

الفكرة العامة تعدُّ تفاعلات الأكسدة والاختزال من العمليات الكيميائية الشائعة في الطبيعة وفي الصناعة، وتتضمن انتقالاً للإلكترونات.

1-3 الأكسدة والاختزال

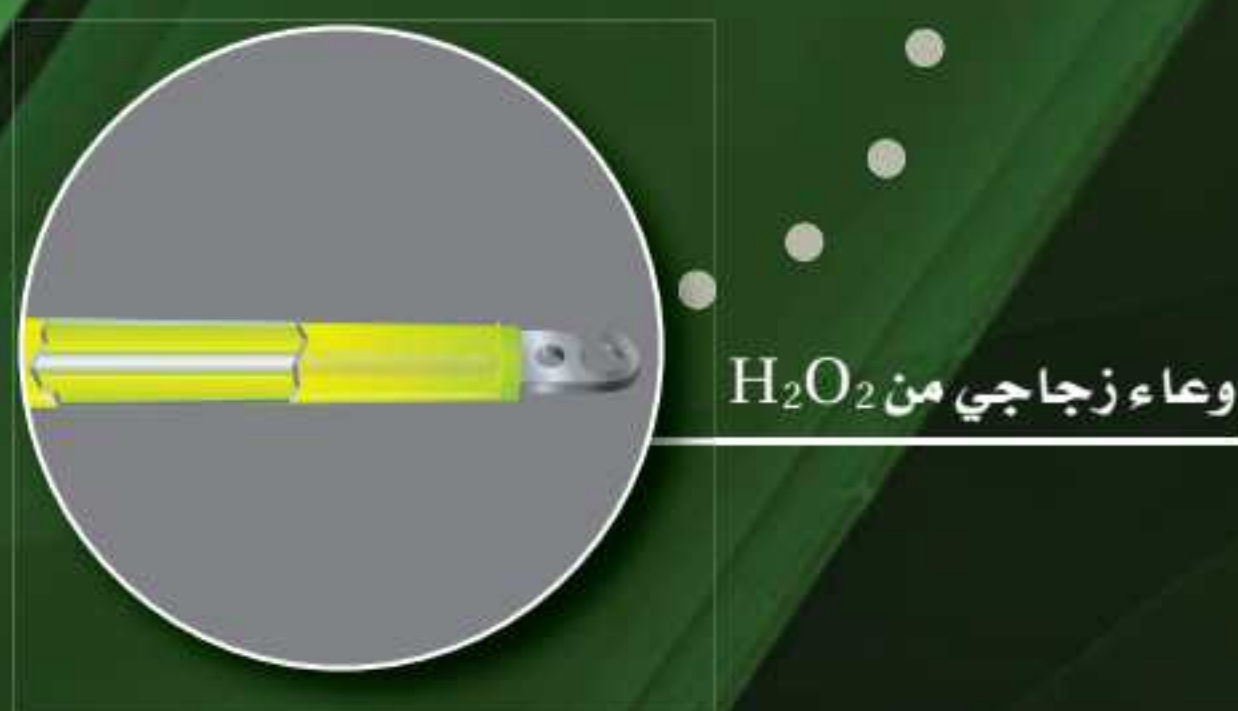
الفكرة الرئيسية يعدُّ تفاعل الأكسدة والاختزال تفاعلين متكاملين؛ إذ تتأكسد ذرة وتُختزل أخرى.

2-3 وزن معادلات الأكسدة والاختزال

الفكرة الرئيسية تصبح معادلات الأكسدة والاختزال موزونة عندما تكون الزيادة الكلية في أعداد التأكسد مساويةً للانخفاض الكلي في أعداد التأكسد للذرات الداخلة في التفاعل.

حقائق كيميائية

- يمكن زيادة لمعان العصا الضوئية النشطة بتسخينها، لكن البريق لن يستمر طويلاً.
- ليس بالضرورة أن يكون الضوء الناتج عن تفاعلات الأكسدة والاختزال مصحوباً بالحرارة.
- يستعمل نحو 90% تقريباً من الأحياء البحرية شكلاً من أشكال الضوء الحيوي الذي يتولد من تفاعلات الأكسدة والاختزال.



نشاطات تمهيدية

وزن معادلات الأكسدة والاختزال صمّم المطوية الآتية لتساعدك على تلخيص المعلومات حول الطرائق المختلفة في وزن معادلات الأكسدة والاختزال.

المطويات

منظمات الأفكار

الخطوة 1 اجمع طبقتين من الورق، واجعل



طرف الورقة العلوية على بعد 2 cm من حافة الورقة السفلية كما في الشكل.

الخطوة 2 اثن الحواف السفلية إلى أعلى لتكوّن أربعة تفرعات متساوية. ثم ثبت الشية بالضغط عليها لتحافظ على التفرع في مكانه جيداً، كما في الشكل المجاور.



أنصاف التفاعل
معادلة الأكسدة والاختزال الأيونية الكلية
طريقة عدد التأكسد
وزن معادلات الأكسدة والاختزال

الخطوة 3 ثبت الشيات

وعنونها على النحو الآتي: وزن معادلات الأكسدة والاختزال، طريقة عدد التأكسد، معادلة الأكسدة والاختزال الأيونية الكلية، أنصاف التفاعل.

المطويات استعمل المطوية في القسم 2-3،

ولخص ما تقرأه حول موازنة معادلات الأكسدة والاختزال، واعرض مثلاً على كل طريقة.

تنوع الإجابات؛ لن يحدث تفاعل عندما يوضع النحاس في محلول كبريتات الحديد، ويجب أن يكون الاستقصاء مشابهاً للتجربة الاستهلالية.

تجربة استهلالية

ماذا يحدث عندما يتفاعل الحديد وكبريتات النحاس II ؟
ينتج الصدأ عندما يتفاعل الحديد والأكسجين، ويتفاعل الحديد أيضاً مع مواد أخرى غير الأكسجين.



خطوات العمل

1. اقرأ نموذج احتياطات السلامة في المختبر.
2. استعمل قطعة من ورق الصنفرة لتلميع مسمار الحديد.
3. أضف 3 mL تقريباً من محلول 1.0 M من كبريتات النحاس II CuSO_4 إلى أنبوب اختبار، وضع المسمار الذي جرى تلميعه في محلول CuSO_4 ، ثم ضع أنبوب الاختبار في حامل الأنابيب، وراقبه مدة 10 دقائق، ثم سجل ملاحظاتك.

تحليل النتائج

1. فسر ما يحدث للون محلول كبريتات النحاس.
2. حدّد المادة التي التصقت بالمسمار.
3. اكتب المعادلة الكيميائية الموزونة لهذا التفاعل.

النحاس.

3. اكتب المعادلة الكيميائية الموزونة لهذا التفاعل.

استقصاء ماذا يمكن أن يحدث للنحاس لو وضع في محلول كبريتات الحديد؟ صمّم تجربة لاختبار فرضيتك.



الأهداف

- تصف تفاعلات الأكسدة والاختزال
- تحدد العوامل المؤكسدة والمختزلة.
- تحدد عدد التأكسد لعنصر في مركب.

- تفسر تفاعلات الأكسدة والاختزال من حيث التغير في حالة التأكسد.

مراجعة المفردات

- الأيون المتضرج الأيون غير المشترك في التفاعل ولا يظهر في المعادلة الأيونية.

المفردات الجديدة

- تفاعل الأكسدة والاختزال
- الأكسدة
- الاختزال
- العامل المؤكسد
- العامل المختزل

الأكسدة والاختزال

Oxidation and Reduction

الفكرة الرئيسية يُعدّ تفاعل الأكسدة والاختزال تفاعلين متكاملين؛ إذ تتأكسد ذرة وتُختزل أخرى.

الربط مع الحياة ينتج ضوء العصا الضوئية عن تفاعل كيميائي، فعندما تكسر الكبسولة الزجاجية داخل الإطار البلاستيكي يحدث تفاعل بين مادتين، وتنتقل الإلكترونات، فتتحول الطاقة الكيميائية إلى طاقة ضوئية.

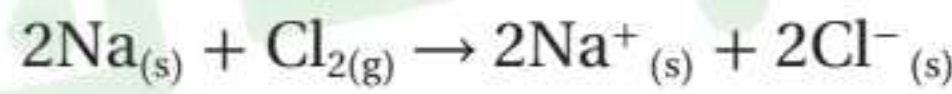
انتقال الإلكترون وتفاعل الأكسدة والاختزال

Electron Transfer and Redox Reactions

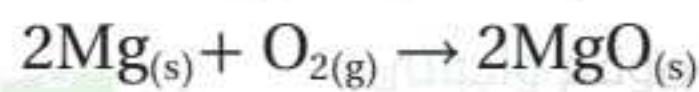
يمكن تصنيف التفاعلات الكيميائية في العادة إلى خمسة أنواع من التفاعلات هي: التكوين، التفكك، والاحتراق، والإحلال البسيط، والإحلال المزدوج. ومن خواص تفاعلات الاحتراق والإحلال البسيط أنها يتضمنان انتقال الإلكترونات من ذرة إلى أخرى، كما هو الحال في كثير من تفاعلات التكوين والتفكك. ففي تفاعل التكوين على سبيل المثال، يتفاعل الصوديوم Na، والكلور Cl₂ لتكوين المركب الأيوني NaCl، وينتقل إلكترونان من ذرتي صوديوم إلى جزيء الكلور Cl₂ ويتكون أيونان من الصوديوم وأيونان من الكلوريد، وتكون المعادلة الكيميائية لهذا التفاعل على النحو الآتي:



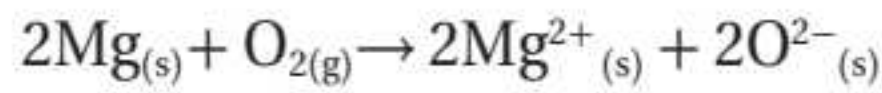
المعادلة الكيميائية الكاملة:



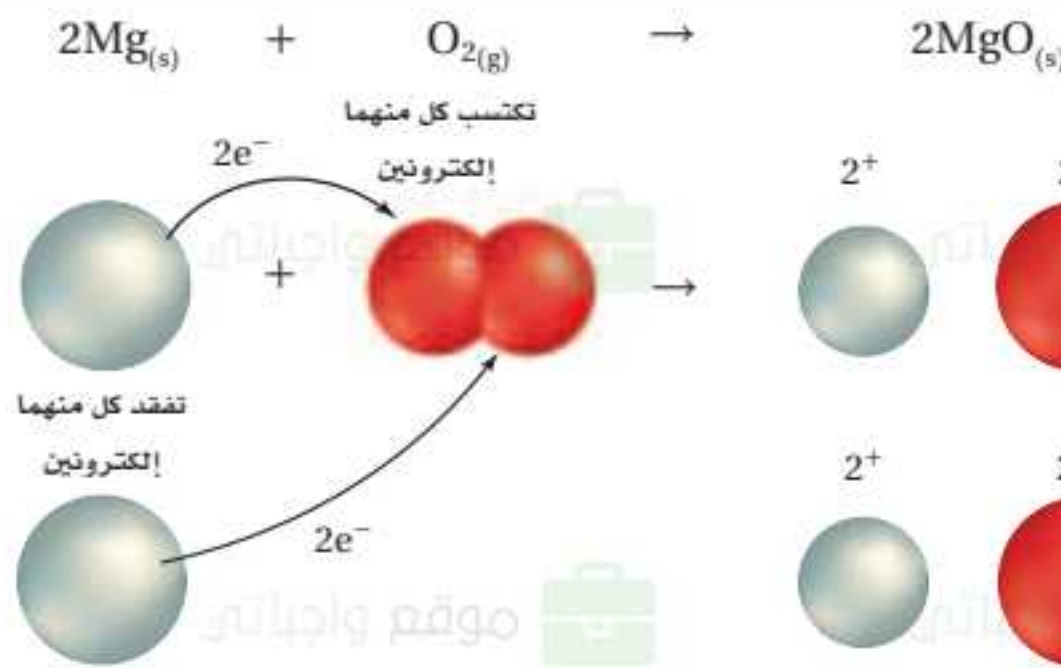
أما تفاعل الماغنسيوم في الهواء الذي يتضمن انتقال الإلكترونات فهو مثال على تفاعل الاحتراق.

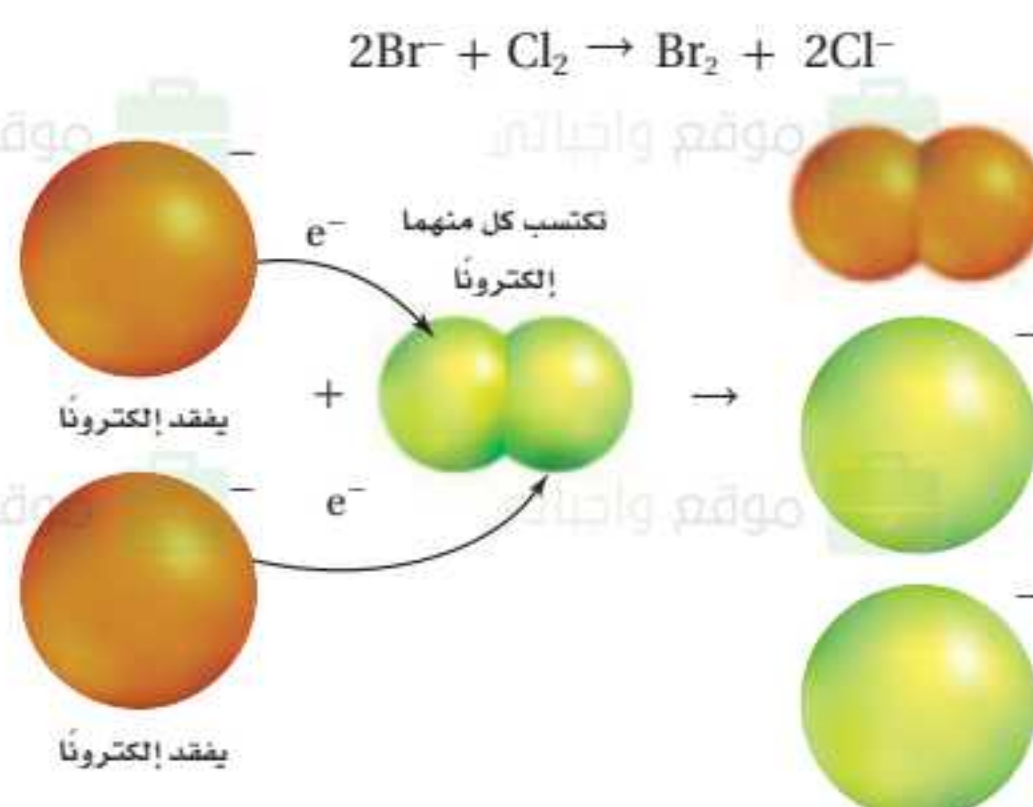


المعادلة الكيميائية الكاملة:



عندما يتفاعل الماغنسيوم مع الأكسجين، كما في الشكل 3-1، فإن كل ذرة ماغنسيوم تعطي إلكترونين إلى كل ذرة أكسجين، وتتحول ذرة الماغنسيوم إلى أيون Mg²⁺، وتتحول

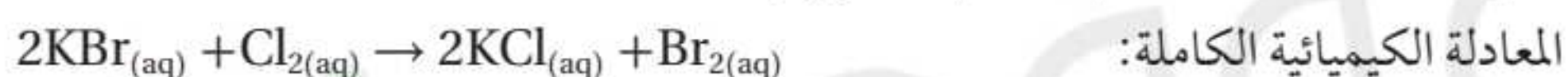




الشكل 3-2 التفاعل بين محلول أيونات البروميد وغاز الكلور هو تفاعل أكسدة، هنا تنتقل الإلكترونات من أيونات البروم إلى الكلور.

ذرة الأكسجين إلى الأيون O^{2-} ، ويُسمَّى التفاعل الذي انتقلت فيه الإلكترونات من إحدى الذرات إلى ذرة أخرى **تفاعل الأكسدة والاختزال**.

لنأخذ تفاعل الإحلال البسيط بين المحلول المائي للكلور وأيونات البروميد لتكوين محلول مائي من كلوريد البوتاسيوم والبروم الموضح في الشكل 3-2.

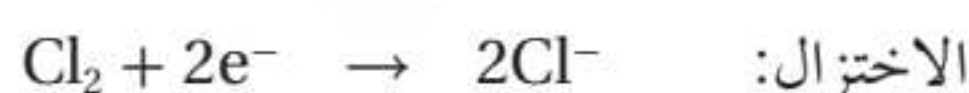


يُلاحظ أن الكلور يكتسب الإلكترونات من أيونات البروميد ليكون أيونات الكلوريد، وعندما يفقد أيون البروميد الإلكترونات تتحد ذرتا البروم برابطة تساهمية لتكوين جزيء Br_2 . إن تكوين الرابطة التساهمية بمشاركة الإلكترونات هو أيضًا تفاعل أكسدة واختزال.

الأكسدة والاختزال أطلقت كلمة الأكسدة فيما مضى على التفاعلات التي تتضمن اتحاد المادة بالأكسجين، أما الآن فتعرّف عملية **الأكسدة** على أنها فقدان ذرة المادة للإلكترونات. تفحص مرة أخرى معادلة تفاعل الصوديوم والكلور الكلية، تلاحظ أن الصوديوم قد تأكسد لأنه فقد إلكترونًا.



وحتى يحدث تفاعل الأكسدة يجب أن تُكتسب الإلكترونات التي تفقدها المادة المتأكسدة من قبل ذرات أو أيونات مادة أخرى، وبعبارة أخرى يجب أن تكون هناك عملية مرافقة تتضمن اكتساب الإلكترونات المفقودة. أما عملية **الاختزال** فتعرّف على أنها اكتساب ذرات المادة للإلكترونات. وبالرجوع إلى مثال كلوريد الصوديوم فإن تفاعل الاختزال المرافق لتفاعل الأكسدة هو اختزال الكلور.



إذن فالأكسدة والاختزال عمليتان مترافقتان متكاملتان؛ فلا يحدث تفاعل الأكسدة إلا إذا حدث تفاعل اختزال، ومن المهم جدًا التمييز بين تفاعلي الأكسدة والاختزال.

المفردات

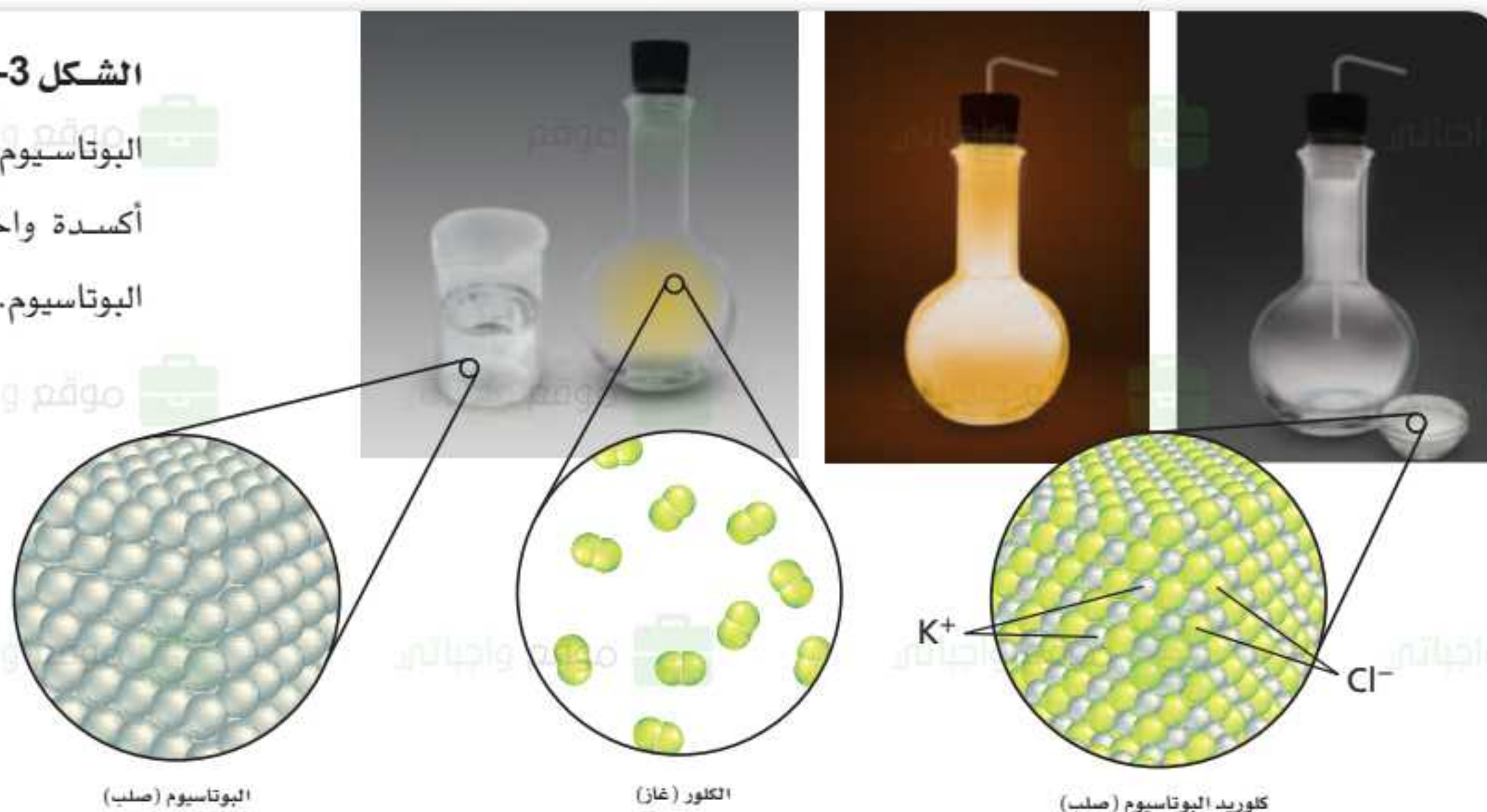
أصل الكلمة

الاختزال (Reduction)

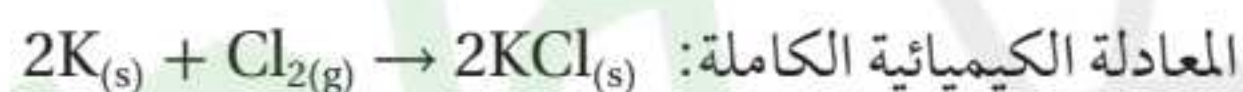
جاءت من الأصل اللاتيني re، وتعني الخلف، وducere وتعني يقود...

الشكل 3-3 يتفاعل كل من فلز

البوتاسيوم وغاز الكلور تفاعل أكسدة واختزال لتكوين كلوريد البوتاسيوم.



التغير في عدد التأكسد تذكر أن عدد التأكسد لذرة في المركب الأيوني هو عدد الإلكترونات التي فقدتها أو اكتسبتها الذرة عندما كوَّنت الأيونات، وأن تفاعل البوتاسيوم مع الكلور، الموضح في الشكل 3-3، هو تفاعل أكسدة واختزال، ومعادلة تفاعل فلز البوتاسيوم مع غاز الكلور هي على النحو الآتي:



يوجد البوتاسيوم ضمن عناصر المجموعة الأولى في الجدول الدوري، التي تميل إلى فقد إلكترون واحد في التفاعل؛ بسبب انخفاض كهروسالبيتها، وعدد تأكسدها +1. ومن ناحية أخرى يوجد الكلور ضمن عناصر المجموعة 17 التي تميل إلى اكتساب الإلكترونات؛ لأن كهروسالبيتها عالية، وعدد تأكسدها في كثير من المركبات -1. ففي مفهوم الأكسدة والاختزال يمكنك القول إن ذرات البوتاسيوم قد تأكسدت من حالة الصفر إلى حالة +1؛ لأن كل ذرة فقدت إلكترونًا، واختزلت ذرات الكلور من الصفر إلى الحالة -1، فكل ذرة أو أيون عند اختزاله يقل عدد تأكسده. وعلى العكس من ذلك عندما تتأكسد ذرة أو أيون يزيد عدد تأكسدها.

وبعدّ عدد التأكسد أداة يستعملها العلماء لكتابة المعادلة الكيميائية لمساعدتهم على الاحتفاظ بمسار حركة الإلكترونات في تفاعل الأكسدة. ويكتب عدد التأكسد مع الإشارة السالبة أو الموجبة قبل العدد (+2، +3)، في حين تُكتب إشارة الشحنة الأيونية بعد العدد (+2، +3).

عدد التأكسد: +3 الشحنة الأيونية: +3

✓ **ماذا قرأت؟ حدّد أي العناصر أكثر قابليةً لاكتساب الإلكترونات: البوتاسيوم أم الكلور؟**

مهن في الكيمياء

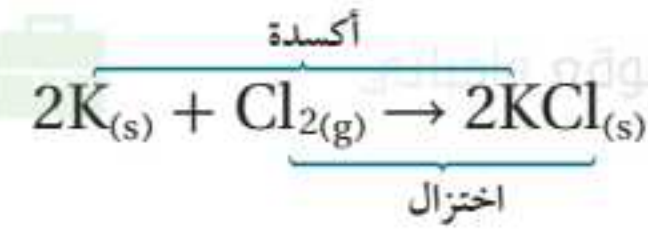
صانع الفخار فنان يصنع

الفخار، ويستعمل مواد تحتوي على أيونات فلزية لإضفاء الألوان المختلفة على الفخار عند حرقه. وتظهر المواد الزجاجية، التي تحتوي على أيونات النحاس، باللون الأخضر المائل إلى الزرقة عند تأكسدها، وتعطي اللون الأحمر عند حرقها في الفرن.

الكلور

العوامل المؤكسدة والعوامل المختزلة Oxidizing and Reducing Agents

يمكن وصف تفاعل البوتاسيوم - الكلور في الشكل 3-3 بأن البوتاسيوم قد تأكسد بواسطة الكلور. المادة التي يحدث لها اختزال (تكتسب إلكترونات) تُسمى **عاملًا مؤكسدًا**، أما المادة التي يحدث لها أكسدة (تفقد إلكترونات) فتُسمى **عاملًا مختزلًا**؛ لذا فالعامل المختزل في تفاعل البوتاسيوم - الكلور هو البوتاسيوم؛ أي المادة التي تأكسدت.



العامل المختزل: K

العامل المؤكسد: Cl₂

ومن التطبيقات الشائعة على تفاعلات الأكسدة والاختزال إزالة الشوائب من الفلزات. وتُعدُّ العوامل المؤكسدة والمختزلة الأخرى مفيدة في الحياة اليومية. فعلى سبيل المثال عند إضافة مبيض الغسيل إلى الملابس لتبييضها، فإنك تستعمل محلولاً من هيبوكلوريت الصوديوم NaClO؛ وهو عامل مؤكسد يؤدي إلى أكسدة البقع والأصبغ ومواد أخرى. ويلخص الجدول 3-1 الطرائق المختلفة لوصف تفاعلات الأكسدة والاختزال.

تجربة

ملاحظة تفاعل الأكسدة والاختزال

كيف يمكن إزالة الشوائب من الفضة؟

الخطوات 

1. اقرأ نموذج الأمان في المختبر.
2. لَمِّعْ قطعة من رقائق الألومنيوم برفق مستعملًا الصوف لإزالة أي طبقة مؤكسدة تغطيتها.
3. لف قطعة صغيرة متأكسدة من معدن الفضة برفائق الألومنيوم، وتأكد من التصاق المنطقة المتأكسدة تمامًا برفائق الألومنيوم.
4. ضع القطعة الملفوفة في كأس سعتها 400 mL، وأضف كمية محددة من ماء الصنبور حتى تغطيها تمامًا.
5. أضف مقدار ملعقة من صودا الخبز، ومقدار ملعقة من ملح المائدة إلى الكأس.

الجدول 3-1 ملخص تفاعلات الأكسدة والاختزال

العملية	الأكسدة	الاختزال
e^- انتقال الإلكترونات	- المادة المتفاعلة تفقد إلكترونًا. - يتأكسد العامل المختزل. - يزيد عدد التأكسد.	- المادة المتفاعلة الأخرى تكتسب إلكترونًا. - يختزل العامل المؤكسد. - يقل عدد التأكسد.
- X يفقد إلكترونًا. - X عامل مختزل ويتأكسد. - يزيد عدد التأكسد للمادة X.	- المادة المتفاعلة الأخرى تكتسب إلكترونًا. - يختزل العامل المؤكسد. - يقل عدد التأكسد للمادة Y.	- المادة المتفاعلة الأخرى تكتسب إلكترونًا. - يختزل العامل المؤكسد. - يقل عدد التأكسد للمادة Y.

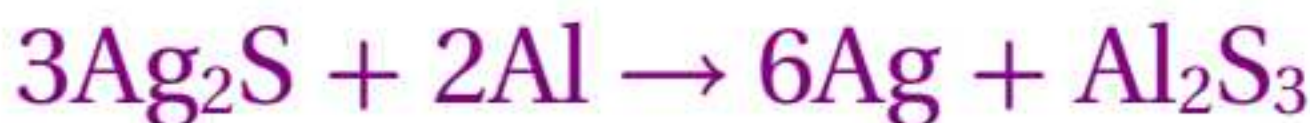
6. أمسك الكأس بالماسك وضعها على السخان، وسخِّن محتوياتها حتى درجة الغليان، مع الحفاظ على الحرارة مدة 15 دقيقة تقريباً حتى تزول الشوائب.

التحليل

1. اكتب معادلة تفاعل الفضة مع كبريتيد الهيدروجين، التي تنتج كبريتيد الفضة والهيدروجين.



2. اكتب معادلة تفاعل كبريتيد الفضة (الشوائب) مع رقائق الألومنيوم والتي تنتج كبريتيد الألومنيوم والفضة.



3. حدِّد أي الفلزات أكثر نشاطاً: الألومنيوم أم الفضة؟ وكيف تعرف ذلك من النتائج؟

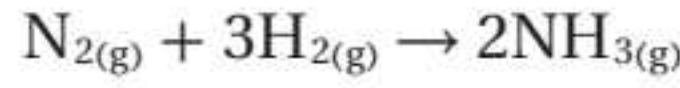
للألومنيوم أعلى جهد تأكسد؛ لأنه يتأكسد في التفاعل.

4. فسر لماذا يجب ألا تستعمل أواني الألومنيوم عند تنظيف مواد مصنوعة من الفضة؟

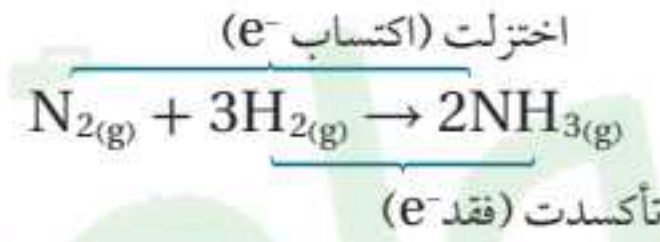
يمكن أن تتلف أوعية الألومنيوم.

تفاعلات الأكسدة والاختزال والكهروسالبية Redox and Electronegativity

لا تقتصر تفاعلات الأكسدة والاختزال على تحول ذرات العناصر إلى أيونات أو العكس، بل تتضمن بعض تفاعلات الأكسدة والاختزال تغيرات في الجزيئات أو الأيونات الذرية التي تتحد فيها الذرات تساهمياً بذرات أخرى. فعلى سبيل المثال، تمثل المعادلة الآتية تفاعل الأكسدة والاختزال المستعمل في صناعة الأمونيا NH_3 :



وهذه العملية لا تتضمن أيونات ولا انتقالاً للإلكترونات. فالتفاعلات والنواتج جميعها مركبات جزيئية، ومع ذلك يعد تفاعل تأكسد واختزال؛ إذ يعدّ النيتروجين عاملاً مؤكسداً، والهيدروجين عاملاً مختزلاً. في وضع مثل الأمونيا حيث تشارك ذرتان في الإلكترونات، كيف يمكننا القول إن إحدى الذرات فقدت الإلكترونات وتأكسدت، في حين اكتسبت الذرة الأخرى الإلكترونات واختزلت؟ للإجابة عن ذلك تحتاج إلى معرفة الذرة التي تجذب الإلكترونات بقوة أكبر، أو بعبارة أخرى معرفة أي الذرات لها كهروسالبية أكبر. يوضح الشكل 3-4 تزايد الكهروسالبية من اليسار إلى اليمين عبر الدورة، وتقلّ بصورة عامة كلما اتجهنا في المجموعة إلى أسفل.



وتعدّ عناصر المجموعتين 1 و 2 ذات الكهروسالبية المنخفضة عوامل مختزلة قوية، وعناصر المجموعة 17 والأكسجين في المجموعة 16 ذات الكهروسالبية العالية عوامل مؤكسدة قوية. وتساوي كهروسالبية الهيدروجين 2.20 تقريباً، في حين تبلغ كهروسالبية النيتروجين 3.04 تقريباً. وبهدف دراسة تفاعلات الأكسدة والاختزال فإنه كلما زادت كهروسالبية الذرة، مثل النيتروجين في هذه الحالة، يُعامل كما لو اختزل باكتسابه الإلكترونات من الذرة الأخرى وهي الهيدروجين في هذه الحالة. وعلى العكس، فإن الذرة الأقل كهروسالبية وهي الهيدروجين قد تأكسدت بفقدانها الإلكترونات لصالح الذرة الأخرى وهي النيتروجين.

تزداد الكهروسالبية

	1	2		13	14	15	16	17	18	
1										
2	Li	Be					O	F		
3	Na	Mg						Cl		
4	K	Ca						Br		
5	Rb	Sr						I		
6	Cs	Ba								
7										

تقل الكهروسالبية

عامل مختزل عامل مؤكسد

الشكل 3-4 تزداد كهروسالبية العناصر من اليسار إلى اليمين عبر الجدول الدوري، وتقل في الاتجاه نحو أسفل عبر المجموعة الواحدة. وتعدّ العناصر ذات الكهروسالبية المنخفضة عوامل مختزلة قوية، والعناصر ذات الكهروسالبية المرتفعة عوامل مؤكسدة قوية.

توقع أي العناصر يمكن أن تكون أقوى بوصفها عوامل مؤكسدة، وأيها أقوى بوصفها عوامل مختزلة؟

F: أقوى عامل مؤكسد.

108

Cs: أقوى عامل مختزل.

تفاعلات الأكسدة والاختزال تمثل المعادلة الآتية تفاعل أكسدة واختزال الألومنيوم والحديد.



حدّد المادة التي تأكسدت والمادة التي اختزلت في هذا التفاعل.

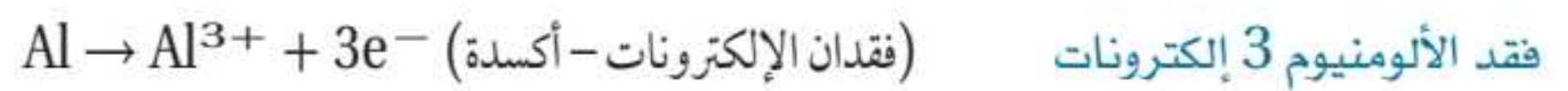
حدّد العامل المؤكسد والعامل المختزل.

1 تحليل المسألة

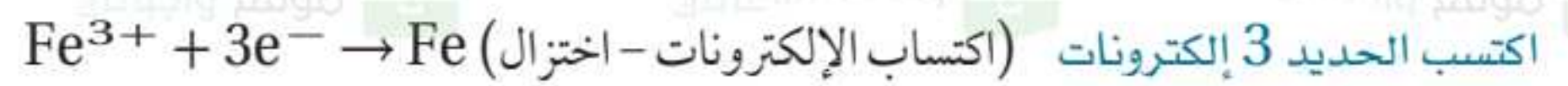
لقد أعطيت التفاعلات والنواتج في التفاعل، لذا عليك تحديد انتقال الإلكترونات الحاصل، ثم يمكنك تطبيق تعريف العامل المؤكسد والعامل المختزل للإجابة عن السؤال.

2 حساب المطلوب

حدّد عمليتي التأكسد والاختزال.



فقد الألومنيوم 3 إلكترونات وأصبح أيون الألومنيوم.



فقدتها الألومنيوم.

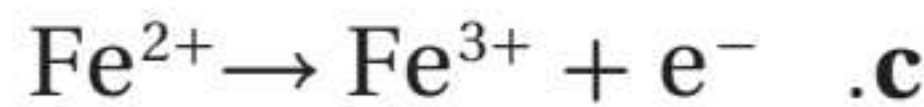
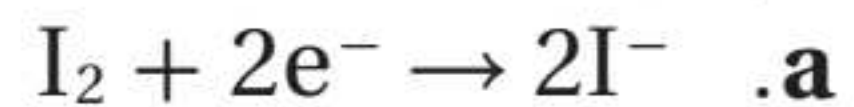
لأن الألومنيوم تأكسد لذا فهو العامل المختزل، ولأن الحديد اختزل لذا فهو العامل المؤكسد.

3 تقويم الإجابة

تأكسد الألومنيوم في هذه العملية بفقدته الإلكترونات، في حين اختزل الحديد واكتسب الإلكترونات، ومن ثم يتفق تعريف كل من الأكسدة والاختزال والعامل المؤكسد والعامل المختزل مع ما تقدم. لاحظ أن عدد تأكسد الأكسجين لم يتغير في هذا التفاعل؛ لذا لا يعدّ الأكسجين عاملاً مفتاحياً لحل المسألة.

