

المقاربة الكمية لتحول كيميائي

مؤشرات الكفاءة :

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

مراحل سير الدرس :

- I- وسائل وصف جملة كيميائية وتطورها خلال تحول كيميائي .
 - مفهوم الجملة الكيميائية .
 - تطور جملة كيميائية .
 - أمثلة عن جمل كيميائية مختلفة .
 - الخلاصة .
 - أسئلة التصحيح الذاتي.
- II - مفهوم التقدم لتفاعل كيميائي و حصيلة المادة .
 - مقاربة أولى لمفهوم التقدم الكيميائي .

وسائل وصف جملة كيميائية و تطورها خلال تحول كيميائي

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 (ℓ) ، 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 . بإثارة الشرارة الكهربائية ثم التبريد ، تظهر قطرات يمكن التعرف عليها بأنها الماء بالحالة السائلة .
تابع تطور هذه الجملة ؟

١- الجملة في الحالة الابتدائية :

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

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

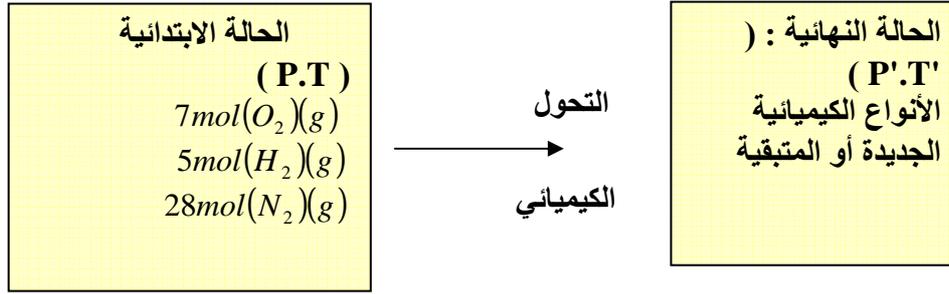
هذه الجملة تتحول الى الحالة النهائية

حسب ظروف التجربة .

٢- التحول الكيميائي:

نسمي مرور الجملة من الحالة الابتدائية الى

الحالة النهائية التحول الكيميائي .



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 ؟

٣- نموذج التفاعل الكيميائي :

ينمذج التحول الكيميائي الذي حدث بتفاعل كيميائي ، فيكون غازي ثنائي

الهيدروجين و ثنائي الأكسجين هما المتفاعلات ، وينتج بخار الماء الذي يتكاثف

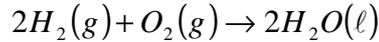
بالتبريد :



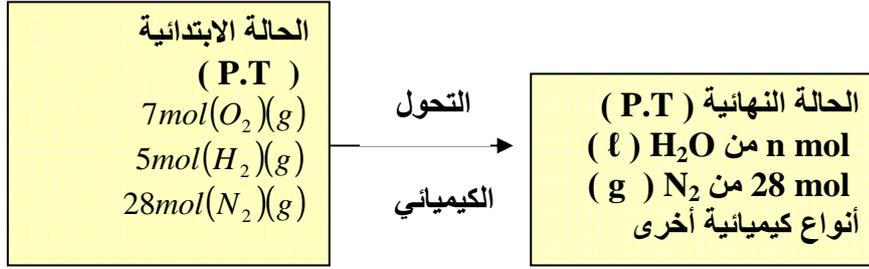
التفاعل الكيميائي يأخذ بعين الاعتبار التناسب بين المتفاعلات (المعاملات

الستكيومترية) التي تختفي وتعطي النواتج أثناء تطور الجملة . كتابته النموذجية

تسمى المعادلة الكيميائية .



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



٤- حالة الجملة الكيميائية أثناء التحول :

لوصف حالة الجملة الكيميائية أثناء التحول الكيميائي ، تقترح وسيلة تدعى التقدم (مقدرًا بـ المول) ، وستدرس لاحقًا .

أمثلة عن جمل كيميائية مختلفة :

١/ 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 .

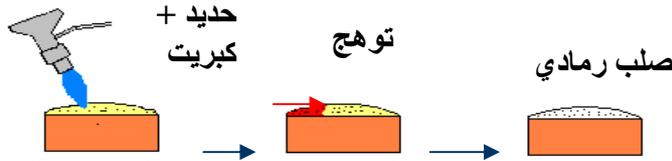
عدد مولات الحديد : $n_{Fe} = \frac{5.6}{56} = 0.1\text{mol}$

$$n_s = \frac{3.2}{32} = 0.1 \text{ mol} \quad \text{عدد مولات الكبريت :}$$

الملاحظة :

فلا نلاحظ حدوث أي شيء .

