

الوحدة السادسة

الكيمياء الكهربائية

اعداد

الاستاذ : عثمان القدومي

ت : 0789860593



الكيمياء

12

الوحدة السادسة

إعداد

الاستاذ: عثمان القدومي

الكيمياء الكهربائية

الوحدة السادسة: الكيمياء الكهربائية

الدرس الأول: التأكسد والاختزال

الدرس الثاني: الخلايا الجلفانية

الدرس الثالث: خلايا التحليل الكهربائي

الإثراء والتوسع: إعادة تدوير البطاريات

مراجعة الوحدة

الوحدة 6 الكيمياء الكهربائية

الكيمياء الكهربائية من فروع الكيمياء التي تدرس التفاعلات بين الطاقة الكيميائية والكهربائية الناتجة عن تفاعلات التأكسد والإختزال.

تفاعلات التأكسد والإختزال شائعة في الطبيعة (وتتضمن انتقال الإلكترونات من المادة التي تتأكسد إلى المادة التي تختزل).

وما يصاحب من إنتاج طاقة كهربائية أو لمعالجة ذلك يتم

في الخلايا الكهروكيميائية (الخلايا نوعين)



تستخدم ط. كهربائية لإحداث تفاعل تأكسد وإختزال غير تلقائي (E° سالبة)
تحويل ط. الكهرباء إلى ط. كيميائية

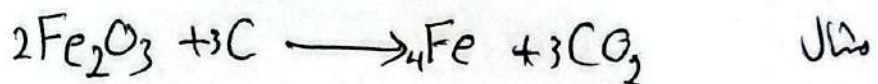
تحويل ط. الكيميائية إلى ط. كهربائية من خلال تفاعل تأكسد وإختزال تلقائي إكسودون (E° +)

الدرس الأول:-

التأكسد والإختزال

يتم وصف تفاعل / اتحاد المادة مع الأكسجين / تأكسد

في حين تُرغم الأكسجين من المادة / إختزال



الكربون (C) حدث له تأكسد (لأنه ارتبط بالأكسجين).

أما الحديد (Fe) حدث له إختزال (فقد تُرغم منه الأكسجين).

نلاحظ بأن عملية التأكسد والإختزال متلازمان يفقد الأول يكسب الآخر.

* لكن ظهرت تفاعلات تأكسد وإختزال لا تتضمن التفاعل مع الأكسجين، مثل $Zn + Cu^{+2} \rightarrow Zn^{+2} + Cu$ وهذا دعا للبحث عن مفهوم تأكسد وإختزال أشمل.

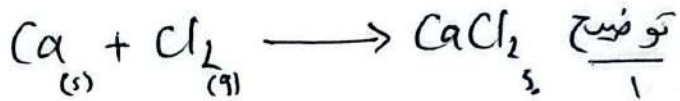
فتم التوصل إلى: **التأكيد**: فقد المادة للإلكترونات خلال التفاعل الكيميائي.

في حين **الاختزال**: كسب المادة للإلكترونات خلال التفاعل الكيميائي.

التأكيد والاختزال عمليتان متلازمان تحدث إحداهما مع حدوث الأخرى.

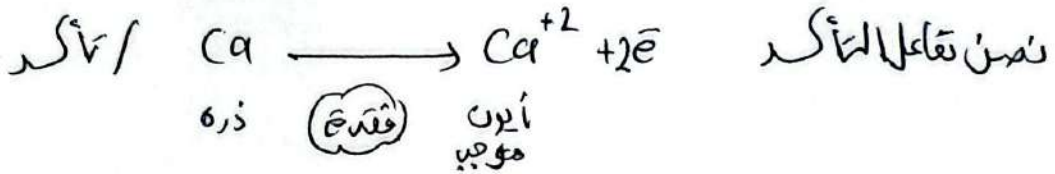
عمليات ناتجة من انتقال (e⁻) بين المواد المتفاعلة وتكرس للذرة الواحدة

في طرف م. المتفاعلة / التفاعل التي تمثل العمليتان معاً هو تفاعل تأكيد واختزال.