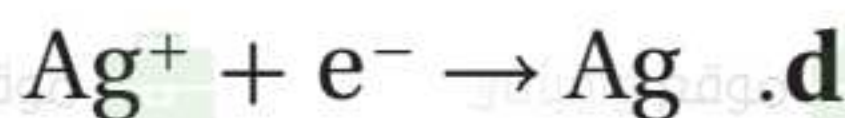
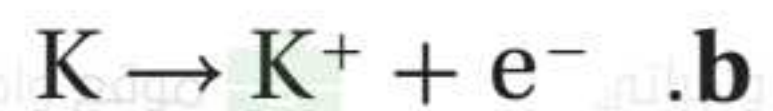
مسائل تدريبية

1. حدّد التغيرات، في كل مما يلي سواء أكانت أكسدة أم اختزالاً؟ وتذكر أن e^- هو رمز الإلكترون:



اختزال

أكسدة



أكسدة

اختزال

2. حدّد العناصر التي تأكسدت والعناصر التي اختزلت في العمليات الآتية:



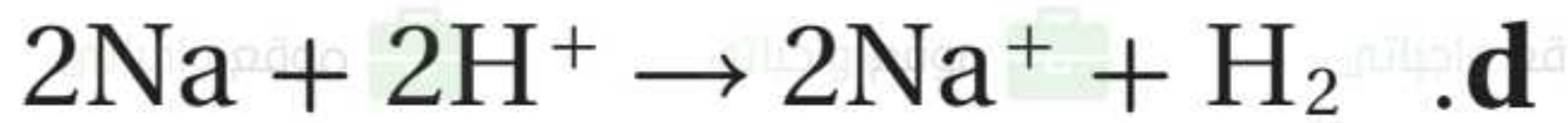
يتأكسد Br، في حين يُختزل Cl.



يتأكسد Ce، في حين يُختزل Cu^{2+} .

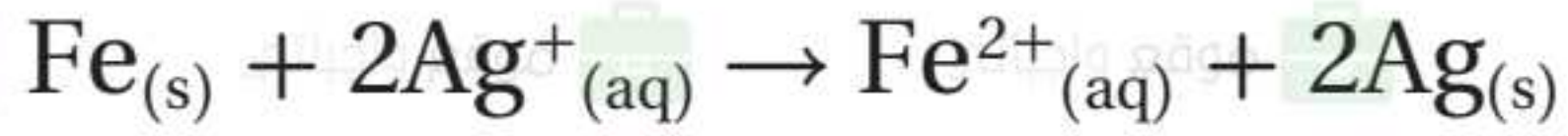


يتأكسد Zn، في حين يُختزل O_2 .



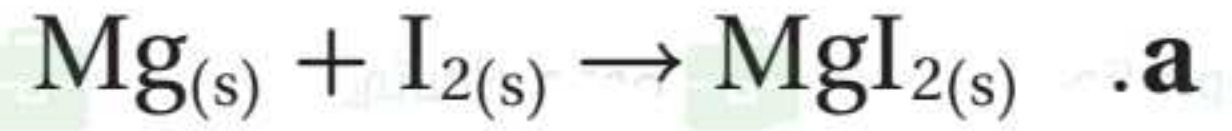
يتأكسد Na، في حين يُختزل H^+ .

3. حدّد العامل المؤكسد والعامل المختزل في التفاعل الآتي:

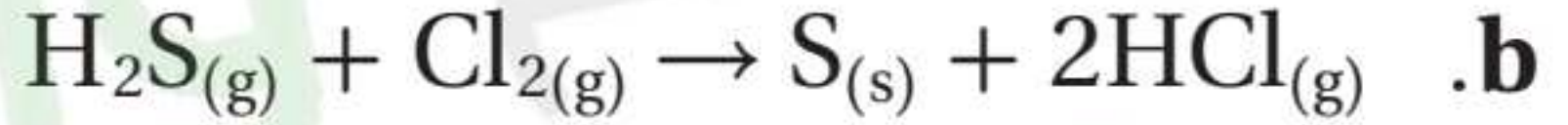


يُعدّ Ag^+ العامل المؤكسد، في حين يُعدّ Fe العامل المختزل.
لذا، تُختزل أيونات Ag^+ ، وتتأكسد ذرات Fe .

4. تحفيز حدد العامل المؤكسد والعامل المختزل في التفاعل الآتي:



يُعدّ I_2 العامل المؤكسد، في حين يُعدّ Mg العامل المختزل.



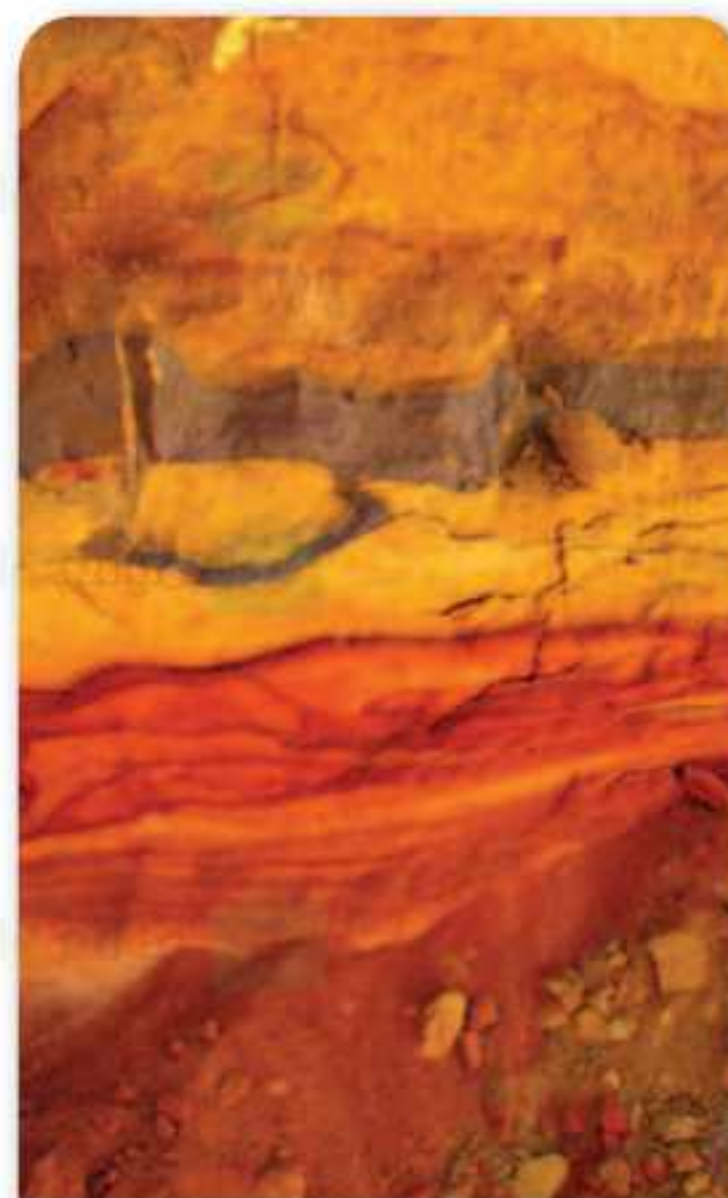
يُعدّ Cl_2 العامل المؤكسد، في حين يُعدّ H_2S العامل المختزل.

تحديد أعداد التأكسد

Determining Oxidation Numbers

لنفهم جميع أنواع تفاعلات الأكسدة والاختزال لا بد من تعرّف الطريقة التي يتم بها تحديد عدد التأكسد (n) لذرات العناصر الداخلة في التفاعل، ويلخص الجدول 3-2 القواعد التي يستعملها الكيميائيون لتسهيل عملية التحديد. لاحظ أن الجدول لا يتضمن العناصر الانتقالية وأشباه الفلزات واللافلزات التي قد يكون لها أكثر من عدد تأكسد في المركبات المختلفة. فعلى سبيل المثال للحديد أعداد تأكسد مختلفة يُستدل عليها من خلال الألوان الموضحة في الشكل 3-5.

الجدول 3-2 قواعد تحديد أعداد التأكسد للعناصر		
عدد التأكسد (n)	مثال	القاعدة
0	Na, O ₂ , Cl ₂ , H ₂	1. عدد تأكسد الذرة غير المتحدة يساوي صفرًا.
+2	Ca ²⁺	2. عدد تأكسد الأيون الأحادي الذرة يساوي شحنة الأيون.
-1	Br ⁻	
-3	NH ₃ في N	3. عدد تأكسد الذرة الأكثر كهروسالبية في الجزيء أو الأيون المعقد هو الشحنة نفسها التي سيكون عليها كما لو كان أيونًا.
-2	NO في O	
-1	LiF في F	4. عدد تأكسد العنصر الأكثر كهروسالبية (الفلور) هو دائمًا -1 عندما يرتبط بعنصر آخر.
-2	NO ₂ في O	5. عدد تأكسد الأكسجين في المركب دائمًا يساوي -2 ما عدا مركبات فوق الأكاسيد كما في المركب فوق أكسيد الهيدروجين H ₂ O ₂ ، حيث يساوي -1. وعندما يرتبط بالفلور العنصر الوحيد الذي له كهروسالبية أعلى من الأكسجين يكون عدد تأكسده موجبًا.
+2	OF ₂ في O	
-1	NaH في H	6. عدد تأكسد الهيدروجين في معظم مركباته يساوي +1 ما عدا الهيدريدات فيساوي -1.
+1	K	7. عدد تأكسد فلزات المجموعتين الأولى والثانية والألمنيوم يساوي عدد إلكترونات المدار الخارجي.
+2	Ca	
+3	Al	
(+2) + 2(-1) = 0	CaBr ₂	8. مجموع أعداد التأكسد في المركبات المتعادلة يساوي صفرًا.
(+4) + 3(-2) = -2	SO ₃ ²⁻	9. مجموع أعداد التأكسد للمجموعات الذرية يساوي شحنة المجموعة.



الشكل 3-5 صخر يوضح طبقات من الحديد ناتجة عن الاختلاف في حالة تأكسد الحديد.



تجربة عملية

ميل الفلزات إلى فقد الإلكترونات

ارجع إلى دليل التجارب العملية على منصة عين الإثرائية

تحديد أعداد التأكسد استعمل قواعد تحديد أعداد التأكسد لحساب عدد التأكسد لكل عنصر في مركب كلورات البوتاسيوم KClO_3 وفي أيون الكبريتيت SO_3^{2-} .

1 تحليل المسألة

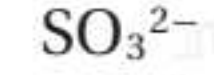
أعطيت أعداد التأكسد في قواعد تحديد أعداد التأكسد لكل من الأكسجين والبوتاسيوم، وأعطيت الشحنة الكلية للأيون أو المركب. استخدم هذه المعلومات، وطبق القواعد، وحدد عدد التأكسد لكل من الكلور والكبريت (اجعل n عدد التأكسد للعنصر في السؤال).

المطلوب

$$n_{\text{Cl}} = ?$$

$$n_{\text{S}} = ?$$

المعطيات



$$n_{\text{O}} = -2$$

$$n_{\text{K}} = +1$$

2 حساب المطلوب

يُبين أعداد التأكسد لكل من العناصر المعروفة، واجعل مجموع أعداد التأكسد للعناصر في المركب أو الأيون مساوية للصفر أو لشحنة الأيون، ثم جد القيمة المجهولة من أعداد التأكسد.

$$(n_{\text{K}}) + (n_{\text{Cl}}) + 3(n_{\text{O}}) = 0$$

$$(+1) + (n_{\text{Cl}}) + 3(-2) = 0$$

$$1 + n_{\text{Cl}} + (-6) = 0$$

$$n_{\text{Cl}} = +5$$

$$(n_{\text{S}}) + 3(n_{\text{O}}) = -2$$

$$(n_{\text{S}}) + 3(-2) = -2$$

$$n_{\text{S}} + (-6) = -2$$

$$n_{\text{S}} = +4$$

مجموع أعداد التأكسد للمركب المتعادل هو صفر.

ولفلزات المجموعة الأولى يكون $n = +1$.

$$n_{\text{K}} = +1, n_{\text{O}} = -2$$

جد قيمة n_{Cl} .

مجموع أعداد التأكسد للأيون المتعدد الذرات يساوي شحنة الأيون.

$$n_{\text{O}} = -2$$

جد قيمة n_{S} .

3 تقويم الإجابة

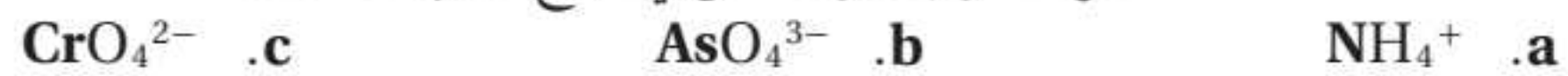
لقد طُبِّقت قواعد حساب أعداد التأكسد تطبيقاً صحيحاً. فجميع أعداد التأكسد لكل عنصر أخذت القيمة الصحيحة لها.

مسائل تدريبية

5. حدّد عدد التأكسد للعنصر المكتوب بلون داكن في الصيغ الجزيئية الآتية:



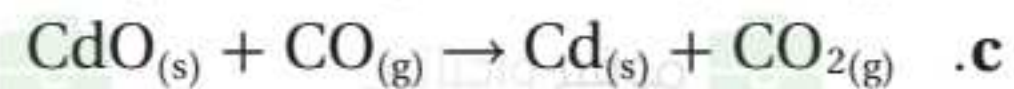
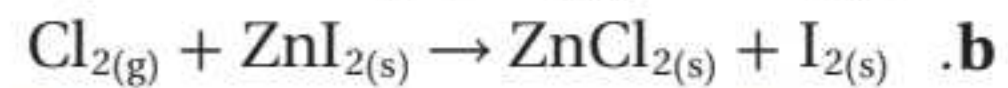
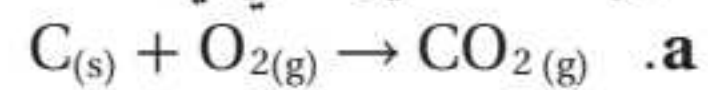
6. حدّد عدد التأكسد للعنصر المكتوب بلون داكن في صيغ الأيونات الآتية:



7. حدّد عدد التأكسد للنيتروجين في الجزيئات الآتية:



8. تخفّيز حدّد التغير الكلي في عدد تأكسد كل من العناصر في معادلات الأكسدة والاختزال الآتية:



5. حدّد عدد التأكسد للعنصر المكتوب بلون داكن في الصيغ الجزيئية الآتية:

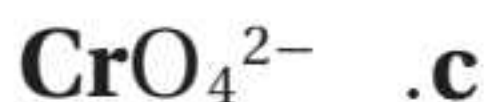
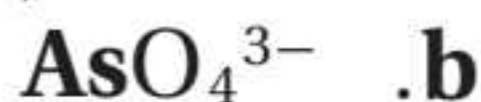
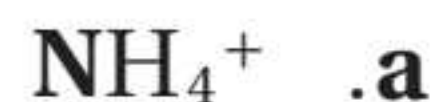


+7

+5

+3

6. حدّد عدد التأكسد للعنصر المكتوب بلون داكن في صيغ الأيونات الآتية:

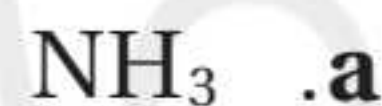


-3

+5

+6

7. حدّد عدد التأكسد للنيتروجين في الجزيئات الآتية:



-3

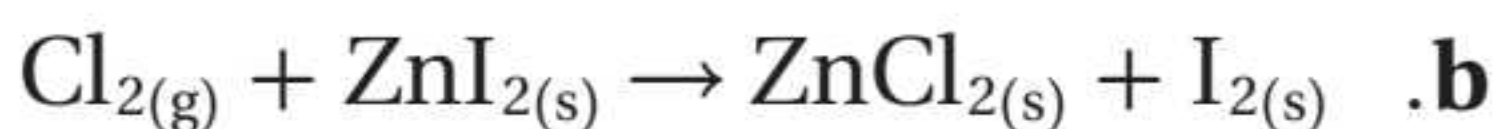
-3

-2

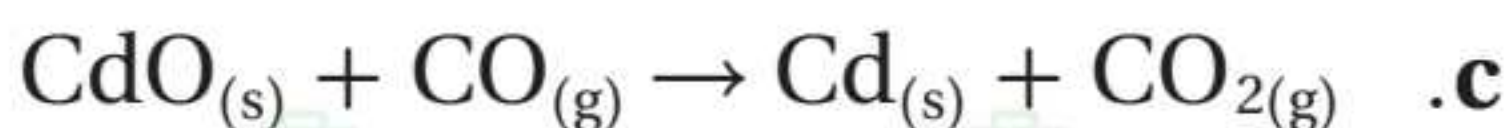
8. تحفيز حدّد التغير الكلي في عدد تأكسد كلّ من العناصر في معادلات الأكسدة والاختزال الآتية:



C، +4، 0، -2



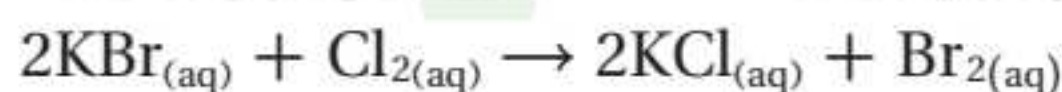
I، +1، Cl، -1، Zn، لا تغيير



C، +2، Cd، -2، 0، لا تغيير

أعداد التأكسد في تفاعلات الأكسدة والاختزال Oxidation Numbers in Redox Reactions

بعد أن درست أعداد التأكسد عليك أن تكون قادرًا على الربط بين تفاعلات الأكسدة والاختزال والتغير في عدد التأكسد. وبالرجوع إلى معادلة التفاعل الذي شاهدته في بداية الدرس وهو استبدال البروم بالكلور Cl_2 في محلول بروميد البوتاسيوم KBr .



ابدأ أولاً بتحديد عدد التأكسد لجميع العناصر في المعادلة الموزونة مستخدماً الجدول 3-3، ثم راجع التغيرات كما هو موضح في المعادلة أدناه.



ستلاحظ أن عدد تأكسد البروم قد تغير من -1 إلى صفر، بزيادة مقدارها 1. وقد تغير في الوقت نفسه عدد تأكسد الكلور من صفر إلى -1؛ أي قل بمقدار 1؛ لذا اختزل الكلور وتأكسد البروم. عندما تتأكسد الذرة يزيد عدد التأكسد، وعندما تختزل يقل عدد التأكسد. لاحظ أنه ليس هناك تغير في عدد تأكسد البوتاسيوم؛ لأن أيون البوتاسيوم لا يشترك في التفاعل؛ لذا يعد أيوناً متفرجاً.

الجدول 3-3 أعداد التأكسد لبعض العناصر					
عدد التأكسد	+1	+2	+3	-1	-2
الألمنيوم			×		
الباريوم		×			
البروم				×	
الكاديوم		×			
الكالسيوم		×			
السيزيوم	×				
الكلور				×	
الفلور				×	
الهيدروجين	×			×	
اليود				×	
الليثيوم	×				
الماغنسيوم		×			
الأكسجين					×
البوتاسيوم	×				
الصوديوم	×				
الفضة	×				
الإستراتشيوم		×			

التقويم 3-1

الخلاصة

- تتضمن تفاعلات الأكسدة والاختزال انتقال الإلكترونات من ذرة إلى أخرى.
- عندما تختزل ذرة أو أيون يقل عدد تأكسدها، وعندما تتأكسد ذرة أو أيون يزداد عدد تأكسدها.
- في تفاعلات الأكسدة والاختزال التي تتضمن مركبات جزيئية وأيونات متعددة الذرات بروابط تساهمية، فالذرات الأعلى كهروسالبية تختزل، في حين تتأكسد الذرات ذات الكهروسالبية الأقل.

9. **الفكرة الرئيسية** فسر لماذا يجب أن يحدث تفاعلاً الأكسدة والاختزال دائماً معاً؟
10. **صف** دور كل من العوامل المؤكسدة والمختزلة في تفاعلات الأكسدة والاختزال. وكيف يتغير كل منهما في التفاعل؟
11. **اكتب** معادلة تفاعل فلز الحديد مع حمض الهيدروبروميك لتكوين بروميد الحديد III وغاز الهيدروجين. ثم حدد التغير الكلي في عدد تأكسد العنصر الذي اختزل والعنصر الذي تأكسد.
12. **حدد** عدد التأكسد للعنصر الذي يظهر باللون الداكن في المركبات الآتية:
a. HNO_3 .b. Ca_3N_2 .c. Sb_2O_5 .d. CuWO_4
13. **حدد** عدد التأكسد للعنصر الذي يظهر باللون الداكن في الأيونات الآتية:
a. IO_4^- .b. MnO_4^- .c. $\text{B}_4\text{O}_7^{2-}$.d. NH_2^-
14. **الرسم البياني واستعماله** تعدّ الفلزات القلوية عوامل مختزلة قوية. ارسم رسماً بيانياً توضح فيه كيف تزداد أو تقل قابلية الفلزات القلوية للاختزال كلما اتجهنا أسفل المجموعة ابتداءً من الصوديوم حتى الفرانسيوم.

9. **الفكرة الرئيسية** فسّر لماذا يجب أن يحدث تفاعلاً الأكسدة والاختزال دائماً معاً؟

إذا فقدت ذرة إلكترون فلا بُدّ من وجود مادة أخرى تكتسب الإلكترون المفقود.

10. صف دور كل من العوامل المؤكسدة والمختزلة في تفاعلات الأكسدة والاختزال. وكيف يتغير كل منهما في التفاعل؟

يؤدي العامل المؤكسد إلى تأكسد عامل آخر، وذلك بانتزاع الإلكترونات منه، أما العامل المختزل فيختزل المادة الأخرى بمنحها إلكترونات.

11. اكتب معادلة تفاعل فلز الحديد مع حمض الهيدروبروميك لتكوين بروميد الحديد III وغاز الهيدروجين. ثم حدّد التغير الكلي في عدد تأكسد العنصر الذي اختزل والعنصر الذي تأكسد.



يتأكسد Fe، ويختزل H.

12. حدّد عدد التأكسد للعنصر الذي يظهر باللون الداكن في المركبات الآتية:

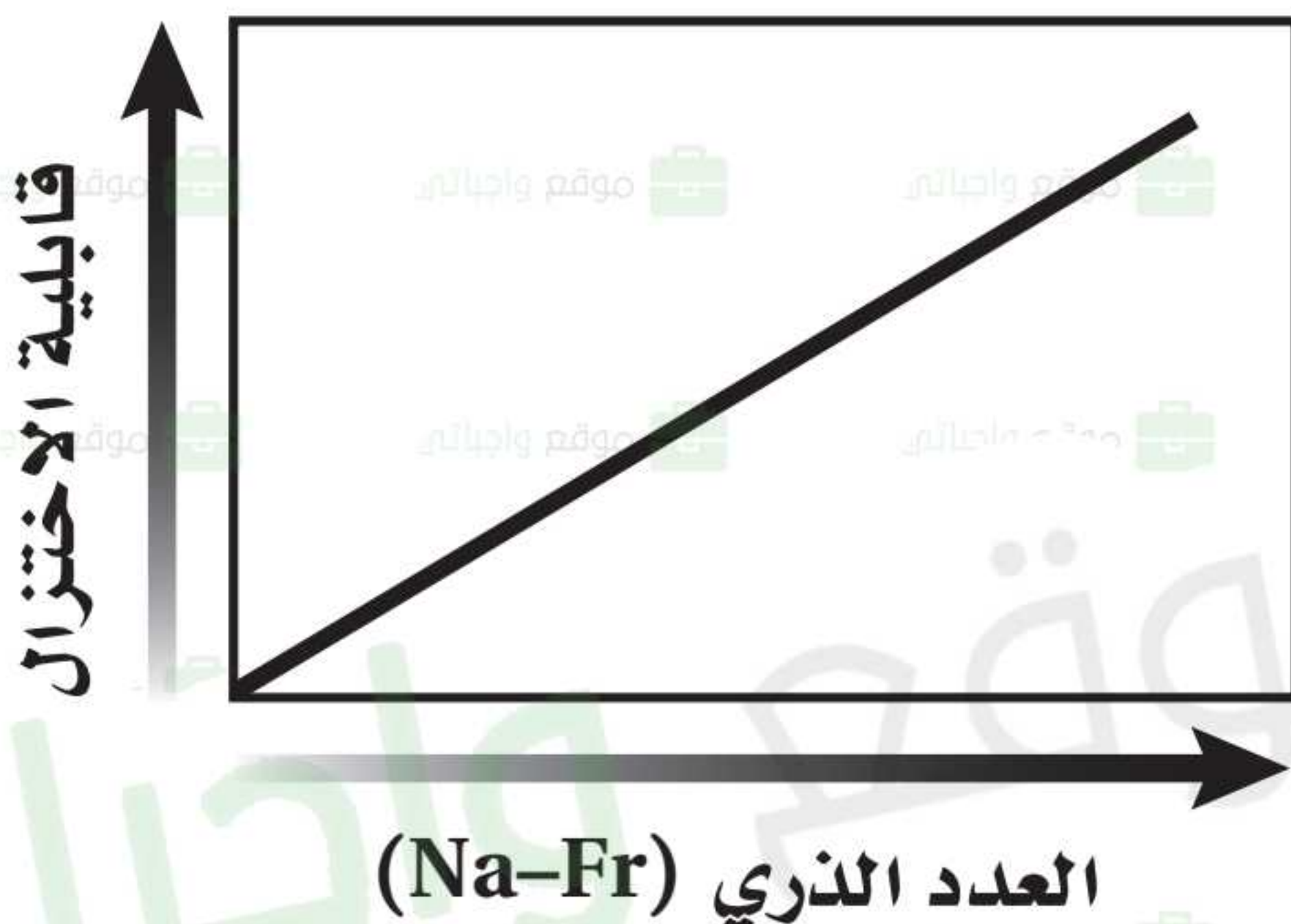


13. حدّد عدد التأكسد للعنصر الذي يظهر باللون الداكن في الأيونات الآتية:



14. **الرسم البياني واستعماله** تعدُّ الفلزات القلوية عوامل مختزلة قوية. ارسم رسماً بيانياً توضح فيه كيف تزداد أو تقل قابلية الفلزات القلوية للاختزال كلما اتجهنا أسفل المجموعة ابتداءً من الصوديوم حتى الفرانسيوم.

الفلزات القلوية



بصورة عامة، عندما نتجه من أعلى إلى أسفل في الجدول الدوري ضمن المجموعة الواحدة، يزداد الميل نحو فقد الإلكترونات، وبذلك تزداد قابلية الاختزال.

3-2

الأهداف

- تربط التغير في عدد التأكسد بانتقال الإلكترونات.
- تستعمل التغير في عدد الأكسدة لوزن معادلات الأكسدة والاختزال.
- تزن معادلة الأكسدة والاختزال الأيونية الكلية مستعملًا طريقة نصف التفاعل.

مراجعة المفردات

المعادلة الأيونية الكلية: معادلة أيونية تتضمن الجسيمات المشاركة في التفاعل فقط.

المفردات الجديدة

طريقة عدد التأكسد
نصف التفاعل

وزن معادلات الأكسدة والاختزال Balancing Redox Reactions

الفكرة الرئيسية تصبح معادلات الأكسدة والاختزال موزونة عندما تكون الزيادة الكلية في أعداد التأكسد مساوية لانخفاض الكلي في أعداد التأكسد للذرات الداخلة في التفاعل.

الربط مع الحياة عندما تفسد المواد الدهنية في الأطعمة، يقال إنها أصبحت حمضية؛ إذ تتكسر الجزيئات الكبيرة خلال تفاعلات الأكسدة والاختزال منتجة رائحة كريهة. وتعد المعادلة الخاصة بهذه العملية معقدة جدًا، ولكننا نستطيع وزنها باستعمال القواعد نفسها التي استعملناها في وزن المعادلات الأبسط.

طريقة عدد التأكسد The Oxidation-Number Method

يجب وزن المعادلات الكيميائية لتوضيح الكميات الصحيحة للمتفاعلات والنواتج. لذا ادرس المعادلات غير الموزونة الآتية للتفاعل الذي يحدث عندما يوضع النحاس في محلول مركز من حمض النيتريك، كما في الشكل 3-6. ينتج غاز بُني اللون هو ثاني أكسيد النيتروجين NO_2 من اختزال أيونات النترات NO_3^- ، أما المحلول الأزرق فينتج عن تأكسد النحاس Cu إلى أيون النحاس Cu^{2+} (II).



لاحظ أن الأكسجين يظهر فقط في مادة متفاعلة واحدة هي HNO_3 ، ولكنه يظهر في النواتج الثلاثة جميعها، أما النيتروجين فيظهر في HNO_3 وفي اثنين من النواتج. مثل معادلة الأكسدة والاختزال هذه التي يظهر فيها العنصر نفسه في عدة مواد متفاعلة ونواتج يصعب وزنها. وكما تعلم، فعندما تفقد الذرة الإلكترونات يزداد عدد تأكسدها، وعندما تكتسب الذرة الإلكترونات يقل عدد تأكسدها. ويجب أن يساوي عدد الإلكترونات المكتسبة عدد الإلكترونات المفقودة. ولذا يجب أن يكون مجموع الزيادة في عدد التأكسد مساويًا لمجموع الانخفاض في أعداد التأكسد للذرات المشتركة في التفاعل. وتسمى مثل هذه الطريقة طريقة عدد التأكسد، وتعتمد على المبادئ في الجدول 3-4.

الشكل 3-6 من الصعب أحيانًا وزن بعض المعادلات الكيميائية كما في تفاعلات الأكسدة والاختزال بين النحاس وحمض النيتريك؛ لأن العناصر تظهر أكثر من مرة في كل جهة من المعادلة.



طريقة عدد التأكسد

الجدول 3-4

1. حدّد أعداد التأكسد لجميع الذرات في المعادلة.
2. حدّد الذرات التي تأكسدت والذرات التي اختزلت.
3. حدّد التغير في عدد التأكسد للذرات التي تأكسدت والذرات التي اختزلت.
4. اجعل التغير في أعداد التأكسد متساويًا في القيمة؛ وذلك بضبط المعاملات في المعادلة.
5. استعمل الطريقة التقليدية في وزن المعادلة الكيميائية الكلية، إذا كان ذلك ضروريًا.

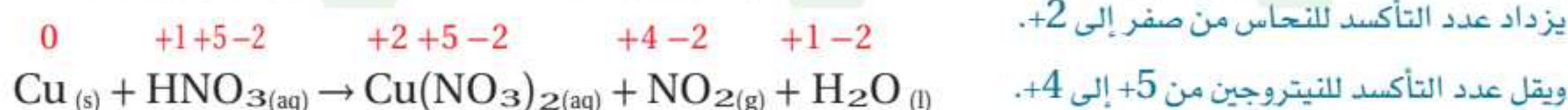
طريقة عدد التأكسد زن معادلة الأكسدة والاختزال الآتية: $\text{Cu}_{(s)} + \text{HNO}_{3(aq)} \rightarrow \text{Cu}(\text{NO}_3)_{2(aq)} + \text{NO}_{2(g)} + \text{H}_2\text{O}_{(l)}$

1 تحليل المسألة

استخدم قواعد تحديد عدد التأكسد، ويجب أن تتساوى زيادة عدد التأكسد للذرات المتأكسدة مع نقصان عدد التأكسد للذرات المختزلة. ثم اضبط المعاملات لوزن المعادلة.

2 حساب المطلوب

حدّد أعداد التأكسد للذرات كلها في المعادلة:



يزداد عدد التأكسد للنحاس من صفر إلى +2.

ويقل عدد التأكسد للنيتروجين من +5 إلى +4.

حدّد أعداد التأكسد للذرات كلها في المعادلة:

Cu تأكسدت N اختزلت H لم تتغير O لم تتغير N لم تتغير في أيون النترات NO_3^-

حدّد التغيرات في عدد التأكسد لجميع الذرات التي تأكسدت والذرات التي اختزلت.

تأكسد النحاس؛ لأنه خسر إلكترونات

اختزل النيتروجين؛ لأنه اكتسب إلكترونات

اجعل التغير في أعداد التأكسد متساوياً في القيمة؛ وذلك بضبط المعاملات في المعادلة:

لما كان التغير في عدد التأكسد لـ N هو -1، فإنه يجب إضافة المعامل 2

إلى الوزن. وهذا المعامل ينطبق على كل من HNO_3 و NO_2 .

استعمل الطريقة التقليدية في وزن بقية المعادلة:

يجب زيادة معامل HNO_3 من 2 إلى 4 لموازنة 4

ذرات نيتروجين في النواتج.

أضيف المعامل 2 إلى H_2O لموازنة 4 ذرات

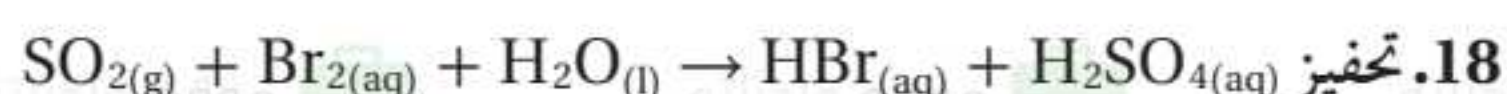
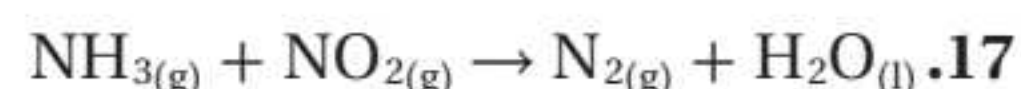
هيدروجين في الجهة اليسرى.

3 تقويم الإجابة

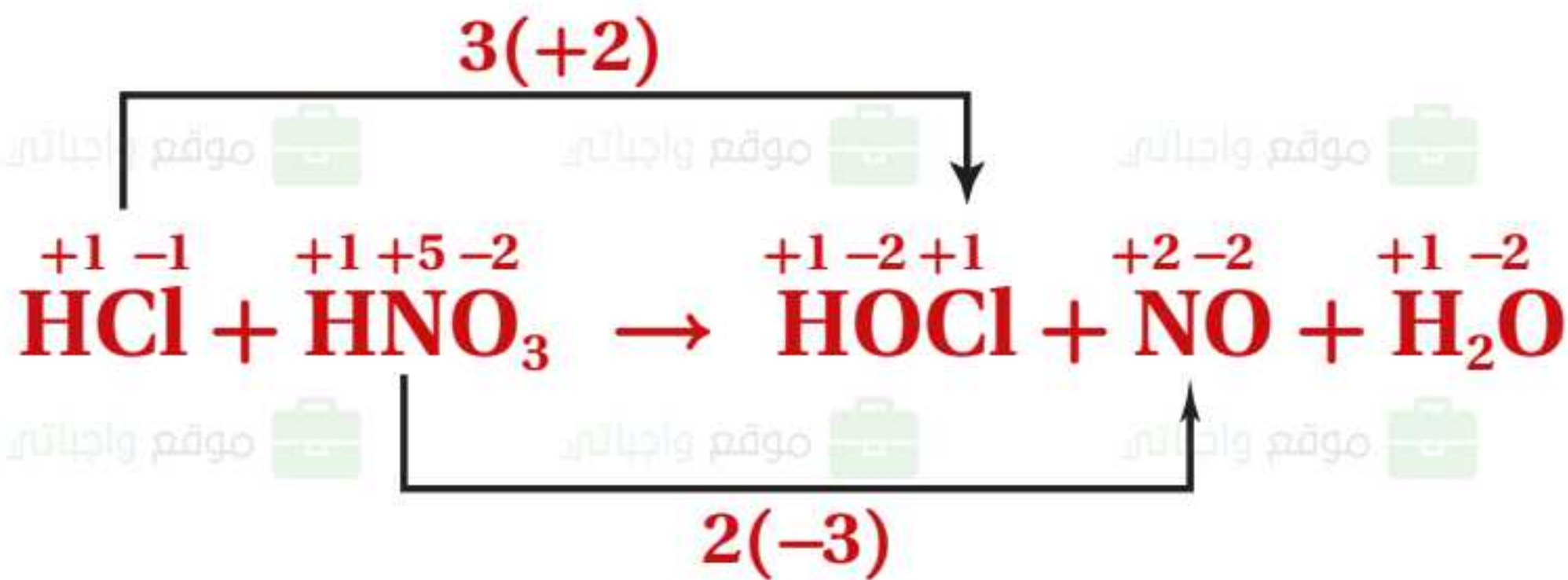
عدد ذرات كل عنصر متساوية على جانبي المعادلة.

