+_{(aq)} + 3OH^-_{(aq)} + Al^{3+}_{(aq)} + 3Cl^-_{(aq)} \rightarrow 3Na^+_{(aq)} + 3Cl^-_{(aq)} + Al(OH)_{3(s)}$$

المعادلة الأيونية النهائية:

$$Al^{3+}_{(aq)} + 3OH^-_{(aq)} \rightarrow Al(OH)_{3(s)}$$

شغل مخك

لماذا لا نفكك المركب الأيوني الصُلب إلى أيوناته في المعادلة الأيونية؟

ضوّ اللمبة

تدريبات خارجية + كيماشيك

اكتب معادلة كيميائية أيونية كاملة ونهائية لكل من التفاعلات الآتية:

- عند خلط محلولي يوديد البوتاسيوم ونترات الفضة يتكوّن راسب من يوديد الفضة

$$KI_{(aq)} + AgNO_{3(aq)} \rightarrow KNO_{3(aq)} + AgI_{(s)}$$

المعادلة الأيونية الموزونة:

$$K^+_{(aq)} + I^-_{(aq)} + Ag^+_{(aq)} + NO_3^-{}_{(aq)} \rightarrow K^+_{(aq)} + NO_3^-{}_{(aq)} + AgI_{(s)}$$

المعادلة الأيونية النهائية:

$$Ag^+_{(aq)} + I^-_{(aq)} \rightarrow AgI_{(s)}$$

- عند خلط محلولي كبريتات الليثيوم ونترات الكالسيوم يتكوّن راسب من كبريتات الكالسيوم

$$LiSO_{4(aq)} + CaNO_{3(aq)} \rightarrow LiNO_{3(aq)} + CaSO_{4(s)}$$

المعادلة الأيونية الموزونة:

$$Li^+_{(aq)} + SO_4^{2-}{}_{(aq)} + Ca^{2+}_{(aq)} + NO_3^-{}_{(aq)} \rightarrow Li^+_{(aq)} + NO_3^-{}_{(aq)} + CaSO_{4(s)}$$

المعادلة الأيونية النهائية:

$$Ca^{2+}_{(aq)} + SO_4^{2-}{}_{(aq)} \rightarrow CaSO_{4(s)}$$

- عند خلط محلولي كربونات الصوديوم وكلوريد المنغنيز (V) يتكوّن راسب يحتوي المنغنيز

$$5Na_2CO_{3(aq)} + 2MnCl_{5(aq)} \rightarrow 10NaCl_{(aq)} + Mn_2(CO_3)_{5(s)}$$

المعادلة الأيونية الموزونة:

$$10Na^+_{(aq)} + 5CO_3^{2-}{}_{(aq)} + 2Mn^{5+}_{(aq)} + 10Cl^-_{(aq)} \rightarrow 10Na^+_{(aq)} + 10Cl^-_{(aq)} + Mn_2(CO_3)_{5(s)}$$

المعادلة الأيونية النهائية:

$$2Mn^{5+}_{(aq)} + 5CO_3^{2-}{}_{(aq)} \rightarrow Mn_2(CO_3)_{5(s)}$$

- عند خلط محلولي كربونات الصوديوم الهيدروجينية وحمض الهيدروكلوريك ينتج كلوريد الصوديوم وماء وغاز ثاني أكسيد الكربون

$$NaHCO_{3(aq)} + HCl_{(aq)} \rightarrow NaCl_{(aq)} + H_2O_{(l)} + CO_{2(g)}$$

المعادلة الأيونية الموزونة:

$$Na^+_{(aq)} + HCO_3^-{}_{(aq)} + H^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)} \rightarrow Na^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)} + H_2O_{(l)} + CO_{2(g)}$$

المعادلة الأيونية النهائية:

$$H^+_{(aq)} + HCO_3^-{}_{(aq)} \rightarrow H_2O_{(l)} + CO_{2(g)}$$

ورقة عمل: المعادلات الأيونية

اكتب المعادلات الأيونية الكاملة والنهائية لكل من التفاعلات الآتية:

1) $H_2SO_{4(aq)} + 2KOH_{(aq)} \rightarrow K_2SO_{4(aq)} + 2H_2O_{(l)}$

2) $HNO_{3(aq)} + KCN_{(aq)} \rightarrow KNO_{3(aq)} + HCN_{(g)}$

3) $2HClO_{4(aq)} + Ca(OH)_{2(aq)} \rightarrow Ca(ClO_4)_{2(aq)} + 2H_2O_{(l)}$

في الشكل المجاور يتفاعل محلولا فوسفات البوتاسيوم K_3PO_4 ونترات الكالسيوم $Ca(NO_3)_2$ فيتكون نترات البوتاسيوم KNO_3 ذائبًا في المحلول ويترسب فوسفات الكالسيوم $Ca_3(PO_4)_2$، أكتب المعادلة الأيونية النهائية

حل مراجعة الدرس الأول: التفاعلات الكيميائية

أقارن بين أنواع التفاعلات الكيميائية من حيث المواد المتفاعلة والناتجة

التفاعل	المواد المتفاعلة	المواد الناتجة
الاتحاد	مادتين أو أكثر (عناصر، مركبات)	مادة واحدة (مركب)
التحلل	مادة واحدة (مركب)	مادتين أو أكثر (عناصر، مركبات)
الإحلال الأحادي	عنصر أكثر في نشاطه الكيميائي مع محلول لأحد أملاح عنصر أقل نشاطًا	العنصر الأكثر نشاطًا يحل في محلول الملح، والأقل نشاطًا يترسب
الإحلال المزدوج	محاليل الأملاح لعنصرين مختلفين	يستبدل الأيونين الموجبين أو السالبين موقعهما في المحلولين فينتج راسب، غاز، سائل

أوضح المقصود بكل من: تفاعل التعادل، المعادلة الأيونية النهائية، الأيونات المتفرجة

متوفرة في المحتوى

يتفاعل محلول من فوسفات الصوديوم Na_3PO_4 مع محلول من كلوريد الحديد (III) $FeCl_3$ فينتج محلول من كلوريد الصوديوم NaCl ويترسب فوسفات الحديد (III) $FePO_4$

a) أكتب المعادلة الكيميائية الموزونة

$$Na_3PO_{4(aq)} + FeCl_{3(aq)} \rightarrow 3NaCl_{(aq)} + FePO_{4(s)}$$

b) أكتب المعادلة الأيونية

$$3Na^+_{(aq)} + PO_4^{3-}{}_{(aq)} + Fe^{3+}_{(aq)} + 3Cl^-_{(aq)} \rightarrow 3Na^+_{(aq)} + 3Cl^-_{(aq)} + FePO_{4(s)}$$

c) أحدد الأيونات المتفرجة في المعادلة

$$3Na^+_{(aq)} \quad + \quad 3Cl^-_{(aq)}$$

d) أكتب المعادلة الأيونية النهائية

$$Fe^{3+}_{(aq)} + PO_4^{3-}{}_{(aq)} \rightarrow FePO_{4(s)}$$

أصنف المعادلات الكيميائية الآتية إلى أنواعها الرئيسية: الاتحاد، التحلل، الإحلال الأحادي، الإحلال المزدوج:

a) $HNO_{3(aq)} + LiOH_{(aq)} \rightarrow LiNO_{3(aq)} + H_2O_{(l)}$ إحلال مزدوج [تعادل]

b) $CaO_{(s)} + CO_{2(g)} \rightarrow CaCO_{3(s)}$ اتحاد [مركب ومركب]

c) $Fe_{(s)} + 2AgNO_{3(aq)} \rightarrow Fe(NO_3)_{2(aq)} + 2Ag_{(s)}$ إحلال أحادي [فلز محل فلز]

d) $NH_4NO_{3(s)} \xrightarrow{\Delta} N_2O_{(g)} + 2H_2O_{(g)}$ تحلل [مركب إلى مركبين]

أستنتج نوع تفاعلات الإحلال المزدوج (ترسيب، تعادل، إطلاق غاز) في المعادلات الآتية:

a) $HBr_{(aq)} + KCN_{(aq)} \rightarrow HCN_{(g)} + KBr_{(aq)}$ إطلاق غاز

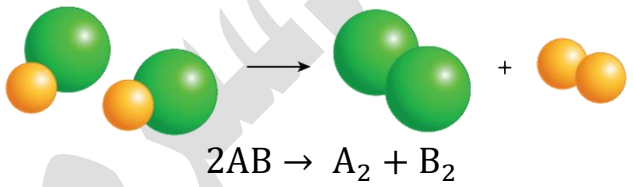
b) $BaCl_{2(aq)} + K_2CO_{3(aq)} \rightarrow 2KCl_{(aq)} + BaCO_{3(s)}$ ترسيب

c) $HCOOH_{(aq)} + NaOH_{(aq)} \rightarrow HCOONa_{(aq)} + H_2O_{(l)}$ تعادل

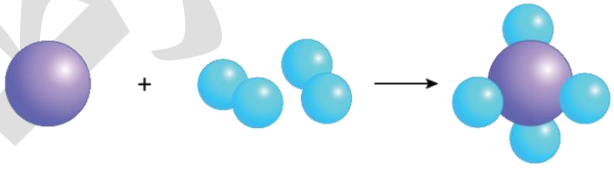
أفسر: يحل عنصر الفلور محل عنصر اليود في محلول مائي ليوديد البوتاسيوم

