وسائل وصف جملة كيميائية وتطورها خلال تحول كيميائي

مؤشرات الكفاءة:

- يصف جملة كيميائية في حالة ما .
- ينمذج التحول الكيميائي بتفاعل كيميائي و يكتب معادلته .
- يستعمل تقدم التفاعل الكيميائي كوسيلة لتقديم حصيلة المادة خلال تحول كيميائي .

تصميم الدرس

- مفهوم الجملة الكيميائية
- تطور جملة كيميائية
- أمثلة عن جمل كيميائية مختلفة
- الخلاصة
- أسئلة التصحيح الذاتي
- أجوبة التصحيح الذاتي

تعريف الجملة الكيميائية:

هي خليط لعدة أنواع كيميائية يمكن أن تتفاعل مع بعضها البعض ، في شروط تجريبية معينة من الضغط P و درجة الحرارة T ، بكميات معينة n ، وبحالة فيزيائية ما (صلبة (s) ، سائلة (λ) ، غازية (g)) .

• تطور جملة كيميائية :

تجربة :

يحتوي وعاء على 35 mol من الهواء (7mol من O_2، 28mol من N_2)، وعلى 5 mol من H_2 عند الدرجة T و الضغط P . باثارة الشرارة الكهربائية ثم التبريد ، تظهر قطرات يمكن التعرف عليها بأنها الماء بالحالة السائلة .

تابع تطور هذه الجملة ؟

1- الجملة في الحالة الابتدائية :

ونقصد بالجملة في الحالة الابتدائية ، قبل التحول . تعرف حالة الجملة الكيميائية في هذه التجربة بأنواعها الكيميائية و تمثل بالشكل التالي :

الحالة الابتدائية	(P.T)
$7mol(O_2)(g)$	
$5mol(H_2)(g)$	
$28mol(N_2)(g)$	

هذه الجملة تتحول الى الحالة النهائية حسب ظروف التجربة .

2- التحول الكيميائي:

نسمي مرور الجملة من الحالة الابتدائية الى الحالة النهائية **التحول الكيميائي** .

الحالة الابتدائية (P.T)	التحول الكيميائي	الحالة النهائية : (P'.T') الأنواع الكيميائية الجديدة أو المتبقية
$7mol(O_2)(g)$	⟶	
$5mol(H_2)(g)$		
$28mol(N_2)(g)$		

هذا التحول يكون مصحوبا ببعض التغيرات الفيزيائية، مثل اللون ، الضغط ، الـ pH ويمكن الكشف عن النواتج ببعض الاختبارات التحليلية .

في المثال المدروس ، ما هي الأنواع الكيميائية الجديدة المتشكلة ؟

3- نموذج التفاعل الكيميائي :

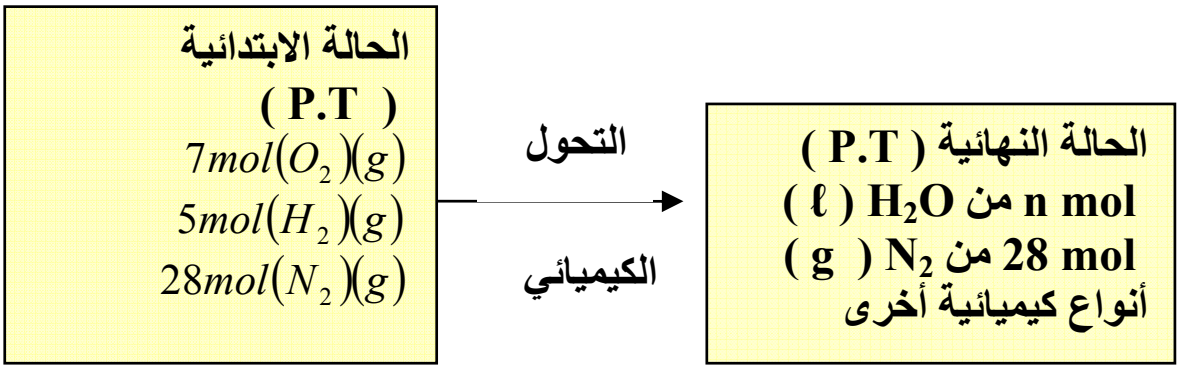
ينمذج التحول الكيميائي الذي حدث بتفاعل كيميائي ، فيكون غازي ثنائي الهيدروجين و ثنائي الأكسجين هما المتفاعلات ، وينتج بخار الماء الذي يتكاثف بالتبريد :