مسائل تدريبية

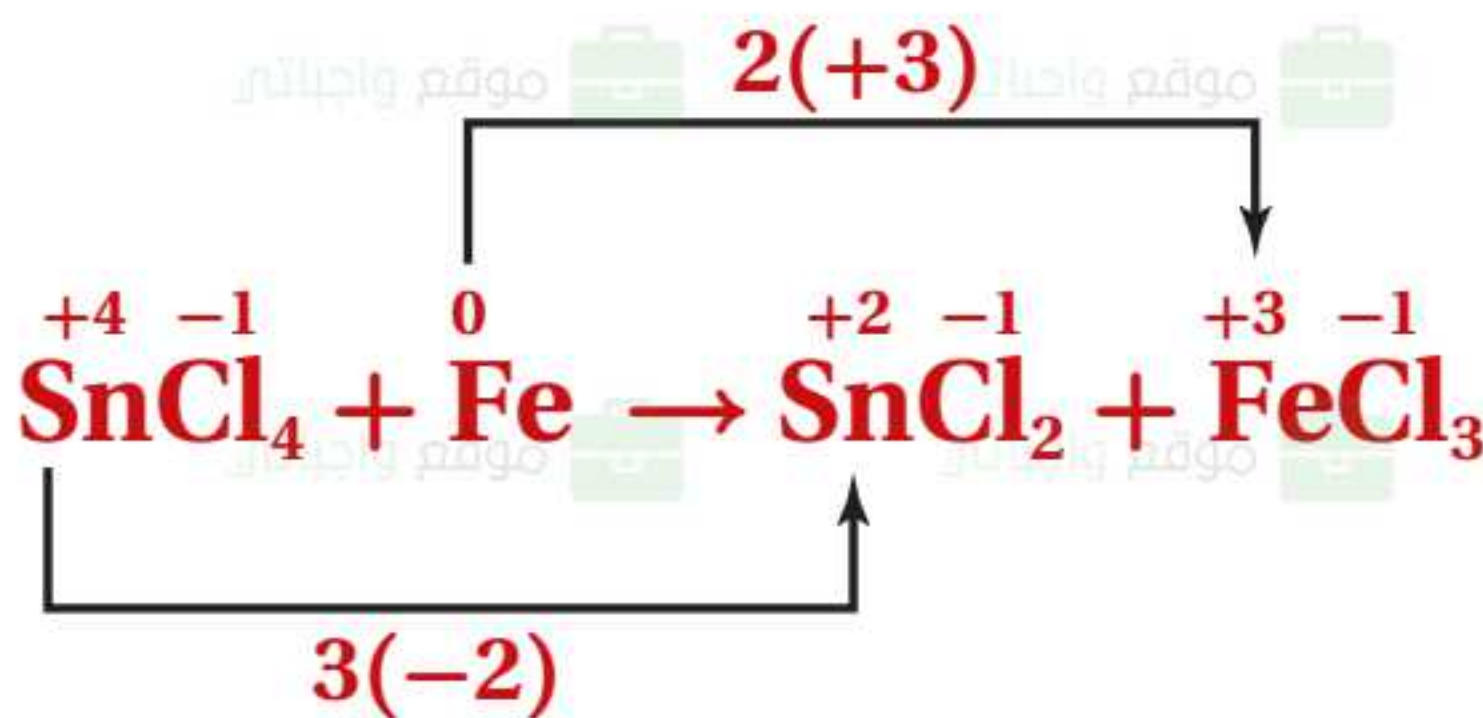
استعمل طريقة عدد التأكسد في وزن معادلات الأكسدة والاختزال الآتية:



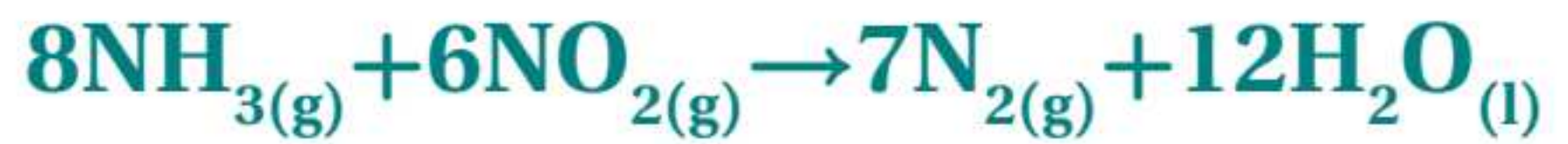
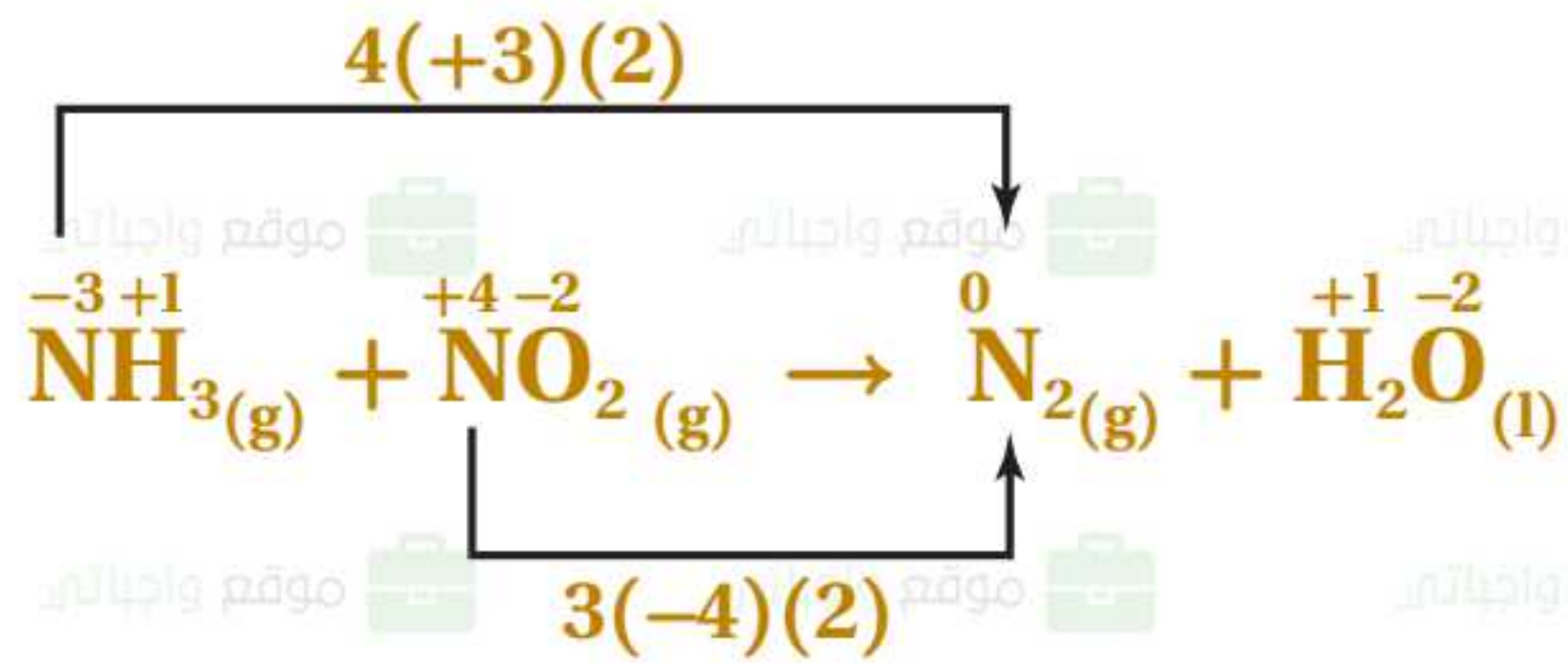
استعمل طريقة عدد التأكسد في وزن معادلات الأكسدة والاختزال الآتية:



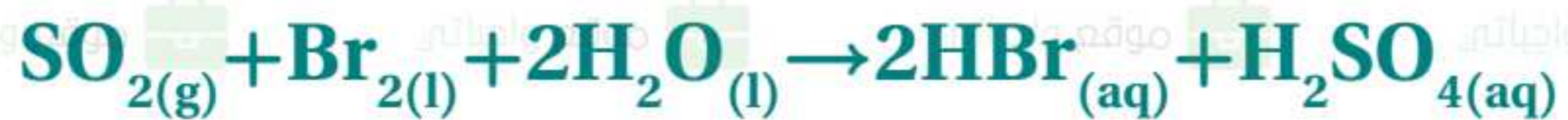
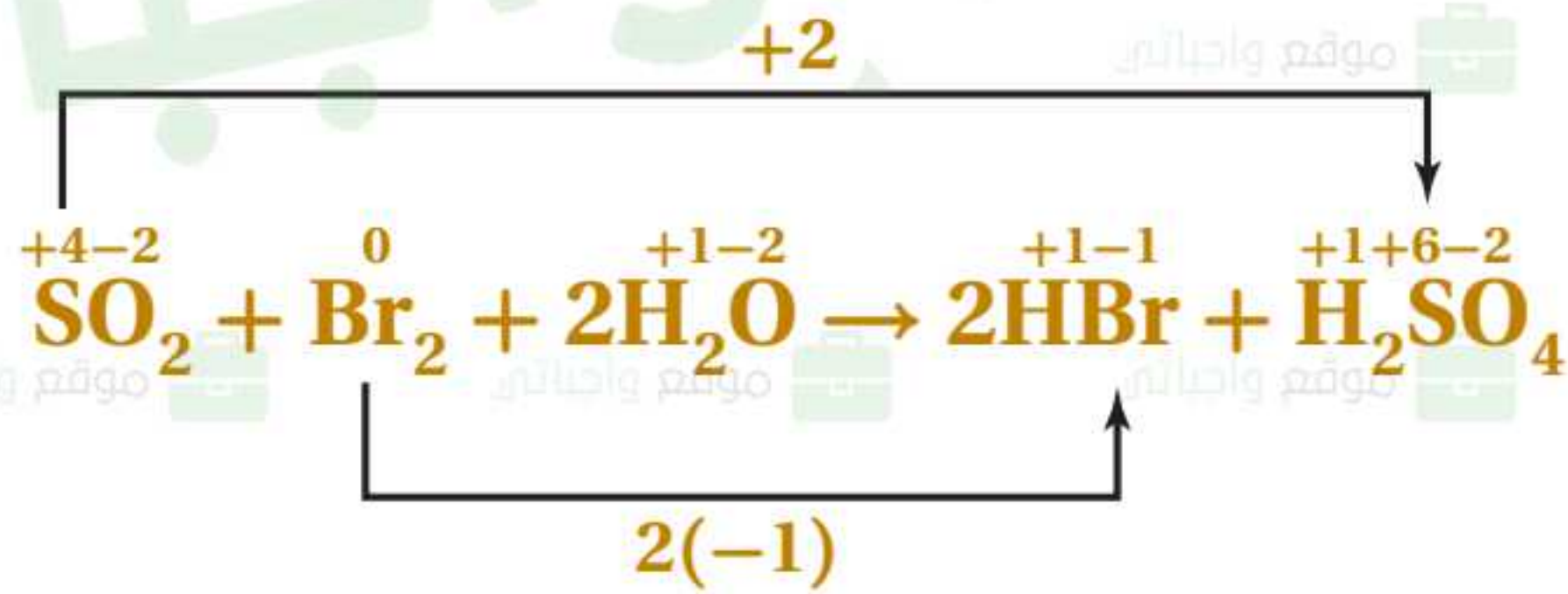
يزداد عدد التأكسد للكلور Cl من -1 إلى +1، في حين يقل عدد التأكسد للنيتروجين N من +5 إلى +2.



يزداد عدد التأكسد للحديد Fe من 0 إلى +3، في حين يقل عدد التأكسد للقصدير Sn من +4 إلى +2.



يزداد عدد التأكسد النيتروجين N من -3 إلى 0، في حين
يقل عدد التأكسد النيتروجين N من +4 إلى 0.



يزداد عدد التأكسد للكبريت S من +4 إلى +6، في حين
يقل عدد التأكسد للبروم Br من 0 إلى -1.

مختبر تحليل البيانات

* مبنية على بيانات واقعية

حل واستنتج

كيف تعمل تفاعلات الأكسدة والاختزال على إطلاق المكوك الفضائي؟ يكتسب المكوك الفضائي 72% تقريباً من قوة اندفاعه من صواريخ الإطلاق التي تستعمل الوقود الصلب خلال الدقيقتين الأوليين من عملية إطلاق الصاروخ، ويرتبط صاروخان على هيئة قلم الرصاص معاً من كلا الجانبين بخزان الهيدروجين السائل ووقود الأكسجين. ويحتوي كل صاروخ على 499,000 kg تقريباً من مزيج الدفع.

البيانات والملاحظات

مزيج الدفع في صواريخ الإسناد	
النسبة المئوية	المكونات
69.6	فوق كلورات الأمونيوم
16	ألومنيوم
0.4	المادة المحفزة
12.04	الأسمنت
1.96	معامل المعالجة

أخذت هذه البيانات من:

*Dumoulin, Jim. "Solid Rocket Boosters." NSTS Shuttle Reference Manual. 1988

التفكير الناقد

1. زن استعمل طريقة عدد التأكسد في وزن المعادلة الكيميائية لتفاعل صاروخ الإسناد.

$$\text{NH}_4\text{ClO}_{4(s)} + \text{Al}_{(s)} \rightarrow \text{Al}_2\text{O}_{3(s)} + \text{HCl}_{(g)} + \text{N}_{2(g)} + \text{H}_2\text{O}_{(g)}$$
2. حدّد أي العناصر تأكسدت، وأيها اختزلت؟
3. استدل ما مزايا استعمال تفاعل وقود الصواريخ الصلب (SRB) solid rocket boosters في الدقيقتين الأوليين من الإطلاق؟
4. احسب ما عدد مولات بخار الماء الناتجة عن تفاعل واحد من (SRB)؟

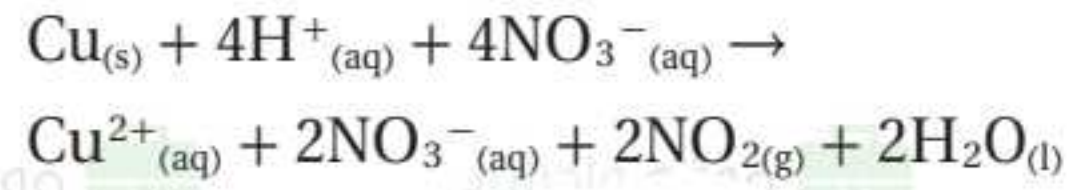
وزن معادلات الأكسدة والاختزال الأيونية الكلية

Balancing Net Ionic Redox Equations

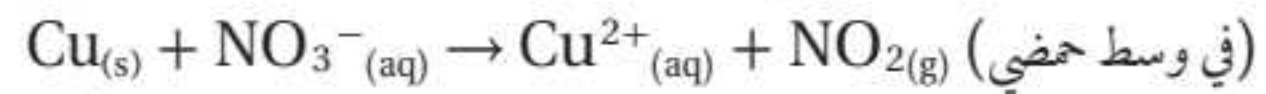
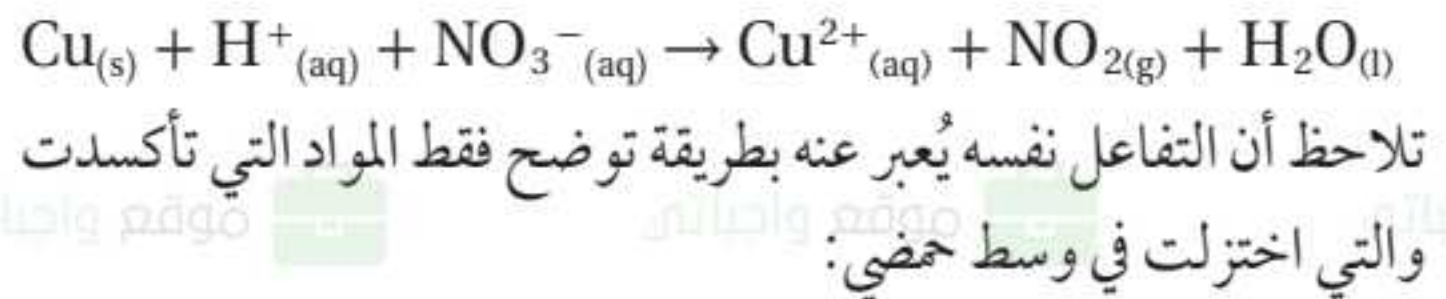
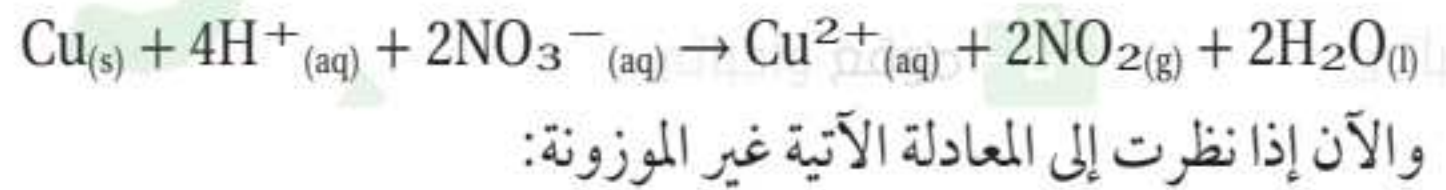
يفضل الكيميائيون في بعض الأحيان التعبير عن تفاعلات الأكسدة والاختزال بأبسط ما يمكن، كما في المعادلات التي توضح عمليات الأكسدة والاختزال فقط. وبالرجوع مجدداً إلى المعادلة الموزونة لتفاعل تأكسد النحاس في محلول حمض النيتريك:

$$\text{Cu}_{(s)} + 4\text{HNO}_{3(aq)} \rightarrow \text{Cu}(\text{NO}_3)_{2(aq)} + 2\text{NO}_{2(g)} + 2\text{H}_2\text{O}_{(l)}$$

 نلاحظ أن التفاعل يحدث في محلول مائي؛ لذا فإن HNO_3 ، وهو حمض قوي سوف يتأين كلياً، كما أن نترات النحاس $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ ستتفكك إلى أيونات؛ لذا يمكن كتابة المعادلة على النحو الآتي:

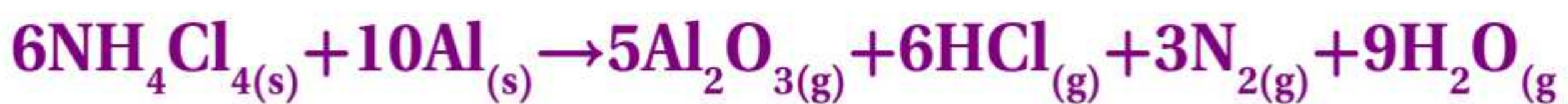
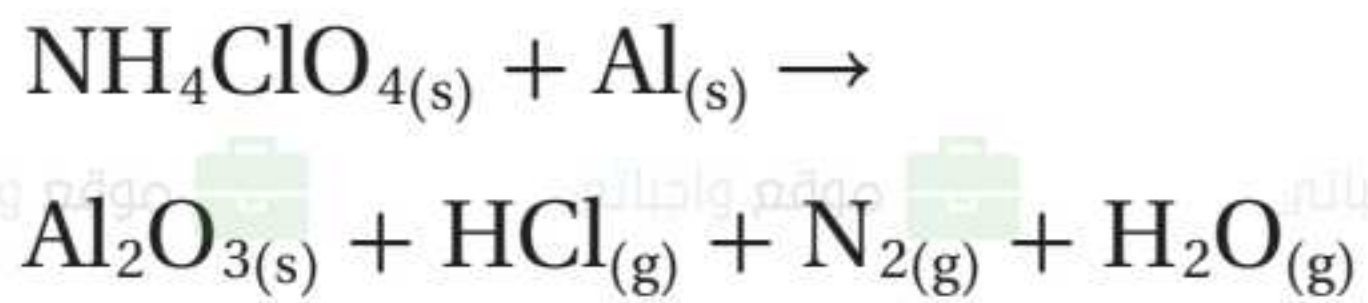


توجد أربعة أيونات من النترات في طرف المواد المتفاعلة؛ اثنان منها فقط قد تغيرا إلى ثاني أكسيد النيتروجين، وبقي الأيونان الآخران متفرجين، بحيث يمكن حذفهما من المعادلة. ولتبسيط الأمور، يكتب الكيميائيون أيونات الهيدروجين في صورة $\text{H}^+_{(aq)}$ مع الاتفاق على وجودها في صورة $\text{H}_3\text{O}^+_{(aq)}$. والآن يمكن كتابة المعادلة لبيان المواد المشتركة في التفاعل على النحو الآتي:



وفي هذه الحالة، تحذف أيونات الهيدروجين وجزيئات الماء لأن أيّاً منها لم يحدث لها أكسدة أو اختزال. وتوجد في المحلول أيونات الهيدروجين H^+ وجزيئات الماء بوفرة وتستطيع المشاركة في تفاعل الأكسدة والاختزال سواء في صورة متفاعلات أو نواتج. وتحدث بعض تفاعلات الأكسدة والاختزال فقط في المحاليل القاعدية، وعند وزن معادلات هذه التفاعلات يمكنك إضافة أيونات الهيدروكسيد OH^- وجزيئات الماء إلى طرفي المعادلة.

1. زن استعمال طريقة عدد التأكسد في وزن المعادلة الكيميائية لتفاعل صاروخ الإسناد.



2. حدّد أي العناصر تأكسدت، وأيها اختزلت؟

يتأكسد النيتروجين والألومنيوم، ويختزل الكلور.

3. استدل ما مزايا استعمال تفاعل وقود الصواريخ الصلب (SRB) solid rocket boosters في

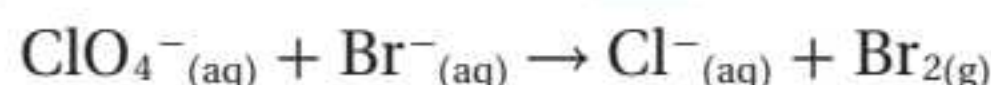
الدقيقتين الأوليين من الإطلاق؟

يمكن أن يوضع بكميات كبيرة في خزانات أكبر مما لو كان في حالة أخرى كالمسائلة مثلاً. وبعد أن يُحرق المقدار الضخم من الوقود يتم التخلص من خزاناته الثقيلة، لذا تصبح المركبة أخف.

4. احسب ما عدد مولات بخار الماء الناتجة عن تفاعل واحد من (SRB)؟

$$4.16 \times 10^6 \text{ mol H}_2\text{O}$$

وزن معادلة الأكسدة والاختزال الأيونية الكلية زن معادلة الأكسدة والاختزال الآتية:

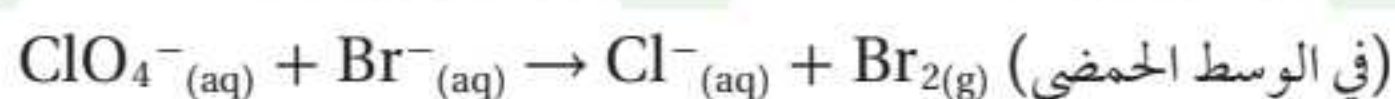


1 تحليل المسألة

استعمل قواعد تحديد عدد التأكسد. يجب أن تتساوى الزيادة في عدد التأكسد للذرات التي تأكسدت مع النقصان في عدد التأكسد للذرات التي اختزلت. يحدث التفاعل في وسط حمضي، اضبط المعاملات لوزن التفاعل.

2 حساب المطلوب

حدّد أعداد التأكسد لجميع الذرات في المعادلة.



استعمل القواعد في الجدول 3-2

حدّد الذرات التي اختزلت والذرات التي تأكسدت.

Br تأكسدت

ازداد عدد تأكسد البروم من -1 إلى الصفر

Cl اختزلت

نقص عدد تأكسد الكلور من +7 إلى -1.

حدّد التغير في عدد التأكسد للذرات التي تأكسدت والذرات التي اختزلت. التغير في عدد التأكسد:

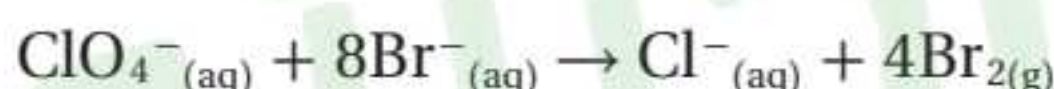
التغير في عدد تأكسد Br = +1

ازداد عدد تأكسد البروم من -1 إلى الصفر

التغير في عدد تأكسد Cl = -8

نقص عدد تأكسد الكلور من +7 إلى -1.

اجعل التغير في قيم عدد التأكسد متساوياً، وذلك بضبط معاملات المعادلة:

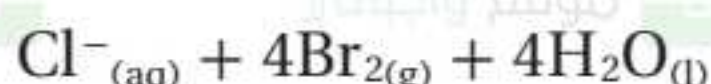
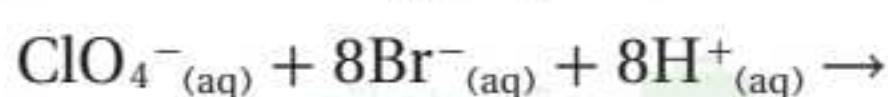


بما أن التغير في عدد التأكسد لـ Br هو +1؛ لذا يجب أن تضيف المعامل

8 لوزن المعادلة الكيميائية. 4Br_2 تمثل 8 ذرات Br لوزن 8Br - في

الجانب الأيسر.

أضف عدداً كافياً من أيونات الهيدروجين وجزئيات الماء إلى المعادلة؛ لوزن ذرات الأكسجين على طرفي المعادلة:



بما أنك تعرف أن التفاعل يتم في وسط حمضي، يمكنك

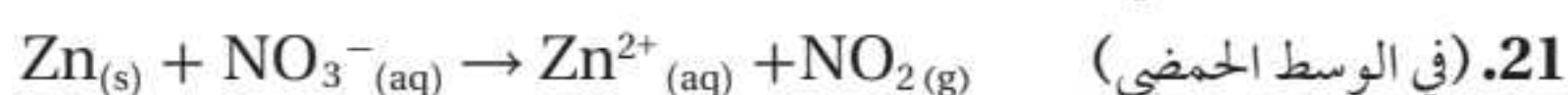
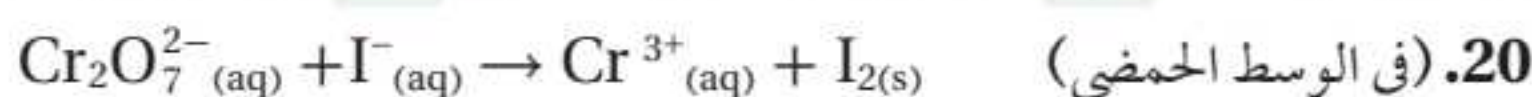
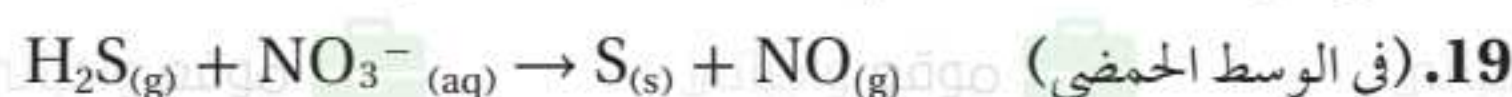
إضافة أيونات الهيدروجين H^+ إلى طرفي المعادلة.

3 تقويم الإجابة

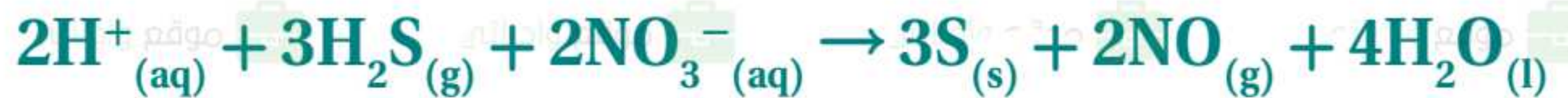
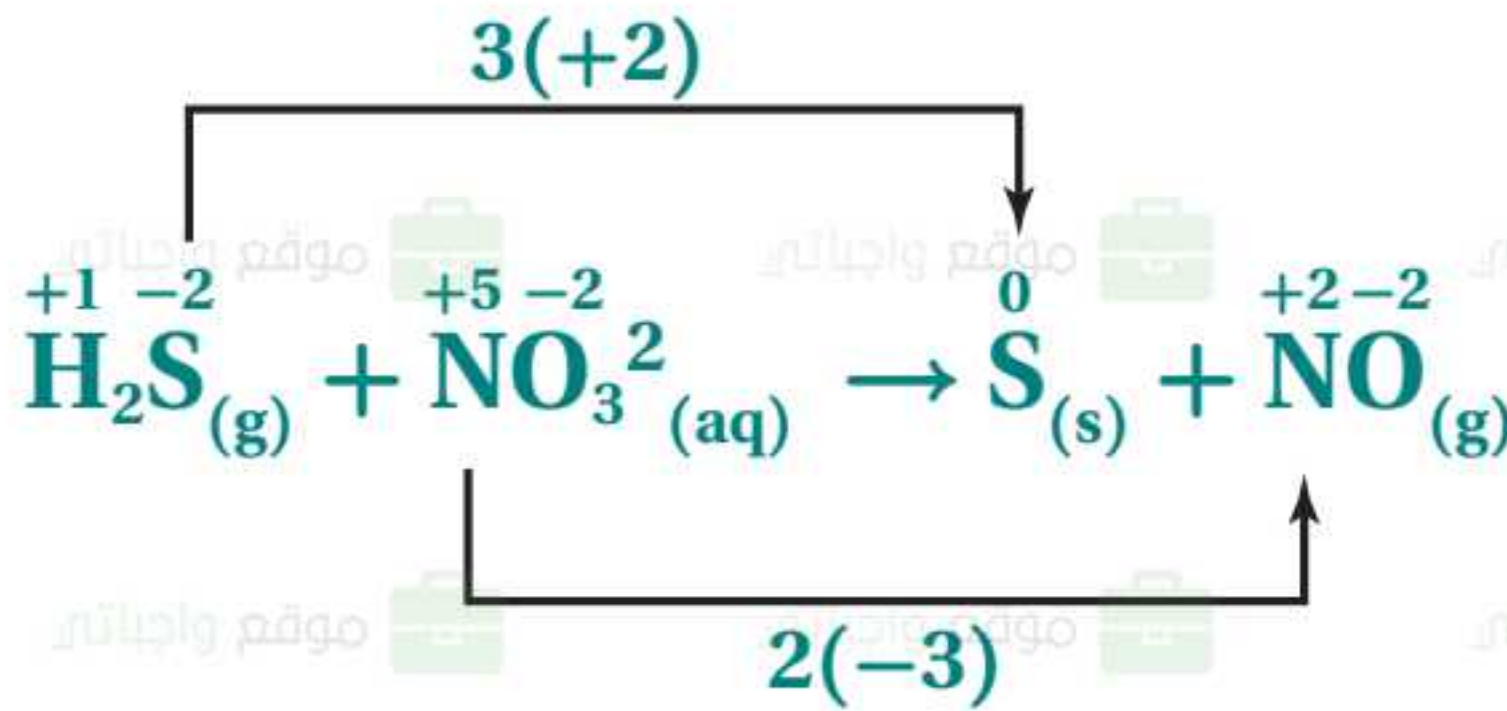
عددا ذرات كل عنصر متساويان في كلا طرفي المعادلة. وكما في المعادلة الأيونية فإن الشحنة الكلية في الطرف الأيمن تساوي الشحنة الكلية في الطرف الأيسر.

مسائل تدريبية

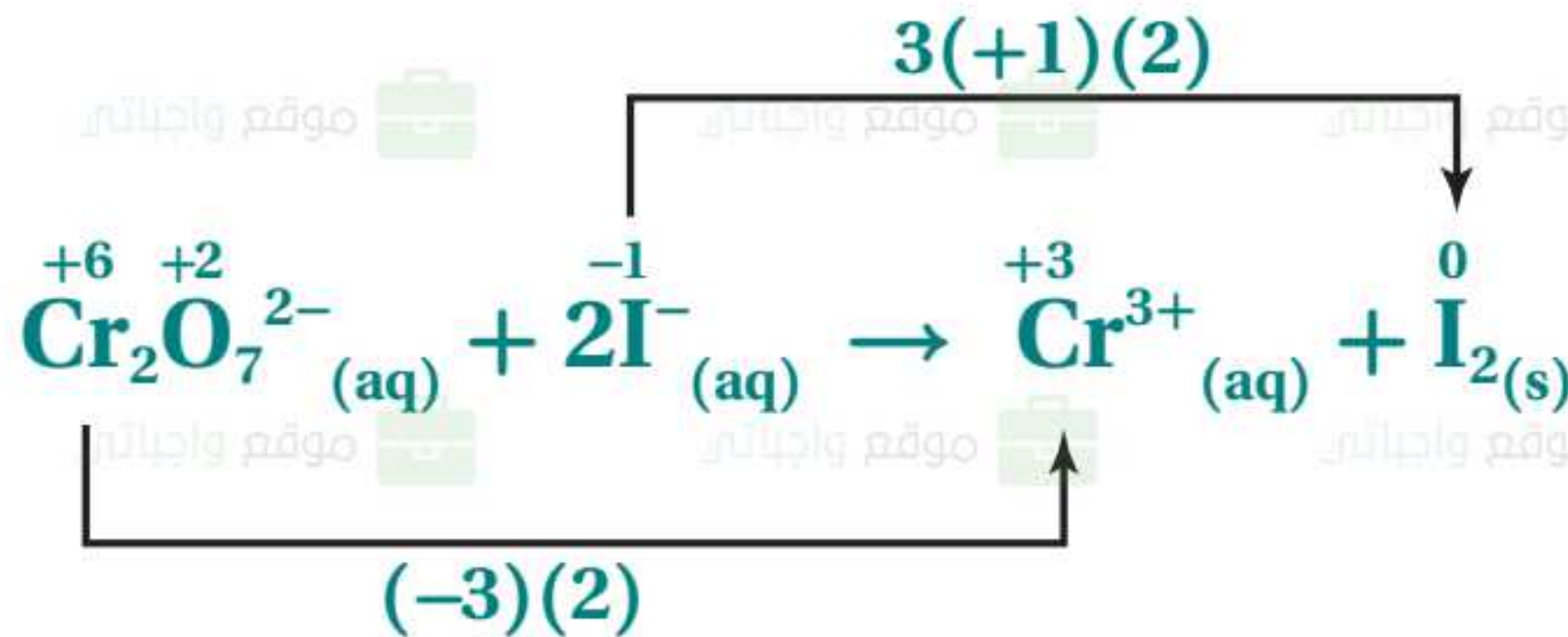
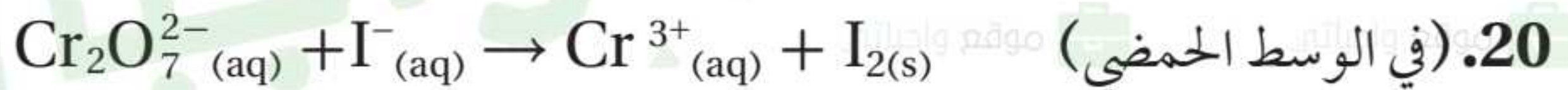
استعمل طريقة عدد التأكسد في وزن المعادلات الأيونية الكلية الآتية:



استعمل طريقة عدد التأكسد في وزن المعادلات الأيونية الكلية الآتية:

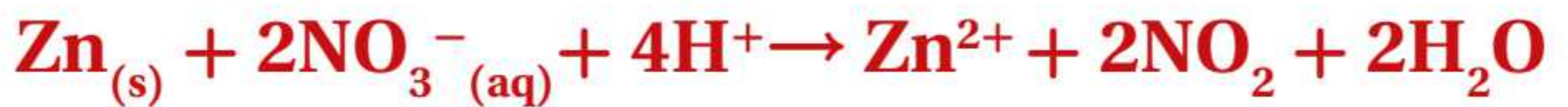
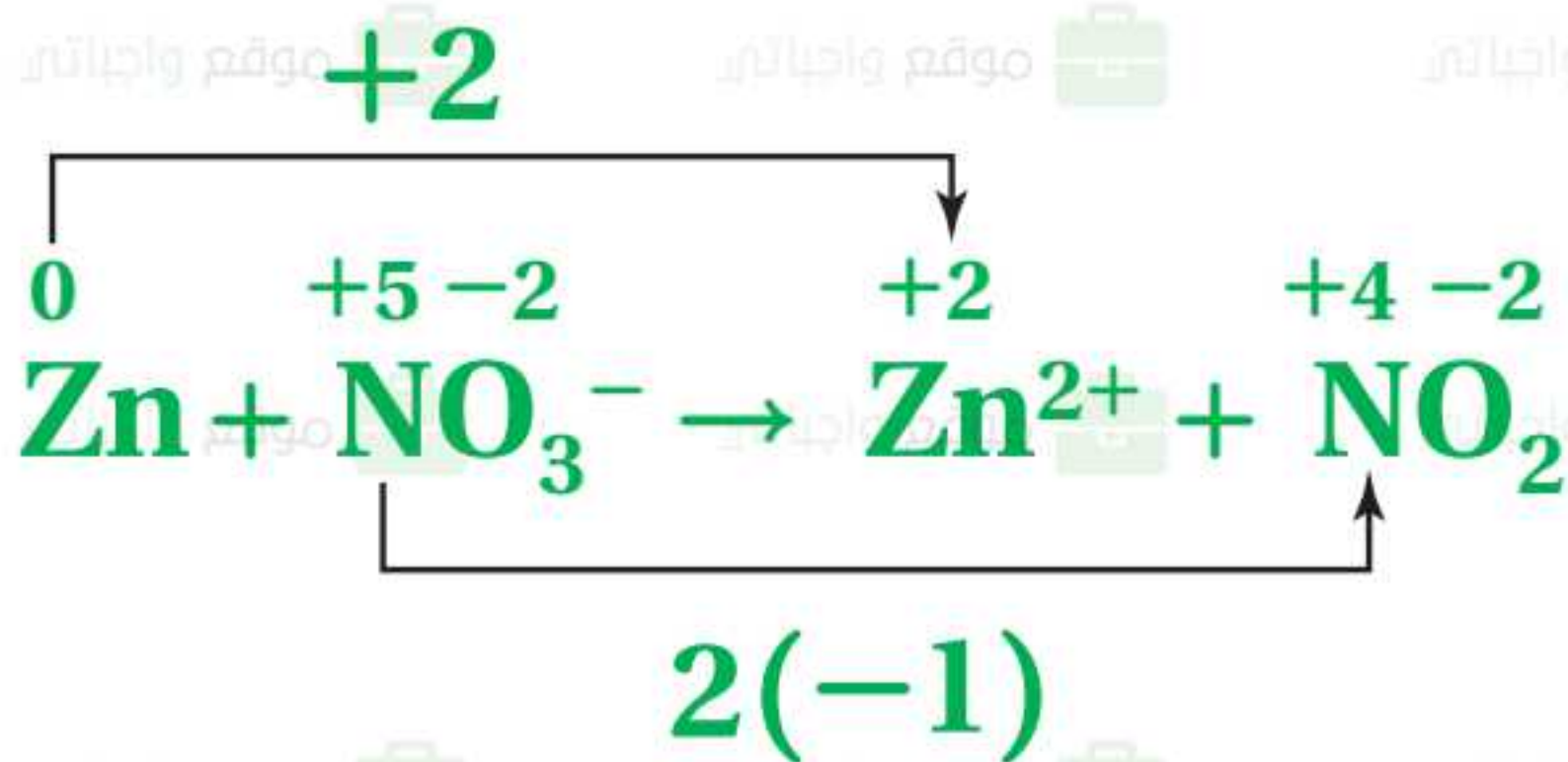


يزداد عدد التأكسد للكبريت S من -2 إلى 0، في حين يقل عدد التأكسد للنيتروجين N من +5 إلى +2.