Ca و Cl₂ متعادلة الشحنة = صفر.

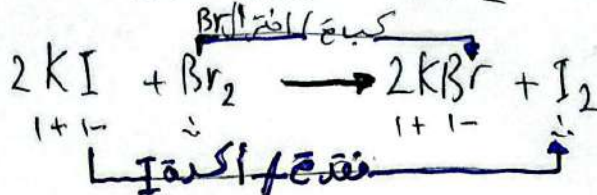
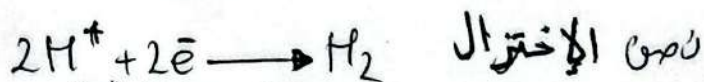
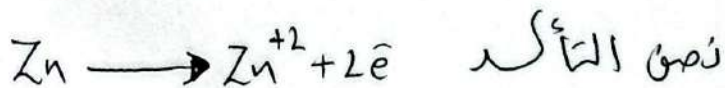
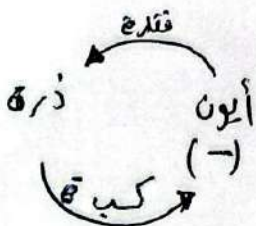
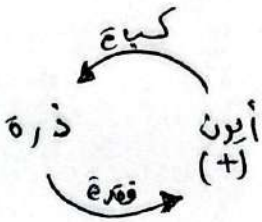
CaCl₂ مركب أيوني ناتج من اتحاد Ca²⁺ / 2Cl⁻

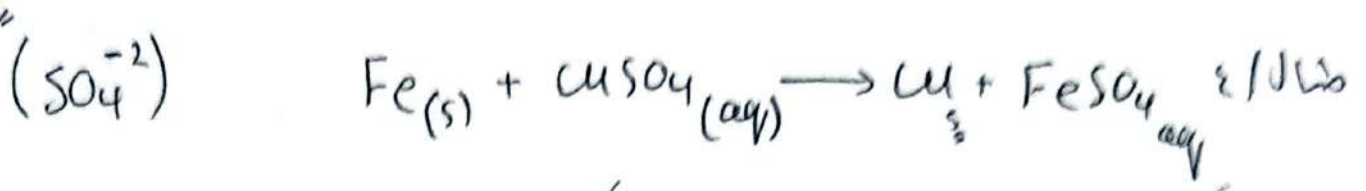


(ظهور e⁻ بعد التأكيد) (ظهور e⁻ قبل الاختزال) مع التوازي مع المتفاعلات

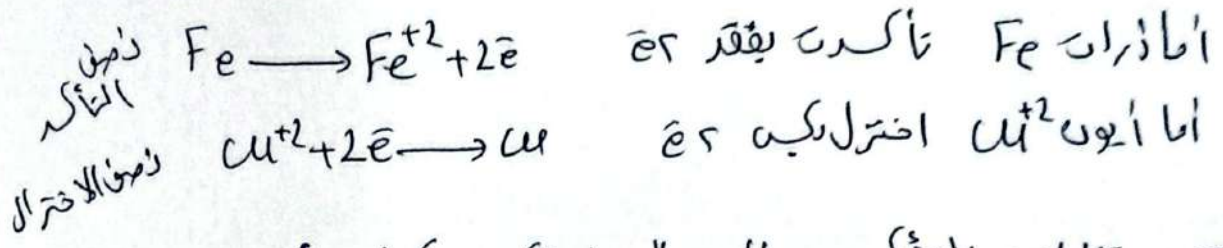
تلاحظ في تفاعل التأكيد والاختزال أن عدد (e⁻) المفقودة خلال عملية التأكيد

ساوي عدد (e⁻) المكتسبة خلال عملية الاختزال.