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



آجورة

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 .

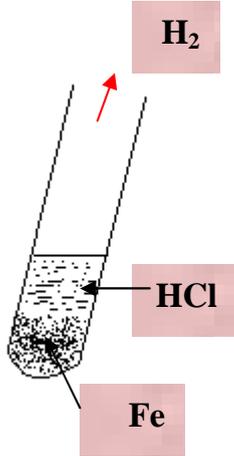
معادلة التفاعل المنمذج للتحول هي :



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 .

٢/ حمض كلور الهيدروجين و الحديد :

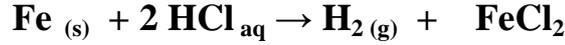
نضع في أنبوب اختبار قطع من الحديد بمقدار 2g ، ونضيف 5cm³ من حمض كلور الهيدروجين ، في الدرجة العادية من الحرارة و الضغط .



الملاحظة :

صعود فقاعات غازية تشكلت على مستوى قطع الحديد .

كما يلاحظ ازدياد درجة حرارة المحلول ببطء مع تزايد تصاعد الفقاعات . الغاز الناتج لا لون له ولا رائحة ، يشتعل بفرقة بسيطة عندما نقرب اليه لهب مصباح بنزن هو غاز الهيدروجين H₂ .
بالإضافة الى تشكل ملح الحديد الثنائي FeCl₂ .
نتيجة : اذن حدث تحول كيميائي .
فتكون معادلة التفاعل المنمذج للتحول هي :

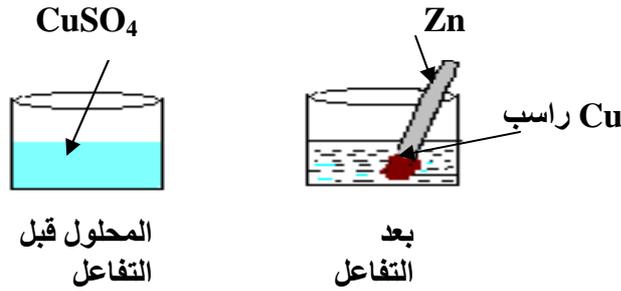


٣ / محلول كبريتات النحاس والتوتياء :

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

الملاحظة :

بعد فترة ، تغطي 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 :



شوارد الزنك + معدن النحاس \longrightarrow معدن الزنك + شوارد النحاس.

٤ / ماء + قليل من الصود :

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

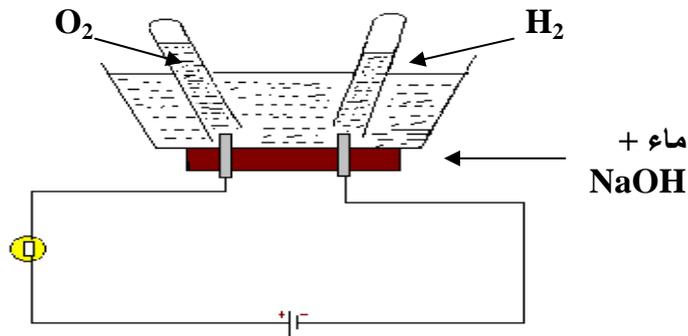
الملاحظة :

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 .



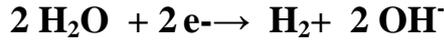
ونستطيع بسهولة الكشف عن هذين الغازين : الغاز المتجمع حول المصعد يزيد من توهج عود كبريت مشتعل فهو ثنائي الأوكسجين O_2 ، والغاز المتجمع حول المهبط يشتعل بفرقة بسيطة هو غاز ثنائي الهيدروجين H_2 .
وبعد مرور مدة زمنية يلاحظ هبوط في مستوى محلول الوعاء .
ويفسر ذلك بأن شوارد الهيدروكسيد OH^- ، وشوارد الصوديوم 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 المهبط : يتدخل الماء مكان شوارد الصوديوم المميهة