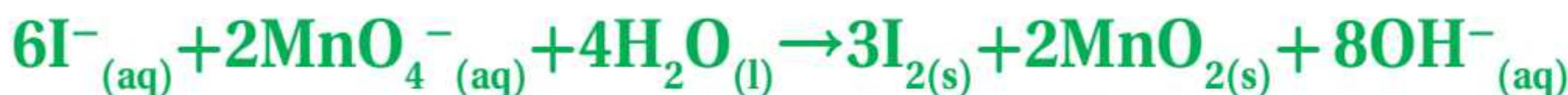
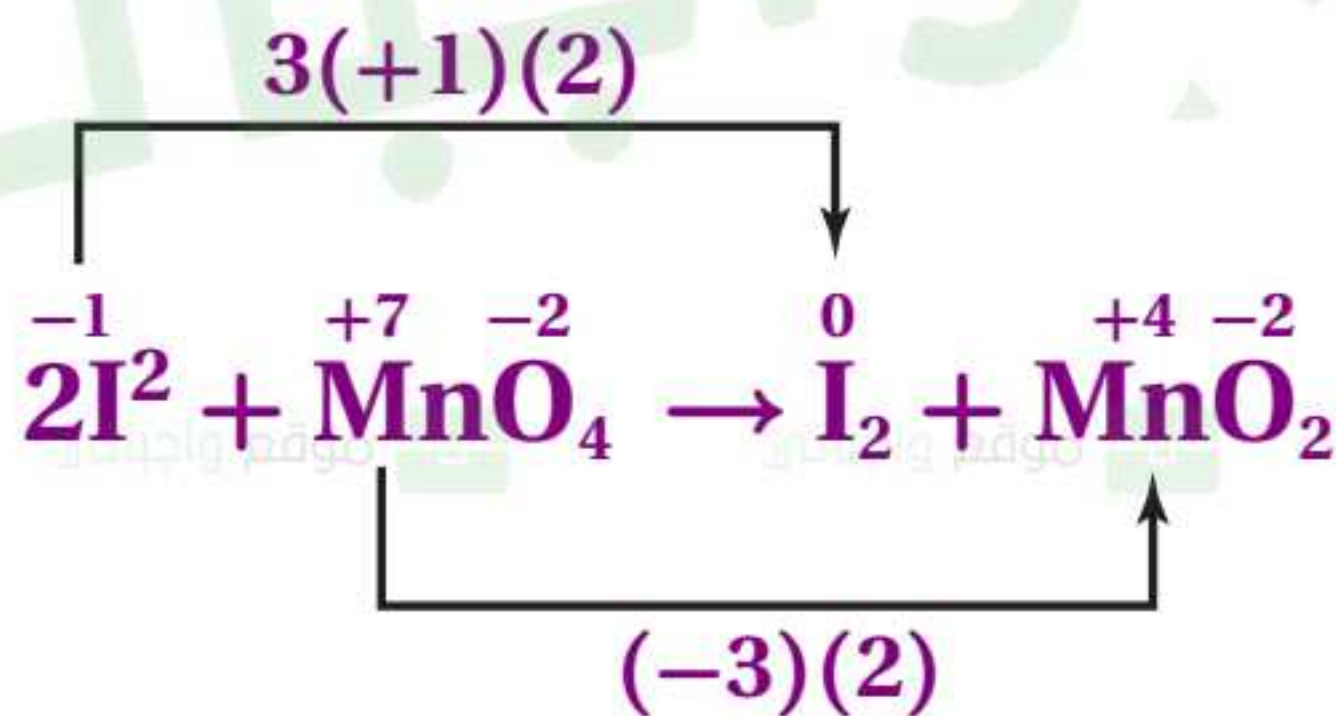
يزداد عدد التأكسد لليود I من -1 إلى 0، في حين يقل عدد التأكسد للكروم Cr من +6 إلى +3.

21. (في الوسط الحمضي) $\text{Zn}_{(s)} + \text{NO}_3^{-}(\text{aq}) \rightarrow \text{Zn}^{2+}(\text{aq}) + \text{NO}_2(\text{g})$



يزداد عدد التأكسد للخارصين Zn من 0 إلى +2، في حين يقل عدد التأكسد للنيتروجين N من +5 إلى +4.

22. تحفيز: (في الوسط القاعدي) $\text{I}^{-}(\text{aq}) + \text{MnO}_4^{-}(\text{aq}) \rightarrow \text{I}_{2(\text{s})} + \text{MnO}_{2(\text{s})}$



يزداد عدد التأكسد لليود I من -1 إلى 0، في حين يقل عدد التأكسد للمنجنيز Mn من +7 إلى +4.



الشكل 3-7 تُصدر بعض الكائنات الحية ضوءاً لأهداف مختلفة: لجذب الإناث، أو للدفاع عن الصغار. ويساعد الضوء المنبعث على الرؤية والتمييز والإدراك.



حساب أعداد التأكسد

راجع إلى دليل التجارب العملية على منصة عين الإشرافية

تجربة عملية

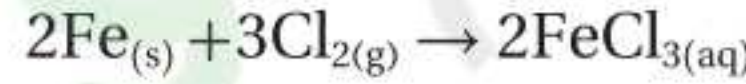
الرابط مع علم الأحياء فيم تشترك أسماك أعماق المحيط والذباب الناري مع البكتيريا المضيئة؟ إن هذه الأنواع من الكائنات - وكائنات أخرى - تطلق الضوء. والضوء المنبعث ما هو إلا تحويل لطاقة الوضع في الروابط الكيميائية إلى طاقة ضوئية خلال تفاعلات الأكسدة والاختزال. وينبعث الضوء بوسائل مختلفة اعتماداً على أنواع الكائنات. ففي الذباب الناري الموضح في الشكل 3-7، ينتج الضوء عن تأكسد جزيئات اللوسيفيرين Luciferin. ولا يزال العلماء يكتشفون سر الإضاءة الحيوية؛ فبعض الكائنات المضيئة تطلق الضوء باستمرار، في حين تطلق الكائنات الأخرى ضوءاً عندما تتعرض للمضايقة. ويبدو أن بعض أسماك أعماق البحار وقناديل البحر لها قدرة على التحكم في الضوء الذي تطلقه.

وزن معادلة الأكسدة والاختزال باستعمال طريقة نصف التفاعل Balancing Redox Reactions Using Half-Reactions

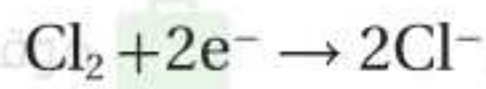
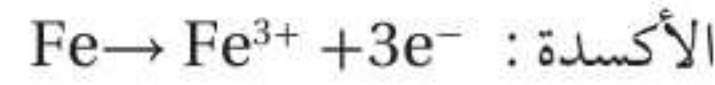
المواد في الكيمياء هي أيّ جسيمات توجد في المعادلة؛ حيث يوجد في معادلة الاتزان الآتية:



أربعة أنواع من المواد، كتالي جزيئان وهما H_2O و NH_3 ، وأيونان هما NH_4^+ و OH^- وتحدث تفاعلات الأكسدة والاختزال عندما توجد مواد قادرة على منح الإلكترونات (عوامل مختزلة) لمواد أخرى قريبة منها، ولها قدرة على كسب هذه الإلكترونات (عوامل مؤكسدة). فعلى سبيل المثال يمكن للحديد أن يختزل أنواعاً عدة من العوامل المؤكسدة، بما فيها الكلور.



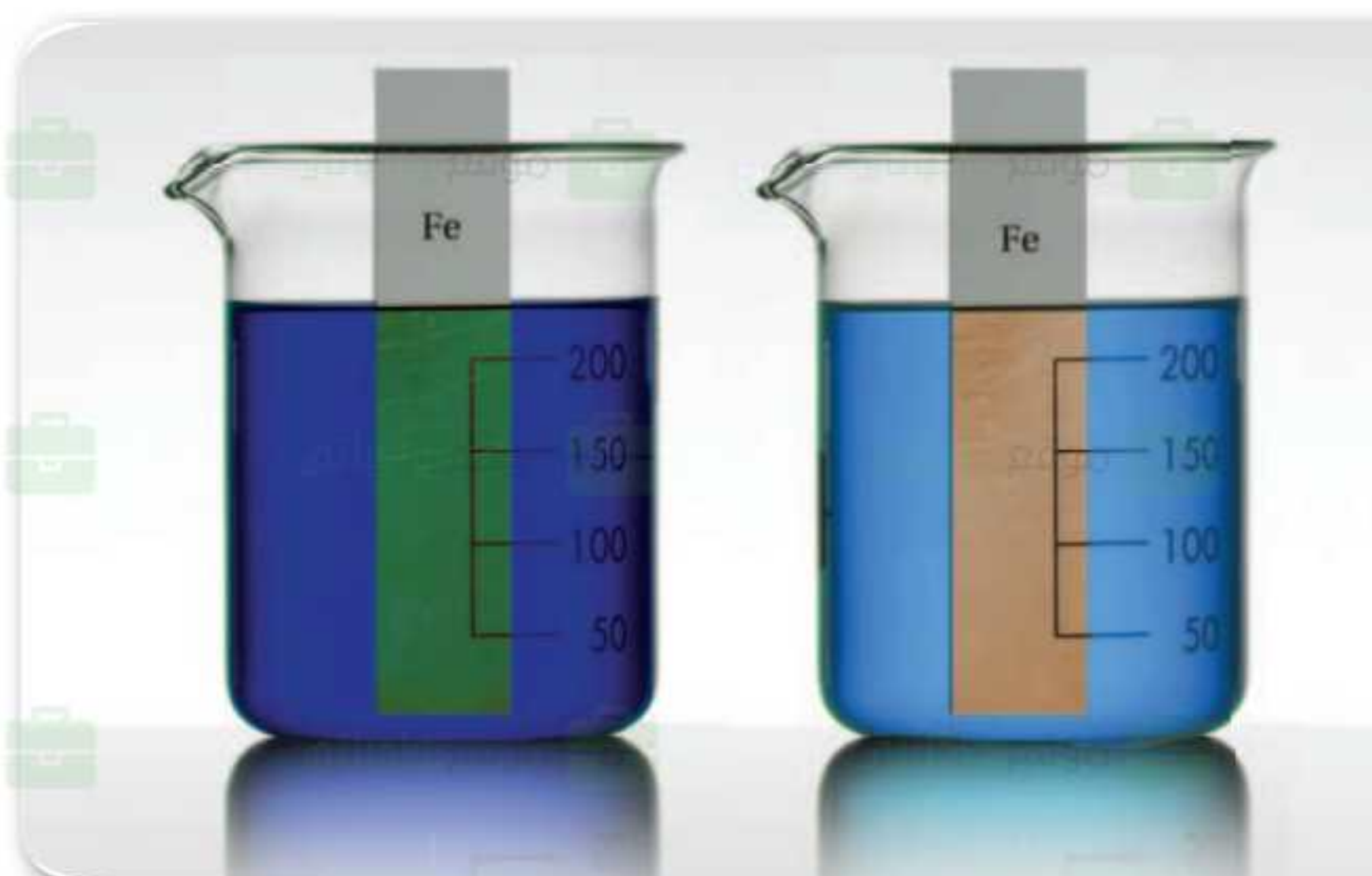
وفي هذا التفاعل تتأكسد كل ذرة حديد بفقدانها 3 إلكترونات لتصبح أيون Fe^{3+} . وفي الوقت نفسه، فإن كل ذرة كلور في Cl_2 تختزل باكتسابها إلكترونًا واحدًا لتصبح أيون Cl^- .



تمثل هذه المعادلات أنصاف تفاعلات؛ حيث يُمثل كل نصف تفاعل أحد جزأي تفاعل الأكسدة والاختزال؛ أي تفاعل الأكسدة أو تفاعل الاختزال. ويبين الجدول 3-5 التنوع في أنصاف تفاعلات الاختزال التي تتضمن تأكسد Fe إلى Fe^{3+} .

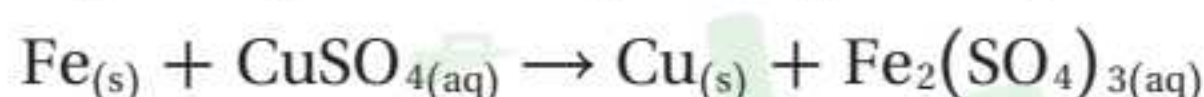
الجدول 3-5 تفاعلات الأكسدة والاختزال التي يحدث فيها تأكسد الحديد

نصف تفاعل الاختزال	نصف تفاعل التأكسد	التفاعل الكلي (غير الموزون)
$\text{O}_2 + 4\text{e}^- \rightarrow 2\text{O}^{2-}$	$\text{Fe} \rightarrow \text{Fe}^{3+} + 3\text{e}^-$	$\text{Fe} + \text{O}_2 \rightarrow \text{Fe}_2\text{O}_3$
$\text{F}_2 + 2\text{e}^- \rightarrow 2\text{F}^-$		$\text{Fe} + \text{F}_2 \rightarrow \text{FeF}_3$
$2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightarrow \text{H}_2$		$\text{Fe} + \text{HBr} \rightarrow \text{H}_2 + \text{FeBr}_3$
$\text{Ag}^+ + \text{e}^- \rightarrow \text{Ag}$		$\text{Fe} + \text{AgNO}_3 \rightarrow \text{Ag} + \text{Fe}(\text{NO}_3)_3$
$\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Cu}$		$\text{Fe} + \text{CuSO}_4 \rightarrow \text{Cu} + \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$



الشكل 3-8 يترسب النحاس على الحديد نتيجة لتفاعل الأكسدة والاختزال بين الحديد ومحلول كبريتات النحاس، ويمكنك وزن المعادلة الكيميائية لهذا التفاعل بطريقة نصف التفاعل.

سوف تتعلم المزيد عن أهمية أنصاف التفاعلات عند دراستك الكيمياء الكهربائية لاحقاً، ولكن في الوقت الحالي سوف نتعلم كيف تستعمل أنصاف التفاعل لوزن معادلة الأكسدة. فعلى سبيل المثال، تمثل المعادلة غير الموزونة الآتية التفاعل الذي يحدث عند وضع صفيحة من الحديد في محلول كبريتات النحاس II، كما في الشكل 3-8.



تتأكسد ذرات الحديد عندما تفقد الإلكترونات لأيونات النحاس II. أما خطوات وزن معادلات الأكسدة والاختزال باستخدام طريقة نصف التفاعل فهي موضحة في الجدول 3-6.

المطويات

ضمّن مطويتك معلومات من هذا القسم.

المفردات

المفردات الأكاديمية

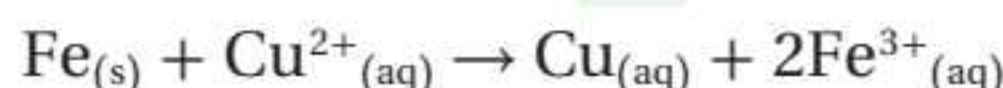
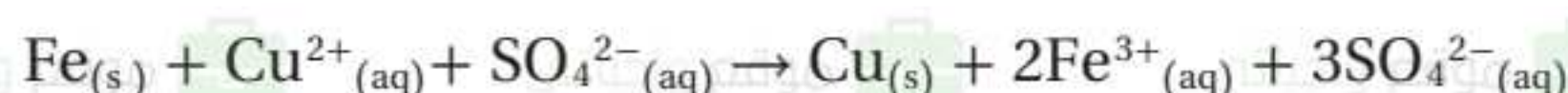
الطريقة (Method)

آلية لعمل شيء ما. يستعد الطلبة للامتحان بطرائق مختلفة.

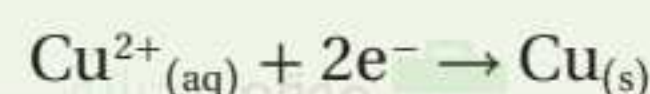
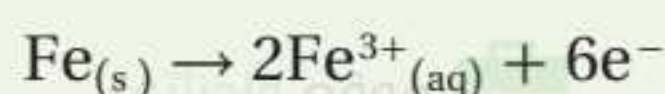
طريقة نصف التفاعل

الجدول 3-6

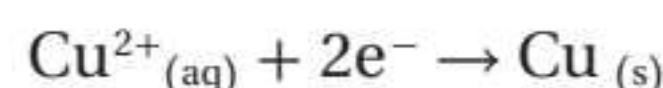
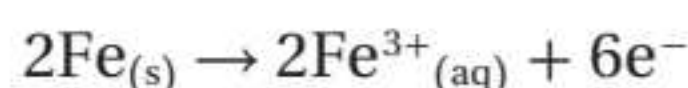
1. اكتب المعادلة الأيونية الكلية للتفاعل، مهملاً الأيونات المتفرجة.



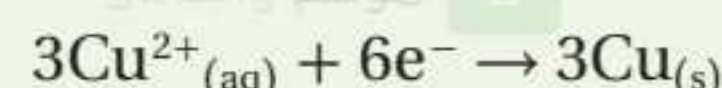
2. اكتب نصفي تفاعل الأكسدة والاختزال للمعادلة الأيونية الكلية.



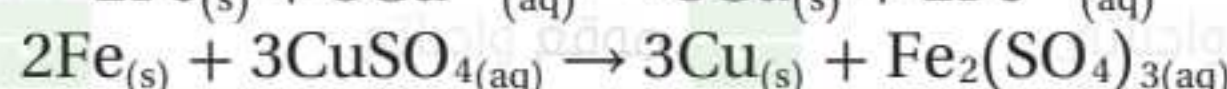
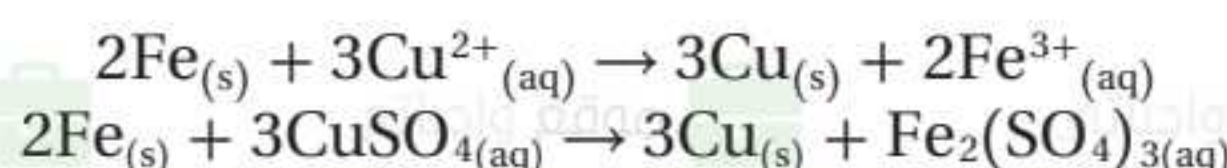
3. زن الذرات والشحنات في كل نصف تفاعل.



4. زن المعادلات على أن يكون عدد الإلكترونات المفقودة في التأكسد يساوي عدد الإلكترونات المكتسبة في الاختزال.

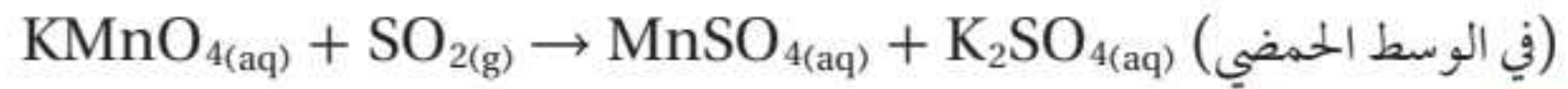


5. اجمع نصفي التفاعل الموزونين، وأعد الأيونات المتفرجة.



وزن معادلة الأكسدة والاختزال باستعمال طريقة نصف التفاعل

زن معادلة التأكسد والاختزال للتفاعل الآتي مستعملاً طريقة نصف التفاعل:

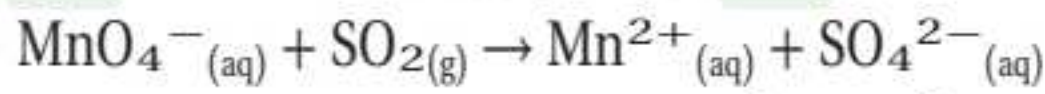
**1 تحليل المسألة**

يحدث التفاعل في الوسط الحمضي، استعمل قواعد تحديد أعداد التأكسد وخطوات وزن المعادلة بطريقة نصف التفاعل لوزن معادلة التفاعل بين برمنجنات البوتاسيوم وثاني أكسيد الكبريت.

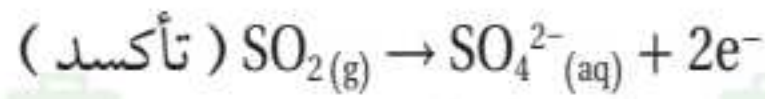
2 حساب المطلوب

اكتب المعادلة الأيونية الكلية للتفاعل.

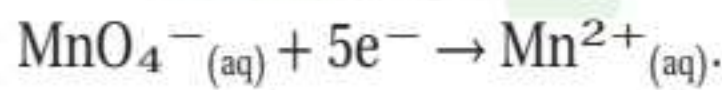
احذف المعاملات، والأيونات المتفرجة.



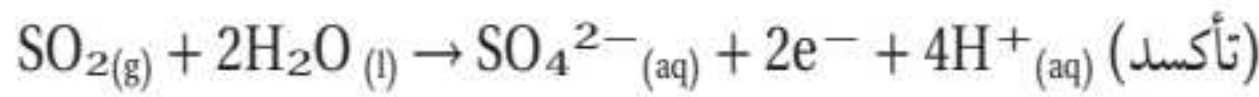
اكتب معادلة نصفي تفاعل الأكسدة والاختزال للمعادلة الأيونية الكلية، متضمنة أعداد التأكسد.



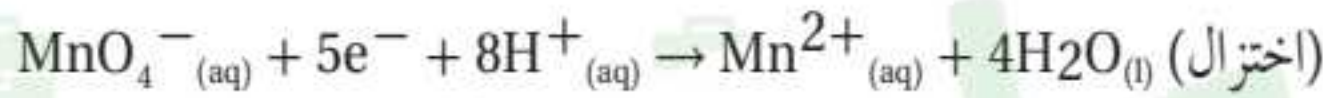
استخدم القواعد الواردة في الجدولين 3-2 و 3-6



زن الذرات والشحنات في نصفي التفاعل.



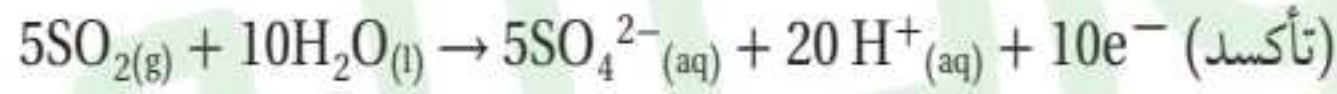
تتوافر جزيئات H_2O في الوسط الحمضي بكثرة، ويمكن



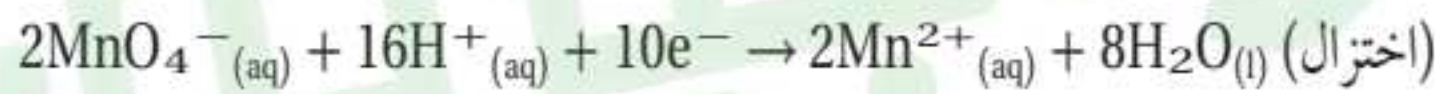
استخدامها في وزن ذرات الأكسجين في أنصاف التفاعل؛ وكذلك

تتوافر أيونات H^+ بسهولة، ويمكن أن تستخدم في وزن الشحنة.

اضبط المعاملات على أن يكون عدد الإلكترونات المفقودة في التأكسد (2) يساوي عدد الإلكترونات المكتسبة في الاختزال (5).

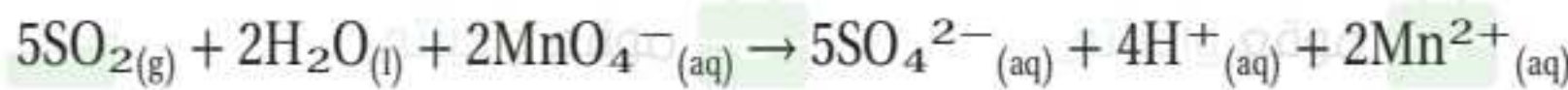
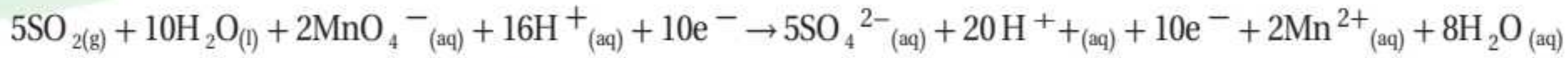


المضاعف المشترك الأصغر 2، 5 هو 10. وبالضرب التبادلي

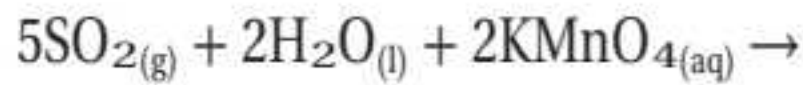


ستحصل على وزن لنصفي تفاعل التأكسد والاختزال.

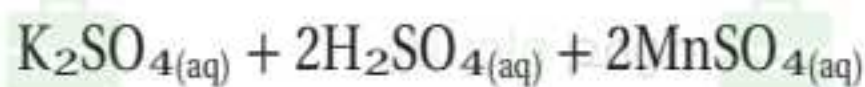
اجمع نصفي التفاعل اللذين تم وزنهما، وبسط المعادلة بحذف أو تجميع المواد المتشابهة في طرفي المعادلة.



أعد وضع الأيونات المتفرجة (K^+)، وكذلك حالات المواد.



أضف أيونات K^+ إلى أيونات MnO_4^- في الجهة اليسرى، وأحد أيونات SO_4^{2-}



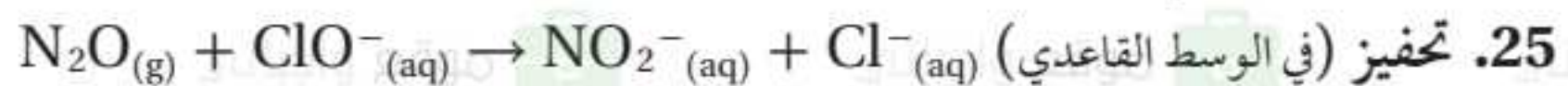
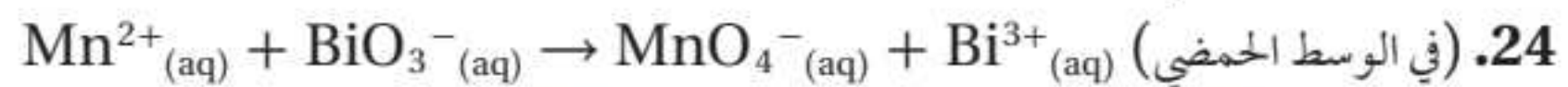
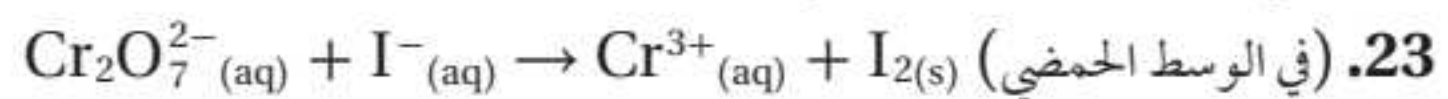
إلى الجهة اليمنى. ثم وزع الأيونات المتبقية بين أيون H^+ وأيونات Mn^{2+} .

3 تقويم الإجابة

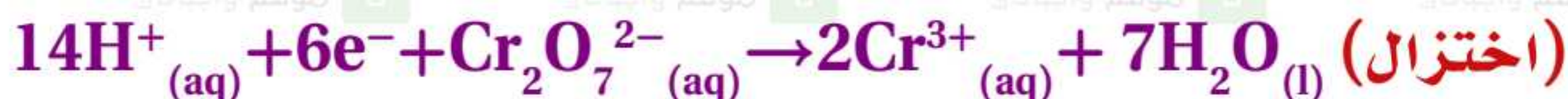
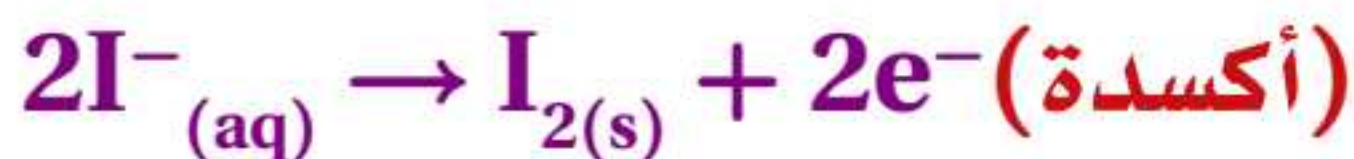
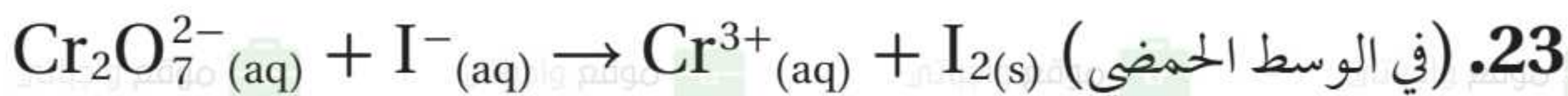
تشير مراجعة المعادلة الموزونة إلى أن عدد ذرات كل عنصر هو نفسه في طرفي المعادلة.

مسائل تدريبية

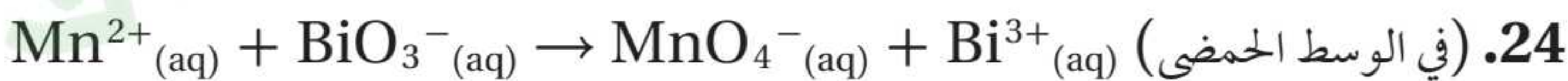
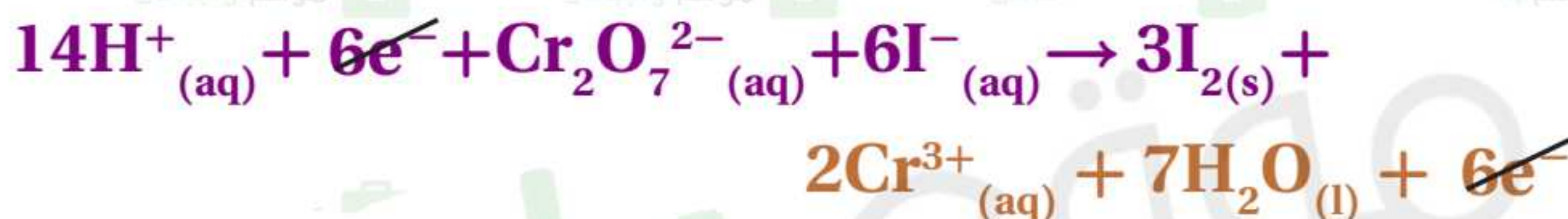
استعمل طريقة نصف التفاعل لوزن معادلات الأكسدة والاختزال الآتية:



استعمل طريقة نصف التفاعل لوزن معادلات الأكسدة والاختزال الآتية:



اضرب نصف تفاعل الأكسدة في 3، ثم اجعله مع نصف تفاعل الاختزال:



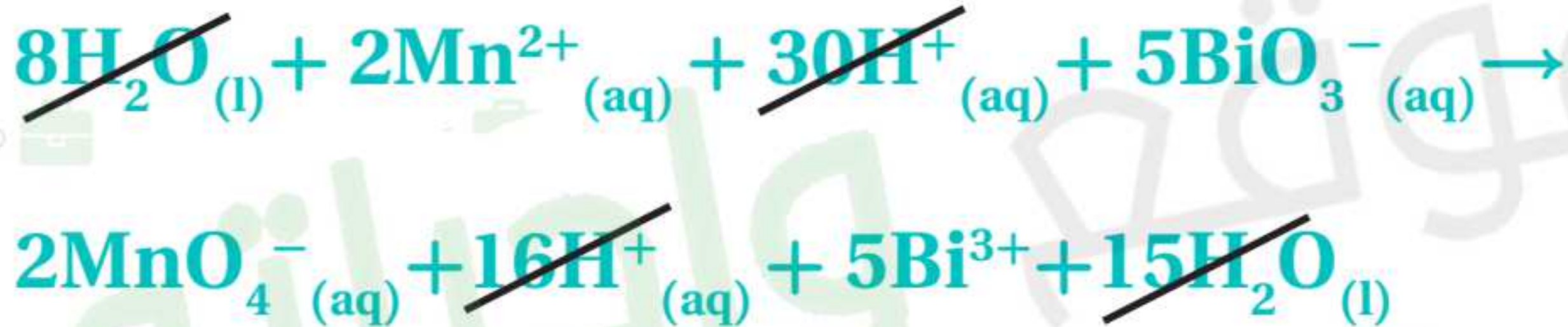
a. اكتب نصفي تفاعل الأكسدة والاختزال ثم زنهما:



b. اضرب نصف تفاعل الأكسدة في 2، واضرب نصف تفاعل الاختزال في 5، لجعل عدد الإلكترونات متساوياً في نصفي التفاعل:



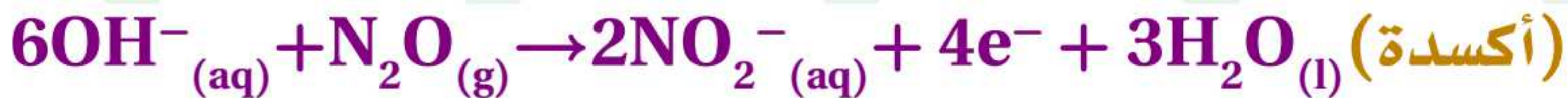
c. اجمع نصفي التفاعل بعد حذف المتشابهات:



d. بعد الاختصار نحصل على المعادلة الموزونة الآتية:



25. تخفيز (في الوسط القاعدي) $\text{N}_2\text{O}_{(g)} + \text{ClO}^-_{(aq)} \rightarrow \text{NO}_2^-_{(aq)} + \text{Cl}^-_{(aq)}$

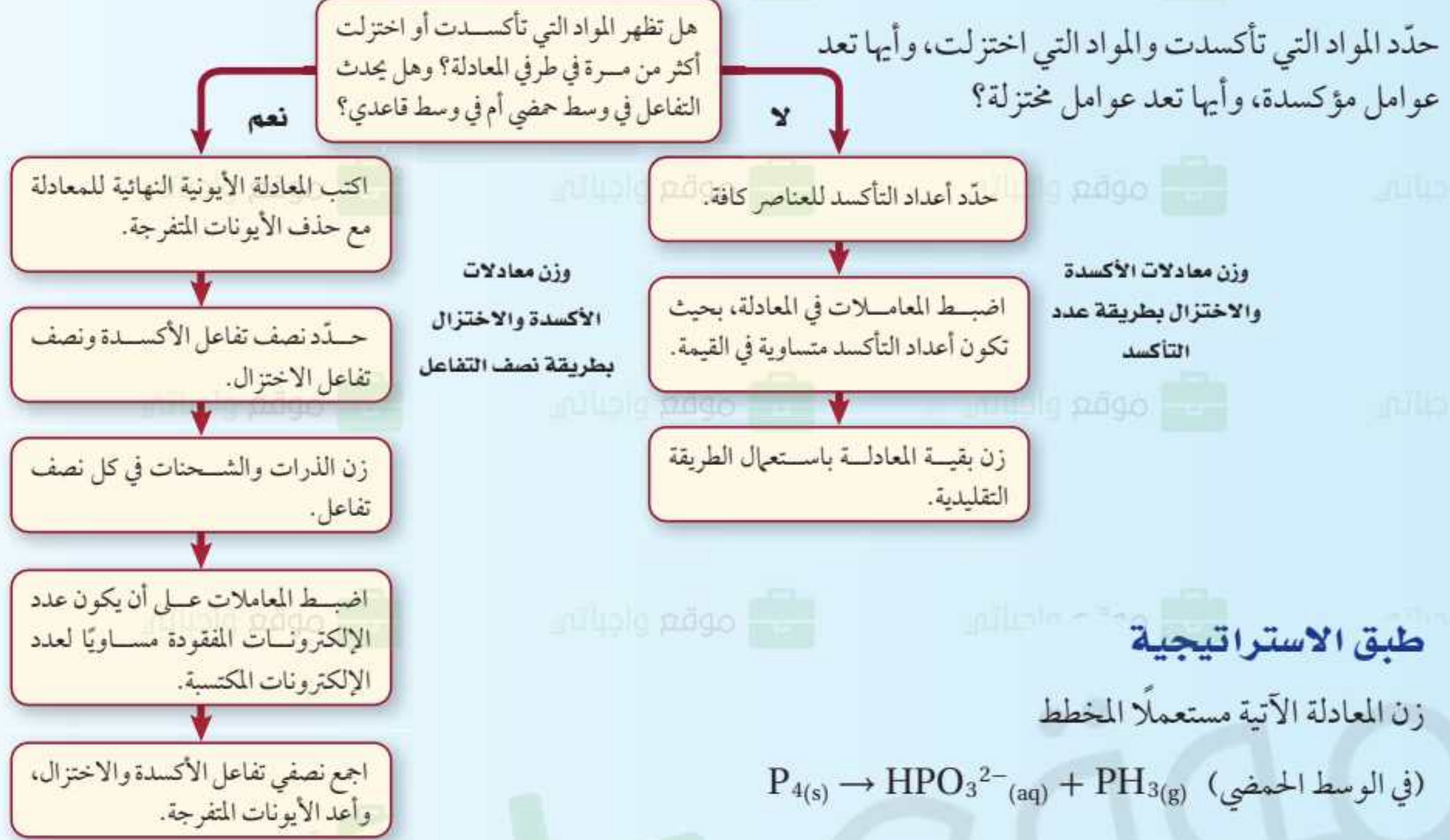


اضرب نصف تفاعل الاختزال في 2، ثم اجمعه مع نصف تفاعل الأكسدة:



استراتيجية حل المسألة

وزن معادلات الأكسدة والاختزال



التقويم 3-2

الخلاصة

- يصعب وزن معظم معادلات الأكسدة والاختزال باستعمال الطريقة التقليدية.
- تعتمد طريقة عدد التأكسد على مساواة عدد الإلكترونات المفقودة من الذرات بعدد الإلكترونات المكتسبة من قبل ذرات أخرى.
- لوزن معادلات التفاعلات في الوسط الحمضي، أضف عدداً كافياً من أيونات الهيدروجين وجزيئات الماء.
- أضف عدداً كافياً من أيونات الهيدروكسيد وجزيئات الماء، لوزن معادلات التفاعلات في الوسط القاعدي.
- نصف التفاعل هو أحد جزأي تفاعل الأكسدة والاختزال.