ثنائي الهيدروجين + ثنائي الأكسجين ⟶ ماء

التفاعل الكيميائي يأخذ بعين الأعتبار التناسب بين المتفاعلات (المعاملات الستكيومترية) التي تختفي وتعطي النواتج أثناء تطور الجملة . كتابته النموذجية تسمى **المعادلة الكيميائية** .

$$2H_2(g)+O_2(g)\rightarrow 2H_2O(\lambda)$$

هذه المعادلة تحقق قانون انحفاظ العنصر و الشحنة ، و تستوجب تصحيح معاملات الرموز الكيميائية ، وتسمى **المعاملات الستيكيومترية** stœchiométrique .



4- حالة الجملة الكيميائية أثناء التحول :

لوصف حالة الجملة الكيميائية أثناء التحول الكيميائي ، تقترح وسيلة تدعى **التقدم** (مقدرا بـ المول) ، وستدرس لاحقا .

• أمثلة عن جمل كيميائية مختلفة :

1/ خليط من الكبريت و الحديد : نأخذ كمية من برادة الحديد Fe قدرها 5.6g ونخلطها مع 3.2g من زهر الكبريت S ، ثم نضع المزيج فوق آجورة ، في الشروط العادية من الضغط و درجة الحرارة .

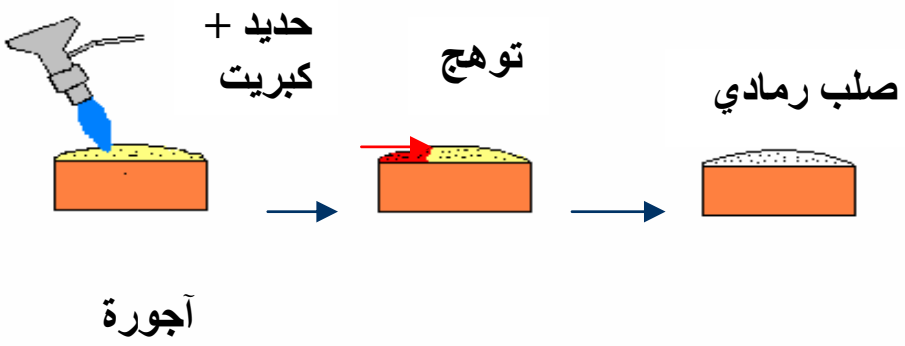
عدد مولات الحديد : $n_{Fe} = \frac{5.6}{56} = 0.1mol$

عدد مولات الكبريت : $n_S = \frac{3.2}{32} = 0.1mol$

الملاحظة :

فلا نلاحظ حدوث أي شيء .

الآن نستعمل مصباح بنزن للحصول على شرارة لتسخين جزء من المزيج ، وعند ظهورالشرارة ، نتوقف عن التسخين .



الملاحظة :

فنلاحظ توهج المزيج في جميع أجزائه ، تاركا وراءه جسم صلب رمادي مسود هو كبريت الحديد الثنائي FeS .

السؤال : هل حدث تحول كيميائي ؟

عندما رفعنا من درجة حرارة المزيج ، حدث تحول كيميائي ، وزاد التوهج في جميع أنحاء المزيج ، فكانت شرارة المصباح مساعدة لبداية التحول .

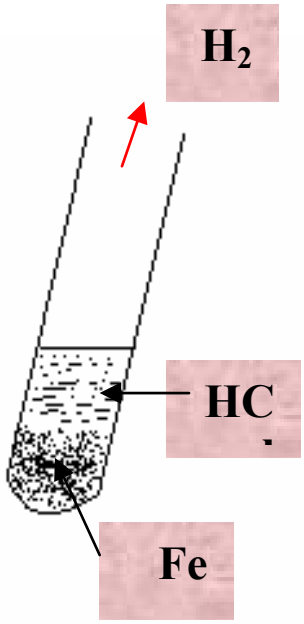
معادلة التفاعل المنمذج للتحول هي :

$$Fe + S \rightarrow FeS$$

عند نهاية التحول ، فإن النوع الكيميائي الناتج FeS يحقق قانون انحفاظ العناصر، والشحنة . وتكون كتلة كبريت الحديد الناتج في نهاية التحول هي : 8.8g أي 0.1mol .