الفلور أكثر نشاطًا من اليود في سلسلة النشاط الكيميائي لإحلال اللافلزات، فيحل محله

أستنتج معادلة كيميائية عامة تمثل كلاً من التفاعلين الآتيين:



$2AB \rightarrow A_2 + B_2$



$A + 2B_2 \rightarrow AB_4$

الدرس الثاني: الحسابات الكيميائية المبنية على المادة المحددة

تعريفات الدرس الثاني:

- الحسابات الكيميائية: دراسة العلاقات الكمية بين المواد المتفاعلة والناتجة في التفاعل الكيميائي
- المادة المحدِّدة للتفاعل: المادة التي تُستَهلك كليًّا في التفاعل وتحدِّد كمية الناتج المتكوِّن
- المادة الفائضة: المادة التي لم تستهلك كاملة في أثناء التفاعل

لنحضر بسكويتًا بالراحة، نحتاج قطعتين بسكويت وقطعة راحة لنحصل على قطعة كاملة لنتخيلها كمعادلة كيميائية ونغير الكميات اللازمة لإنتاج قطع بسكويت بالراحة

$$2A + B \rightarrow A_2B$$

1 قطعة (بسكويت بالراحة)	1 قطعة راحة	2 قطعة بسكويت
5 قطع بسكويت بالراحة ولا يتبقى أي من البسكويت أو الراحة	5 قطع راحة	10 قطع بسكويت
5 قطع بسكويت بالراحة، ينتهي البسكويت ويتبقى 5 قطع من الراحة الفائضة	10 قطع راحة	10 قطع بسكويت
5 قطع بسكويت بالراحة، تنتهي الراحة، ويتبقى 2 قطع بسكويت فائضة	5 قطع راحة	12 قطع بسكويت

نتعلم من هذا المثال أن الكميات اللازمة من البسكويت والراحة إذا كانت نفس نسبة كمياتها في المعادلة الكيميائية سواء قلت أو تضاعفت فإنها تنتهي تمامًا لإنتاج البسكويت بالراحة، بينما لو كانت نسبة كمياتها مختلفة فإن أحد المواد سينتهي والآخر سيكون فائضًا عن الحاجة

المادة المحددة والفائضة Limiting – Excess Reactants

- تُجرى التفاعلات الكيميائية في المختبرات والمصانع بناء على حساب كميات المواد وفق نسبها المولية في المعادلة الموزونة

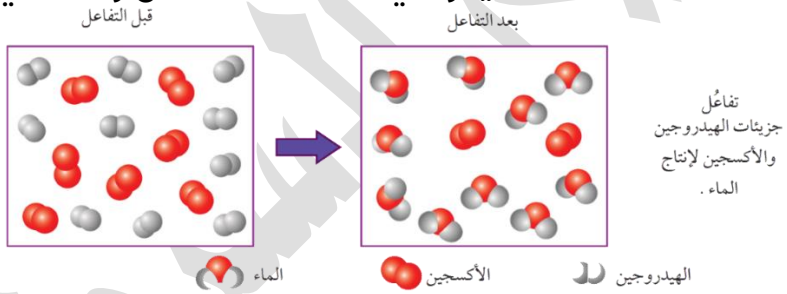
مثال: يتفاعل 2 مول H_2 مع 1 مول O_2 فيستهلكان كليًّا ويتوقف التفاعل، وكلاهما محددتان للتفاعل [النسبة المولية بينهما 2:1] [$H_2:O_2$]

نفس الشيء لو تضاعفت الكمية أو قلّت لكن النسبة المولية نفسها، 4 مول H_2 مع 2 مول O_2

$$2H_{2(g)} + O_{2(g)} \rightarrow 2H_2O_{(g)}$$

- أما إذا خلطنا المواد المتفاعلة بنسبة مولية مختلفة عن التي في المعادلة الموزونة فمن النادر أن تُستهلك جميع المتفاعلات، بل يتوقف التفاعل باستهلاك كلي لمادة ما وتصبح هي المحددة للتفاعل، وتبقى الأخرى بدون استهلاك كلي فتكون هي الفائضة أو الزائدة

مثال: يتفاعل 10 مول H_2 مع 7 مول O_2 وهذه نسبة مولية مختلفة عن 2:1 بحيث 10 مول من H_2 يلزمه نظريًّا 5 مول O_2 لإنهاء التفاعل وإنتاج 10 مول ماء، ويبقى فائض من O_2 مقداره 2 مول، في هذه الحالة H_2 استهلكت كليًّا وهي المحددة للتفاعل و O_2 هي الفائضة



الحسابات المبنية على المادة المحدِّدة

❓ ما أهمية المادة المحددة في التفاعل؟

1) تتحدد كمية المادة الناتجة والفائضة 2) تحدد سير التفاعل وعوامل التحكم فيه

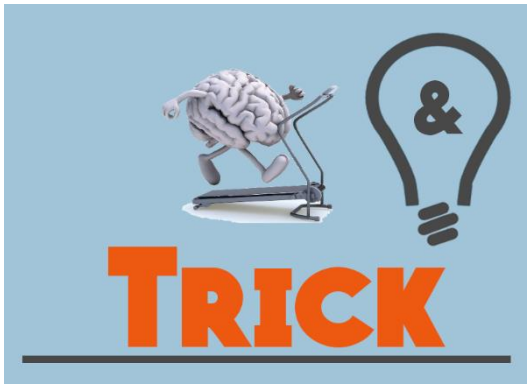
- نعرف المادة المحددة بحساب المولات الفعلية اللازمة للتفاعل ونقارنها بالنسبة المولية في المعادلة الموزونة
- بمعرفة كتلة المادة المحددة للتفاعل نحسب كتل المواد الفعلية المتفاعلة والناتجة
- نستطيع تحديد المادة المحددة من بين المتفاعلات بعدة طرق منها:

a) النسبة والتناسب مع مولات المعادلة (طريقة الكتاب)

b) حساب كتلة أو مولات النواتج بالتناسب مع كل مادة متفاعلة، أقل كمية من الناتج تكون للمادة المتفاعلة المحددة

c) الطريقة الأسرع: قسمة المولات الفعلية على مولات المعادلة، فالأقل هي المحددة

أسرع وأبسط طريقة لمعرفة المادة المحددة والفائضة هي بقسمة المولات الفعلية على مولاتها في المعادلة الموزونة، الأقل هي المادة المحددة



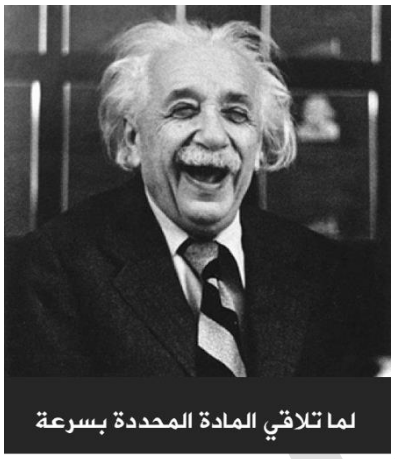
مثال ص29: أضيف 8 mol من البوتاسيوم إلى 5 mol من غاز الكلور وفق المعادلة الموزونة الآتية:

$$2K_{(s)} + Cl_{2(g)} \rightarrow 2KCl_{(s)}$$

أ) أستنتج المادة المحددة للتفاعل

النسبة المولية بين البوتاسيوم والكلور ⇦ 2:1

لو حسبنا بالنسبة والتناسب مع مولات المعادلة فإن 8 مول من البوتاسيوم تحتاج 4 مول كلور، ولدينا 5 مول كلور بالتالي هو فائض، والمادة المحددة للتفاعل هي البوتاسيوم


لما تلاقي المادة المحددة بسرعة

الطريقة الأسرع:

نقسم المولات الفعلية على مولاتها في المعادلة الموزونة

$$\frac{n_{K\text{الفعلي}}}{n_{K\text{المعادلة}}} = \frac{8}{2} = 4 \qquad \frac{n_{Cl_2\text{الفعلي}}}{n_{Cl_2\text{المعادلة}}} = \frac{5}{1} = 5$$

الأقل هو البوتاسيوم، إذًا هو المادة المحددة للتفاعل

ب) أحسب عدد مولات المادة الناتجة

نحدد الكميات الفعلية للمادة الناتجة بناءً على المادة المحددة وهي البوتاسيوم باستخدام النسبة والتناسب

$$2\ mol\ K \rightarrow 2\ mol\ KCl$$
$$8\ mol\ K \rightarrow ?\ mol\ KCl$$

$$n_{KCl} = \frac{8 \times 2}{2} = 8\ mol$$

مثال ص30: يحترق غاز الإيثين بوجود الأكسجين احتراقًا تامًّا، وفق المعادلة الكيميائية الموزونة الآتية:

$$C_2H_{4(g)} + 3O_{2(g)} \rightarrow 2CO_{2(g)} + 2H_2O_{(g)}$$

فإذا أضيف 18.7 g من غاز الإيثين C_2H_4 إلى 7.4 g من غاز الأكسجين O_2، أستنتج المادة المحددة للتفاعل، علمًا أن الكتل المولية (g/mol) هي: (C_2H_4=28, O_2=32)