26. **الفكرة الرئيسية** فسّر كيف يرتبط التغير في عدد التأكسد بعمليات الأكسدة والاختزال؟
27. **صف** لماذا يُعدّ من المهم معرفة الظروف التي يتم فيها تفاعل الأكسدة والاختزال في المحلول المائي بهدف وزن معادلة التفاعل؟
28. **فسّر** خطوات طريقة عدد التأكسد لوزن المعادلة.
29. **حدّد** ماذا يوضح نصف تفاعل التأكسد؟ وماذا يوضح نصف تفاعل الاختزال؟
30. **اكتب** نصف تفاعل الأكسدة ونصف تفاعل الاختزال لتفاعل الأكسدة والاختزال الآتي: $Pb_{(s)} + Pd(NO_3)_{2(aq)} \rightarrow Pb(NO_3)_{2(aq)} + Pd_{(s)}$
31. **حدّد** إذا كان نصف تفاعل الأكسدة هو $Sn^{2+} \rightarrow Sn^{4+} + 2e^-$ ونصف تفاعل الاختزال هو $Au^{3+} + 3e^- \rightarrow Au$ ، فما أقل عدد من أيونات القصدير II وأيونات الذهب III يمكن أن تتفاعل حتى لا يتبقى إلكترونات؟
32. **طبق** زن المعادلات الآتية:
- a. $HClO_{3(aq)} \rightarrow ClO_{2(g)} + HClO_{4(aq)} + H_2O_{(l)}$
- b. $H_2SeO_{3(aq)} + HClO_{3(aq)} \rightarrow H_2SeO_{4(aq)} + Cl_{2(g)} + H_2O_{(l)}$
- c. (في الوسط الحمضي) $Cr_2O_7^{2-(aq)} + Fe^{2+(aq)} \rightarrow Cr^{3+(aq)} + Fe^{3+(aq)}$

الحل في الصفحة التالية

26. الفكرة الرئيسية

والاختزال؟

عندما يحدث انتقال للإلكترونات من ذرة إلى أخرى خلال تفاعلات الأكسدة والاختزال يحدث تغيير في الشحنة الكلية لهذه الذرات؛ وذلك لأن النواة، وبخاصة عدد البروتونات فيها، لا تتغير خلال هذا النوع من التفاعلات أبداً.

27. صف لماذا يُعدّ من المهم معرفة الظروف التي يتم فيها تفاعل الأكسدة والاختزال في المحلول المائي بهدف وزن معادلة التفاعل؟

من المهم معرفة وجود H^+ و OH^- لوزن المعادلة.

28. فسّر خطوات طريقة عدد التأكسد لوزن المعادلة.

يجب أن تكون الإجابات مماثلة للمعلومات في الجدول

الجدول 4-6	طريقة عدد التأكسد
حدّد أعداد التأكسد لجميع الذرات في المعادلة.	
حدّد الذرات التي تأكسدت والذرات التي اختزلت.	
حدّد التغيير في عدد التأكسد للذرات التي تأكسدت والذرات التي اختزلت.	
اجعل التغيير في أعداد التأكسد متساوياً في القيمة، وذلك بضبط المعاملات في المعادلة.	
استعمل الطريقة التقليدية في وزن المعادلة الكيميائية الكلية، إذا كان ذلك ضرورياً.	

29. حدد ماذا يوضح نصف تفاعل الأكسدة؟ وماذا يوضح نصف تفاعل الاختزال؟

يوضح نصف تفاعل الأكسدة مقدار عدد الإلكترونات التي يفقدها العنصر والتي تسبب ازدياد عدد تأكسده. في حين يوضح نصف تفاعل الاختزال عدد الإلكترونات المكتسبة والتي تسبب نقصان عدد تأكسده.

30. اكتب نصف تفاعل الأكسدة ونصف تفاعل الاختزال لتفاعل الأكسدة



31. حدد إذا كان نصف تفاعل الأكسدة هو $\text{Sn}^{2+} \rightarrow \text{Sn}^{4+} + 2e^-$

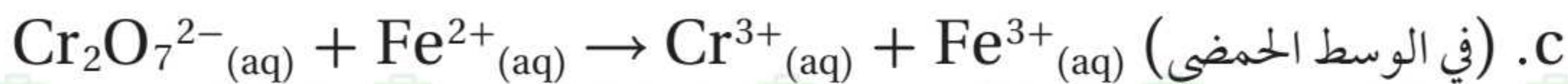
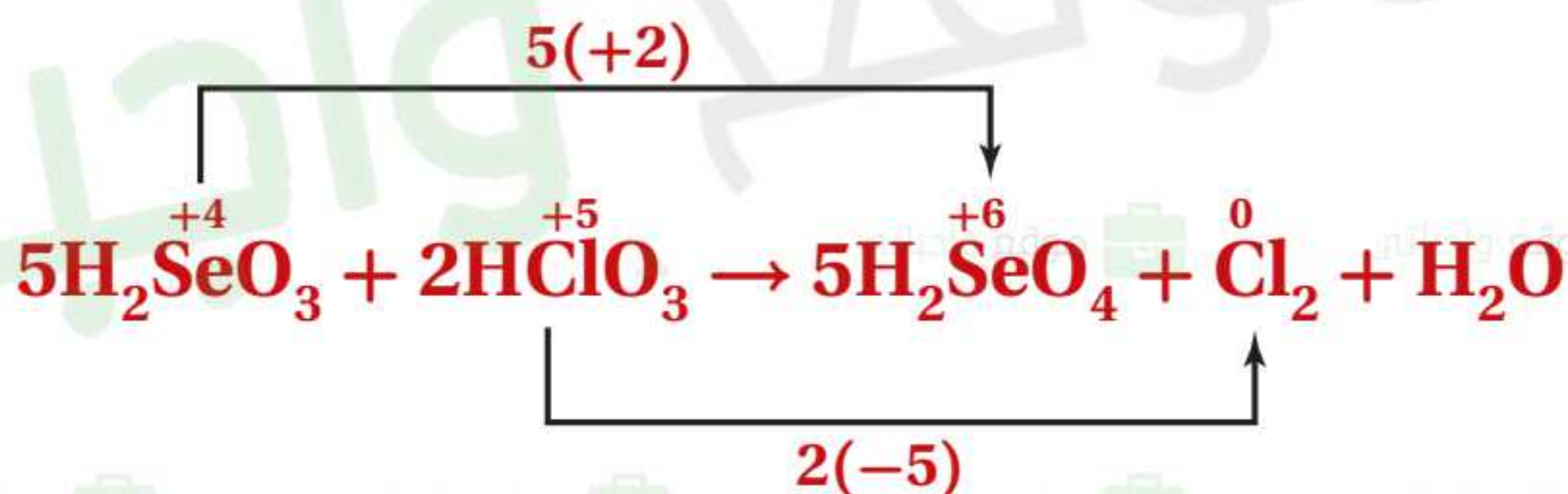
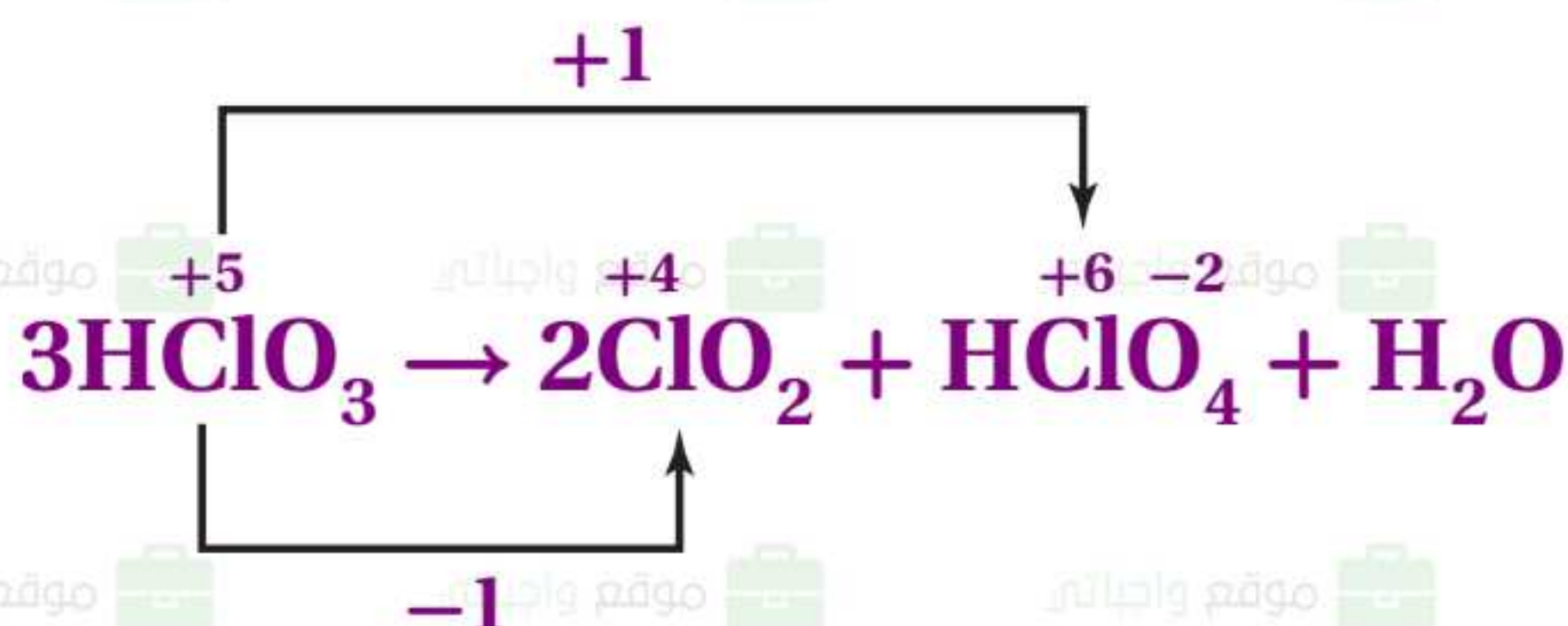
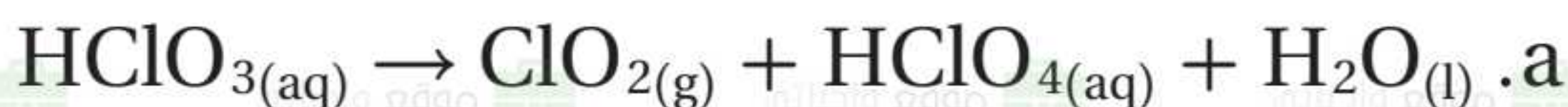
ونصف تفاعل الاختزال هو $\text{Au}^{3+} + 3e^- \rightarrow \text{Au}$ ، فما أقل عدد من أيونات

القصدير II وأيونات الذهب III يمكن أن تتفاعل حتى لا يتبقى إلكترونات؟



3 أيونات Sn^{2+} ، وإيونان Au^{3+} .

32. طبق وزن المعادلات الآتية:



في الميدان

المهنة : محقق البحث الجنائي

الدم المضيء، Blood That Glows

في الطب الشرعي الحديث يمكن استخدام مادة كيميائية تسمى " اللومينول "؛ حيث تتيح للمحققين القدرة على رؤية الآثار.

الأثر الأزرق المخضر **Blue-green whisper** يتأكسد

اللومينول عندما يلامس الحديد، كما في الشكل 1 . وتنتج في هذه العملية جزيئات الطاقة في صورة ضوء أزرق مخضر واضح، ويظهر الوهج الباهت الأزرق للومينول في الغرفة المظلمة للمحققين عند وجود آثار الدماء غير الظاهرة، وهي ما لا يمكن رؤيته بالعين المجردة. حيث تتكون خلايا الدم بشكل أساسي من الهيموجلوبين، وهو بروتين يحتوي على حديد.

ولاستخدام اللومينول، يلجأ المحققون إلى مزج مسحوق أبيض $C_8H_7N_3O_2$ بفوق أكسيد الهيدروجين H_2O_2 ، وكيمائيات أخرى؛ مما يجعل من المزيج سائلاً يمكن أن يُنشر في المنطقة التي يتوقع أن تحتوي على كمية ضئيلة من الآثار فيجعلها تتوهج. يقوم المصور الفوتوجرافي للطب الشرعي بالتقاط صور فوتوجرافية سريعة بكاميرات خاصة يمكنها التقاط كل من الوهج الخافت للومينول والمنطقة المضيئة من حولها.



شكل 2 يمكن مقارنة مظهر اللومينول من مسرح الجريمة ببصمات يد المتهم.

الأدلة المتوهجة **Glowing evidence** يمكن أن تكشف بقع الدم عن أنماط البقع، معطية دلائل حول نوعية السلاح المستخدم في إتمام الجريمة. إذ يمكن أن يُرشد وهج اللومينول على السجاد المحققين حول بقع الدم. كما قد تدل البصمات الدموية في الشكل 2 على المجرم.

وهناك آخرون يستخدمون اللومينول غير المحققين؛ ففي حوادث السيارات، يمكن أن يكشف اللومينول ما إذا كان المهاجم مرتدياً حزام الأمان أم لا، حتى لو صدمت السيارة في أثناء المطر، أو البرد، أو كانت متعرضة لأشعة الشمس المباشرة التي قد تغير بقع الدم.

رذاذ الحل الأخير **Spray of last resort** هناك مواد أخرى تحتها، على الحديد، بالإضافة إلى الدم، تحبب الله منه لـ

الكيمياء

الكتابة في

صحيفة الأخبار اكتب مقالة لصحيفة الأخبار تصف فيها كيف يقود اللومينول المحققين إلى الاشتباه بالمجرمين. صف نوع الإثبات المستخدم في التحقيق.



شكل 1 يتأكسد اللومينول في الكأس عند إضافة مسمار من الحديد.

ستتنوع الإجابات، ولكنها يجب أن تتضمن قدرة

المستكشفين على الربط بين بصمة الليمونول والمهاجم. تتضمن الأدلة التي يمكن استعمالها في التقصي بصمات الأيدي، وأنماط انتشار بقع دم الضحية، وبقع الدم الأخرى.

مختبر الكيمياء

تعرف شاحنة متهالكة (قديمة)

الملاحظات				
محلل مجهول	ZnSO ₄	HCl	AgNO ₃	
				Cu
				Pb
				Fe
				Mg

10. كرر الخطوة 8 بإضافة محلول كبريتات الخارصين ZnSO₄ إلى العمود الثالث.

11. كرر الخطوة 8، بإضافة المحلول المجهول إلى العمود الرابع.

12. اسمح باستمرار التفاعلات مدة خمس دقائق، ثم صفها، واكتب "لا تفاعل" لأي حجرة لم يكن هناك دليل على حدوث تفاعل فيها.

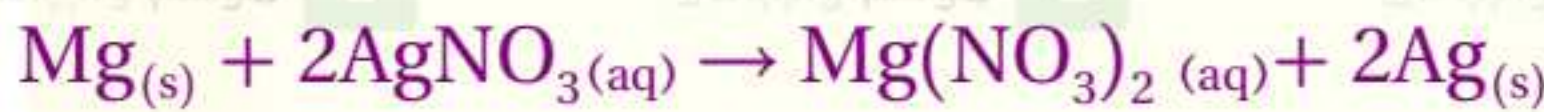
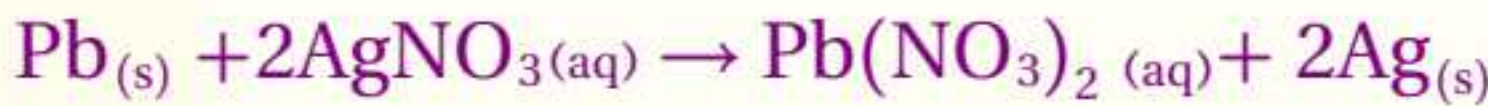
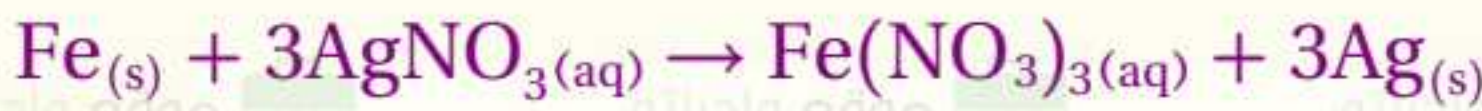
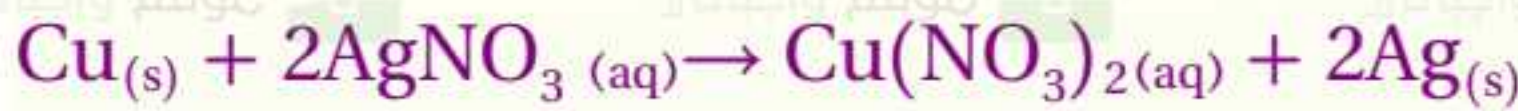
13. التنظيف والتخلص من النفايات تخلص من النفايات الصلبة والمحاليل كما يرشدك المعلم، واغسل المواد والأدوات، وأعدّها إلى أماكنها.

التحليل والاستنتاج

1. لخص النتائج التي لاحظتها في كل فجوة. كيف عرفت بحدوث تفاعل كيميائي؟

ستعتمد الإجابات على المحلول المجهول المستخدم.

2. اعمل نموذجًا اكتب معادلة تفاعل موزونة لكل تفاعل شاهدته، وحدد في كل معادلة المواد التي تأكسدت والمواد التي اختزلت.



الخلاصة النظرية هناك شيء ما يتفاعل مع المعادن التي توجد على أجسام العديد من القوارب في النهر المجاور لشاحنة متهالكة (قديمة). وقد ربط المحقق ذلك بثلاثة أسباب محتملة، ترتبط بثلاثة ملوثات كيميائية. ومهمتك أن تختبر هذه الملوثات وتقارنها بعينة من النهر. والحيوانات التي تعتمد على مياه النهر بوصفها مصدرًا أساسيًا لها، تحتاج إلى مساعدتك لحل لغز الشاحنة المتهالكة ومن ثم معرفة الملوثات الحقيقية لمياه النهر.

سؤال كيف يمكن استخدام سلسلة تفاعلات كيميائية في تحديد طبيعة الشيء الذي يؤدي إلى تلوث مصدر المياه؟

المواد الكيميائية والأدوات اللازمة

برادة Fe	0.1 M AgNO ₃
شريط Mg	0.1 M HCl
ملقط	0.1 M ZnSO ₄
قطارة عدد (4)	محلول مجهول المكونات
طبق تفاعلات بلاستيكي 24 فجوة	أسلاك نحاس
	حبيبات Pb صلبة

إجراءات السلامة

تحذير: تُعد نترات الفضة AgNO₃ مادة شديدة السمية، وتؤدي إلى تكوّن البقع على الجلد والملابس.

خطوات العمل

1. اقرأ تعليمات السلامة في المختبر.
2. صمّم جدولًا لتسجيل بياناتك.
3. ضع طبق التفاعلات البلاستيكي على ورقة بيضاء.
4. ضع قطعة من أسلاك النحاس في أربع فجوات من الصف الأول.
5. كرر الخطوة 4، وذلك بإضافة عينات صغيرة من الحديد إلى أربع فجوات في الصف الثاني.
6. كرر الخطوة 4، وذلك بإضافة عينات صغيرة من الرصاص إلى أربع فجوات في الصف الثالث.
7. كرر الخطوة 4، وذلك بإضافة قطع من شريط الماغنسيوم إلى أربع فجوات في الصف الرابع.
8. ضع 20 قطرة من محلول نترات الفضة AgNO₃ في كل فجوة من العمود الأول.
9. كرر الخطوة 8، بإضافة حمض الهيدروكلوريك HCl إلى العمود الثاني.

3. استنتج استناداً لبياناتك، أي المحاليل أكثر تلويثاً للمياه؟ فسر إجابتك.

تعتمد الإجابات على المحلول المجهول المستخدم.

4. استخدم المتغيرات والثوابت والضوابط لماذا كان مهماً مقارنة التفاعلات للمحلول المجهول مع أكثر من محلول معروف واحد؟

ستتنوع الإجابات، ولكن المقارنة بمحلول واحد لا توفر بيانات كافية للإجابة.

5. ابحث اكتب تقريراً حول أهمية الكيماءيات التي توجد في النظام البيئي.

ستتنوع الإجابات.

6. توسع ماذا تتوقع إذا كان محلول نترات الرصاص $Pb(NO_3)_2$ II أحد المحاليل المستعملة؟

لن تتفاعل نترات الرصاص مع النحاس Cu أو الرصاص Pb، ولكنها تتفاعل مع Fe و Mg.

7. تحليل الخطأ قارن إجابتك بإجابات الطلبة الآخرين في المختبر. فسر وجود أي من الفروق.

ستتنوع الإجابات.

الاستقصاء

صمم تجربة ضع فرضية حول الطريقة التي يمكنك بها إزالة الكيماءيات من مصادر المياه دون إلحاق أذى إضافي بالبيئة والمنطقة المحيطة بها، ثم صمم تجربة لاختبار فرضيتك.

ستتنوع الإجابات. ويستطيع الطلاب القيام بالتجربة مع إضافة مواد متنوعة تتفاعل مع المحلول المجهول. وستعتمد الإجابات على المحلول المستخدم بوصفه محلولاً مجهولاً.

دليل مراجعة الفصل

3

الفصل

الفكرة العامة تعدّ تفاعلات الأكسدة والاختزال من العمليات الكيميائية الشائعة في الطبيعة وفي الصناعة، وتتضمن انتقالاً للإلكترونات.

3-1 الأكسدة والاختزال

المفاهيم الرئيسية

- تتضمن تفاعلات الأكسدة والاختزال انتقال الإلكترونات من ذرة إلى أخرى.
- عندما تختزل ذرة أو أيون فإن عدد التأكسد ينخفض، وعندما تتأكسد ذرة أو أيون فإن عدد التأكسد يزداد.
- تُعامل الذرات ذات الكهروسالبية العالية، في تفاعلات الأكسدة والاختزال التي تتضمن مركبات جزيئية (والأيونات المتعددة الذرات التي تحتوي على روابط تساهمية) كما لو اختزلت، في حين تُعامل الذرات ذات الكهروسالبية المنخفضة كما لو تأكسدت.

الكهروسالبية →

	1	2		13	14	15	16	17	18
1									
2	Li	Be					O	F	
3	Na	Mg						Cl	
4	K	Ca						Br	
5	Rb	Sr						I	
6	Cs	Ba							
7									

↑ الكهروسالبية

■ عامل مختزل ■ عامل مؤكسد

المفردات

- تفاعل الأكسدة والاختزال
- الأكسدة
- الاختزال
- العامل المؤكسد
- العامل المختزل

3-2 وزن معادلات الأكسدة والاختزال

المفاهيم الرئيسية

- يصعب وزن معادلات الأكسدة والاختزال التي يظهر فيها العنصر نفسه في كل من المواد المتفاعلة والنااتجة باستعمال الطريقة التقليدية.
- تعتمد طريقة عدد التأكسد على مساواة عدد الإلكترونات التي تفقد من الذرات مع عدد الإلكترونات التي تكتسب من ذرات أخرى.
- تُضاف أيونات الهيدروجين وجزيئات الماء لوزن معادلات التفاعلات في الوسط الحمضي.
- تُضاف أيونات الهيدروكسيد وجزيئات الماء لوزن معادلات التفاعلات في الوسط القاعدي.
- نصف التفاعل هو أحد جزأي تفاعل الأكسدة والاختزال.

الفكرة الرئيسية

تصبح معادلات الأكسدة والاختزال موزونة عندما تكون الزيادة الكلية في أعداد التأكسد مساوية لانخفاض الكلي في أعداد التأكسد للذرات الداخلة في التفاعل.

المفردات

- طريقة عدد التأكسد
- نصف التفاعل

3-1

إتقان المفاهيم

33. ما أهم خواص تفاعلات الأكسدة والاختزال؟

تتضمن تفاعلات الأكسدة والاختزال جميعها انتقالاً للإلكترونات.

34. فسر، لماذا لا تتضمن جميع تفاعلات الأكسدة الأكسجين؟

تُشير كلمة "الأكسدة" في الأصل إلى التفاعلات التي تتضمن الأكسجين فقط، إلا أن الأكسدة الآن تعرف على أنها فقد ذرات المادة للإلكترونات.

35. ماذا يحدث للإلكترونات في الذرة عندما تتأكسد، أو تختزل؟

تُفقد الإلكترونات، تُكتسب الإلكترونات.

36. عرّف عدد التأكسد.

عدد الإلكترونات المفقودة أو المكتسبة من قبل الذرة في المركب الأيوني عندما تتكون الأيونات.

37. ما عدد التأكسد لكل من الفلزات القلوية الأرضية والفلزات القلوية في مركباتها؟

الفلزات القلوية الأرضية = +2، الفلزات القلوية = +1

38. كيف يرتبط عدد التأكسد في عمليات التأكسد بعدد الإلكترونات المفقودة؟ وكيف يرتبط عدد التأكسد في عمليات الاختزال بعدد الإلكترونات المكتسبة؟

التغير في عدد التأكسد يساوي عدد الإلكترونات المفقودة في التأكسد، أو عدد الإلكترونات المكتسبة في الاختزال.

39. ما سبب الاختلاف في أشكال خراطة النحاس الموضحة في الشكل 3-9؟



الشكل 3-9

الاختلاف في عدد تأكسد النحاس، +1، +2.

40. النحاس والهواء تبدأ أواني النحاس في الظهور بلون أخضر بعد تعرضها للهواء. ويتفاعل فلز النحاس في عملية الأكسدة هذه مع الأكسجين لتكوين أكسيد النحاس الصلب، والذي يكون الغطاء الأخضر. اكتب تفاعل الأكسدة والاختزال، وعرف ما الذي تأكسد، وما الذي اختزل في هذه العملية.



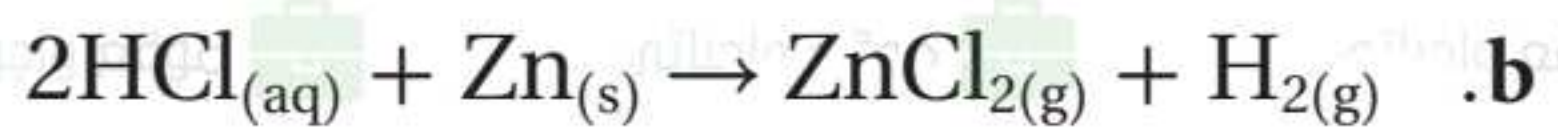
يتأكسد النحاس Cu، في حين يُختزل الأكسجين O.

إتقان حل المسائل

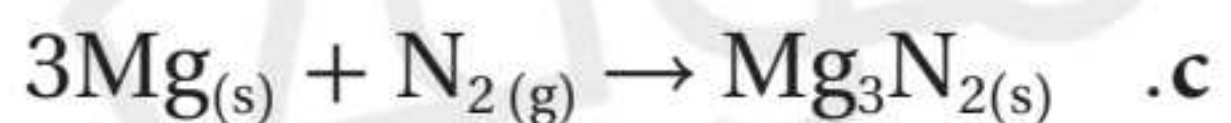
41. حدّد المواد التي تأكسدت والتي اختزلت في معادلات الأكسدة والاختزال الآتية:



يتأكسد الجاليوم Ga، في حين يُختزل البروم Br_2 .

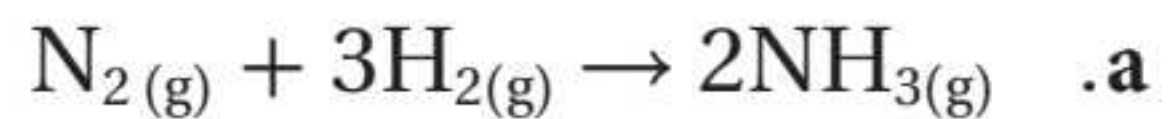


يتأكسد الخارصين Zn، في حين يُختزل الهيدروجين H.

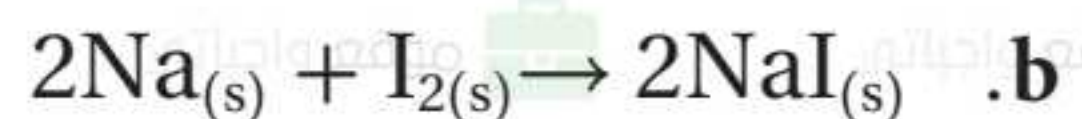


يتأكسد الماغنيسيوم Mg، في حين يُختزل النيتروجين N_2 .

42. حدّد العامل المؤكسد والعامل المختزل في كل من معادلات الأكسدة والاختزال الآتية:

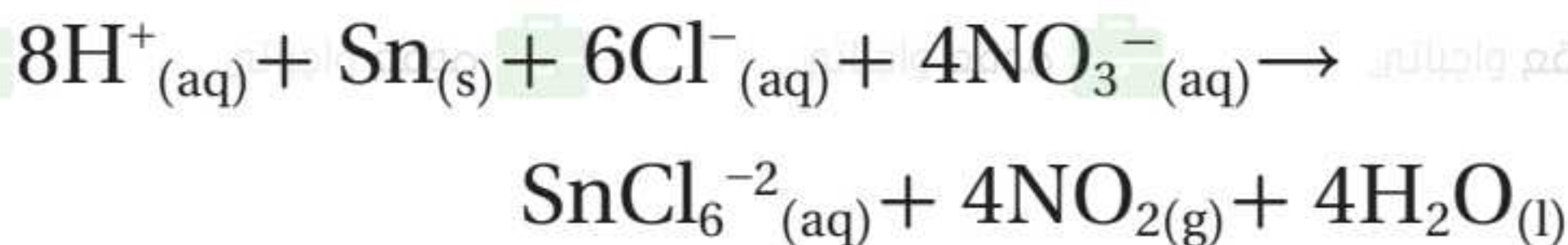


يُعدّ النيتروجين N_2 عاملاً مؤكسداً، في حين يُعدّ الهيدروجين H_2 عاملاً مختزلاً.



يُعدّ اليود I عاملاً مؤكسداً، في حين يُعدّ الصوديوم Na عاملاً مختزلاً.

43. ما العامل المختزل في المعادلة الموزونة الآتية؟

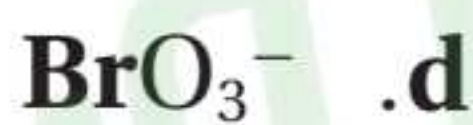
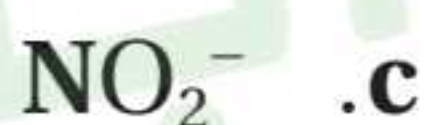
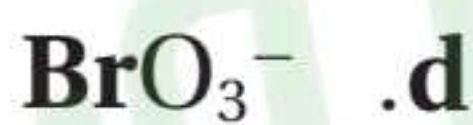


Sn

44. ما عدد التأكسد للمنجنيز في KMnO_4 ؟

+7

45. حدّد عدد التأكسد للعنصر الظاهر باللون الداكن في المواد والأيونات الآتية:



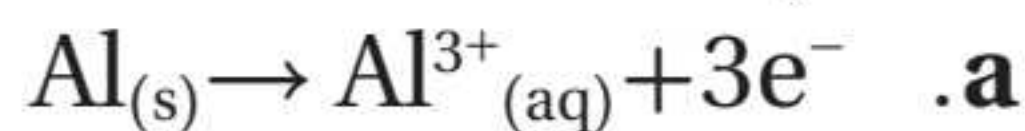
+6

+6

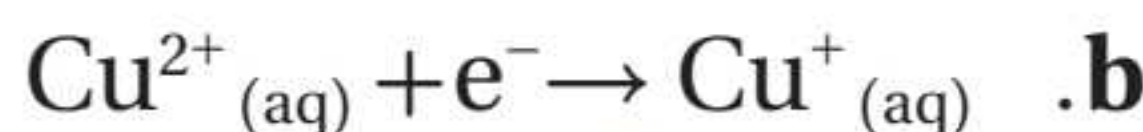
+3

+5

46. حدّد أي أنصاف التفاعلات الآتية أكسدة، وأيها اختزال؟

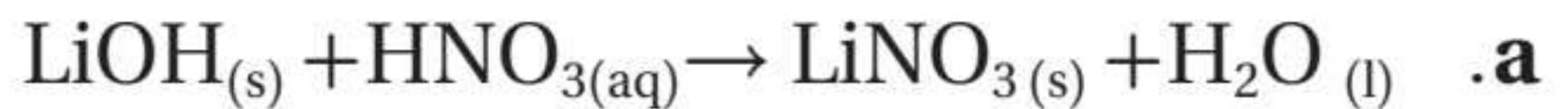


أكسدة



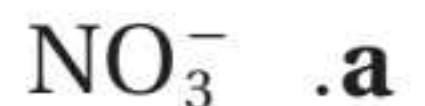
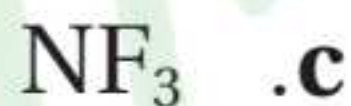
اختزال

47. أي المعادلات الآتية لا تمثل تفاعل أكسدة واختزال؟ فسر إجابتك.



لا يُمثّل الاختيار a الأكسدة والاختزال؛ لأنه لم يحدث تغيير في أعداد تأكسد أي من ذرات التفاعل.

48. حدّد عدد التأكسد للنيتروجين في كل من الجزيئات أو الأيونات الآتية:



+3

+1

+5

49. حدّد أعداد التأكسد لكل عنصر في المركبات أو الأيونات الآتية:



-2, 0

+6, Se

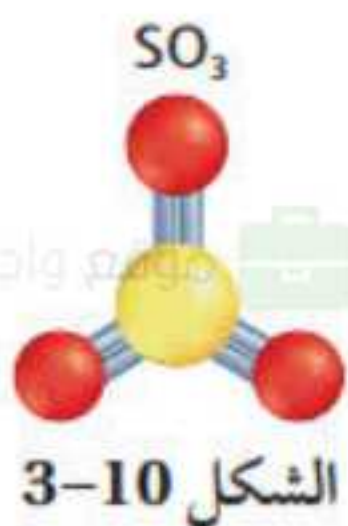
+3, Au



-3, N

+2, C

+2, Ni



50. فسر كيف يختلف أيون الكبريتيت SO_3^{2-} عن ثالث أكسيد الكبريت SO_3 ، الموضح في الشكل 3-10؟

يُعدّ SO_3^{2-} أيوناً متعدد الذرات، وعدد التأكسد للكبريت فيه يساوي +4، في حين يُعدّ SO_3 مركباً وعدد التأكسد للكبريت فيه يساوي +6.

3-2

إتقان المفاهيم

51. قارن بين معادلة الأكسدة والاختزال الموزونة في الوسط الحمضي والوسط القاعدي.

يمكن لـ H^+ و H_2O أن تشارك في تفاعلات الأكسدة والاختزال التي تحدث في المحاليل الحمضية، إمّا بوصفها متفاعلات أو نواتج. ويتضمّن تفاعل الأكسدة والاختزال في المحلول القاعدي OH^- و H_2O إمّا على صورة متفاعلات أو نواتج.

52. فسر لماذا تعد كتابة أيون الهيدروجين على هيئة H^+ في تفاعلات الأكسدة والاختزال تبسيطاً للواقع.