2/ حمض كلور الهيدروجين و الحديد :

نضع في أنبوب اختبار قطع من الحديد بمقدار 2g ، ونضيف $5cm^3$ من حمض كلور الهيدروجين ، في الدرجة العادية من الحرارة و الضغط .



الملاحظة :

صعود فقاعات غازية تشكلات على مستوى قطع الحديد .

كما يلاحظ ازدياد درجة حرارة المحلول ببطء مع تزايد تصاعد الفقاعات . الغاز الناتج لا لون له ولا رائحة ، يشتعل بفرقعة بسيطة عندما نقرب اليه لهب مصباح بنزن هو غاز الهيدروجين H_2 .

بالاضافة الى تشكل ملح الحيد الثنائي $FeCl_2$.

نتيجة : اذن حدث تحول كيميائي .

فتكون معادلة التفاعل المنمذج للتحول هي :

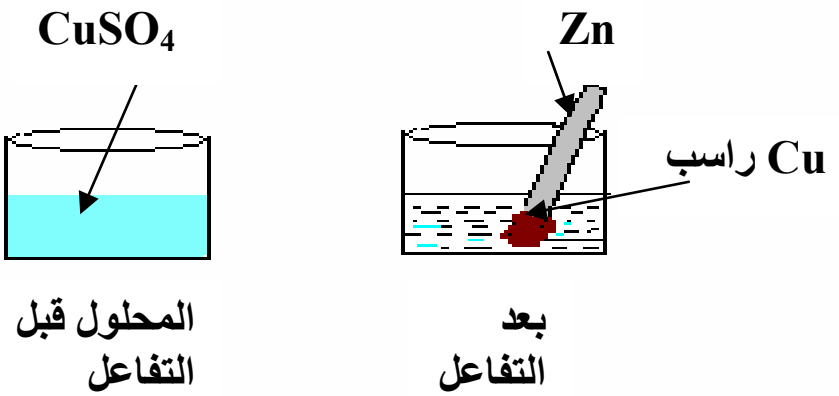
$$Fe_{(s)} + 2\,HCl_{aq} \rightarrow H_{2\,(g)} + FeCl_2$$

3/ محلول كبريتات النحاس والتوتياء :

نغمس عينة من التوتياء (الزنك) Zn ، في محلول كبريتات النحاس الثنائي $CuSO_4$ الزرقاء ، الذي تركيزه المولي بشوارد النحاس $[Cu^{2+}]$ هو $0.5\ mol.L^{-1}$.

الملاحظة :

بعد فترة ، تغطى صفيحة التوتياء براسب ناعم مسود ، ويختفي بعد زمن طويل لون المحلول الأزرق . الشوارد Cu^{2+} التي كانت موجودة في المحلول قد حل محلها شوارد الزنك Zn^{2+} عديمة اللون ، بينما ترسب النحاس المجزأ جدا على التوتياء . ويمكن التأكد من أن الراسب هو النحاس الذي يكون بلون أحمر عندما يكون متراصا جدا .



نتيجة : حدث تحول كيميائي .

معادلة التفاعل المنمذج للتحول هي :

$Zn + Cu\,SO_4 \rightarrow Cu + ZnSO_4$ أي أن :

شوارد الزنك + معدن النحاس ⟶ **معدن الزنك + شوارد النحاس.**

4/ ماء + قليل من الصود :

نحقق التجربة الموضحة في الشكل ، نضع في وعاء التحليل الماء المقطر .