النسبة المولية بين الإيثين والأكسجين ⇦ 1:3

نحدد المادة المحددة بالطريقة الأسرع:

نحسب المولات الفعلية بتحويل الكتل الفعلية إلى مولات باستخدام قانون المول والكتلة، ثم نقسم تلك المولات الفعلية على مولاتها في المعادلة الموزونة، والنتيجة الأقل تكون هي المادة المحددة

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

$$n_{C_2H_4} = \frac{18.7}{28} = 0.67\ mol \qquad n_{O_2} = \frac{7.4}{32} = 0.23\ mol$$

$$\frac{n_{C_2H_4\text{الفعلي}}}{n_{C_2H_4\text{المعادلة}}} = \frac{0.67}{1} = 0.67 \qquad \frac{n_{O_2\text{الفعلي}}}{n_{O_2\text{المعادلة}}} = \frac{0.23}{3} = 0.077$$

$$0.077 < 0.67$$

الأقل هو الأكسجين، إذًا هو المادة المحددة للتفاعل

أو نحسبها بالنسبة والتناسب مثل طريقة الكتاب، ثم نحدد المطلوب بطريقة التحليل العقلي

$$1\ mol\ C_2H_4 \rightarrow 3\ mol\ O_2$$
$$0.67\ mol\ C_2H_4 \rightarrow ?\ mol\ O_2$$

$$n_{O_2} = \frac{0.67 \times 3}{1} = 2.01\ mol$$

بالنسبة والتناسب المولات المطلوبة من الأكسجين هي 2.01 بينما الفعلي هو 0.23 وهذا معناه أن كمية الإيثين كبيرة في هذا التفاعل وهي الفائضة والأكسجين هو المادة المحددة

مثال ص31: أضيف 50 g من الفسفور الأبيض P_4 إلى 100 g من غاز الأكسجين O_2 لإنتاج الأكسيد P_4O_{10} وفق المعادلة الكيميائية الموزونة الآتية:

$$P_{4(s)} + 5O_{2(g)} \rightarrow P_4O_{10(s)}$$

فإذا علمت أن الكتل المولية (g/mol) هي: (P_4=124, O_2=32, P_4O_{10}=284)

أحسب كتلة المادة الناتجة، وكتلة المادة الفائضة، والمردود المئوي للتفاعل علمًا أن المردود الفعلي له 84.6 g

النسبة المولية بين الفسفور والأكسجين ⇦ 1:5 ونكمل الحسابات بطريقة الكتاب

أو نحدد المادة المحددة بالطريقة الأسرع:

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

$$n_{P_4} = \frac{50}{124} = 0.40\ mol \qquad n_{O_2} = \frac{100}{32} = 3.13\ mol$$

$$\frac{n_{P_4 \text{الفعلي}}}{n_{P_4 \text{المعادلة}}} = \frac{0.40}{1} = 0.40 \qquad \frac{n_{O_2 \text{الفعلي}}}{n_{O_2 \text{المعادلة}}} = \frac{3.13}{5} = 0.63$$

$$0.40 < 0.63$$

الأقل هو الفسفور، إذًا هو المادة المحددة للتفاعل

1) كتلة المادة الناتجة P_4O_{10} ونعتمد النسبة والتناسب بينها وبين المادة المحددة

$$1\ mol\ P_4 \rightarrow 1\ mol\ P_4O_{10}$$
$$0.40\ mol\ P_4 \rightarrow ?\ mol\ P_4O_{10}$$

$$n_{P_4O_{10}} = 0.40\ mol$$
$$m = n \times Mr = 0.40 \times 284 = 113.6\ g$$

2) كتلة المادة الفائضة

نحسب المتفاعلة مع المادة المحددة بالنسبة والتناسب ثم نحسب الفائضة

$$1\ mol\ P_4 \rightarrow 5\ mol\ O_2$$
$$0.40\ mol\ P_4 \rightarrow ?\ mol\ O_2$$

$$n_{O_2} = \frac{0.4 \times 5}{1} = 2\ mol$$
$$m = n \times Mr = 2 \times 32 = 64\ g$$

المادة الفائضة = المادة المتوافرة [كل المادة] - المادة المتفاعلة مع المحددة

$$m_{O_2 \text{الفائضة}} = 100 - 64 = 36\ g$$

3) المردود المئوي الفعلي Y% (Percentage Yield)

$$Y\% = \frac{Ay}{Py} \times 100\%$$

تذكير بمعلومات سابقة من الصف العاشر:

Ay: المردود الفعلي للناتج الذي حصلنا عليه بعد التفاعل بشكل فعلي وواقعي ويُذكر في السؤال

Py: المردود النظري للناتج هي الكمية التي حسبناها [ويفترض كمية الواقع تقترب إلى الحسابات]

تذكر أن المردود الفعلي الواقعي في المختبر أقل من المردود النظري المحسوب

Ay= 84.6 g Py = 113.6 g

$$Y\% = \frac{84.6}{113.6} \times 100\% = 74.5\%$$

مثال ص33: أستنتج المادة المحددة للتفاعل عند إضافة 50 g من النيكل Ni إلى 500 mL من محلول حمض HCl تركيزه 0.01M كما هو موضح في المعادلة الآتية:

$$Ni_{(s)} + 2HCl_{(aq)} \rightarrow NiCl_{2\,(aq)} + H_{2\,(g)}$$

فإذا علمت أن الكتل المولية (g/mol) هي: (Ni=58.7)

نحسب المادة المحددة بالطريقة الأسرع:

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

$$n_{Ni} = \frac{50}{58.7} = 0.85\ mol$$

$$M_{HCl} = \frac{n_{HCl}}{V\ of\ solution\ (L)}$$

$$n_{HCl} = 0.01 \times 0.5 = 0.005\ mol$$

$$\frac{n_{Ni\text{الفعلي}}}{n_{Ni\text{المعادلة}}} = \frac{0.85}{1} = 0.85 \qquad \frac{n_{HCl\text{الفعلي}}}{n_{HCl\text{المعادلة}}} = \frac{0.005}{2} = 0.0025$$

$$0.0025 < 0.85$$

الأقل هو حمض الهيدروكلوريك HCl، إذًا هو المادة المحددة للتفاعل

أو نحسبها بالنسبة والتناسب (طريقة الكتاب) ثم نحلل المادة التي تستهلك كليًّا

مثال ص34: أحسب كتلة AgCl الناتجة عند إضافة 100 mL من محلول نترات الفضة $AgNO_3$ تركيزه 0.01M إلى 100 mL محلول كلوريد الصوديوم NaCl تركيزه 0.05 M لإنتاج راسب كلوريد الفضة AgCl ومحلول $NaNO_3$ وفق المعادلة الموزونة الآتية:

$$AgNO_{3(aq)} + NaCl_{(aq)} \rightarrow AgCl_{(s)} + NaNO_{3\,(aq)}$$

فإذا علمت أن الكتل المولية (g/mol) هي: (AgCl=143.5)

لحساب مادة ناتجة نحسب المادة المحددة من المتفاعلات بالطريقة الأسرع:

$$M_{solution} = \frac{n_{solute}}{V\ of\ solution\ (L)}$$

$$n_{AgNO_3} = 0.1 \times 0.1 = 0.01\ mol$$

$$n_{NaCl} = 0.05 \times 0.1 = 0.005\ mol$$

$$\frac{n_{AgNO_3\text{الفعلي}}}{n_{AgNO_3\text{المعادلة}}} = \frac{0.01}{1} = 0.01 \qquad \frac{n_{NaCl\text{الفعلي}}}{n_{NaCl\text{المعادلة}}} = \frac{0.005}{1} = 0.005$$

$$0.005 < 0.01$$

الأقل هو محلول كلوريد الصوديوم، هو المادة المحددة للتفاعل، نستخدمه لحساب الكتل الفعلية الأخرى

كتلة AgCl

$$1\ mol\ NaCl \rightarrow 1\ mol\ AgCl$$
$$0.005\ mol\ NaCl \rightarrow ?\ mol\ AgCl$$

$$n_{AgCl} = 0.005\ mol$$
$$m = n \times Mr = 0.005 \times 143.5 = 0.72\ g$$

اقتصاد الذرة

فيم يُستخدم اقتصاد الذرة؟

يُستخدم كمقياس لكفاءة التفاعل الكيميائي، فيشير إلى استخدام جميع الذرات المتفاعلة بشكل فاعل لتكوين النواتج المرغوبة وتقليل غير المرغوبة

كيف يستخدم المختصون طريقة اقتصاد الذرة؟

1- اختيار تفاعل كيميائي يؤدي إلى تكوين الناتج المستهدف دون نواتج ثانوية ما أمكن، فيكون اقتصاد الذرة للتفاعل 100%

2- إجراء الحسابات الكيميائية

3- تحديد العوامل المؤثرة في التفاعل التي تهدف إلى الحصول على كمية أكبر منه في وقت أقل

مثال توضيحي ص35:

يحضر غاز كلوريد الهيدروجين HCl بعدة طرق:

1) تفاعل حمض الكبريتيك H_2SO_4 المركز مع كلوريد الصوديوم حسب المعادلة الآتية:

$$H_2SO_{4(l)} + 2NaCl_{(s)} \rightarrow 2HCl_{(g)} + Na_2SO_{4(s)}$$

المردود المئوي لهذا التفاعل = 100% بينما اقتصاد الذرة = 34% لوجود ناتج ثانوي

1) تفاعل غاز الهيدروجين مع غاز الكلور حسب المعادلة الآتية:

$$H_{2(g)} + Cl_{2(g)} \rightarrow 2HCl_{(g)}$$

المردود المئوي لهذا التفاعل = 100% واقتصاد الذرة = 100% لأن ذرات الكلور والهيدروجين تفاعلت جميعها لتكوين HCl دون نواتج ثانوية غير مرغوبة

شغل مخك

في تفاعل تفكك كربونات الكالسيوم للحصول على منتج مرغوب وهو أكسيد الكالسيوم، هل يعطينا ذلك اقتصاد ذرة 100٪؟

ضوّ اللمبة

أتحقق ص35: أضيف 40 g من الصوديوم Na إلى 40 g أكسيد الحديد (III) Fe_2O_3 لإنتاج الحديد وأكسيد الصوديوم وفق المعادلة الكيميائية الموزونة الآتية:

$$6Na_{(s)} + Fe_2O_{3(s)} \rightarrow 3Na_2O_{(s)} + 2Fe_{(s)}$$

الكتل المولية (g/mol) هي: (Na=23, Fe_2O_3=160, Fe=56)

أستنتج المادة المحددة للتفاعل، وكتلة الحديد الناتجة، وكتلة المادة الفائضة

1) المادة المحددة للتفاعل:

نحددها بالطريقة الأسرع:

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

$$n_{Na} = \frac{40}{23} = 1.74\ mol \qquad n_{Fe_2O_3} = \frac{40}{160} = 0.25\ mol$$

$$\frac{n_{\text{Na الفعلي}}}{n_{\text{Na المعادلة}}} = \frac{1.74}{6} = 0.29 \qquad \frac{n_{Fe_2O_3\text{ الفعلي}}}{n_{Fe_2O_3\text{ المعادلة}}} = \frac{0.25}{1} = 0.25$$

$$0.25 < 0.29$$

الأقل هو أكسيد الحديد، إذًا هو المادة المحددة للتفاعل، والصوديوم هو الفائضة

2) كتلة الحديد الناتجة:

$$1\ mol\ Fe_2O_3 \rightarrow 2\ mol\ Fe$$
$$0.25\ mol\ Fe_2O_3 \rightarrow ?\ mol\ Fe$$

$$n_{Fe} = \frac{0.25 \times 2}{1} = 0.50\ mol$$
$$m = n \times Mr = 0.50 \times 56 = 28\ g$$

3) كتلة المادة الفائضة

نحسب الكمية التي تفاعلت بالنسبة إلى المادة المحددة، ثم نجد الفائض

$$1\ mol\ Fe_2O_3 \rightarrow 6\ mol\ Na$$
$$0.25\ mol\ Fe_2O_3 \rightarrow ?\ mol\ Na$$

$$n_{Na} = \frac{0.25 \times 6}{1} = 1.5\ mol$$
$$m = n \times Mr = 1.5 \times 23 = 34.5\ g$$

المادة الفائضة = المادة المتوافرة [كل المادة] - المادة المتفاعلة مع المحددة

$$m_{\text{Na الفائضة}} = 40 - 34.5 = 5.5\ g$$

تدريبات خارجية + كيماشيك

يتأكسد الألمنيوم بغاز الأكسجين في غرفة مغلقة وتنتج طبقة أكسيد الألمنيوم وفق المعادلة الكيميائية الموزونة الآتية: $4Al_{(s)} + 3O_{2(g)} \rightarrow 2Al_2O_{3(s)}$

فإذا كانت كتلة الألمنيوم المستخدمة في التفاعل 5.4 g وعدد مولات الأكسجين 0.10 mol احسب كمية أكسيد الألمنيوم الناتجة إذا علمت أن الكتل المولية (Al=27, Al_2O_3=102)

الحل:

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

$$n_{Al} = \frac{5.4}{27} = 0.20\ mol \qquad n_{O_2} = 0.10\ mol$$

$$\frac{n_{Al\text{الفعلي}}}{n_{Al\text{المعادلة}}} = \frac{0.20}{4} = 0.05 \qquad \frac{n_{O_2\text{الفعلي}}}{n_{O_2\text{المعادلة}}} = \frac{0.10}{3} = 0.03$$

$$0.03 < 0.05$$

الأقل هو الأكسجين، إذًا هو المادة المحددة للتفاعل

$3\ mol\ O_2 \rightarrow 2\ mol\ Al_2O_3$
$0.10\ mol\ O_2 \rightarrow ?\ mol\ Al_2O_3$

$$n_{Al_2O_3} = \frac{0.10 \times 2}{3} = 0.07\ mol$$
$$m = n \times Mr = 0.07 \times 102 = 7.14\ g$$

ينتج غاز الأسيتلين من تفاعل 0.2 mol من الماء مع 0.2 mol من كربيد الكالسيوم، إذا علمت أن الكتلة الفعلية الناتجة من غاز الأسيتيلين هي 2.3 g والكتلة المولية له 26 g/mol فاحسب المردود المئوي لهذا التفاعل

$$CaC_{2(s)} + 2H_2O_{(l)} \rightarrow C_2H_{2(g)} + Ca(OH)_{2(aq)}$$

الحل:

1- نحدد المادة المحددة في التفاعل، الماء أم كربيد الكالسيوم

2- نحسب الكتلة الناتجة (النظرية) لغاز الأسيتيلين بالاعتماد على المادة المحددة

$$n_{CaC_2} = 0.2\ mol \qquad n_{H_2O} = 0.2\ mol$$

$$\frac{n_{\text{CaC}_2\text{الفعلي}}}{n_{\text{CaC}_2\text{المعادلة}}} = \frac{0.2}{1} = 0.2 \qquad \frac{n_{\text{H}_2\text{O الفعلي}}}{n_{\text{H}_2\text{O المعادلة}}} = \frac{0.2}{2} = 0.1$$

$$0.1 < 0.2$$

الماء هو المادة المحددة للتفاعل

$$2\ mol\ H_2O \rightarrow 1\ mol\ C_2H_2$$
$$0.2\ mol\ H_2O \rightarrow ?\ mol\ C_2H_2$$

$$n_{C_2H_2} = \frac{0.2 \times 1}{2} = 0.1\ mol$$

$$m = n \times Mr = 0.1 \times 26 = 2.6\ g$$

المردود المئوي للتفاعل Y%

$$Y\% = \frac{Ay}{Py} \times 100\%$$

Ay= 2.3 g Py = 2.6 g

$$Y\% = \frac{2.3}{2.6} \times 100\% = 88.5\%$$

من خلال المعادلة الكيميائية الآتية:

$$CaCO_{3(aq)} + 2HCl_{(aq)} \rightarrow CaCl_{2(aq)} + H_2O_{(l)} + CO_{2(g)}$$

احسب مولارية المادة المحددة للتفاعل "محلول حمض الهيدروكلوريك" إذا علمت أن 100 mL منه تفاعلت مع كربونات الكالسيوم فنتج 1.665 g من كلوريد الكالسيوم $CaCl_2$ الكتلة المولية بوحدة g/mol ($HCl = 36.5$, $CaCl_2 = 111$)

الحل:

1- نحسب مولات المادة الناتجة

2- ثم نحسب مولات المادة المحددة نسبة وتناسب مع المادة التي نتجت

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

$$n_{CaCl_2} = \frac{1.665}{111} = 0.015\ mol$$

$$2\ mol\ HCl \rightarrow 1\ mol\ CaCl_2$$
$$?\ mol\ HCl \rightarrow 0.015\ mol\ CaCl_2$$

$$n_{HCl} = \frac{0.015 \times 2}{1} = 0.03\ mol$$

$$M = \frac{n_{HCl}}{V_{solution}} = \frac{0.03\ mol}{0.1\ L} = 0.03\ M$$

من خلال احتراق المغنيسيوم مع الأكسجين: $2Mg_{(s)} + O_{2(g)} \rightarrow 2MgO_{(s)}$

فما هي المادة المحدد للتفاعل إذا تفاعل (2.2 g) من المغنيسيوم مع (4.5 L) من الأكسجين في الظروف القياسية STP؟

1- نحسب المولات الفعلية لكل مادة متفاعلة ثم نستخدم الطريقة الأسرع

2- لحساب مولات الغازات في الظروف القياسية (المعيارية) نستخدم علاقة أفوجادرو كل واحد مول = 22.4 لتر في الظروف القياسية

الظروف المعيارية: 1 ضغط جوي
0 درجة حرارة مئوية (273 كيلفن)

$$V = n \times 22.4$$

$$n_{O_2} = \frac{4.5}{22.4} = 0.20\ mol$$

12 Mg Magnesium 24.305 (2 8 2)

$$n_{Mg} = \frac{m}{Mr}$$

$$n_{Mg} = \frac{2.2}{24} = 0.09\ mol$$

$$\frac{n_{Mg\text{الفعلي}}}{n_{Mg\text{المعادلة}}} = \frac{0.09}{2} = 0.045 \qquad \frac{n_{O_2\text{الفعلي}}}{n_{O_2\text{المعادلة}}} = \frac{0.2}{1} = 0.2$$