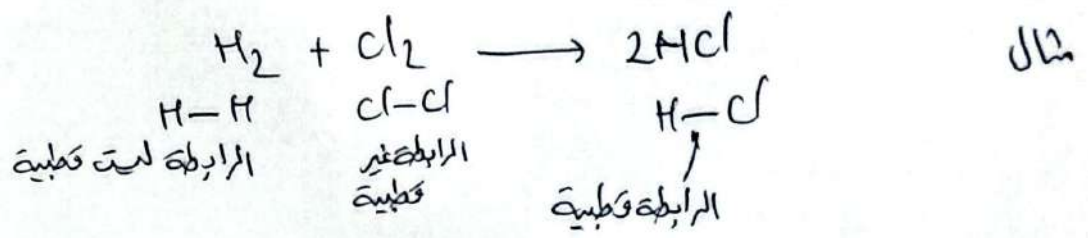


SO_4^{-2} أيون الكبريتات (أيون متفرد) لم يطرأ عليه تغيير لذا يتم حذفه.

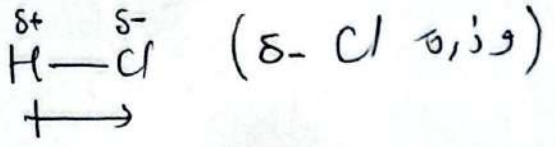


لا تقتصر تفاعلات التأكسد والاختزال على تكوين مركبات أيونية فقط بل يمكن أن تكون مركبات جزيئية ترتبط ذراتها بروابط تساهمية (لا يرد فيها عقد وكسبة) فكيف نفرقها من حدث التأكسد والاختزال؟

نتم طرح مفهوم عدد التأكسد ك مفهوم يحدد التأكسد والاختزال بشكل أفضل



$H-Cl$ ($H-Cl$) السالبة الكهربائية للكبريتات أعلى من H لذا زوج e^- الرابطة التساهمية بين الذرتين يُزاح باتجاه ذرة Cl دون انتقال كلي فتظهر على (H+) (δ^+)



توضيح : عدد التأكسد : يُدرس للذرة الواحدة. قد يكون (موجب / سالب / صفر)

قد يظهر للذرة العنصر الواحد أكثر من عدد تأكسد.

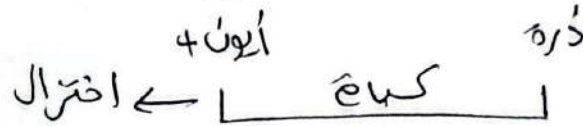
يعرف عدد التأكسد : هو الشحنة الفعالية لأيون الذرة (في المركب الأيوني).

في المركبات الجزيئية تعرف هي الشحنة التي يفترض أن تكسبها الذرة المكونة للرابطة مع ذرة أخرى فيما لو انتقلت e^- الرابطة كلياً للذرة التي لها أعلى كهروسلبية بذلك يكون (H+ / Cl-).

توضيح



زيادة عدد التأكسد / تأكسد
نقص عدد التأكسد / اختزال



فيما بعد سندرب على موازنة القلقل و أنصاف التقليل (ذرات تم تحضنت).

الموازنة الشحنت :

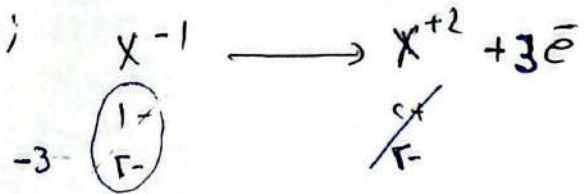
تم بإضافة العدد المنسوب

من الطرف الأكبر



زيادة عدد التأكسد / تأكسد

و ظهور ح بعد السهم / مع النواتج / تأكسد



خلاصة التأكسد [اتحاد المادة مع O_2 / فقد المادة ل e^{-} / زيادة عدد التأكسد

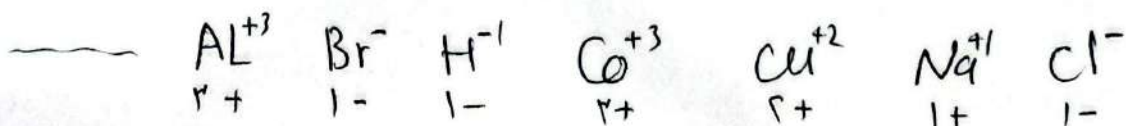
ظهور ح بعد السهم (مع النواتج)