تتحد أيونات الهيدروجين بالماء في المحاليل المائية في

شكلها المائي، أيونات الهيدرونيوم H_3O^+ ، ولا يمكن أن توجد في صورة H^+ . ولكنها تُكتب في بعض الأحيان في صورة H^+ لتبسيط المعادلة الكيميائية المكتوبة.

53. لماذا يتعين عليك قبل أن تبدأ بوزن معادلة تفاعل الأكسدة والاختزال معرفة ما إذا كان التفاعل يحدث في وسط حمضي أو قاعدي؟

توفر المحاليل أيونات H^+ ، أو أيونات OH^- اللازمة لوزن معادلة الأكسدة والاختزال بالمقدار نفسه. لكنها لا تتغير في أثناء التفاعل، لذا يمكن حذفها من المعادلة.

54. فسر ما الأيون المتفرج؟

الأيونات المتفرجة هي الأيونات التي توجد في الحسابات الكيميائية على طرفي معادلة الأكسدة والاختزال بالمقدار نفسه. لكنها لا تتغير في أثناء التفاعل، لذا يمكن حذفها من المعادلة.

55. عرّف مصطلح أنواع المواد بدلالة تفاعلات الأكسدة والاختزال.

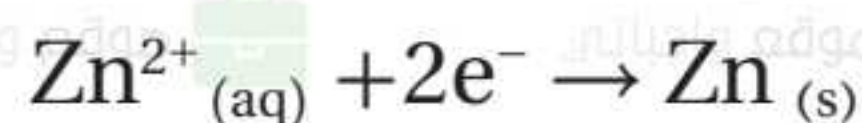
المادة أي صنف من الوحدات الكيميائية توجد في عمليات الأكسدة أو الاختزال، وقد تكون أيوناً أو جزيئاً، أو ذرات حرة.

56. هل المعادلة الآتية موزونة؟ فسر إجابتك.



لا تساوي الشحنة الكلية في الجهة اليسرى الشحنة الكلية في الجهة اليمنى.

57. هل المعادلة الآتية تمثل عملية أكسدة أم عملية اختزال؟
فسّر إجابتك.



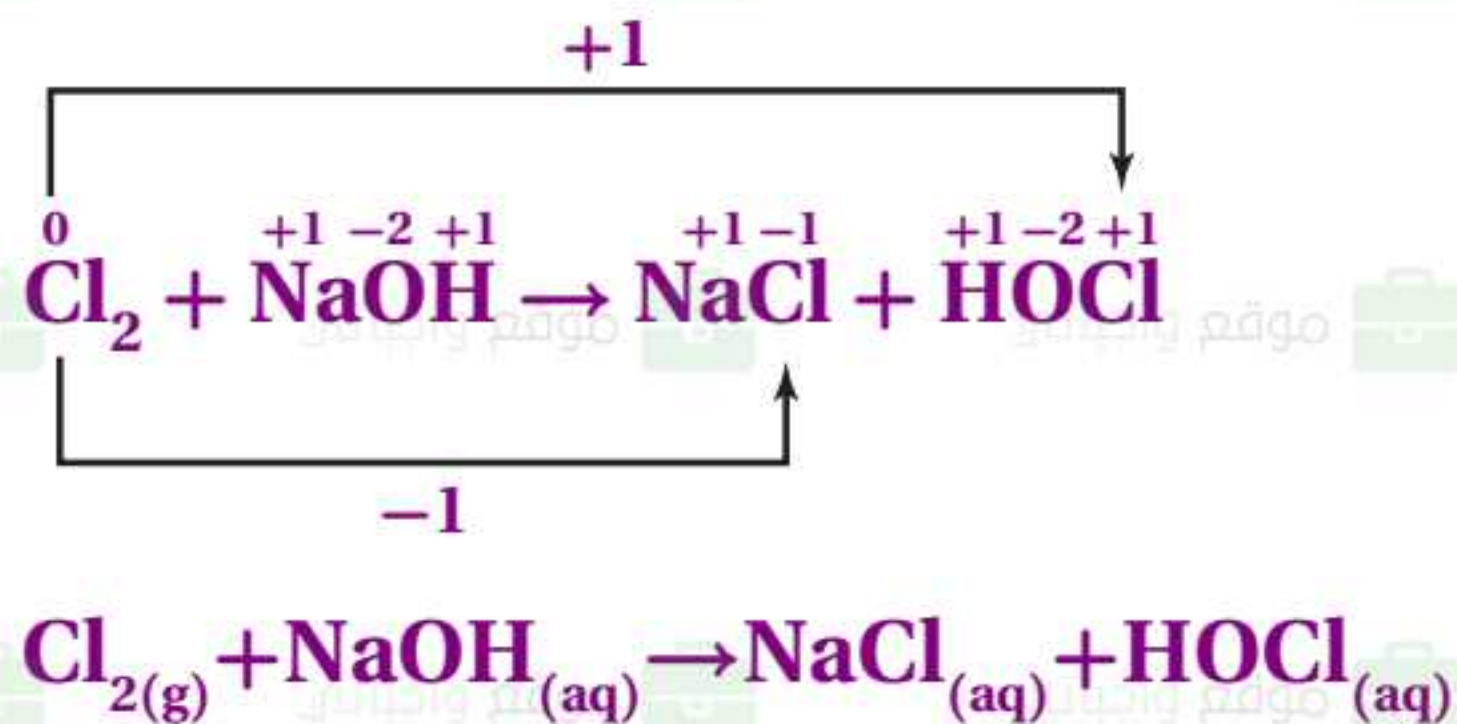
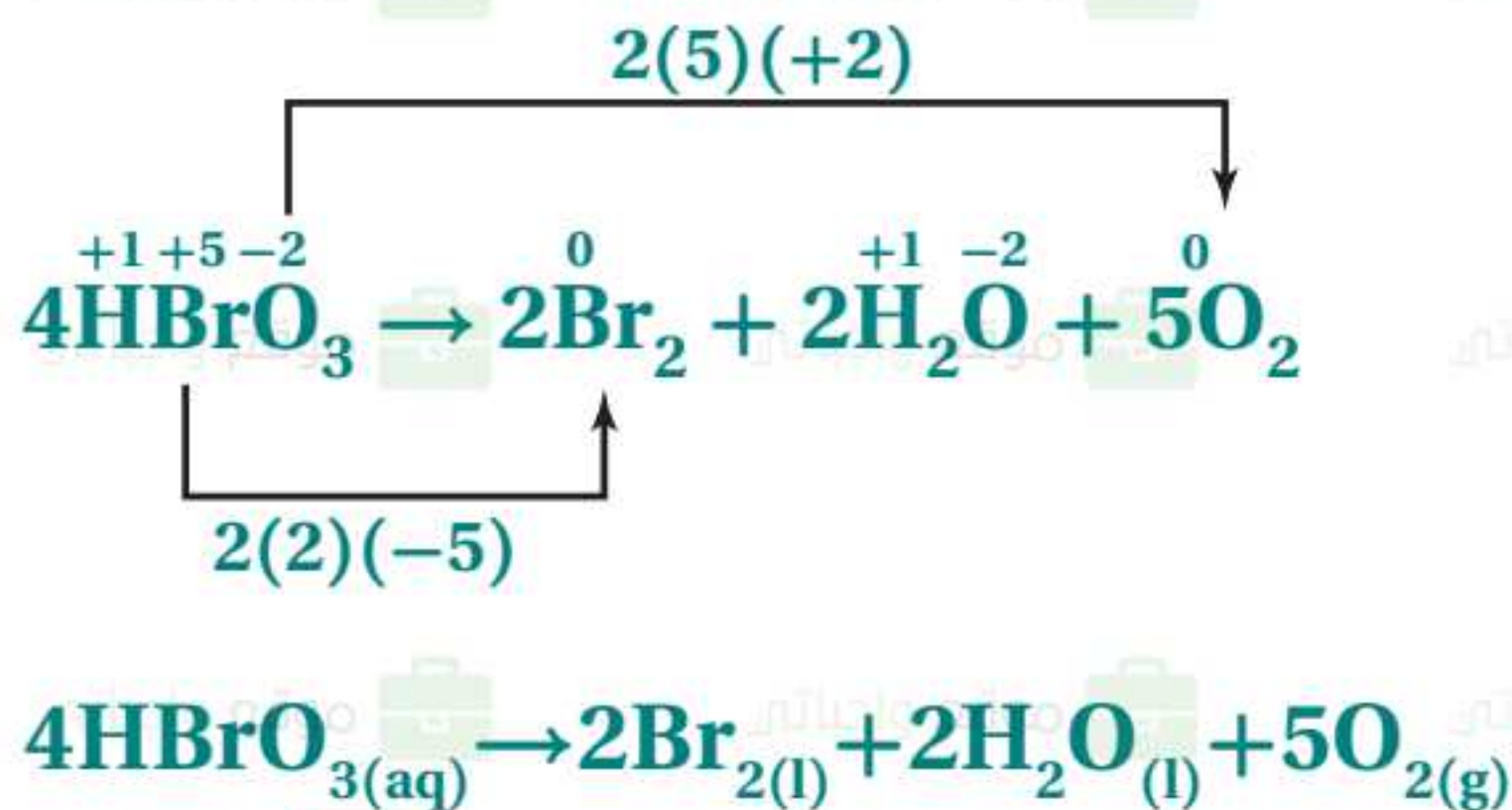
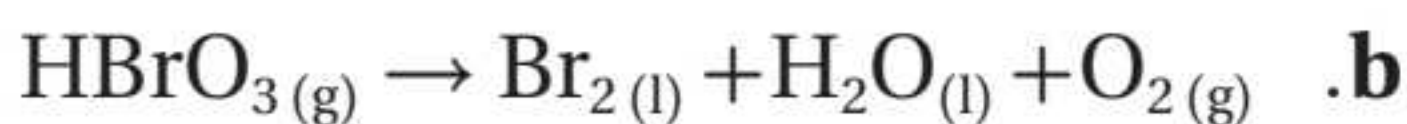
**عملية اختزال؛ إذ تكتسب الإلكترونات، ويقل عدد تأكسد
الخاصين Zn.**

58. صف ما يحدث للإلكترونات في كل نصف تفاعل من
عملية الأكسدة والاختزال.

**تُكتسب الإلكترونات من قبل بعض المواد خلال نصف
تفاعل الاختزال، وتُفقد الإلكترونات من بعض المواد
خلال نصف تفاعل الأكسدة.**

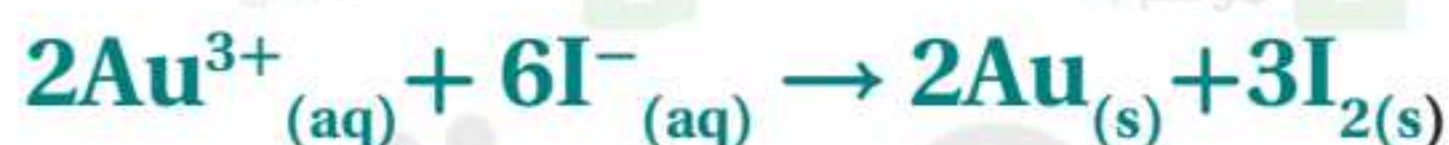
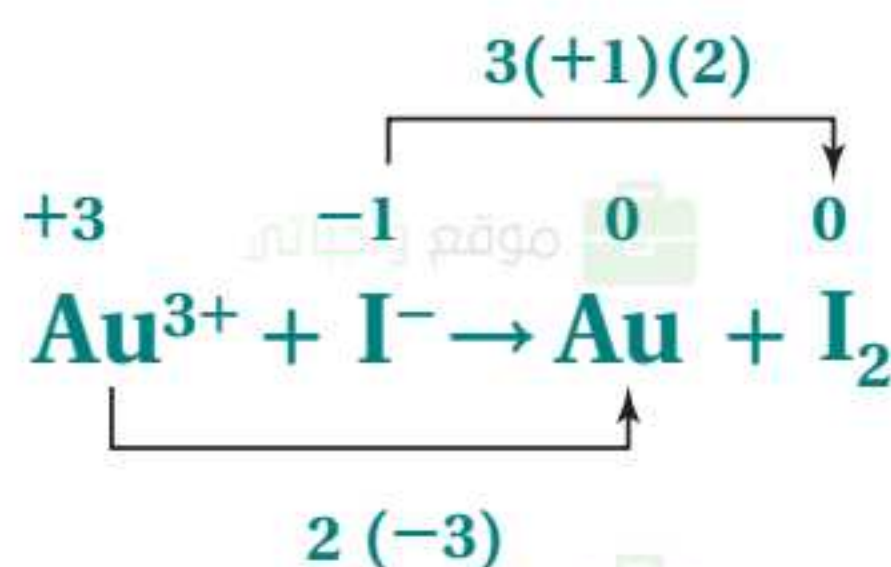
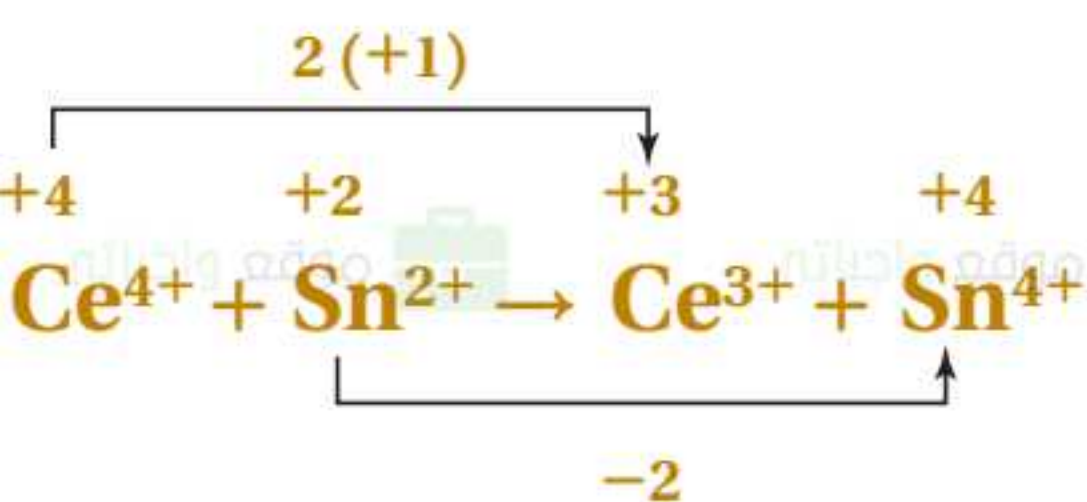
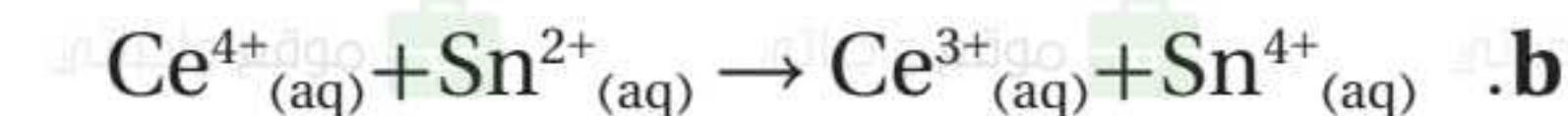
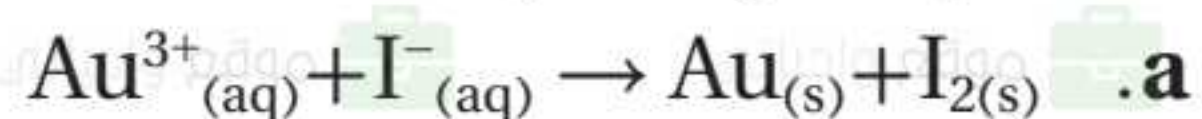
إتقان حل المسائل

59. استعمل طريقة عدد التأكسد لوزن معادلات الأكسدة والاختزال الآتية:



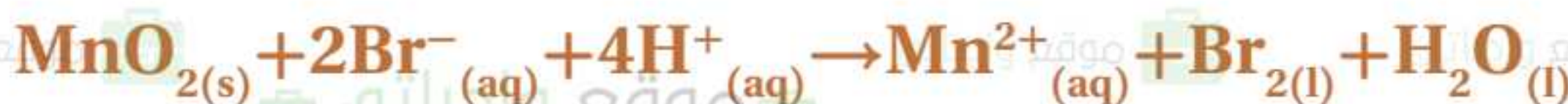
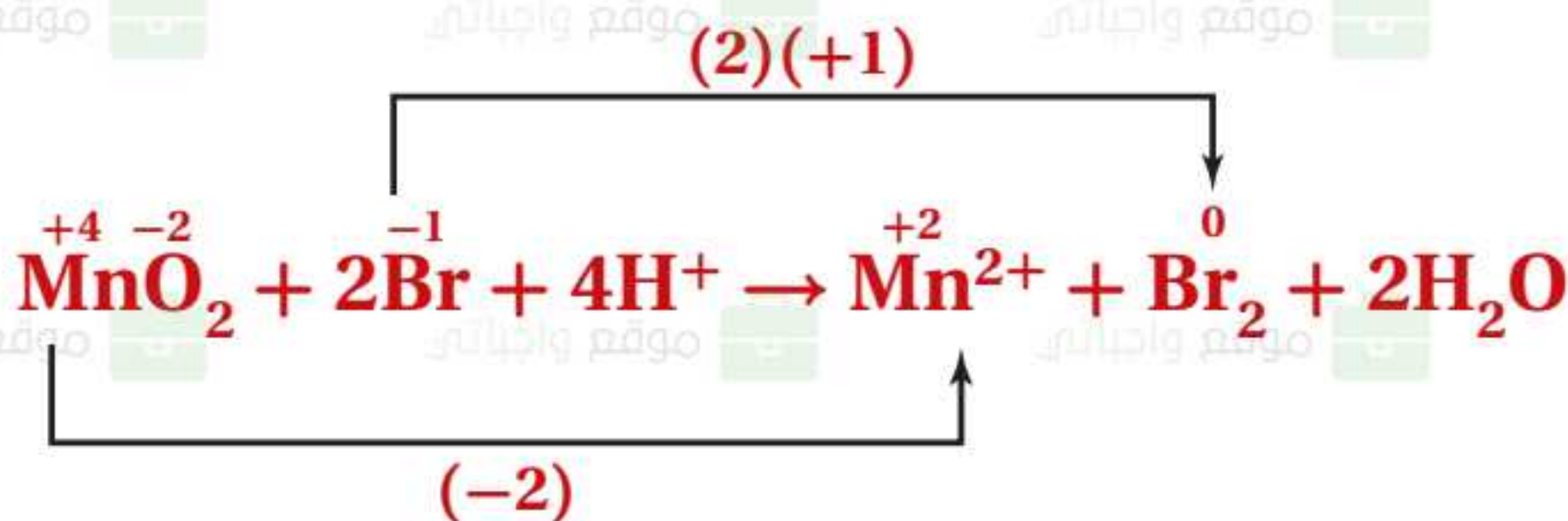
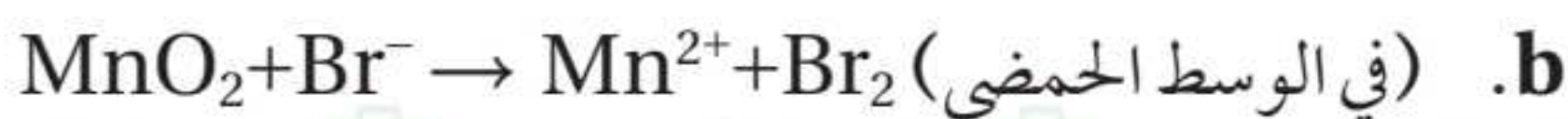
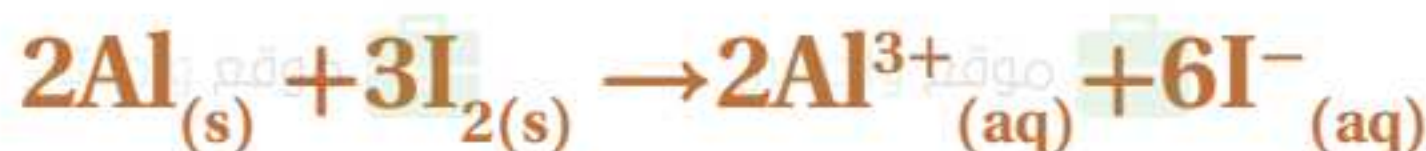
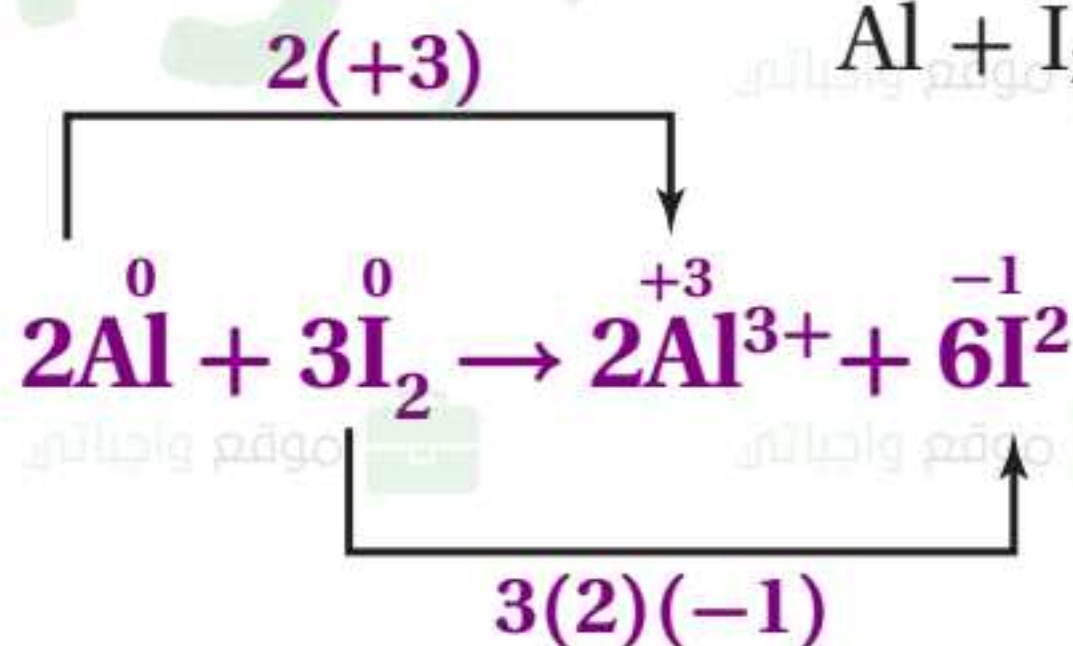
60. زن المعادلات الأيونية الكلية لتفاعلات الأكسدة

والاختزال الآتية:

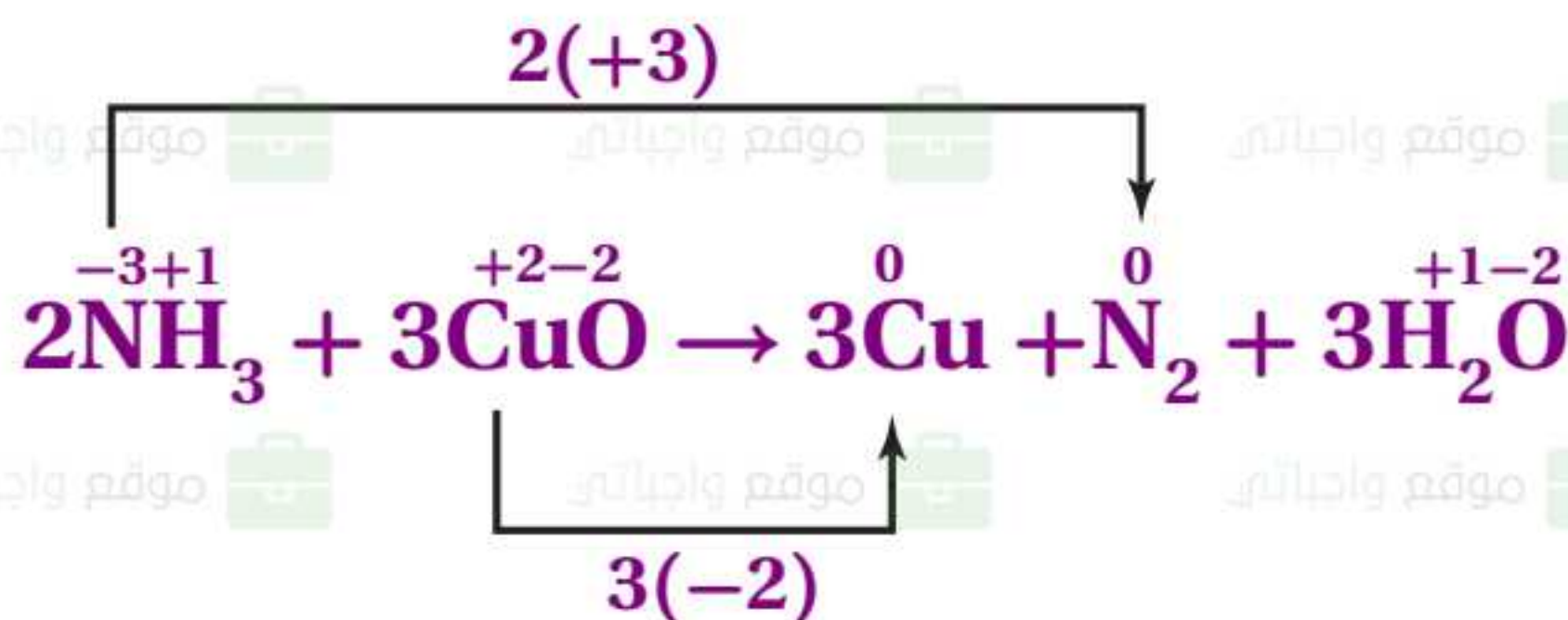
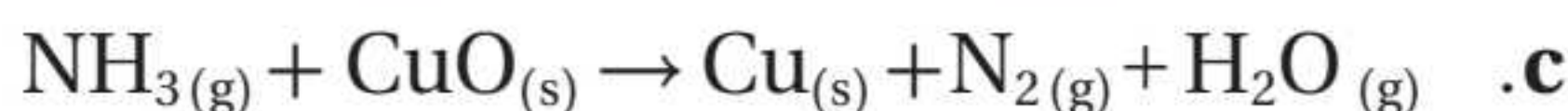
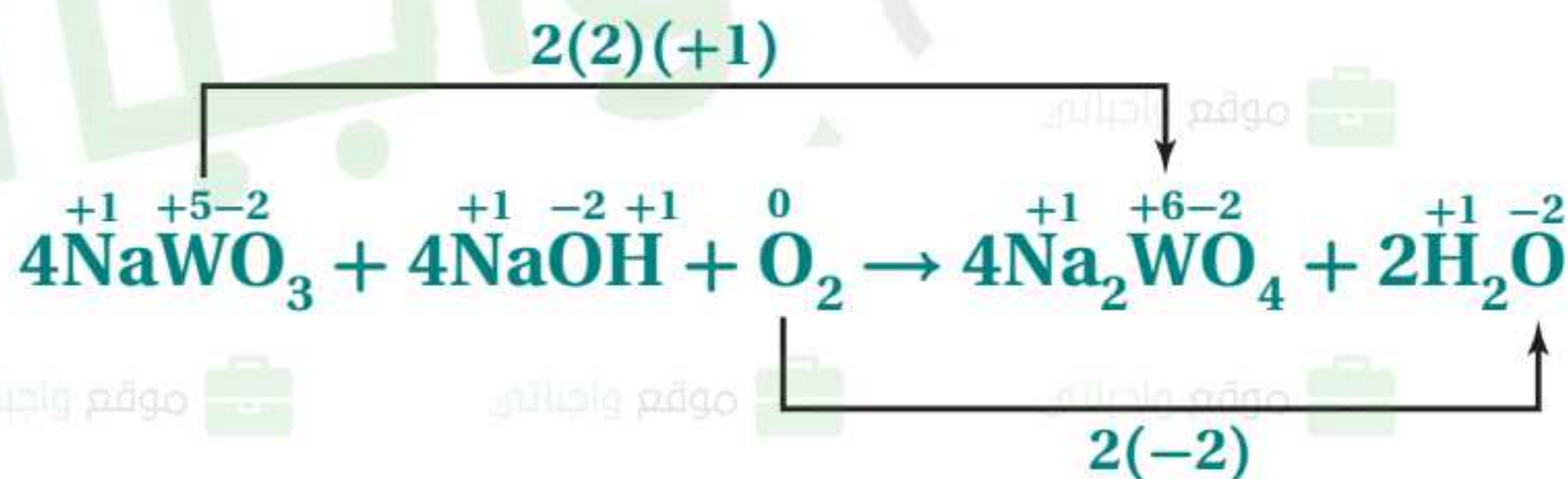
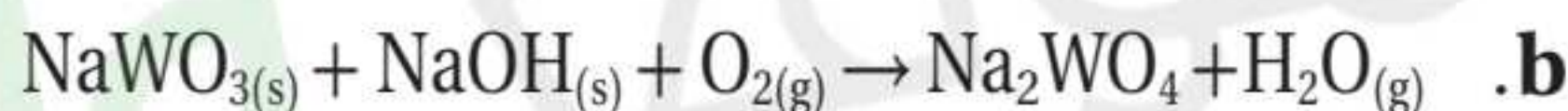
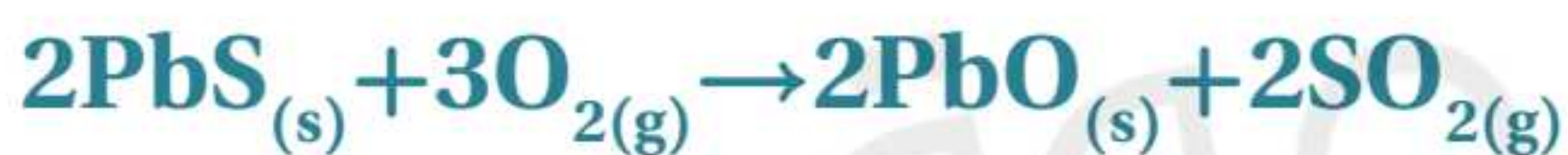
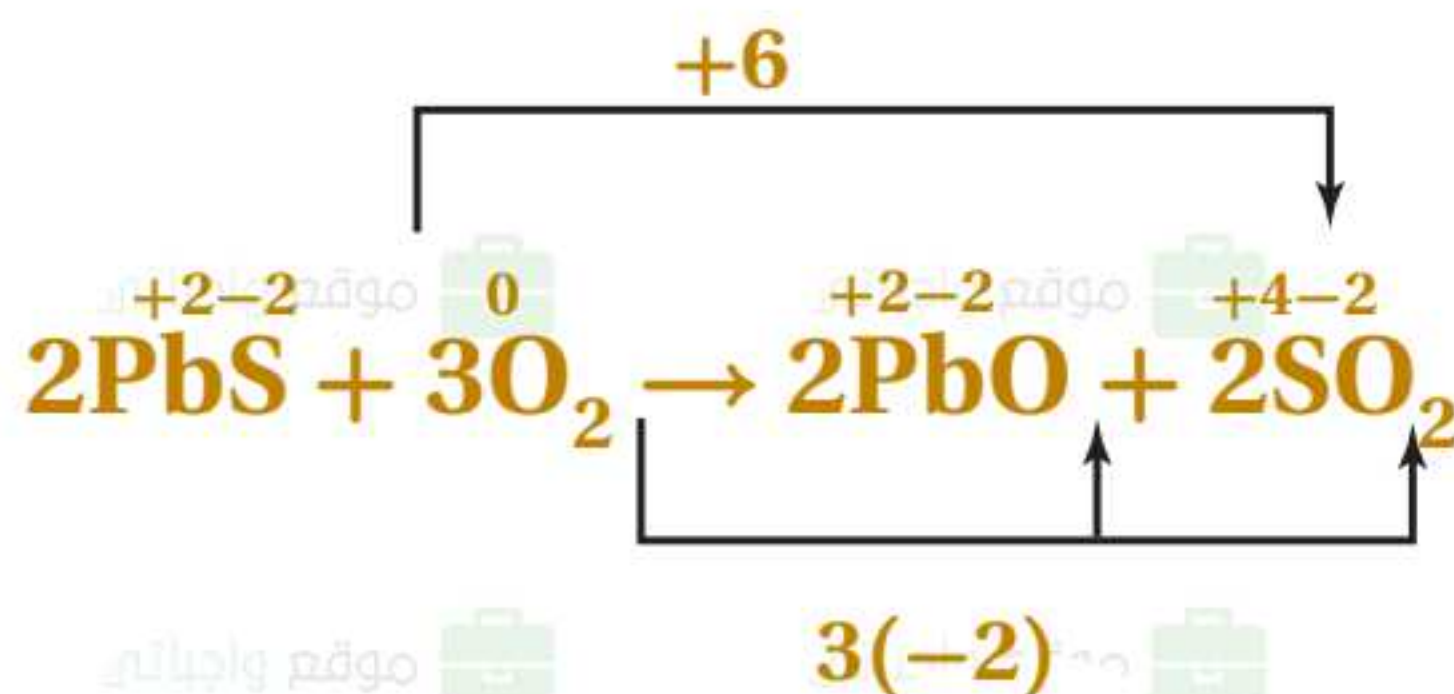


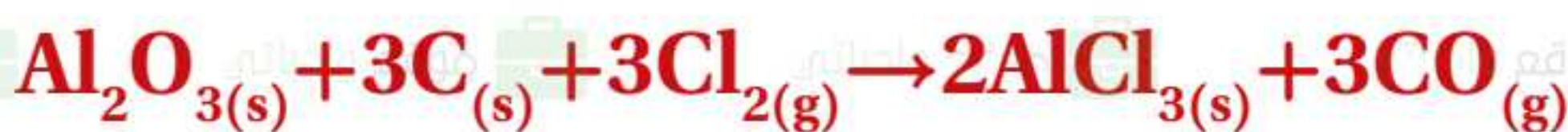
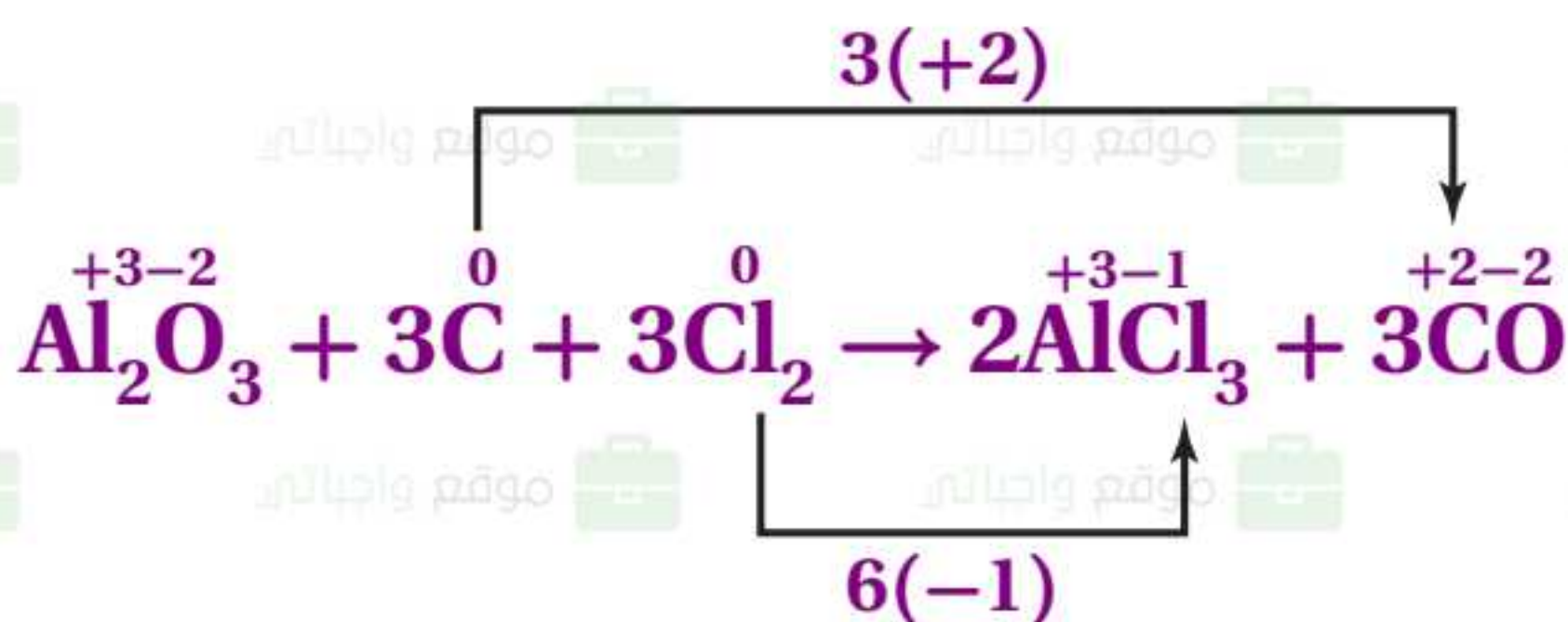
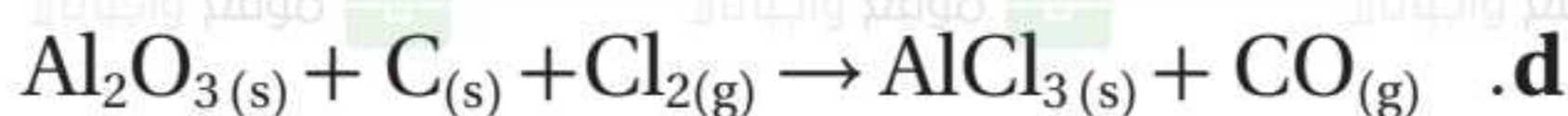
61. استخدم طريقة عدد التأكسد لوزن معادلات الأكسدة

والاختزال الأيونية الآتية:



62. استعمل طريقة عدد التأكسد لوزن معادلات الأكسدة والاختزال الآتية:





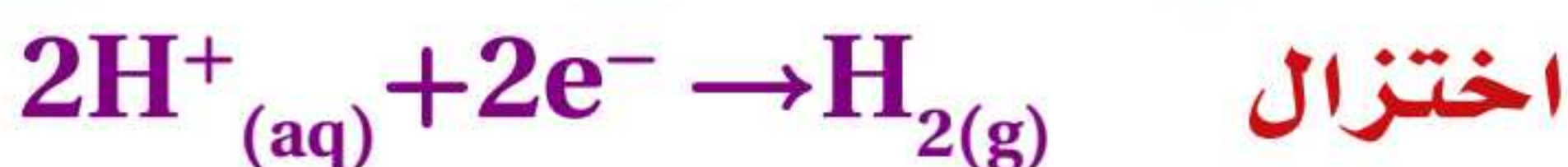
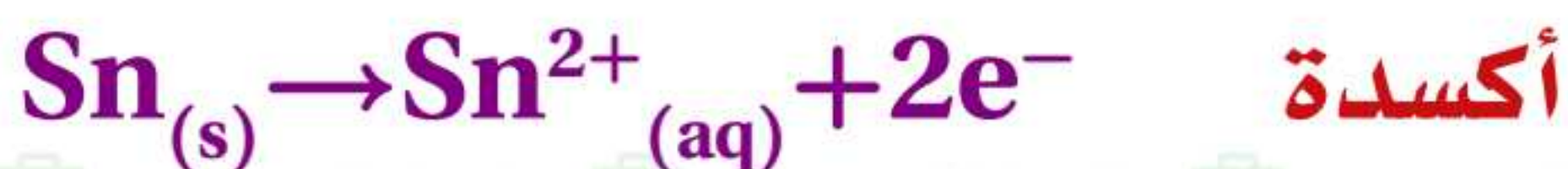
الشكل 3-11

63. الياقوت يتكون معدن الكورنديوم من أكسيد الألومنيوم Al_2O_3 وهو عديم اللون، ويعد أكسيد الألومنيوم المكون الرئيس للياقوت، إلا أنه يحتوي على مقادير بسيطة من Fe^{2+} و Ti^{4+} . ويعزى لون الياقوت إلى انتقال الإلكترونات من Fe^{2+} إلى Ti^{4+} . استناداً إلى الشكل 3-11، استنتج التفاعل الذي يحدث لينتج المعدن في الجهة اليمنى، وحدد العامل المؤكسد، والعامل المختزل.