المغنيسيوم هو المادة المحددة للتفاعل

من خلال هذا التفاعل الموزون: $CH_{4(g)} + 2H_2O_{(l)} \rightarrow 4H_{2(g)} + CO_{2(g)}$

كم لترًا من غاز الهيدروجين ممكن إنتاجه في الظروف القياسية من تفاعل (80 g) من الميثان مع (16.3 g) من الماء؟ إذا علمت أن الكتلة المولية للميثان (16 g/mol) وللماء (18 g/mol)

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

$$n_{CH_4} = \frac{80}{16} = 5\ mol \qquad n_{H_2O} = \frac{16.3}{18} = 0.91\ mol$$

$$\frac{n_{CH_4\text{الفعلي}}}{n_{CH_4\text{المعادلة}}} = \frac{5}{1} = 5 \qquad \frac{n_{H_2O\text{الفعلي}}}{n_{H_2O\text{المعادلة}}} = \frac{0.91}{2} = 0.46$$

الماء هو المادة المحددة

$$2\ mol\ H_2O \rightarrow 4\ mol\ H_2$$
$$0.91\ mol\ H_2O \rightarrow ?\ mol\ H_2$$

$$n_{H_2} = \frac{0.91 \times 4}{2} = 1.82\ mol$$

$$V_{H_2} = n_{H_2} \times 22.4 = 1.82 \times 22.4 = 40.8\ L$$

ورقة عمل: الحسابات الكيميائية المبنية على المادة المحددة

ينتج فعليًّا في المختبر 27.9 g من كربيد السيليكون عند تسخين 50 g من ثاني أكسيد السيليكون مع كمية زائدة من الكربون وفقًا للمعادلة الكيميائية الموزونة الآتية:

$$SiO_{2(s)} + 3C_{(s)} \rightarrow SiC_{(s)} + 2CO_{(g)}$$

فاحسب المردود المئوي، إذا علمت أن الكتل المولية هي (SiO_2=60, SiC=40)

عينة من النحاس مقدارها 0.696 mol أضيفت إلى 136 mL من محلول حمض النيتريك تركيزه 6 M وفق المعادلة الكيميائية الموزونة الآتية:

$$3Cu_{(s)} + 8HNO_{3(aq)} \rightarrow 3Cu(NO_3)_{2(aq)} + 4H_2O_{(l)} + 2NO_{(g)}$$

مع افتراض أن التفاعل يكون بهذا الشكل فقط، فهل سيُستهلك النحاس كليًّا؟

ما هي كتلة كبريتات الكروم (II) $CrSO_4$ الناتجة من تفاعل خليط يحتوي 3.2 mol من الخارصين Zn و 1.7 mol من دايكرومات البوتاسيوم $K_2Cr_2O_7$ و 5 mol من محلول حمض الكبريتيك H_2SO_4؟

إذا علمت أن الكتلة المولية ($CrSO_4$=148 g/mol) ومعادلة التفاعل الموزونة هي:

$$4Zn_{(s)} + K_2Cr_2O_{7(aq)} + 7H_2SO_{4(aq)} \rightarrow 4ZnSO_{4(aq)} + 2CrSO_{4(aq)} + K_2SO_{4(aq)} + 7H_2O_{(l)}$$

كم غرامات كلوريد الرصاص (II) الناتج من تفاعل (15 g) من كلوريد الصوديوم و (60 g) من نترات الرصاص (II)؟

إذا علمت أن الكتل المولية ($NaCl=58.5, Pb(NO_3)_2=331, PbCl_2=278$) ومعادلة التفاعل الموزونة هي: $2NaCl_{(aq)} + Pb(NO_3)_{2(aq)} \rightarrow 2NaNO_{3(aq)} + PbCl_{2(s)}$

يتفاعل (2.5 g) من الهيدروجين مع (30 L) من أول أكسيد الكربون في الظروف القياسية. ما هي المادة المحددة للتفاعل؟ وما كتلة CH_3OH الناتجة؟ وكم بقي من المواد المتفاعلة بعد انتهاء التفاعل؟

إذا علمت أن الكتل المولية ($CO=28, H_2=2, CH_3OH=32$) ومعادلة التفاعل الموزونة هي: $CO_{(g)} + 2H_{2(g)} \rightarrow CH_3OH_{(l)}$

م. مريم السرطاوي

حل مراجعة الدرس الثاني: الحسابات الكيميائية المبنية على المادة المحددة

أستنتج أهمية المادة المحددة للتفاعل في التفاعل الكيميائي؟

تحدد سير التفاعل والعوامل وعوامل التحكم فيه، وتحدد كميات المواد الناتجة والفائضة

أوضح المقصود بالمادة المحددة للتفاعل، المادة الفائضة عن التفاعل

مذكور في المحتوى

يتفاعل 35.8 g من S_8 مع 84.2 g من غاز الميثان CH_4 لإنتاج ثاني كبريتيد الكربون CS_2 وفق المعادلة الكيميائية الموزونة الآتية:

$$2CH_{4(g)} + S_{8(aq)} \rightarrow 2CS_{2(l)} + 4H_2S_{(g)}$$

a) أستنتج المادة المحددة للتفاعل

الكتل المولية (CH_4=16, S_8=256, CS_2=76)

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

$$n_{CH_4} = \frac{84.2}{16} = 5.26\ mol \qquad n_{S_8} = \frac{35.8}{256} = 0.14\ mol$$

$$\frac{n_{CH_4 \text{الفعلي}}}{n_{CH_4 \text{المعادلة}}} = \frac{5.26}{2} = 2.63 \qquad \frac{n_{S_8 \text{الفعلي}}}{n_{S_8 \text{المعادلة}}} = \frac{0.14}{1} = 0.14$$

$$0.14 < 2.63$$

الكبريت هو المادة المحددة للتفاعل

b) أحسب كتلة المادة الفائضة المتبقية بعد انتهاء التفاعل

$$1\ mol\ S_8 \rightarrow 2\ mol\ CH_4$$
$$0.14\ mol\ S_8 \rightarrow ?\ mol\ CH_4$$

$$n_{CH_4} = \frac{0.14 \times 2}{1} = 0.28\ mol$$

$$m = n \times Mr = 0.28 \times 16 = 4.48\ g$$

المادة الفائضة = المادة المتوافرة [كل المادة] - المادة المتفاعلة مع المحددة

$$m_{CH_4 \text{الفائضة}} = 84.2 - 4.48 = 79.72\ g$$

c) أحسب كتلة CS_2 الناتجة

$$1\ mol\ S_8 \rightarrow 2\ mol\ CS_2$$
$$0.14\ mol\ S_8 \rightarrow ?\ mol\ CS_2$$

$$n_{CS_2} = \frac{0.14 \times 2}{1} = 0.28\ mol$$

$$m = n \times Mr = 0.28 \times 76 = 21.28\ g$$

d) أحسب المردود المئوي للمركب CS_2 علمًا أنه تم الحصول فعليًّا على 12 g منه

$$Y\% = \frac{Ay}{Py} \times 100\%$$

$Ay = 12\ g \quad Py = 21.28\ g$

$$Y\% = \frac{12}{21.28} \times 100\% = 56.4\%$$

أستنتج المادة المحددة في التفاعل الآتي:

$$CaC_{2(s)} + 2H_2O_{(l)} \rightarrow C_2H_{2(g)} + Ca(OH)_{2(aq)}$$

علمًا أنه تفاعل 6 mol من الماء مع 6 mol من كربيد الكالسيوم CaC_2

$n_{CaC_2} = 6\ mol \qquad n_{H_2O} = 6\ mol$

$$\frac{n_{CaC_2\text{الفعلي}}}{n_{CaC_2\text{المعادلة}}} = \frac{6}{1} = 6 \qquad \frac{n_{H_2O\text{الفعلي}}}{n_{H_2O\text{المعادلة}}} = \frac{6}{2} = 3$$

$3 < 6$

الماء هو المادة المحددة للتفاعل

أستنتج المادة المحددة للتفاعل عند إضافة 40 g من الخارصين Zn إلى 150 mL من محلول حمض النيتريك $HNO3$ تركيزه 0.2 M وفق المعادلة الآتية:

$$Zn_{(s)} + 2HNO_{3(aq)} \rightarrow Zn(NO_3)_{2(aq)} + H_{2(g)}$$

الكتل المولية (Zn=65)

$$n = \frac{m}{Mr} \qquad n_{solute} = M \times V$$

$$n_{Zn} = \frac{40}{65} = 0.62\ mol \qquad n_{HNO_3} = 0.2 \times 0.15 = 0.03\ mol$$

$$\frac{n_{Zn\text{الفعلي}}}{n_{Zn\text{المعادلة}}} = \frac{0.62}{1} = 0.62 \qquad \frac{n_{HNO_3\text{الفعلي}}}{n_{HNO_3\text{المعادلة}}} = \frac{0.03}{2} = 0.015$$