أليات حساب عدد التأكسد (قواعد أعداد التأكسد) :-

1/ عدد تأكسد ذرة العنصر الحر (غير المتفاعل) سواء ذرة / جزئ = صفر

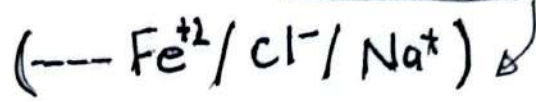
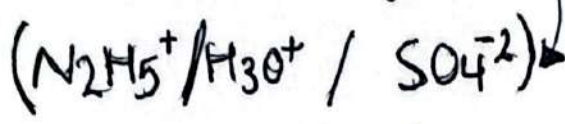


2/ عدد تأكسد الأيون البسيط (أحادي الذرة) يساوي مقداره حخته.

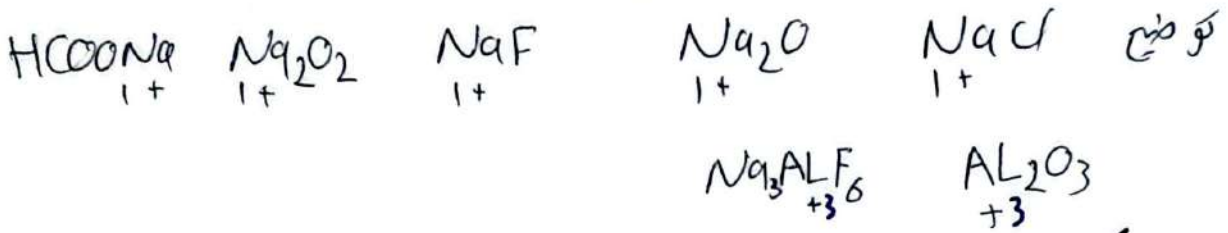


للغرفة الأيون من كل حصة (+ / -)

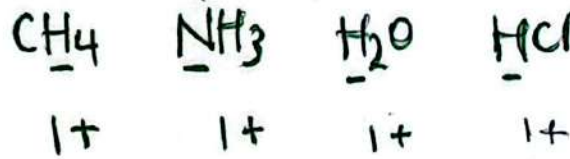
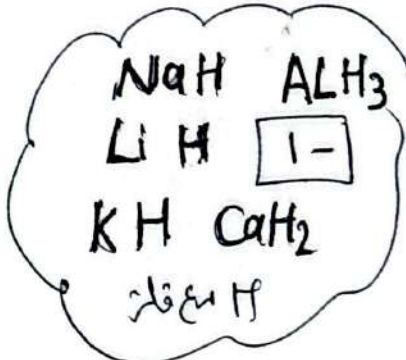
الأيون السيطر ذرة عليا حصة الأيون متعدد الذرات (أكثر من ذرة) وكل حصة



- ٣/ عدد تأكسد عناصر المجموعة AI ($Li / Na / K$) +1
- عناصر المجموعة AII ($Mg / Ca / Ba$) +2
- وعنصر الألمنيوم ($+3 Al$) في جميع مركباته دوماً ثابت.