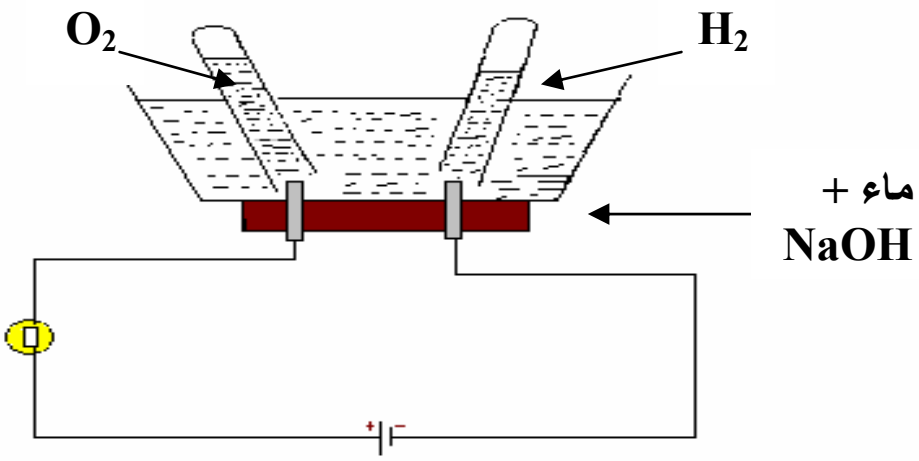
الملاحظة :

لا يحدث شيء .

نضيف كمية من الصود الى الماء المقطر .

الملاحظة :

مرور التيار الكهربائي في الوعاء يظهر من خلال توهج المصباح ، وصعود فقاعات غازية على مستوى المسريين . بعد مرور مدة زمنية نلاحظ أن الغاز المتجمع حول المهبط حجمه ضعف حجم الغاز المتجمع حول المصعد .



ونستطيع بسهولة الكشف عن هذين الغازين : الغاز المتجمع حول المصعد يزيد من توهج عود كبريت مشتعل فهو ثنائي الأكسجين O_2 ، والغاز المتجمع حول المهبط يشتعل بفرقعة بسيطة هو غاز ثنائي الهيدروجين H_2 .

وبعد مرور مدة زمنية يلاحظ هبوط في مستوى محلول الوعاء .

ويفسر ذلك بأن شوارد الهيدروكسيد OH^- ، وشوارد الصوديوم Na^+ تتوجه نحو المسريين ، تحت تأثير فرق الكمون المطبق ، فشوارد OH^- تتجه نحو المصعد ، وشوارد Na^+ تتجه نحو المهبط .

هل التحليل الكهربائي تحول كيميائي ؟ طبعا نعم هو تحول كيميائي .

ومعادلات التفاعلات المنمذجة للتحولات الحادثة هي :