$0.015 < 0.62$

محلول حمض النيتريك هو المادة المحددة للتفاعل

أضيف 250 mL من محلول حمض HI تركيزه 0.04 M إلى 250 mL من محلول KOH تركيزه 0.02 M فاكتب معادلة التفاعل الموزونة، واستنتج المادة المحددة للتفاعل

$$HI_{(aq)} + KOH_{(aq)} \rightarrow KI_{(aq)} + H_2O_{(l)}$$

$$n_{solute} = M \times V$$

$$n_{HI} = 0.04 \times 0.25 = 0.01\ mol \qquad n_{KOH} = 0.02 \times 0.25 = 0.005\ mol$$

مولات المعادلة لكل منها 1

$0.005 < 0.01$

محلول هيدروكسيد البوتاسيوم هو المادة المحددة للتفاعل

حل مراجعة الوحدة الرابعة: التفاعلات والحسابات الكيميائية

س1: أوضح المقصود بالمفاهيم الآتية:

تفاعل الإحلال المزدوج، تفاعل التعادل، المعادلة الأيونية؟

مذكور في المحتوى

س2: يتفاعل 200 g من Na مع 200 g من الأكسجين وفق المعادلة الموزونة الآتية:

$$4Na_{(s)} + O_{2(g)} \rightarrow 2Na_2O_{(s)}$$

a) أحدد النسبة المولية للصوديوم

$$\frac{n_{Na}}{n_{O_2}} = \frac{4}{1} = 4 \qquad \frac{n_{Na}}{n_{N_2O}} = \frac{4}{2} = 2$$

b) أستنتج المادة المحددة للتفاعل

الكتل المولية: $(Na = 23, O_2=32, Na_2O=62)$

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

$$n_{Na} = \frac{200}{23} = 8.70\ mol \qquad n_{O_2} = \frac{200}{32} = 6.25\ mol$$

$$\frac{n_{Na\text{الفعلي}}}{n_{Na\text{المعادلة}}} = \frac{8.70}{4} = 2.18 \qquad \frac{n_{O_2\text{الفعلي}}}{n_{O_2\text{المعادلة}}} = \frac{6.25}{1} = 6.25$$

$$2.18 < 6.25$$

الصوديوم هو المادة المحددة للتفاعل

c) أحسب كتلة Na_2O الناتجة

$$4\ mol\ Na \rightarrow 2\ mol\ N_2O$$
$$8.7\ mol\ Na \rightarrow ?\ mol\ N_2O$$

$$n_{N_2O} = \frac{8.7 \times 2}{4} = 4.35\ mol$$

$$m = n \times Mr = 4.35 \times 62 = 269.7\ g$$

d) أحسب كتلة المادة الفائضة

$$4\ mol\ Na \rightarrow 1\ mol\ O_2$$
$$8.7\ mol\ Na \rightarrow ?\ mol\ O_2$$

$$n_{O_2} = \frac{8.7 \times 1}{4} = 2.18\ mol$$

$$m = n \times Mr = 2.18 \times 32 = 69.76\ g$$

المادة الفائضة = المادة المتوافرة [كل المادة] - المادة المتفاعلة مع المحددة

$$m_{O_2\text{الفائضة}} = 200 - 69.76 = 130.24\ g$$

س3: يتفاعل محلول كلوريد النحاس (II) $CuCl_2$ مع محلول فوسفات البوتاسيوم K_3PO_4 فينتج كلوريد البوتاسيوم KCl وراسب صُلب من فوسفات النحاس $Cu_3(PO_4)_2$

1) أكتب المعادلة الكيميائية الموزونة

$$3CuCl_{2(aq)} + 2K_3PO_{4(aq)} \rightarrow 6KCl_{(aq)} + Cu_3(PO_4)_{2(s)}$$

2) أكتب المعادلة الأيونية

$$3Cu^{2+}{}_{(aq)} + 6Cl^{-}{}_{(aq)} + 6K^{+}{}_{(aq)} + 2PO_4{}^{3-}{}_{(aq)} \rightarrow 6K^{+}{}_{(aq)} + 6Cl^{-}{}_{(aq)} + Cu_3(PO_4)_{2(s)}$$

3) أستنتج المعادلة الأيونية النهائية

$$3Cu^{2+}{}_{(aq)} + 2PO_4{}^{3-}{}_{(aq)} \rightarrow Cu_3(PO_4)_{2(s)}$$

س4: في المعادلة الكيميائية الموزونة الآتية:

$$4NH_{3(g)} + 5O_{2(g)} \rightarrow 6H_2O_{(g)} + 4NO_{(g)}$$

أحسب عدد مولات NO الناتجة من تفاعل 25 mol O_2 مع 6 mol NH_3

$$\frac{n_{NH_3\text{الفعلي}}}{n_{NH_3\text{المعادلة}}} = \frac{6}{4} = 1.5 \qquad \frac{n_{O_2\text{الفعلي}}}{n_{O_2\text{المعادلة}}} = \frac{25}{5} = 5$$

$$1.5 < 5$$

الأمونيا هي المادة المحددة للتفاعل

مولات NO الناتجة:

$$4\ mol\ NH_3 \rightarrow 4\ mol\ NO$$
$$6\ mol\ NH_3 \rightarrow 6\ mol\ NO$$

س5: أضيف 0.4 g ثاني أكسيد المنغنيز MnO2 إلى 50 mL من محلول حمض الهيدروبروميك HBr تركيزه 0.02 M لإنتاج البروم وبروميد المنغنيز والماء وفق المعادلة الكيميائية الموزونة الآتية: $MnO_{2(s)} + 4HBr_{(aq)} \rightarrow MnBr_{2(aq)} + Br_{2(l)} + 2H_2O_{(l)}$

a) أستنتج المادة المحددة للتفاعل

الكتل المولية (MnO_2= 87, HBr= 81)

$$n = \frac{m}{Mr} \qquad n_{solute} = M \times V$$

$$n_{MnO_2} = \frac{0.4}{87} = 0.005\ mol \qquad n_{HBr} = 0.02 \times 0.05 = 0.001\ mol$$

$$\frac{n_{MnO_2\text{الفعلي}}}{n_{MnO_2\text{المعادلة}}} = \frac{0.005}{1} = 0.005 \qquad \frac{n_{HBr\text{الفعلي}}}{n_{HBr\text{المعادلة}}} = \frac{0.001}{4} = 0.00025$$

$$0.00025 < 0.005$$

محلول حمض الهيدروبروميك هو المادة المحددة للتفاعل

b) أحسب كتلة المادة الفائضة

$$4\ mol\ HBr \rightarrow 1\ mol\ MnO_2$$
$$0.001\ mol\ HBr \rightarrow ?\ mol\ MnO_2$$

$$n_{MnO_2} = \frac{0.001 \times 1}{4} = 0.00025\ mol$$
$$m = n \times Mr = 0.00025 \times 87 = 0.022\ g$$

المادة الفائضة = المادة المتوافرة [كل المادة] - المادة المتفاعلة مع المحددة

$$m_{\text{MnO}_2\text{الفائضة}} = 0.4 - 0.022 = 0.378\ g$$

س6: يتفاعل 80 g من النحاس مع 25 g كبريت لإنتاج كبريتيد النحاس (I) وفق المعادلة الموزونة:

$$2Cu_{(s)} + S_{(s)} \rightarrow Cu_2S_{(s)}$$

1) أستنتج المادة المحددة للتفاعل

الكتل المولية: (Cu= 64, S= 32, Cu_2S= 160)

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

$$n_{Cu} = \frac{80}{64} = 1.25\ mol \qquad n_S = \frac{25}{32} = 0.78\ mol$$

$$\frac{n_{\text{Cu الفعلي}}}{n_{\text{Cu المعادلة}}} = \frac{1.25}{2} = 0.63 \qquad \frac{n_{\text{S الفعلي}}}{n_{\text{S المعادلة}}} = \frac{0.78}{1} = 0.78$$

$$0.63 < 0.78$$

النحاس هو المادة المحددة للتفاعل

2) أحسب كتلة كبريتيد النحاس Cu_2S المتكونة

$$2\ mol\ Cu \rightarrow 1\ mol\ Cu_2S$$
$$1.25\ mol\ Cu \rightarrow ?\ mol\ Cu_2S$$

$$n_{Cu_2S} = \frac{1.25 \times 1}{2} = 0.63\ mol$$
$$m = n \times Mr = 0.63 \times 160 = 100.8\ g$$

3) أحسب المردود المئوي للتفاعل إذا كان الناتج الفعلي عن التفاعل 14.8 g

$$Y\% = \frac{Ay}{Py} \times 100\%$$

Ay= 14.8 g Py = 100.8g

$$Y\% = \frac{14.8}{100.8} \times 100\% = 14.7\%$$

س7: أحسب كتلة كربونات الكالسيوم الناتجة عند إضافة 25 g من كربونات الصوديوم Na_2CO_3 إلى 20 g كلوريد الكالسيوم $CaCl_2$ وفق المعادلة الآتية:

$$Na_2CO_{3(aq)} + CaCl_{2(aq)} \rightarrow CaCO_{3(s)} + 2NaCl_{(aq)}$$

الكتل المولية: $(Na_2CO_3 = 106, CaCl_2 = 111, CaCO_3 = 100,)$

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

$$n_{Na_2CO_3} = \frac{25}{106} = 0.24\ mol \qquad n_{CaCl_2} = \frac{20}{111} = 0.18\ mol$$