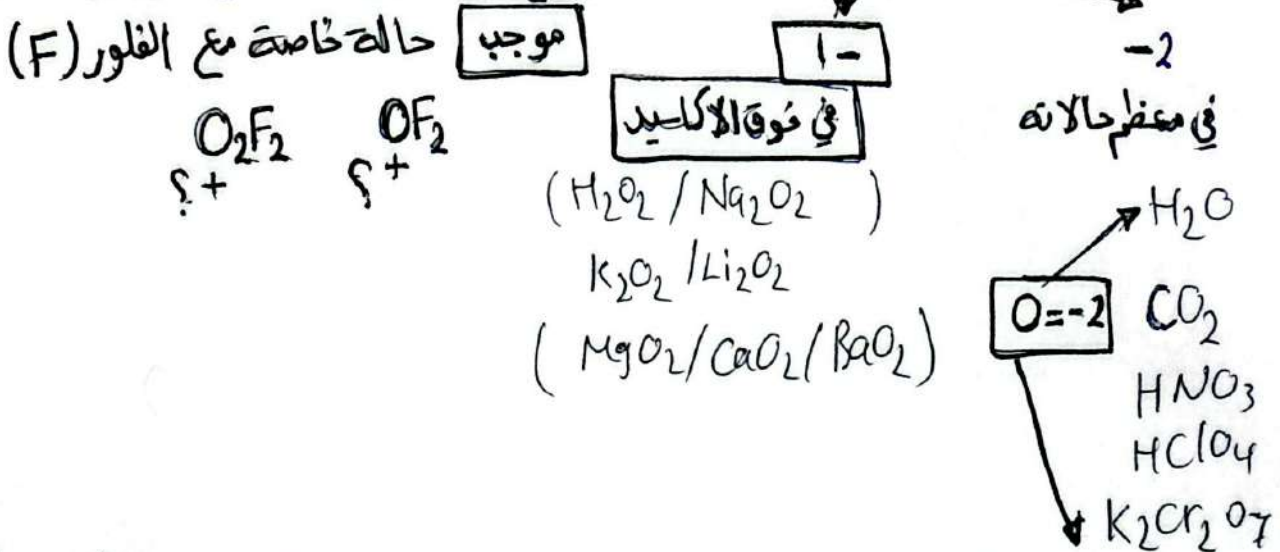


٤/ عدد تأكسد الهيدروجين في معظم مركباته (+1) وبارتباطه مع الفلز في هيدريد الفلز يكون (-1)



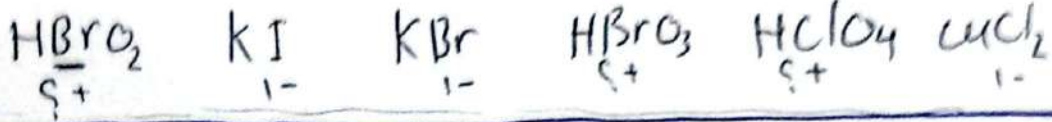
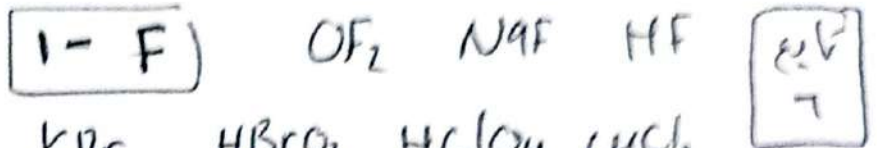
٥/ عدد تأكسد الأكسجين (0) في مركباته

الأكسجين بارتباطه مع الفلور يكون موجباً.



٦/ عدد تأكسد الهالوجينات م. السابعة VII A (F) في جميع مركباته (-1) دوماً يكون (-1) في معظم مركباته ما عدا إذا ارتبطت مع الأكسجين أو الفلور يكون موجباً لأن كهرسالبتهما أعلى.