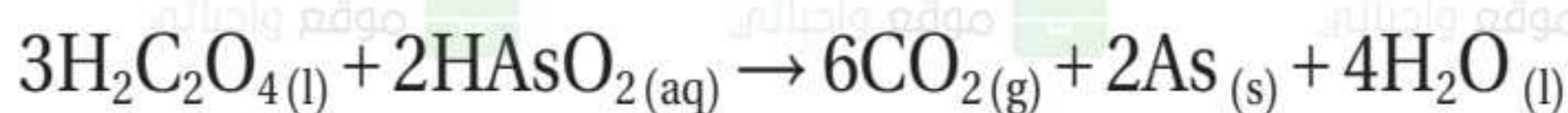


يُعد الحديد Fe العامل المختزل، في حين يُعد التيتانيوم Ti العامل المؤكسد.

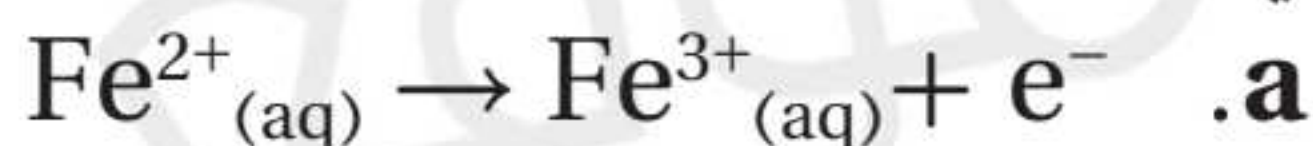
64. اكتب نصفي تفاعل الأكسدة والاختزال في كل من معادلات الأكسدة والاختزال الآتية على الصورة الأيونية إذا حدث في المحلول المائي:



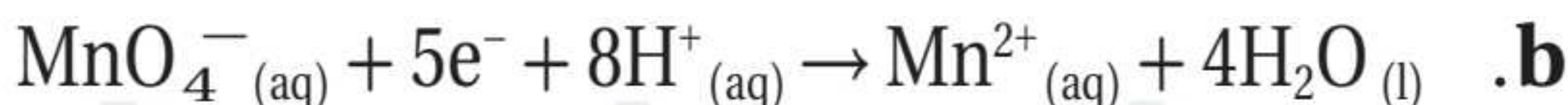
65. اكتب نصفي التفاعل اللذين يكونان معادلة الأكسدة والاختزال الموزونة الآتية:



66. أي أنصاف التفاعلات الآتية أكسدة، وأيها اختزال؟



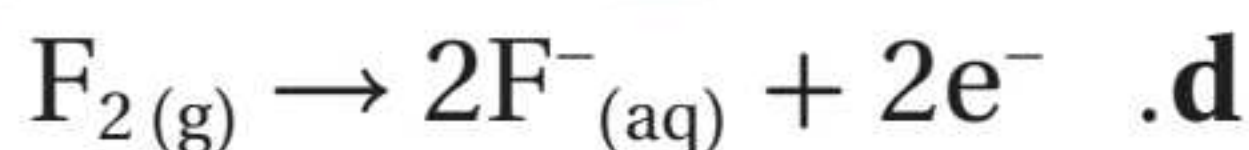
أكسدة



اختزال



اختزال



أكسدة



الشكل 12-3

67. النحاس عندما توضع شرائح النحاس في محلول نترات الفضة كما في الشكل 12-3 يبدو فلز الفضة أزرق اللون، وتتكون نترات النحاس II. اكتب المعادلة الكيميائية غير الموزونة، ثم حدد حالة التأكسد لكل عنصر فيها. اكتب أيضًا نصفي معادلة التفاعل، وحدد أيهما تأكسد، وأيها اختزل. وأخيرًا اكتب المعادلة الكيميائية الموزونة للتفاعل.

المعادلة غير الموزونة :



حالة التأكسد للمواد المتفاعلة :



الأكسدة



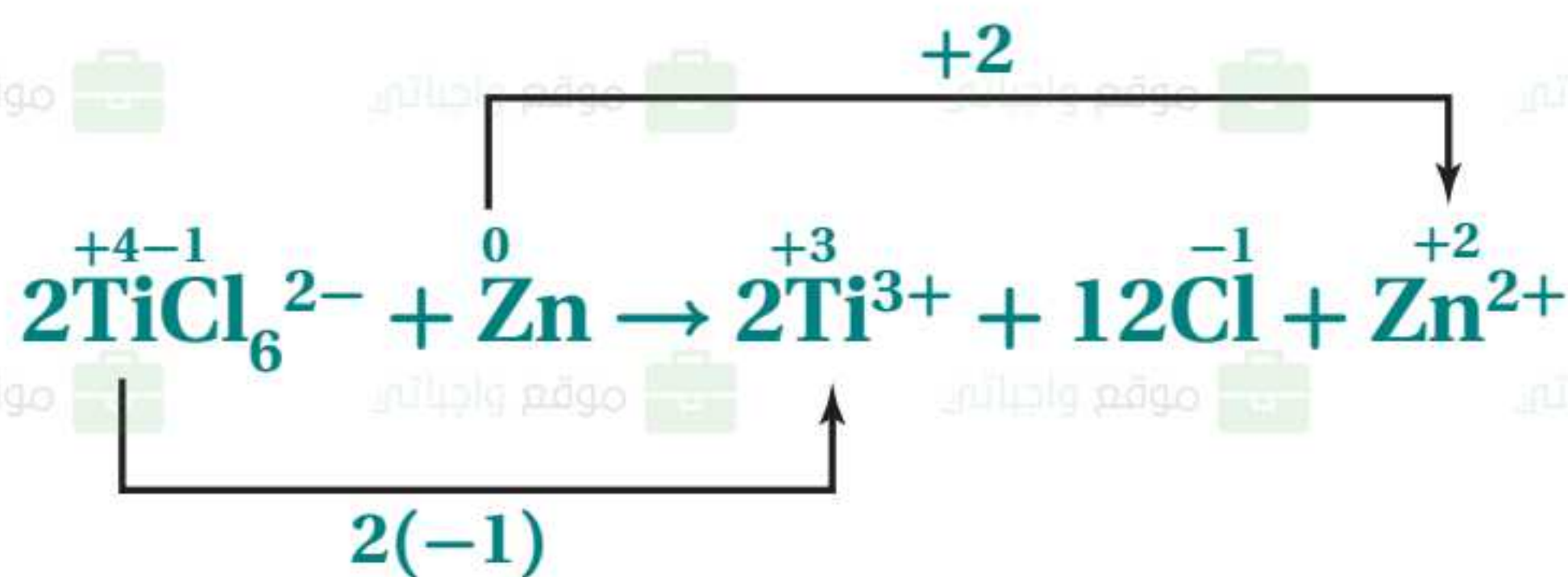
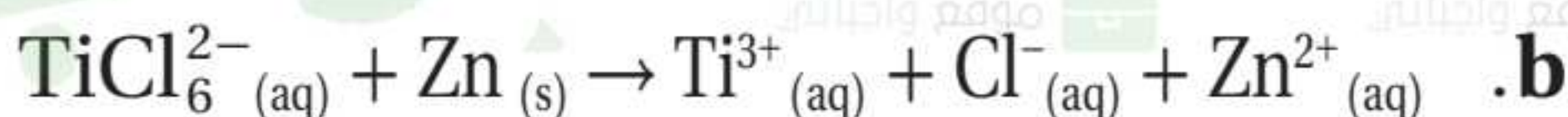
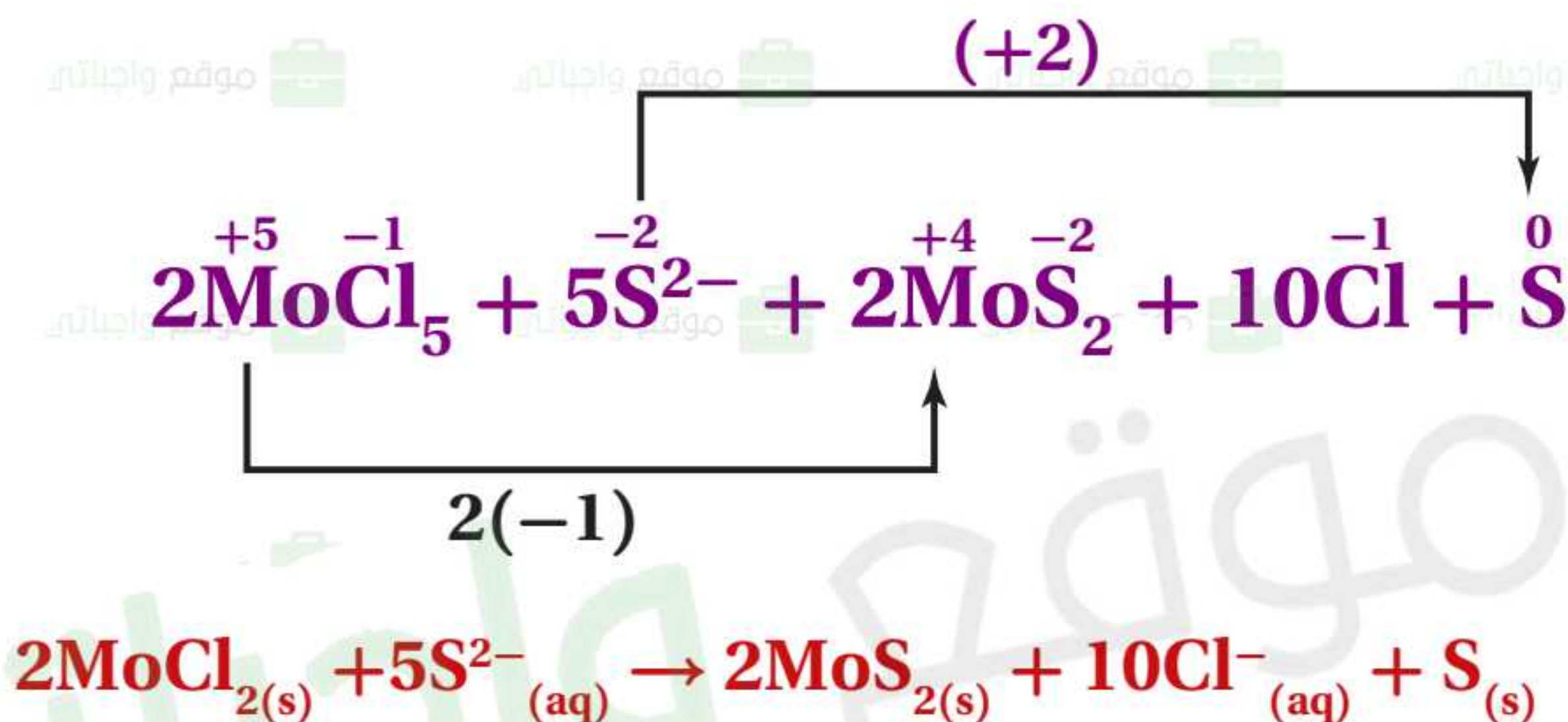
الاختزال

المعادلة الكيميائية الموزونة :



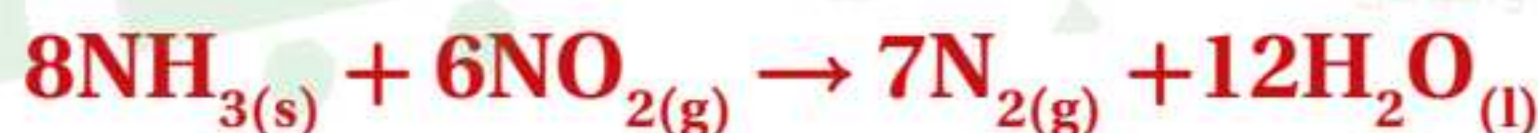
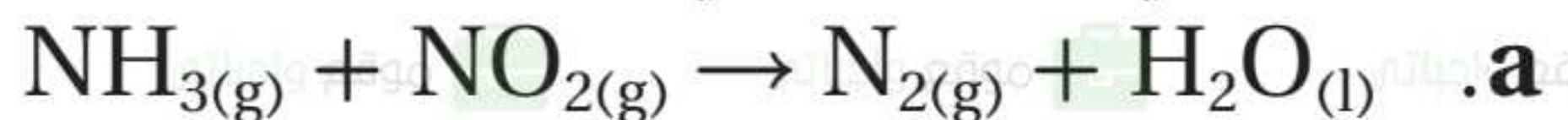
68. استخدم طريقة عدد التأكسد لوزن معادلات الأكسدة

والاختزال الأيونية الآتية:

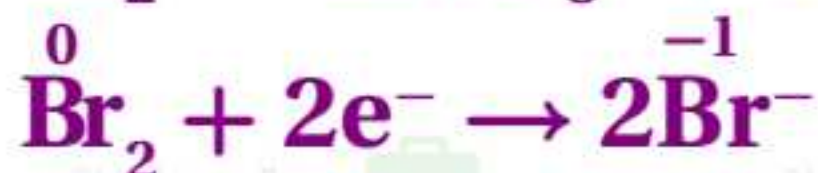


69. استعمل طريقة نصف التفاعل لوزن معادلات تفاعلات

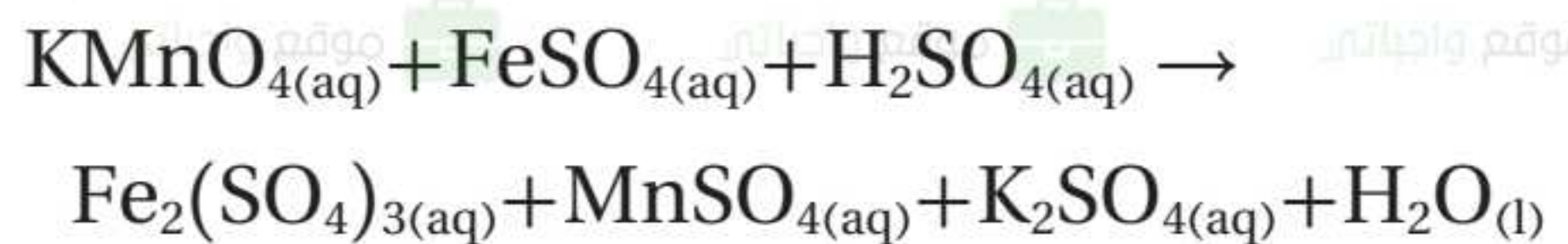
الأكسدة والاختزال الآتية، مضيفاً جزيئات الماء وأيونات الهيدروجين (في الوسط الحمضي)، أو أيونات الهيدروكسيد (في الوسط القاعدي) إذا تطلب الأمر ذلك:



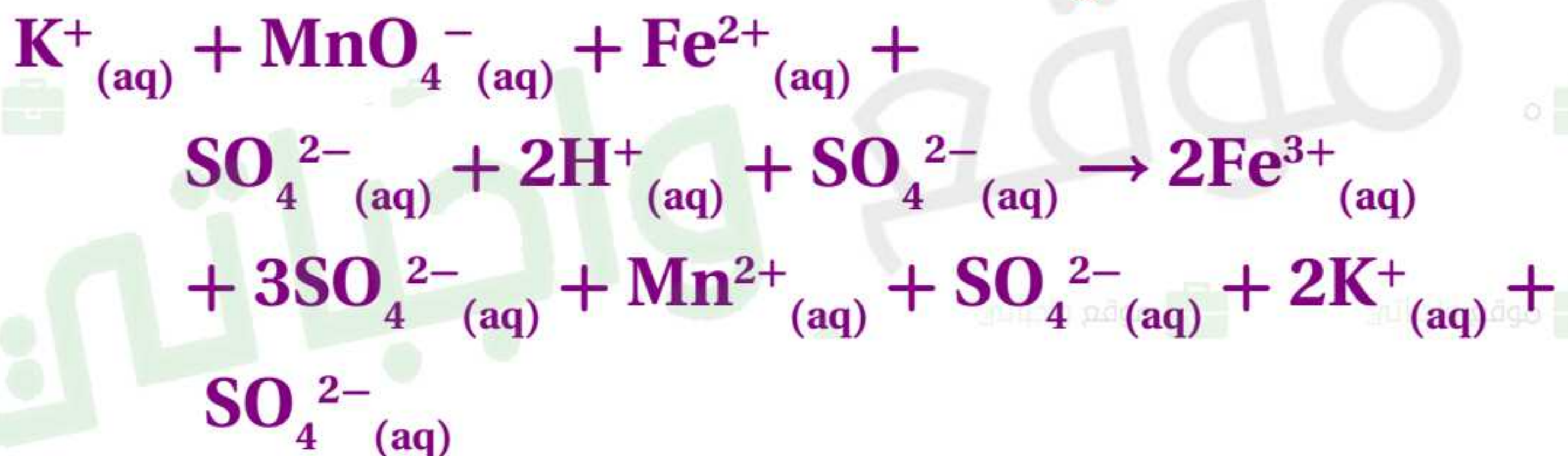
b. $\text{Br}_2(\text{l}) \rightarrow \text{Br}^-(\text{aq}) + \text{BrO}_3^-(\text{aq})$ (في الوسط القاعدي)



70. زن معادلة التأكسد والاختزال الآتية، وأعد كتابتها بشكلها الأيوني الكامل، ثم اشتق المعادلة الأيونية الكلية، وزنها بطريقة نصف التفاعل. على أن تكون الإجابة النهائية بمعاملات الوزن ولكن على النحو الآتي:



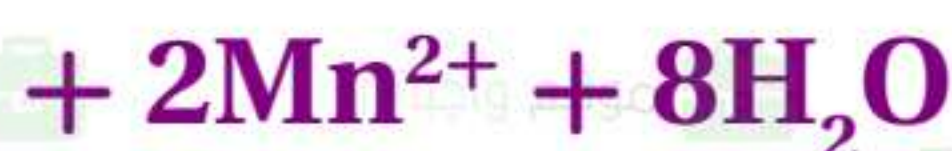
المعادلة الكلية:



المعادلة النهائية:

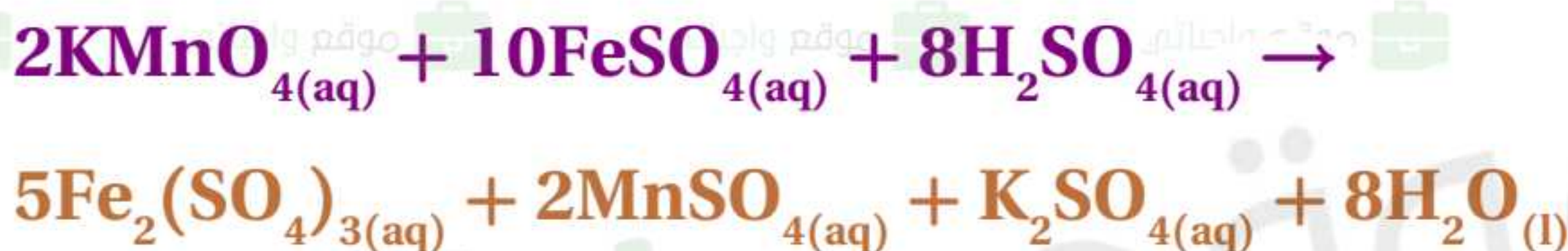


أنصاف التفاعل:

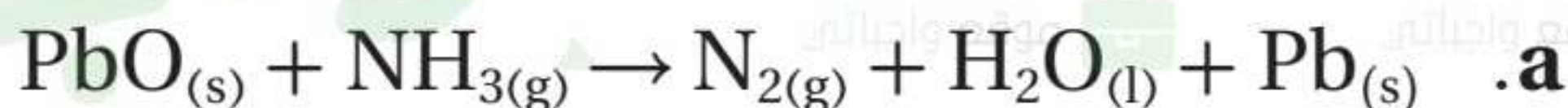




المعادلة الموزونة :



71. استخدم طريقة عدد التأكسد في وزن معادلات الأكسدة والاختزال الآتية:





أكسدة



اختزال

72. استخدم طريقة نصف التفاعل في وزن هذه المعادلات

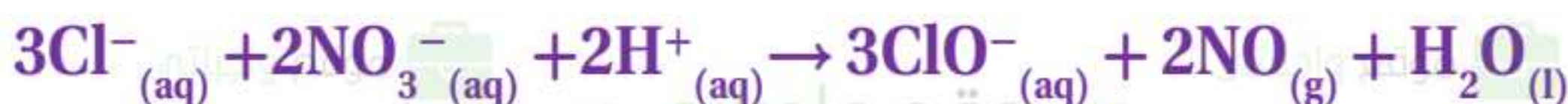
مضيفاً جزيئات الماء وأيونات الهيدروجين (في الوسط

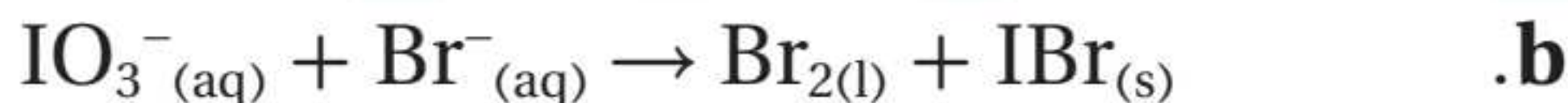
الحمضي)، أو أيونات الهيدروكسيد (في الوسط القاعدي)

عند الحاجة. واحتفظ بالمعادلات الموزونة في صورة معادلة أيونية نهائية:

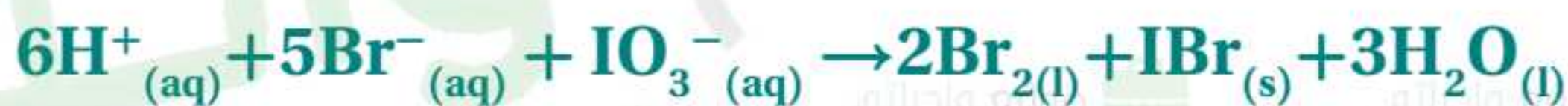


(في الوسط الحمضي)

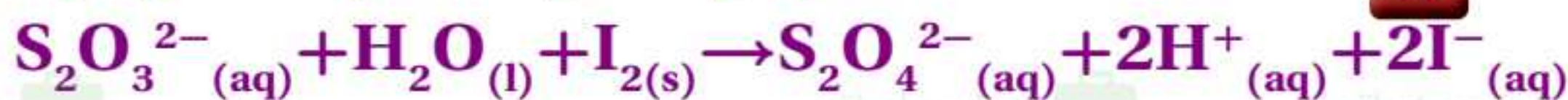
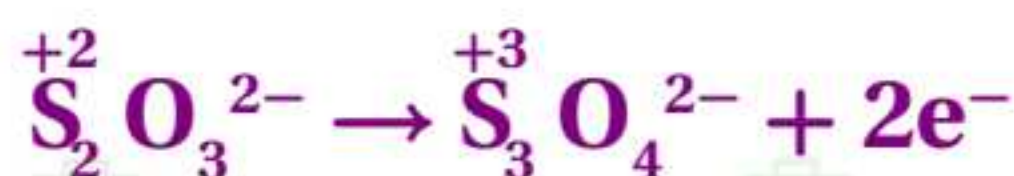




(في الوسط الحمضي)



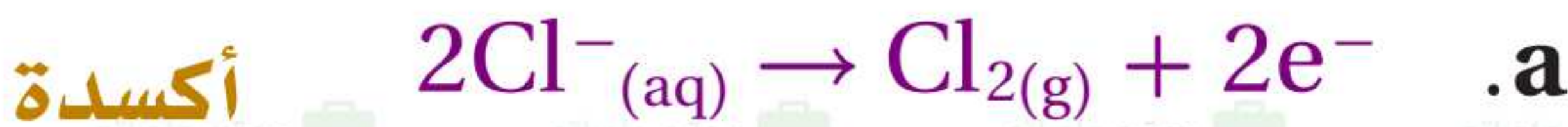
(في الوسط الحمضي)



73. حدّد عدد التأكسد لكل عنصر من العناصر الظاهرة بلون داكن:



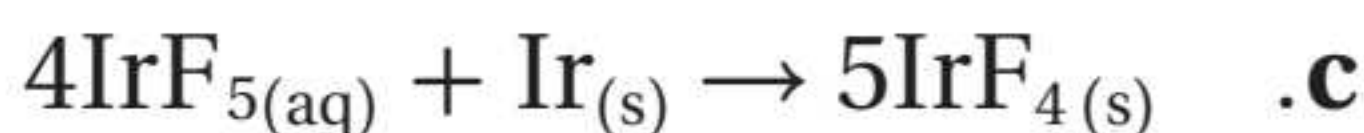
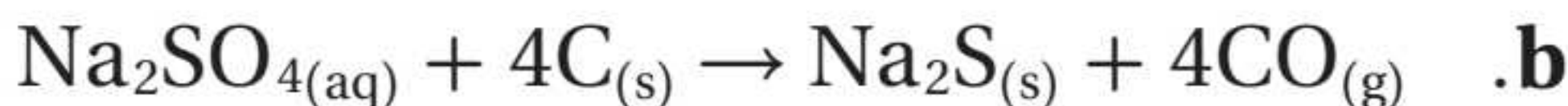
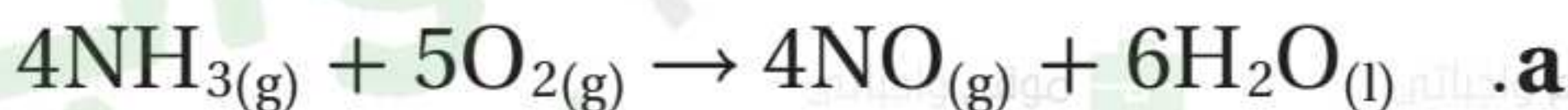
74. حدّد كلا من التغيرات الآتية إذا كانت أكسدة أو اختزال:



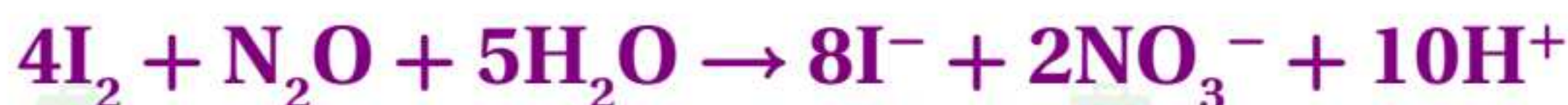
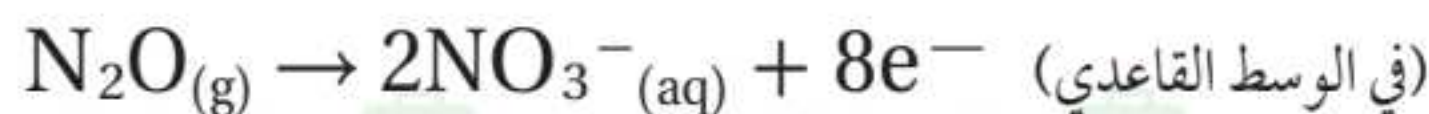
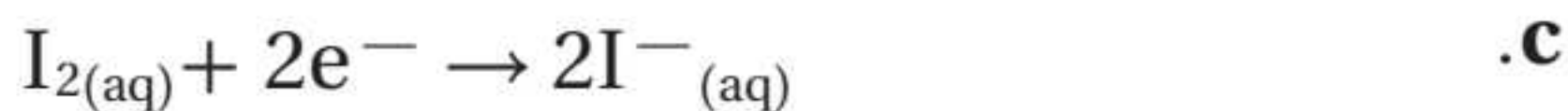
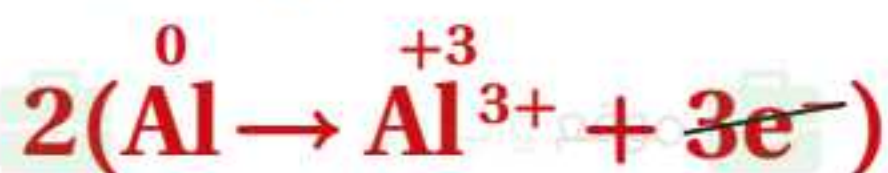
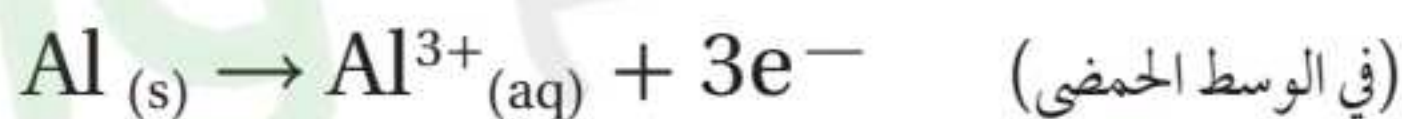
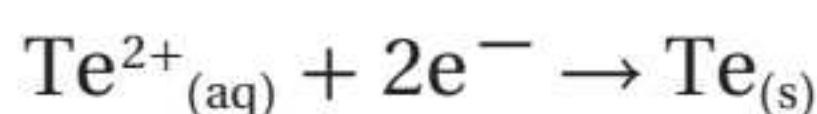
75. استعمل قواعد تحديد عدد التأكسد لإكمال الجدول 3-7

الجدول 7 - 6 بيانات المركبين		
العنصر	عدد التأكسد	القاعدة
K in KBr	+1	7
Br in KBr	-1	8
Cl in Cl ₂	0	1
K in KCl	+1	7
Cl in KCl	-1	8
Br in Br ₂	0	1

76. حدد العوامل المختزلة في المعادلات الآتية:



77. اكتب معادلة أيونية موزونة مستعملا أزواج أنصاف تفاعلات الأكسدة والاختزال الآتية:



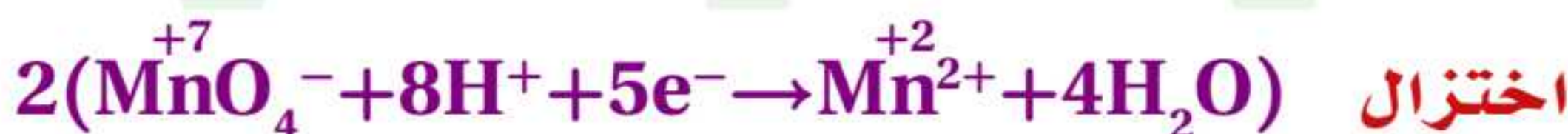
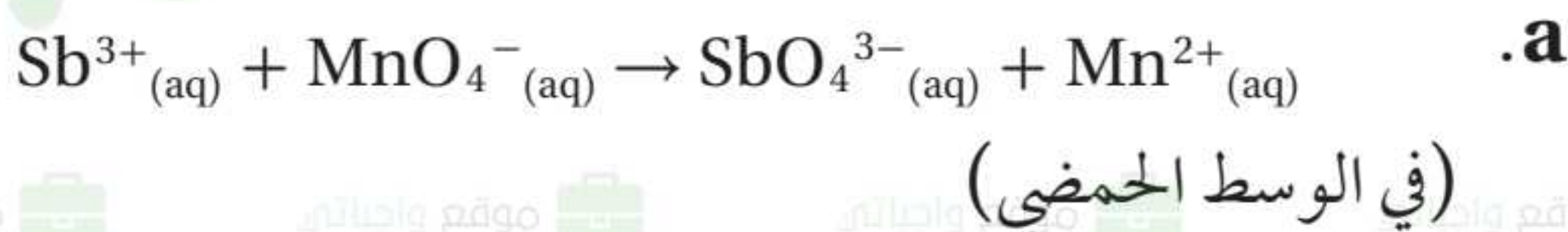
78. ما عدد تأكسد الكروم في كل من المركبات الموضحة في الشكل 3-13؟



3-13

+6 في كليهما

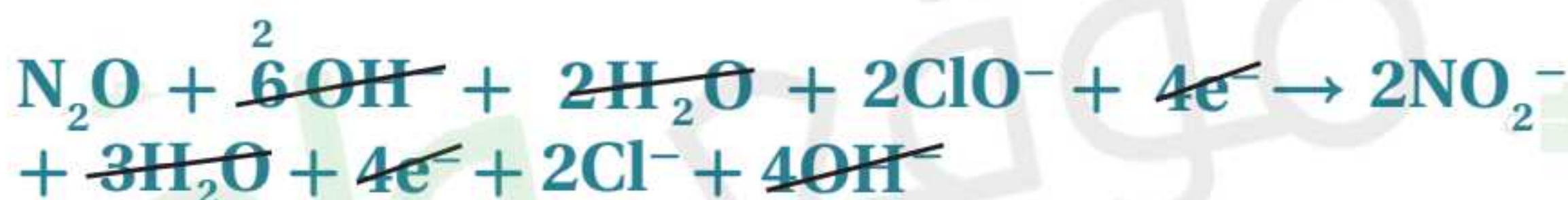
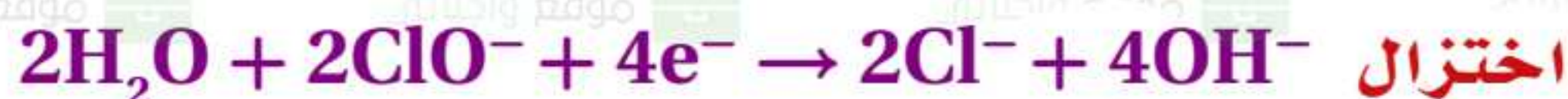
79. زن معادلات الأكسدة والاختزال الأيونية الآتية بأي طريقة من طرائق وزن المعادلات.





b.