مولات المعادلة للمتفاعلات = 1

$$0.18 < 0.24$$

كلوريد الكالسيوم هو المادة المحددة للتفاعل

$$1\ mol\ CaCl_2 \rightarrow 1\ mol\ CaCO_3$$
$$0.18\ mol\ CaCl_2 \rightarrow 0.18\ mol\ CaCO_3$$

$$m = n \times Mr = 0.18 \times 100 = 18\ g$$

س8: اختر رمز الإجابة الصحيحة في الفقرات الآتية:

1) الأيونات المتفرجة في المعادلة الكيميائية الآتية هي:

$$AgNO_{3(aq)} + NaCl_{(aq)} \rightarrow AgCl_{(s)} + NaNO_{3(aq)}$$

(a) Ag^+, Cl^-

(b) NO_3^-, Cl^-

(c) $\underline{Na^+, NO_3^-}$

(d) Ag^+, Na^+

2) الأيونات المتفاعلة في المعادلة الأيونية الآتية هي:

$$H^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)} + Li^+_{(aq)} + OH^-_{(aq)} \rightarrow H_2O_{(l)} + Li^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)}$$

(a) OH^-, Cl^-

(b) Li^+, Cl^-

(c) $\underline{H^+, OH^-}$

(d) H^+, Cl^-

3) المعادلة الأيونية النهائية الصحيحة في ما يأتي هي:

(a) $Ni_{(s)} + Cu^+_{(aq)} + SO_4^{2-}{}_{(aq)} \rightarrow NiSO_{4(aq)} + Cu_{(s)}$

(b) $Ni_{(s)} + Cu^+_{(aq)} + SO_4^{2-}{}_{(aq)} \rightarrow Ni^{2+}_{(aq)} + SO_4^{2-}{}_{(aq)} + Cu_{(s)}$

(c) $Ni^{2+}_{(aq)} + Cu_{(aq)} \rightarrow Ni_{(aq)} + Cu^{2+}_{(s)}$

(d) $NiSO_{4(aq)} + Cu_{(s)} \rightarrow Ni_{(s)} + CuSO_{4(aq)}$

4) العبارة (تفاعل مادتين أو أكثر لإنتاج مادة واحدة) تشير إلى مفهوم تفاعل:

a) التحلل

b) الترسيب

c) الاتحاد

d) الإحلال المزدوج

5) عند خلط 3.8 mol A مع 4.5 mol B و 2.6 mol C وفق المعادلة الافتراضية الموزونة الآتية: $3A + 2B \rightarrow 5D$ فإن المادة المحددة للتفاعل هي:

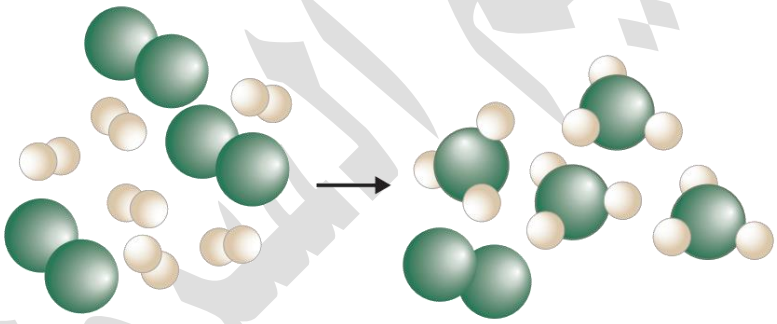
a) A

b) B

c) C

d) AB

س9: أستنتج من الشكل الآتي كلاً من المادة المحددة والمادة الفائضة في تفاعل ما، حيث تشير الكرات الخضراء إلى جزيء X_2 والكرات البيضاء إلى جزيء Y_2



الكرات البيضاء Y_2 هي المادة المحددة لأنها استهلكت كليًّا، بينما الخضراء X_2 بقي منها بعد التفاعل فهي المادة الفائضة

س10: أضيف 25 mL من حمض HCl تركيزه 0.1 M إلى 10 mL من NaOH تركيزه 0.5 M

a) أكتب معادلة التفاعل الموزونة

$$HCl_{(aq)} + NaOH_{(aq)} \rightarrow NaCl_{(aq)} + H_2O_{(l)}$$

b) أكتب المعادلة الأيونية النهائية

$$H^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)} + Na^+_{(aq)} + OH^-_{(aq)} \rightarrow H_2O_{(l)} + Na^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)}$$

$$H^+_{(aq)} + OH^-_{(aq)} \rightarrow H_2O_{(l)}$$

c) أستنتج المادة المحددة للتفاعل

$$n_{solute} = M \times V$$

$$n_{HCl} = 0.1 \times 0.025 = 0.0025\ mol \qquad n_{NaOH} = 0.5 \times 0.010 = 0.005\ mol$$

المولات في المعادلة = 1

حمض الهيدروكلوريك هو المادة المحددة

d) أستنتج المواد الموجودة في وعاء التفاعل بعد اكتمال التفاعل

الملح الذائب NaCl والماء H_2O

س11: أصنف التفاعلات الآتية إلى أنواعها الرئيسة (الاتحاد، الإحلال الأحادي، الإحلال المزدوج، التحلل)

$HNO_{3(aq)} + Ca(OH)_{2(aq)} \rightarrow Ca(NO_3)_{2(aq)} + 2H_2O_{(l)}$	إحلال مزدوج
$2KClO_{3(s)} \xrightarrow{\Delta} 2KCl_{(s)} + 3O_{2(g)}$	تحلل
$Sn_{(s)} + 2AgNO_{3(aq)} \rightarrow 2Ag_{(s)} + Sn(NO_3)_{2(aq)}$	إحلال أحادي
$Mg_{(s)} + 2HCl_{(aq)} \rightarrow MgCl_{2(aq)} + H_{2(g)}$	إحلال أحادي
$2Na_{(s)} + Br_{2(l)} \rightarrow 2NaBr_{(s)}$	اتحاد

س12: أكتب المعادلة الأيونية النهائية لكل من المعادلتين الآتيتين:

$$CuI_{2(aq)} + 2KOH_{(aq)} \rightarrow Cu(OH)_{2(s)} + 2KI_{(aq)}$$

$$Cu^{2+}_{(aq)} + 2I^-_{(aq)} + 2K^+_{(aq)} + 2OH^-_{(aq)} \rightarrow Cu(OH)_{2(s)} + 2K^+_{(aq)} + 2I^-_{(aq)}$$

$$Cu^{2+}_{(aq)} + 2OH^-_{(aq)} \rightarrow Cu(OH)_{2(s)}$$

$$Zn_{(s)} + 2HCl_{(aq)} \rightarrow ZnCl_{2(aq)} + H_{2(g)}$$

$$Zn_{(s)} + 2H^+_{(aq)} + 2Cl^-_{(aq)} \rightarrow Zn^{2+}_{(aq)} + 2Cl^-_{(aq)} + H_{2(g)}$$

$$Zn_{(s)} + 2H^+_{(aq)} \rightarrow Zn^{2+}_{(aq)} + H_{2(g)}$$

يُلحق ببنك أسئلة أوكسجين

الوحدة الرابعة: التفاعلات والحسابات الكيميائية

1. التفاعل الآتي هو مثال على ..... $C_{(s)} + O_{2(g)} \rightarrow CO_{2(g)}$

a	الاحتراق	b	الاتحاد والاحتراق	c	الاتحاد	d	إحلال اللافلزات

2. يتحلل بروميد الفضة المستخدم بوجود .....

a	الكهرباء	b	الضوء	c	الحرارة	d	لا شيء مما ذكر

3. إذا وضعنا قطعة ألمنيوم في محلول نترات الرصاص، فإنه .....

a	سيحدث تفاعل	b	لن يحدث تفاعل	c	سيتكون غاز	d	ستترسب نترات الرصاص

4. في تفاعلات الإحلال البسيط، العنصر ..... يحل محل الأقل منه في تلك الخاصية

a	النشط كيميائيًّا	b	ثقيل الكتلة	c	القوي	d	المشعّ

5. يستخدم الجير الحيّ في مواد البناء وطلاء سيقان الأشجار ودباغة الجلود

a	صح	b	خطأ

6. نحصل على كربونات الصوديوم Na_2CO_3 من التحلل الحراري لكربونات الصوديوم الهيدروجينية $NaHCO_3$

a	صح	b	خطأ

7. من أنواع تفاعلات الإحلال الأحادي: أن يحل الفلز محل .....

a	الفلز الأنشط	b	اللافلز الأنشط	c	الهيدروجين	d	لا شيء مما ذكر

8. تفاعل التعادل هو التفاعل بين حمض وقاعدة قويين وينتج عنه: .....