عند المصعد : $\mathbf{2\ OH^- \rightarrow 1/2\ \ O_2 + H_2O + 2\ e^-}$

عند المهبط : يتدخل الماء مكان شوارد الصوديوم المميهة

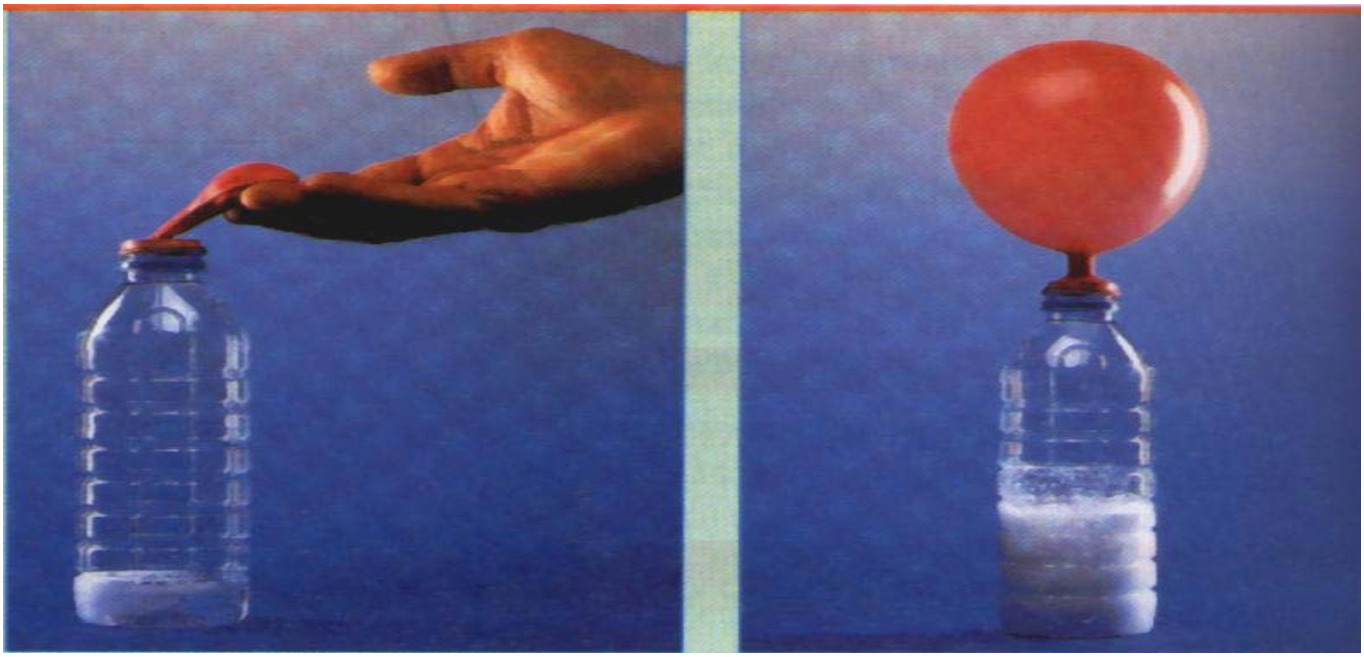
$$\mathbf{2\ H_2O\ + 2\ e^- \longrightarrow\ H_2 +\ 2\ OH^-}$$

وتكون معادلة التفاعل المنمذج للتحول النهائي : هي في الحقيقة تحليل كهربائي للماء

$$\mathbf{2\ H_2O \rightarrow\ 2\ H_2\ +\ O_2}$$

5/ حمض الخل و هيدروجينوكاربونات الصوديوم :

نأخذ قارورة بلاستيكية ثم نضع بداخلها 80 ml من الخل 6^0 (CH_3COOH) نرمز له بالرمز AH ، نضع في بالونة مطاطية 5.04g من هيدروجينوكاربونات الصوديوم الصلب ، ونجعلها تسد فوهة القارورة ، كما بالشكل :



في اللحظة $t = 0$ نترك $NaHCO_3$ يسقط في الخل .

الملاحظة :

حدوث فوران شديد ، مصحوبا بانطلاق أبخرة غازية ، تنفخ البالون المطاطي ، هي عبارة عن غاز ثاني أكسيد الكربون ، يمكن الكشف عنه بتعكيره لرائق الكلس ، كما ينتج محلول خلات الصوديوم $CH_3COOHNa$.

بالطبع ، نقول أنه حدث تحول كيميائي .

ومنه يمكن كتابة المعادلة التالية للتفاعل المنمذج للتحول الحادث :

$$NaHCO_{3\ (s)} + AH \rightarrow NaA_{aq} + CO_{2\ (g)} + H_2O$$

أو :

$$NaHCO_{3\ (s)} + CH_3COOH \rightarrow CH_3COONa_{(aq)} + CO_{2\ (g)} + H_2O$$

• - الخلاصة

وأخيرا يمكن أن نستخلص النتيجة العامة التالية :

- نسمي الأنواع الكيميائية الابتدائية الداخلة في التحول : **المتفاعلات** .
- نسمي الأنواع الكيميائية التي تظهر في نهاية التحول : **النواتج .**
- ينمذج التحول الكيميائي (في الحالة العيانية) بعلاقة تظهر تحول المتفاعلات الى نواتج .

وهي معادلة التفاعل الكيميائي :

النواتج تفـ ـ ـ ـاعل كيميائي المتفاعلات

- هذه المعادلة الكيميائية تحقق مبدأ انحفاظ العناصر الكيميائية ، و مبدأ انحفاظ الشحنة الكهربائية ، بواسطة معاملات توضع أمام المتفاعلات و النواتج تسمى **المعاملات الستكيومترية** .