(في الوسط القاعدي)



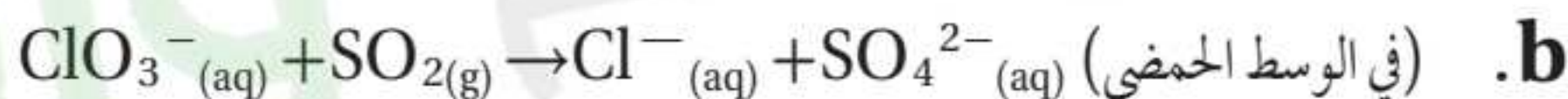
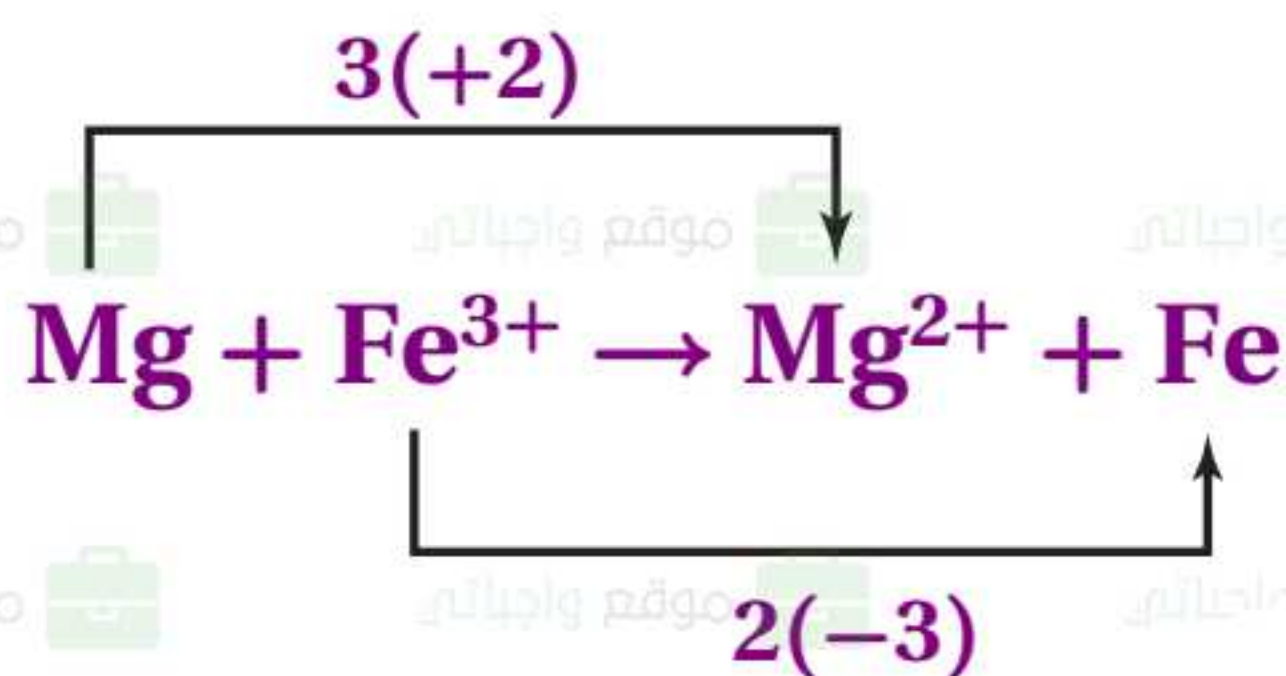
80. الأحجار الكريمة الياقوت حجر كريم يتكون من أكسيد الألومنيوم، أما لونه الأحمر فقد جاء من احتوائه على مقادير ضئيلة من أيونات الكروم III التي تحل محل أيونات الألومنيوم. ارسم تركيب أكسيد الألومنيوم، ووضح التفاعل الذي تحل فيه أيونات الكروم محل أيونات الألومنيوم. هل هذا التفاعل تفاعل تأكسد واختزال؟



لا، يُعدّ تفاعل أكسدة واختزال؛ لأنه لا يوجد تغيير في أعداد التأكسد.

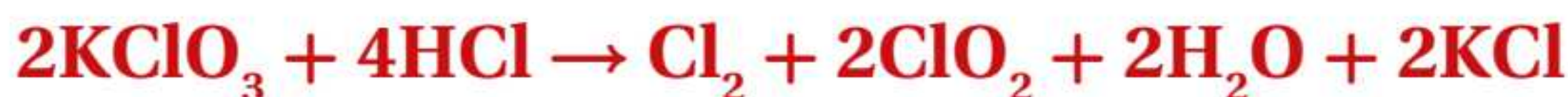
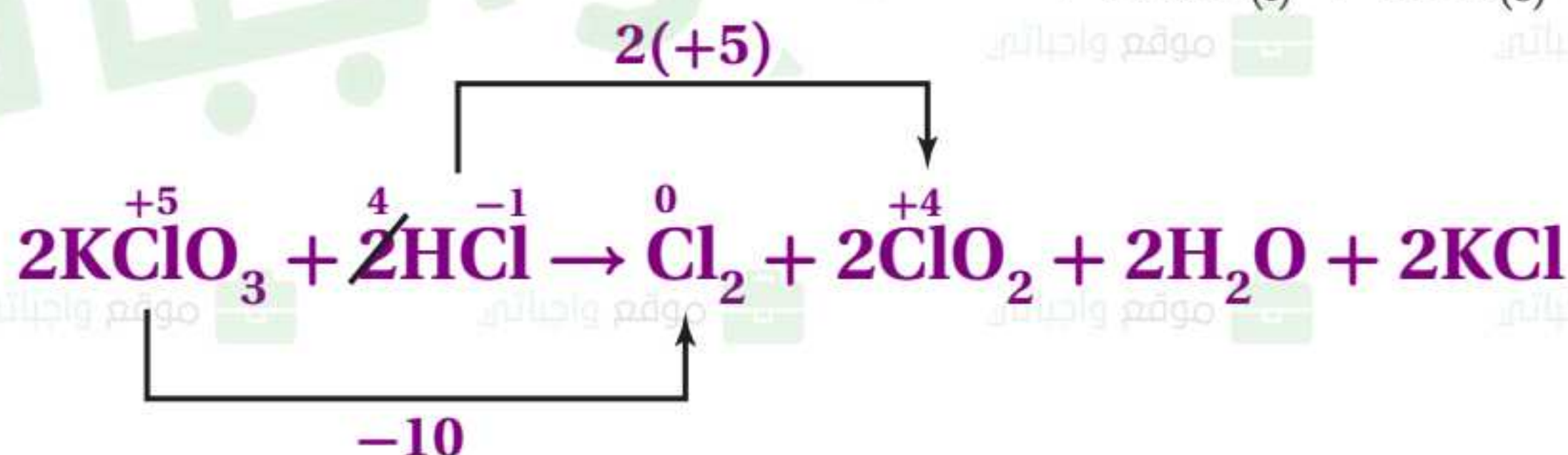
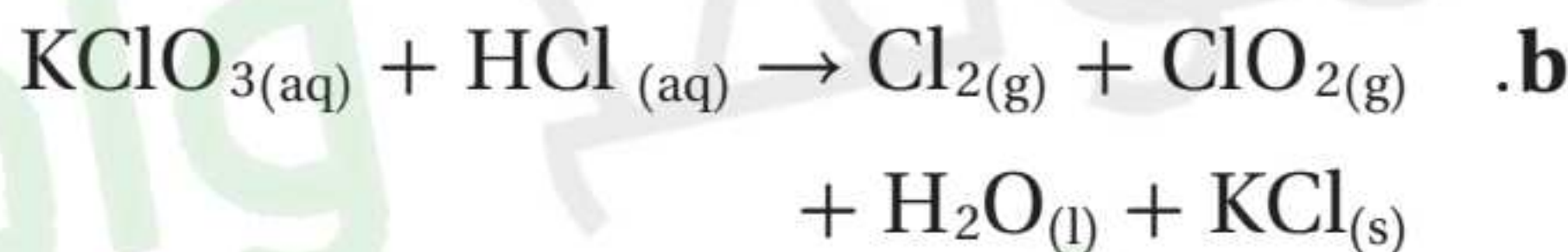
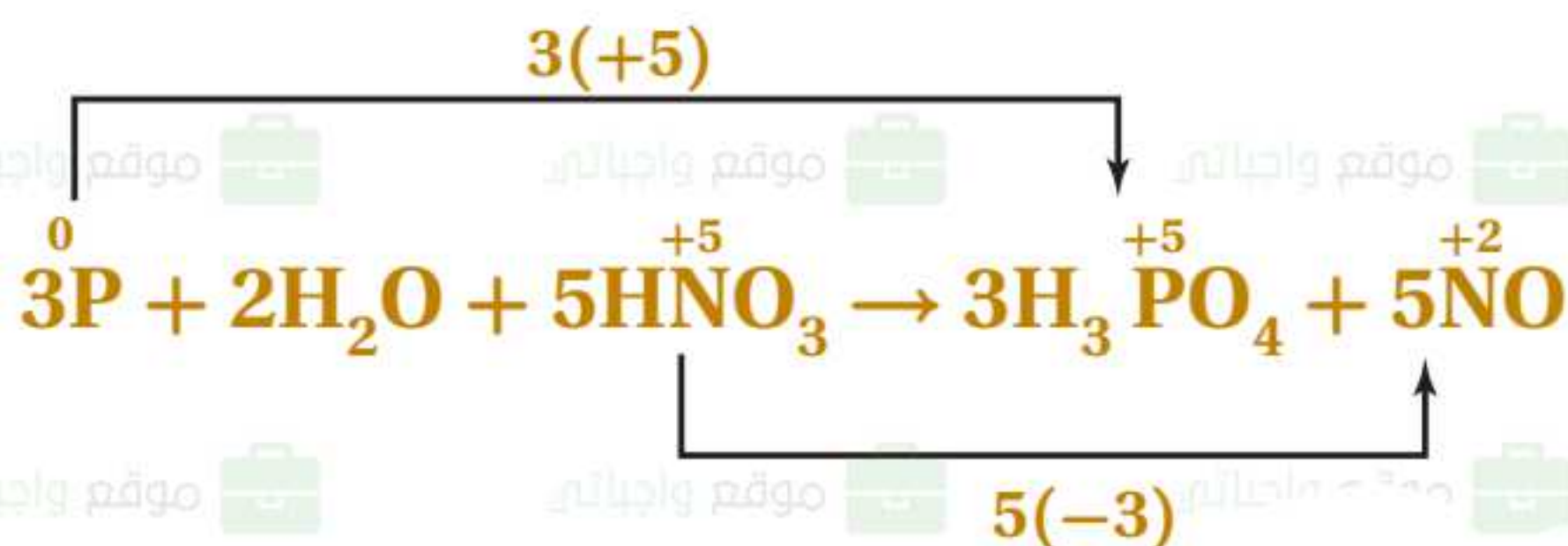
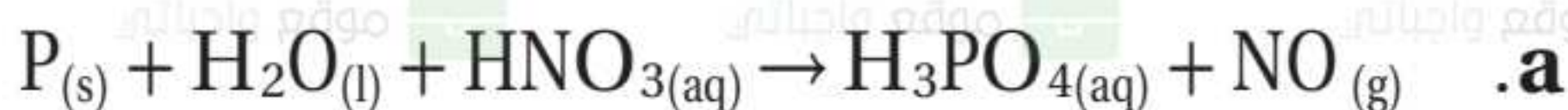
81. زن معادلات الأكسدة والاختزال الأيونية الآتية بأي

طريقة من طرائق الوزن:



82. زن معادلات الأكسدة والاختزال الآتية بأي طريقة من

طرائق الوزن:

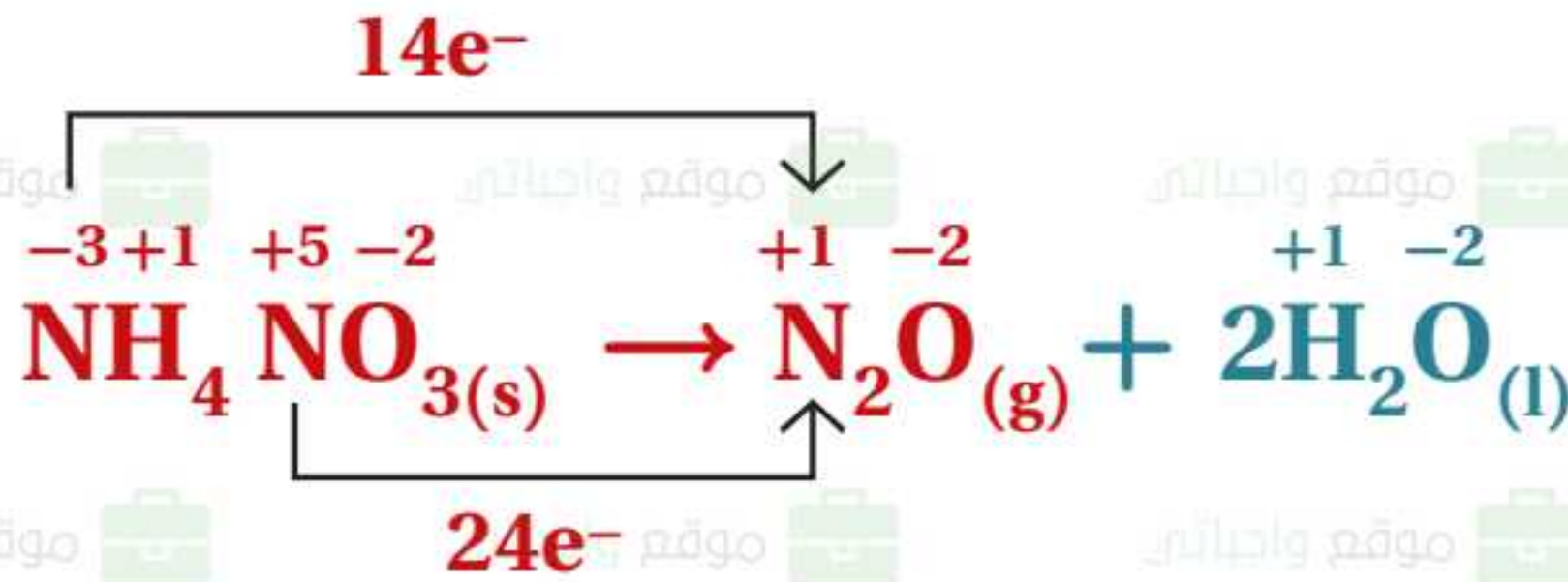
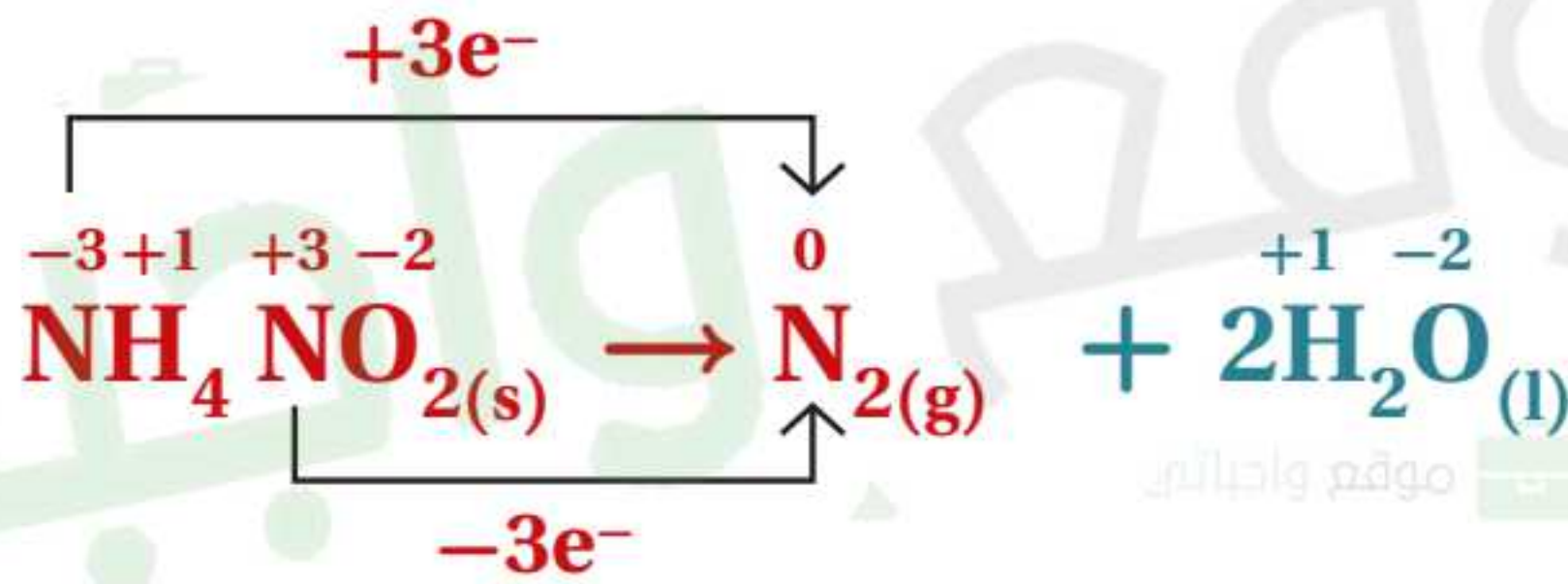


التفكير الناقد

83. طبق تبيين المعادلات الآتية تفاعلات الأكسدة والاختزال التي تستخدم لتحضير غاز النيتروجين النقي وغاز ثاني أكسيد النيتروجين وغاز أول أكسيد النيتروجين N_2O في المختبر:



a. حدّد عدد التأكسد لكل عنصر في المعادلتين، ثم ارسم مخططاً توضح فيه التغير في عدد التأكسد الذي يحدث في كل تفاعل.



b. حدّد الذرة التي تأكسدت والذرة التي اختزلت في كلا التفاعلين.

من N^{3-} إلى N_2 ؛ يفقد $3e^-$ (تأكسد)

من N^{3+} إلى N_2 ؛ يكتسب $3e^-$ (اختزل)

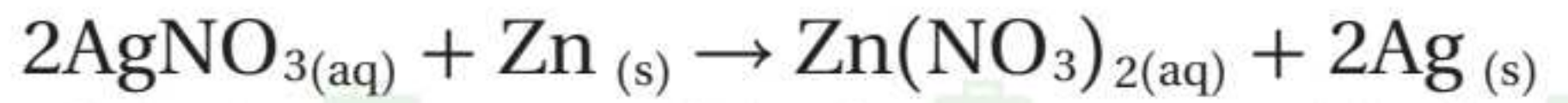
من N^{3-} إلى N^{1+} ؛ يفقد $4e^-$ (تأكسد)

من N^{5+} إلى N^{1+} ؛ يكتسب $4e^-$ (اختزل)

c. حدّد العامل المؤكسد والعامل المختزل لكلا التفاعلين.

يُعدّ كلٌّ من NO_2^- و NO_3^- (عاملًا مؤكسدًا)، في حين يُعدّ NH_4^+ عاملًا مختزلًا.

d. اكتب جملة توضح فيها كيفية انتقال الإلكترونات الذي حدث في هذين التفاعلين عن التفاعل الآتي:



في التفاعلين الأولين تأكسد النيتروجين واختزل، أمّا في التفاعل الثالث فقد حدث تفاعل الأكسدة والاختزال بين عنصرين مختلفين.

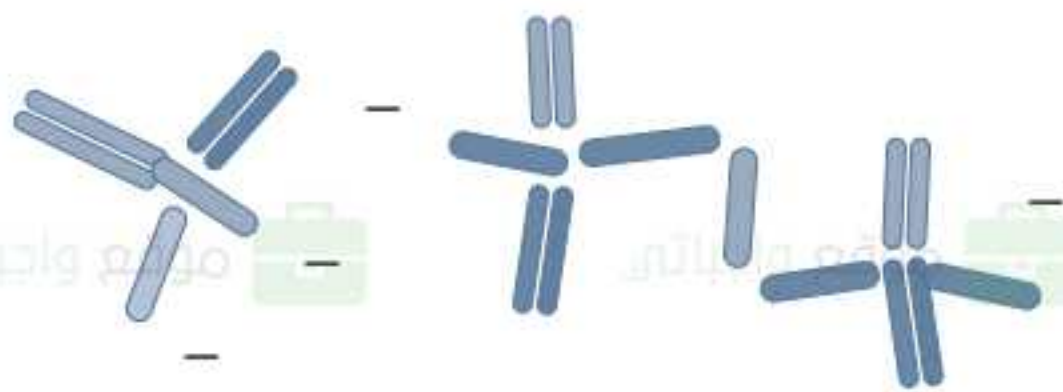
84. حلّ ادرس المعادلة الأيونية الكلية أدناه، للتفاعل الذي

يحدث عند تأكسد أيون الثيوكبريتات $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ إلى أيون

رابع ثيونات $\text{S}_4\text{O}_6^{2-}$. زن المعادلة مستعملًا طريقة

نصف التفاعل. وسوف يساعدك الشكل 3-14 على

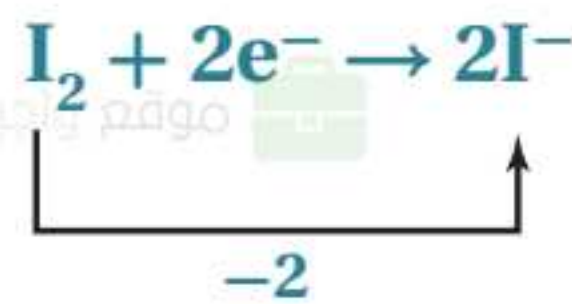
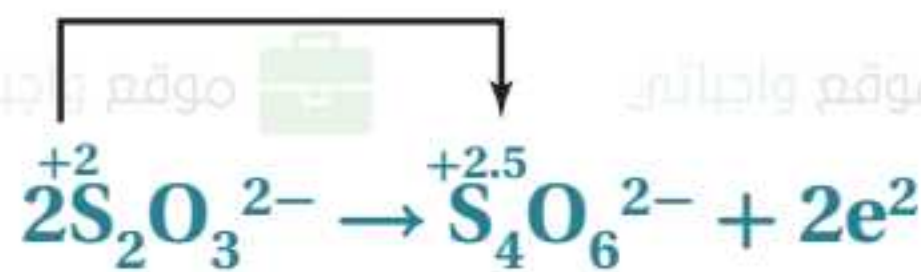
تحديد أعداد التأكسد لاستعمالها.



أيون الثيوكبريتات ($\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$)

أيون رابع ثيونات ($\text{S}_4\text{O}_6^{2-}$)

الشكل 3-14



-2



85. توقع اعتبر أن جميع المركبات الآتية مركبات مستقرة حقيقة. ما الذي يمكنك أن تستدل عليه عن حالة التأكسد للفسفور في مركباته؟



للفسفور حالات تأكسد متعددة (+5، +3، -2، -3) مما يجعله مرناً عند اتحاده باللائلزات.

86. جد الحل تؤكسد برمنجنات البوتاسيوم أيونات الكلوريد لتكون غاز الكلور وأيون منجنيز Mn^{2+} . قم بموازنة معادلة تفاعل التأكسد والاختزال الذي يحدث في الوسط الحمضي.



87. في نصف التفاعل $NO_3^- \rightarrow NH_4^+$ ، في أي الطرفين يجب إضافة الإلكترونات؟ قم بإضافة العدد الصحيح من الإلكترونات للطرف الذي يحتاج إلى ذلك، ثم أعد كتابة المعادلة.

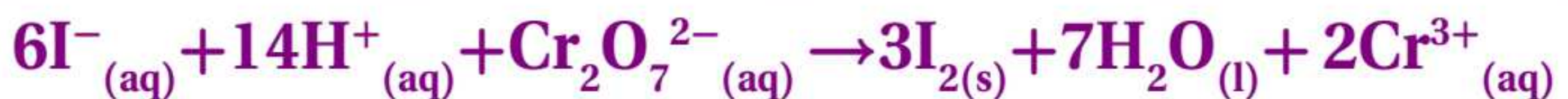
انخفض عدد تأكسد N من +5 إلى -3؛ لذا يجب أن يكون N قد اكتسب 8 إلكترونات على الجانب الأيسر



88. استعمل طريقة نصف التفاعل لوزن معادلة تفاعل الأكسدة والاختزال الذي يحدث بين أيونات الدايمرومات وأيونات اليوديد في الوسط الحمضي، والذي يوضحه الشكل 3-15.



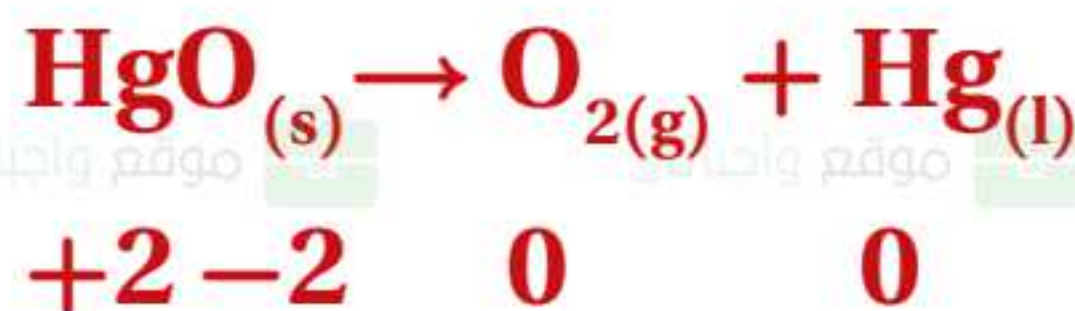
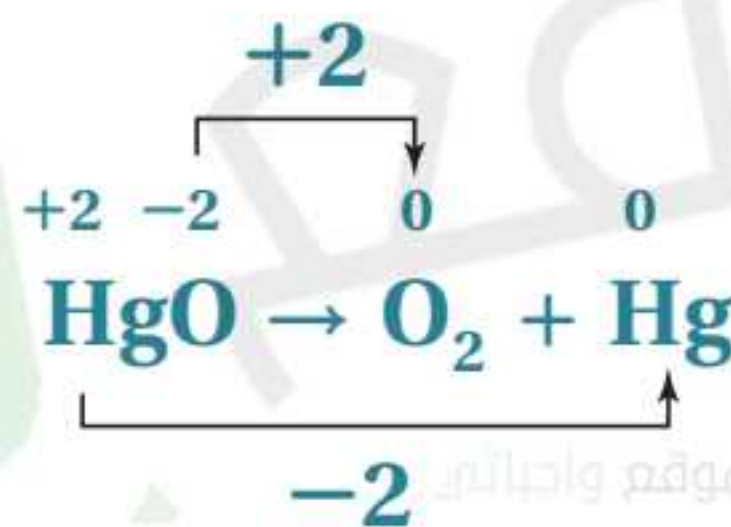
الشكل 3-15



مسألة تحفيز

89. اكتب المعادلة الكيميائية لكل تفاعل موصوف فيما يأتي دون كتابة المعاملات لوزنها، ثم حدد حالة التأكسد لكل عنصر في المعادلة. ثم اكتب نصفي التفاعل محدداً أيهما نصف تفاعل أكسدة وأيها نصف تفاعل اختزال.

a. عند وضع أكسيد الزئبق (II) الصلب في أنبوب وتسخينه بلطف يتكون الزئبق السائل في قاع أنبوب الاختبار وتتصاعد فقاعات غاز الأكسجين من أنبوب الاختبار.



المعادلة الكيميائية
حالات التأكسد



نصفي التفاعل
أكسدة



اختزال

المعادلة الكيميائية الموزونة:



b. عند وضع قطع من النحاس الصلب في محلول نترات الفضة، تتكون نترات النحاس II الأزرق ويظهر فلز الفضة في المحلول.

المعادلة الكيميائية



حالات التأكسد



نصفي التفاعل



أكسدة



اختزال

المعادلة الكيميائية الموزونة:



مراجعة تراكمية

استخدم القائمة الآتية للإجابة عن الأسئلة من 90 إلى 93.
تحتوي خمس كؤوس على 500 mL من محلول مائي تركيزه
0.250 M على المواد الكيميائية الآتية:

KCl .A

CH₃OH .BBa (OH)₂ .CCH₃COOH .D

NaOH .E

90. أي المواد ستفكك إلى أكبر عدد من الجسيمات عندما تكون في المحلول؟

C

91. أي المواد لها أكبر كتلة مولية؟

C

92. أي الكؤوس يمكن أن تحتوي على 9.32g من المادة الكيميائية؟

A

عدد المولات: $(0.250 \text{ mol/L}) \times (0.5 \text{ L})$

$$\text{الكتلة: } 0.125 \text{ mol KCl} \times \left(\frac{74.56 \text{ g KCl}}{\text{mol KCl}} \right) = 9.32 \text{ g KCl}$$

93. أي الكؤوس تتكون محتوياته من 18.6% أكسجين؟

C

الكتلة المولية لـ Ba(OH)_2 :

$$= 2(15.999 \text{ g/mol O}) + 2(1.008 \text{ g/mol H}) + 137.327 \text{ g/mol Ba}$$

$$= 171.34 \text{ g/mol}$$

$$\text{النسبة المئوية بالكتلة للأكسجين} = \frac{\text{كتلة المذاب}}{\text{كتلة المحلول}} \times 100\%$$

$$= \frac{2(15.999 \text{ g/mol O})}{171.34 \text{ g/mol}}$$

$$= 18.6\% \text{ O}$$

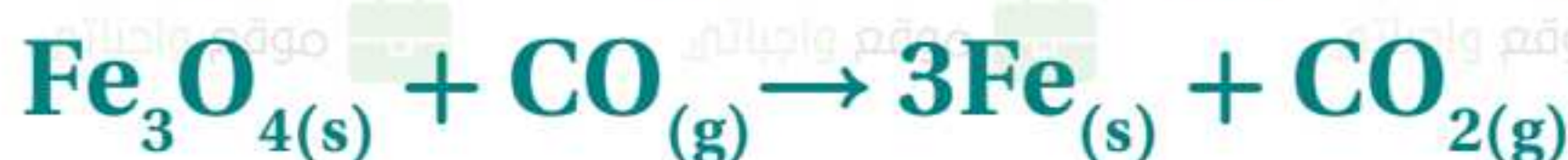
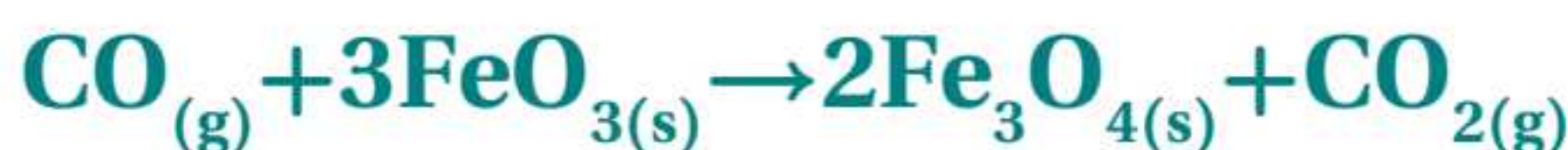
تقويم إضافي

الكتابة في الكيمياء

94. الفولاذ ابحث عن دور تفاعلات الأكسدة والاختزال في صناعة الفولاذ، واكتب ملخصاً للنتائج التي حصلت عليها متضمناً الرسوم المناسبة والمعادلات التي تمثل التفاعلات.

قد تتضمن إجابات الطلاب وصفا ورسوما لبعض الخامات الآتية أو جميعها:

الخامات الرئيسية للحديد وأكاسيده، الهيماتيت (Fe_2O_3)، الماجنتيت (Fe_3O_4)، وكربونات الحديد FeCO_3 II، وتعد أكثر خامات الحديد شيوعاً والتي تُختزل في الفرن اللافيح. والتفاعل المهم في هذا الفرن هو تفاعل أكسدة الفحم لأول أكسيد الكربون: $2\text{C}_{(s)} + \text{O}_{2(g)} \rightarrow 2\text{CO}_{(g)}$. وكذلك اختزال خام الحديد بواسطة أول أكسيد الكربون الذي يتم في العادة على خطوات هي:



95. الأواني الفضية اكتب طريقة لتنظيف الأواني الفضية من الملوثات الناتجة عن عمليات الأكسدة والاختزال. وتأكد من تضمين ذلك معلومات نظرية تصف فيها العملية في خطوات متسلسلة تجعل أي شخص قادرًا على تنفيذ هذه المهمة.

ستتنوع الإجابات، ولكن على الطلاب ابتداء طريقة منطقية تعتمد على المفاهيم التي تعلموها في مختبر الكيمياء لهذا الفصل.

96. النحاس كان النحاس فلزًا مهمًا قبل استخلاص فلزات الحديد والفضة والذهب خاصة، واستعمال خاماتها في صناعة الأدوات والأواني والمجوهرات والأعمال الفنية. وكان يصهر بتسخين خاماته مع الفحم إلى درجة حرارة عالية كما كان الحال قبل 8000 سنة. قارن بين عمليات استخراج النحاس واستعمالاته في الحضارات القديمة والآن.

أسئلة المستندات



الشكل 3-16

أعمال الزجاج تتأثر الألوان المتكونة في زجاج السيراميك كما في الشكل 3-16 بدرجة حرارة التسخين؛ حيث تُكسب الأيونات الفلزية النحاس الذي له أكثر من حالة أكسدة ألواناً مختلفة عند تسخينه. تتوافر كميات كبيرة من الأكسجين في أثناء عمليات الحرق مما يجعل أيونات النحاس الموجودة في الزجاج تلون اللهب باللون الأخضر المائل إلى الزرقة. وفي حالة الاختزال يوجد الأكسجين بكميات قليلة، وتزداد كمية ثاني أكسيد الكربون مما يجعل أيونات النحاس في الزجاج تميل إلى اللون الأحمر.

97. اكتب معادلة لما يحدث في الآنية الخزفية الموضحة في الشكل 3-16.



98. استناداً إلى لون آنية النحاس الخزفية، أيهما أكثر ميلاً للتأكسد، وأيها أكثر ميلاً للاختزال؟

اللون الأحمر: يكون Cu^{1+} الأكثر اختزالاً.
اللون الأخضر: يكون Cu^{2+} الأكثر تأكسداً.

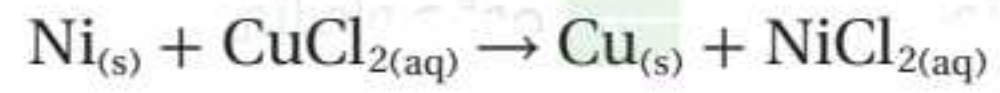
اختبار مقنن

أسئلة الاختيار من متعدد

1. أي مما يأتي لا يعد عاملاً مختزلاً في تفاعل الأكسدة والاختزال؟

- a. المادة التي تأكسدت
- b. مستقبل الإلكترون
- c. المادة الأقل كهروسالبية
- d. مانح الإلكترون

التفاعل بين النيكل وكلوريد النحاس II موضح على النحو الآتي:



استعمل المعادلة الكيميائية في الإجابة عن السؤالين 2 و 3.

2. ما نصف تفاعل الأكسدة والاختزال للتفاعل؟

- a. $\text{Ni}_{(s)} \rightarrow \text{Ni}^{2+}_{(aq)} + 2e^{-}$, $\text{Cl}_{2(g)} \rightarrow 2\text{Cl}^{-}_{(aq)} + 2e^{-}$
- b. $\text{Ni}_{(s)} \rightarrow \text{Ni}^{2+}_{(aq)} + e^{-}$, $\text{Cu}^{+}_{(aq)} + e^{-} \rightarrow \text{Cu}_{(s)}$
- c. $\text{Ni}_{(s)} \rightarrow \text{Ni}^{2+}_{(aq)} + 2e^{-}$, $\text{Cu}^{2+}_{(aq)} + 2e^{-} \rightarrow \text{Cu}_{(s)}$
- d. $\text{Ni}_{(s)} \rightarrow \text{Ni}^{2+}_{(aq)} + 2e^{-}$, $2\text{Cu}^{+}_{(aq)} + 2e^{-} \rightarrow \text{Cu}_{(s)}$

3. العامل المختزل في المعادلة هو:

- a. NiCl_2
- b. Cu
- c. CuCl_2
- d. Ni

4. رقم التأكسد للكلور في HClO_4 هو:

- a. +7
- b. +5
- c. +3
- d. +1

5. العنصر الأعلى كهروسالبية بين العناصر الآتية

- هو:
- a. Cl
- b. N
- c. O
- d. F

6. المادة التي عدد تأكسدها يساوي صفراً هي:

- a. Cu^{2+}
- b. H_2
- c. SO_3^{2-}
- d. Cl^{-}

7. التفاعل بين يوديد الصوديوم والكلور موضح على النحو الآتي:



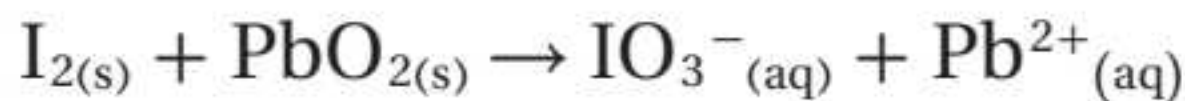
أي الأسباب الآتية تبقي حالة تأكسد الصوديوم دون تغيير:

- a. Na^{+} أيون متفرج.
- b. Na^{+} لا يمكن أن يختزل.
- c. Na^{+} عنصر غير متحد.
- d. Na^{+} أيون أحادي الذرة.

أسئلة الإجابات القصيرة

استعمل المعادلة أدناه للإجابة عن السؤالين 8 و 9، علماً

المعادلة الأيونية الكلية بين اليود وأكسيد الرصاص IV موضحة على النحو الآتي:



8. حدّد عدد التأكسد لكل مشارك في التفاعل.

أعداد التأكسد هي:

2+ 5+2- 4+2- صفر

اختبار مقنن

أسئلة الإجابات المفتوحة

استعمل جدول العناصر الآتي للإجابة عن الأسئلة من 10 إلى 12.

		الكهروسالبية →															
		1	2	13	14	15	16	17	18								
↑ الكهروسالبية	1																
	2	Li	Be				O	F									
	3	Na	Mg					Cl									
	4	K	Ca					Br									
	5	Rb	Sr					I									
	6	Cs	Ba														
	7																

10. أي العناصر تمثل أقوى عامل مؤكسد؟

F

11. أي العناصر تمثل أقوى عامل مختزل؟

Cs

12. أي العناصر لها أقل كهروسالبية؟

Cs

9. فسّر كيف تحدد العنصر الذي تأكسد والعنصر الذي اختزل؟

العناصر التي تأكسدت زاد عدد تأكسدها (I)

أما العناصر التي اختزلت فقد قل عدد تأكسدها (Pb).