a	ملح فقط	b	ماء فقط	c	ملح وماء	d	ملح وبخار ماء

9. عند تفاعل الحمض القوي والقاعدة القوية ستكون قيمة pH في نهاية التفاعل ..... وهذا دليل على حدوث التعادل

a	0	b	7	c	10	d	14

10. الأيونات المتفرجة هي التي تشارك في التفاعل

a	صح	b	خطأ

11. نحقق قانوني حفظ الكتلة وحفظ الشحنة عند موازنة المعادلة الأيونية

a	صح	b	خطأ

.12 في تفاعل الإحلال الأحادي للهالوجينات فإن الأعلى نشاطًا هو							
a	الفلور	b	الكلور	c	اليود	d	لا شيء مما ذكر

.13 نوع تفاعل الاتحاد الآتي: $a\ Fe_{(s)} + b\ O_{2(g)} \rightarrow c\ Fe_2O_{3(s)}$	
a	اتحاد عنصر ومركب
b	اتحاد مركب ومركب
c	اتحاد عنصر وعنصر
d	لا شيء مما ذُكر

.14 المعادلة الصحيحة التي تدل على تفاعل الترسيب هي:	
a	$Cu_{(s)} + 2AgNO_{3(aq)} \rightarrow 2Ag_{(s)} + Cu(NO_3)_{2(aq)}$
b	$KCl_{(aq)} + AgNO_{3(aq)} \rightarrow AgCl_{(s)} + KNO_{3(aq)}$
c	$Ag_{(s)} + NaNO_{3(aq)} \rightarrow NR$
d	$Br_{2(l)} + 2KI_{(aq)} \rightarrow 2KBr_{(aq)} + I_{2(s)}$

.15 تفاعلات الإحلال المزدوج تصنف إلى ..... :							
a	نوعين	b	ثلاثة	c	أربعة	d	هو نوع واحد فقط

16. تتكون طبقة أكسيد الألمنيوم عندما يتعرض الألمنيوم للهواء الجوي حسب المعادلة التالية، فإن نوع هذا التفاعل:

$$4Al_{(s)} + 3O_{2(g)} \rightarrow 2Al_2O_{3(s)}$$

a	احتراق	b	إحلال أحادي	c	اتحاد	d	اتحاد واحتراق

17. التفاعل التالي يعتبر تفاعل تفكك حراري:

a	$C_{(s)} + O_{2(g)} \rightarrow CO_{2(g)}$
b	$2H_2O_{(l)} \rightarrow 2H_{2(g)} + O_{2(g)}$
c	$2KMnO_{4(s)} \rightarrow K_2MnO_{4(s)} + MnO_{2(g)} + O_{2(g)}$
d	$Fe_{(s)} + CuSO_{4(aq)} \rightarrow Cu_{(s)} + FeSO_{4(aq)}$

18. تحدث عملية التحلل الحراري باستخدام طاقة وهي:

a	الحرارة	b	الكهرباء	c	الضوء	d	جميع ما ذكر

19. يعتبر رمز المثلث في المعادلة الكيميائية دليلاً على وجود .....

a	حرارة	b	كهرباء	c	تبريد	d	اتحاد المتفاعلات

20. يتحلل الماء إلى مكوناته الأكسجين والهيدروجين باستخدام تقنية:

a	التسخين الحراري	b	التحلل الكيميائي	c	التحلل الكهربائي	d	الطاقة الضوئية

.21 يعد هذا التفاعل تفاعل ..... $H_{2(g)} + Cl_{2(g)} \rightarrow 2HCl_{(g)}$							
تحضير	a	تكوين	b	اتحاد	c	جميع ما ذكر	d

.22 في تفاعل (2 g) من غاز الإيثين C_2H_4 مع (5 g) من الأكسجين O_2 يتكون CO_2 وبخار الماء، ما كتلة ثاني أكسيد الكربون الناتجة؟							
6.3 g	a	7.6 g	b	5.5 g	c	4.6 g	d

.23 وفق المعادلة الكيميائية الموزونة الآتية: $2S_{(s)} + 3O_{2(g)} \rightarrow 2SO_{3(g)}$ إذا تفاعل (6.3 g) من الكبريت مع (10 g) من الأكسجين، بيِّن المادة المحددة للتفاعل							
O_2	a	SO_2	b	SO_3	c	S	d

.24 وفق المعادلة الكيميائية: $CaCO_{3(s)} + 2HCl_{(aq)} \rightarrow CaCl_{2(aq)} + CO_{2(g)} + H_2O_{(l)}$ تم خلط (68.1 g) كربونات الكالسيوم مع (51.6 g) من محلول حمض الهيدروكلوريك. ما أكبر كتلة من CO_2 تنتج من التفاعل؟							
69.4 g	a	29.9 g	b	33.7 g	c	15 g	d

.25 بيّن المادة الفائضة في تفاعل (11.9 g) من غاز الكلور مع (12 g) من هيدروكسيد الصوديوم وفق المعادلة الآتية: $2Cl_{2(g)} + 4NaOH_{(aq)} \rightarrow 3NaCl_{(aq)} + NaClO_{2(aq)} + 2H_2O_{(l)}$							
$NaClO_2$	a	Cl_2	b	NaCl	c	NaOH	d

26. إذا بدأنا هذا التفاعل $Mg_2Si_{(s)} + 4H_2O_{(l)} \rightarrow 2Mg(OH)_{2(aq)} + SiH_{4(g)}$

بكمية (50 g) لكل مادة متفاعلة فإن المادة التي ستكون فائضة هي:

a	Mg_2Si	b	H_2O	c	$Mg(OH)_2$	d	SiH_4

27. يتفاعل الصوديوم مع الماء وفق المعادلة: $2Na_{(s)} + 2H_2O_{(l)} \rightarrow 2NaOH_{(aq)} + H_{2(g)}$

فما عدد مولات الهيدروجين الناتج إذا تفاعل (4 mol) صوديوم مع (2 mol) ماء؟

a	4 mol	b	1 mol	c	3 mol	d	2 mol

28. يحترق الإيثين C_2H_4 بوجود الأكسجين فينتج ثاني أكسيد الكربون وبخار الماء، ما عدد مولات ثاني أكسيد الكربون الناتجة من تفاعل (5 mol) من الإيثين مع (12 mol) من الأكسجين؟

a	10 mol	b	4 mol	c	8 mol	d	5 mol

29. يتفاعل (2.28 g) من سائل الأوكتان C_8H_{18} مع (7 g) من غاز الأكسجين من خلال تفاعل الاحتراق، فينتج ثاني أكسيد الكربون وبخار الماء، فإن المادة المحددة للتفاعل هي:

a	الأوكتان	b	الأكسجين	c	بخار الماء	d	ثاني أكسيد الكربون

30. المادة المحددة للتفاعل هي:	
a	المادة المتفاعلة التي تحوي عدد أقل من المولات
b	المادة المتفاعلة التي تحوي كمية أقل بالغرامات
c	المادة المتفاعلة التي لها أقل معامل مولات في المعادلة الكيميائية
d	لا شيء مما ذكر

31. المادة المحددة للتفاعل هي:	
a	التي بقي منها بعد انتهاء التفاعل
b	التي لها أقل كتلة مولية
c	التي لها أقل كتلة مستخدمة في التفاعل
d	لا شيء مما ذكر

32. في تفاعل CO مع Fe_3O_4 كان المردود النظري المحسوب للتفاعل (47.2 g)، وكان المردود الفعلي الذي نتج مع طالب أهمل القياسات الدقيقة (42.9 g) فإن المردود المئوي يساوي:

a	90.9%	b	91.9%	c	89.9%	d	110%

33. عند تحضير الأمونيا باستخدام (28 g) من النيتروجين مع كمية فائضة من الهيدروجين، فإن المردود النظري للأمونيا هو (34 g)، لكن الذي نتج من خلال التجربة كان (30 g) فقط، فما هو المردود المئوي للتفاعل؟

a	93%	b	88%	c	113%	d	82%

.34 إذا كانت الكتلة التي حصلنا عليها من التجربة لكلوريد الكالسيوم تساوي 0.5 g وكان المردود المئوي 30% فإن المردود النظري هو:							
a	1.67 g	b	0.15 g	c	0.017 g	d	15 g

.35 اقتصاد الذرة يستخدم بوصفه مقياساً لـ ..... التفاعل الكيميائي							
a	إنتاجية	b	مردود	c	كفاءة	d	زمن
.36 النسبة المولية بين الهيدروجين وكلوريد الهيدروجين في المعادلة بعد موازنتها $H_{2(g)} + Cl_{2(g)} \rightarrow HCl_{(g)}$							
a	1	b	0.5	c	2	d	لا شي مما ذكر

.37 النسبة المئوية للمردود الفعلي إلى المردود النظري هو مفهوم لمصطلح	
a	المردود المتوقع
b	المردود الحقيقي
c	المردود المئوي
d	النسبة المئوية بالكتلة

.38 تكون نسبة المردود المتوقع أقل بشكل عام من نسبة المردود الفعلي			
a	صح	b	خطأ

.39 حتى نعتبر التفاعل هو اقتصاد ذرة 100% فلا بد ألا تنتج مواد ثانوية غير مرغوبة			
a	صح	b	خطأ

.40 عند تفاعل غاز الكلور مع غاز الهيدروجين فينتج غاز كلوريد الهيدروجين فإننا نعتبره طريقة اقتصاد ذرة 100% لتحضير HCl			
a	صح	b	خطأ