- يتأثر التفاعل الكيميائي بعدة عوامل منها :

* **كمية المادة** : التفاعلات الحادثة لا تتم الا بكميات محددة . مثلا : اشعل موقد بنزن و غير كمية الهواء الداخل اليه ، وراقب لون اللهب ؟
* **درجة الحرارة** : مثال تجربة تفاعل الحديد مع الكبريت .
* **الضغط** : البعض من التفاعلات تتم في الضغط العادي و البعض الآخر يحتاج إلى شروط معينة من الضغط .
***الوسيط** : وهو نوع كيميائي وجوده ضروري لحدوث التفاعل رغم عدم تدخله في التحول .
* **الضوء** : هناك بعض التفاعلات الكيميائية لا تتم إلا في وجود الضوء . مثال : عادة ما نجد الزجاجة التي تحتوي محلول نترات الفضة مغطاة ب ورقة لأن لحجبها عن الضوء . و الأمثلة كثيرة منها عملية التركيب الضوئي عند النباتات الخضراء .

• أسئلة التصحيح الذاتي:

1/ نعتبر التحول الكيميائي الذي ينمذج بالمعادلة التالية :

$$Zn(s)+2H^{+}(aq)\rightarrow Zn^{++}+H_2(g)$$

المعاملات الستكيومترية هي : 0.2.0.0

2/ معادلات التفاعلات التالية في حالة توازن **:**

$$Mg(s)+2H^{+}(aq)\rightarrow Mg^{++}(aq)+H_2(g)$$

$$Al(s)+2H^{+}(aq)\rightarrow Al^{+++}(aq)+H_2(g)$$

$$Zn+2H_3O^{+}\rightarrow Zn^{++}+H_2$$

<u>3/</u> يتطور التحول الكيميائي في الجملة التالية الى ثلاث حالات هي :

Etat 1	Etat 2	Etat 3
H_2 : 3 mol	H_2 : 3 mol	H_2 : 2 mol
O_2 : 4 mol	O_2 : 4 mol	O_2 3,5 mol
H_2O : 1 mol	H_2O : 1 mol	H_2O : 2 mol
T = 293 K	T = 370 K	T = 370 K
$p = 10^5$ Pa	$p = 10^5$ Pa	$p = 10^5$ Pa

أ- هل المرور من الحالة -1- الى الحالة -2 – توافق حدوث تحول كيميائي ؟

ب- هل المرور من الحالة -2- الى الحالة -3- يوافق حدوث تحول كيميائي ؟

جـ - هل التحول السابق يمكن أن ينمذج بالمعادلة التالية :

$$H_2(g)+O_2(g)\rightarrow H_2O(\lambda)$$

• أجوبة التصحيح الذاتي :

1/ المعاملات الستكيومترية ليست 0.2.0.0 . نستطيع كتابة **:**

$$1Zn(s)+2H^{+}(aq)\rightarrow 1Zn^{++}(aq)+1H_2(g)$$

الاعداد الستكيومترية هي : 1.1.2.1 .

2/ المعادلة الاولى متزنة فهي تحقق مبدئي انحفاظ العناصر و الشحنة .

المعادلة الثانية لا تحقق مبدأ انحفاظ الشحنة ، ونكتب :

$$Al(s)+3H^{+}(aq)\rightarrow Al^{+++}(aq)+{}^{3}\!/_{2}\,H_2(g)$$

المعادلة الثالثةلاتحقق مبدأانحفاظ العنصرين H.O ، ونكتب :

$$Zn+2H_3O^{+}\rightarrow Zn^{++}+H_2+2H_2O$$

<u>*I*3</u>

أ- المرور من الحالة الاولى الى الحالة الثانية يصاحبه حدوث تغير في درجة الحرارة ، لهذا فالتحول فيزيائي و ليس كيميائي .

ب- نعم يحدث تحول كيميائي أثناء المرور من الحالة الثانية الى الأولى ، حيث يتفاعل مول واحد من ثنائي الهيدروجين مع نصف مول من ثنائي الأكسجين .

و ينتج مول واحد من الماء .

جـ - المعادلة الكيميائية المنمذجة للتفاعل الكيميائي لا تحقق مبدأ انحفاظ العنصر

ومنه المعادلة تكون :

$$H_2(g)+\tfrac{1}{2}O_2(g)\rightarrow H_2O(\lambda)$$