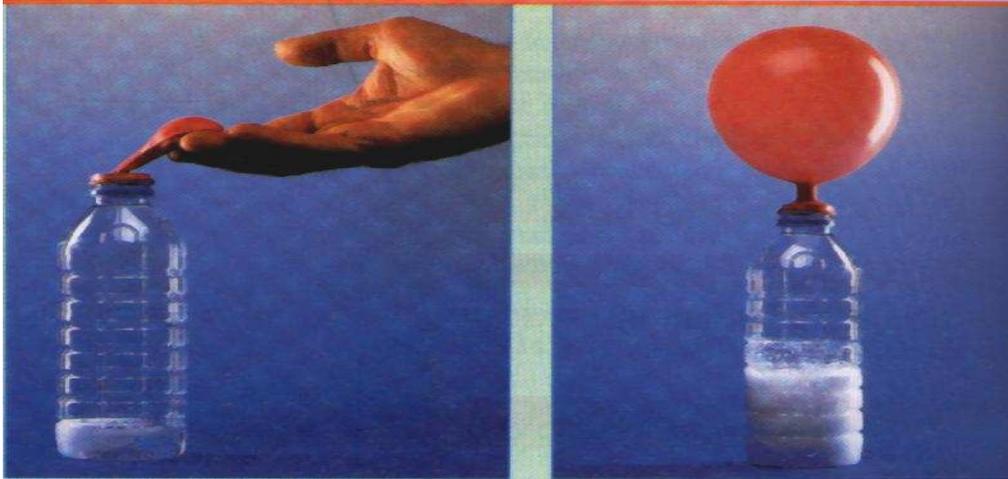


وتكون معادلة التفاعل المنمذج للتحول النهائي : هي في الحقيقة تحليل كهربائي للماء



٥/ 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 :

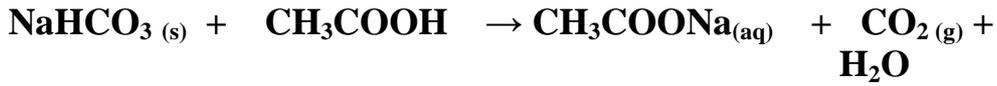


هي عبارة عن غاز ثاني أكسيد الكربون ، يمكن الكشف عنه بتعكيره لرائق الكلس ، كما ينتج محلول خلات الصوديوم CH_3COOHNa . بالطبع ، نقول أنه حدث تحول كيميائي .

ومنه يمكن كتابة المعادلة التالية للتفاعل المنمذج للتحول الحادث :



أو :



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 :

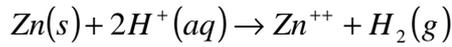
النواتج ← تفاعل كيميائي المتفاعلات

- 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 الزجاجاة التي تحتوي محلول نترات الفضة مغطاة ب

ورقة لأن لحجبها عن الضوء . و الأمثلة كثيرة منها عملية التركيب الضوئي عند النباتات الخضراء .

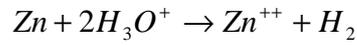
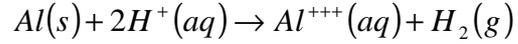
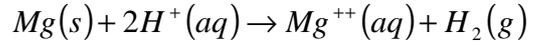
أسئلة التصحيح الذاتي

١/ نعتبر التحول الكيميائي الذي يرمز بالمعادلة التالية :



المعاملات الستوكيومترية هي : 0.2.0.0

٢/ معادلات التفاعلات التالية في حالة توازن :



٣/ يتطور التحول الكيميائي في الجملة التالية الى ثلاث حالات هي :

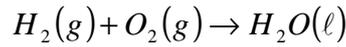
Etat 1	Etat 2	Etat 3
H ₂ : 3 mol	H ₂ : 3 mol	H ₂ : 2 mol
O ₂ : 4 mol	O ₂ : 4 mol	O ₂ : 3,5 mol
H ₂ O : 1 mol	H ₂ O : 1 mol	H ₂ O : 2 mol
T = 293 K	T = 370 K	T = 370 K
p = 10 ⁵ Pa	p = 10 ⁵ Pa	p = 10 ⁵ Pa

أ- هل المرور من الحالة - ١ - الى الحالة - ٢ - توافق حدوث تحول كيميائي ؟

ب- هل المرور من الحالة - ٢ - الى الحالة - ٣ - يوافق حدوث تحول

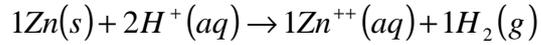
كيميائي ؟

ج- هل التحول السابق يمكن أن ينمذج بالمعادلة التالية :



أجوبة التصحيح الذاتي :

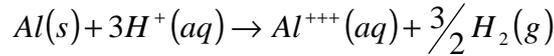
١/ المعاملات الستوكيومترية ليست 0.2.0.0 . نستطيع كتابة :



الاعداد الستوكيومترية هي : ١, ١, ٢, ١ .

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

المعادلة الثانية لا تحقق مبدأ انحفاظ الشحنة ، ونكتب :



المعادلة الثالثة لا تحقق مبدأ انحفاظ العنصرين H.O ، ونكتب :



/٣

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 .

ج - المعادلة الكيميائية المنمذجة للتفاعل الكيميائي لا تحقق مبدأ انحفاظ

العنصر

ومنه المعادلة تكون :