ترتيب حسب السالبية
I < Br < Cl



مجموع أعداد التأكسد لجميع الذرات في المركب المتعادل = صفر

المركب المتعادل
لا تحتقله = صفر

توضيح: حسب عدد تأكسد ما تحفظ

H₂O / 1
صفر = (عدد ذرات H × تأكسده) + (عدد ذرات O × تأكسده)
صفر = (1 × 2) + (ص × 1)
-2 = ص ∴ ص = 2 + ص

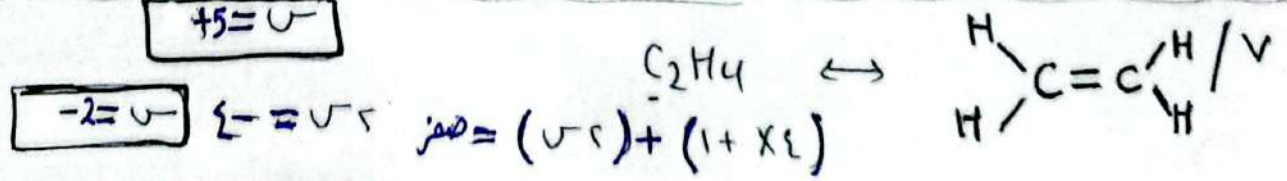
K₂O₂ / 2
صفر = (1 × 2) + (ص × 2)
-1 = ص ∴ ص = 1 - ص

OF₂ / 3
صفر = (ص × 1) + (1 × 2)
+2 = ص ∴ ص = 2 - ص
(2 × -1) + (1 × N_{oxid}) = 0
-2 + ؟ = 0
N_{oxid} of (O) = +2

HClO₄ / 4
صفر = (1 × 1) + (ص × 1) + (1 × 2)
صفر = 1 + ص + 2 ∴ ص = 14 - ص
+7 = ص

C₆H₁₂O₆ / 0
صفر = (ص × 6) + (1 × 12) + (1 × 6)
zero 0 = ص ∴ صفر = 6ص + 18 + 6

Mg₃(PO₄)₂ / 7
صفر = (2 × 3) + (ص × 2) + (1 × 8)
صفر = 6 + 2ص + 8
10 + = 2ص ∴ صفر = 2ص + 10 -
+5 = ص

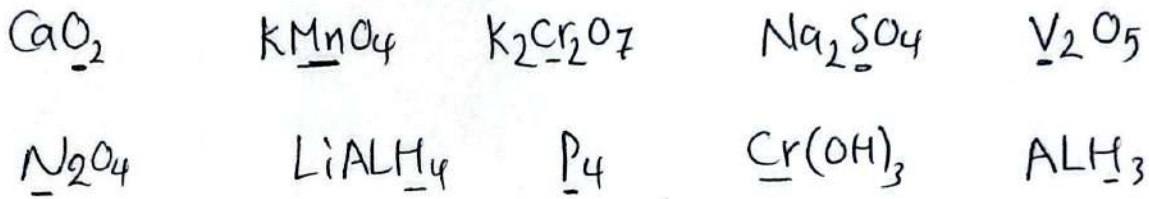


٧
٨ / CH_3COOH في المركبات العضوية للهوية تجمع الذرات بصفة مستمرة

$\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$ \downarrow
 * قد يكون لذرات العنصر الواحد أكثر من عدد تأكسد
 $\text{صفر} = (1 \times 2) + (1 \times 4) + (2 \times 2)$
 $\boxed{\text{صفر} = 0}$

٩ / إفتراضي / A_2X_3 $\text{A}^+ \text{X}^-$ $\text{A}^+ \text{X}^-$
 فتحية كتابة الصيغة
 من ضرب بنيادي للتكافؤ
 للتحقق المجموع للتصان = صفر
 $\text{صفر} = (2 \times 2) + (3 \times 2)$
 $(2+)$ $(2-)$

١٠ / حدد عدد تأكسد مائة خط.



١١ / عدد تأكسد اليورون B في المركب NaBH_4 ياوي :

+3 / P +5 / B -5 / D -3 / S

١٢ / عدد تأكسد الاكجين في BaO_2 :

+2 / S +1 / D -1 / B -2 / P

١٣ / أكبر عدد تأكسد للكربون في المركب :

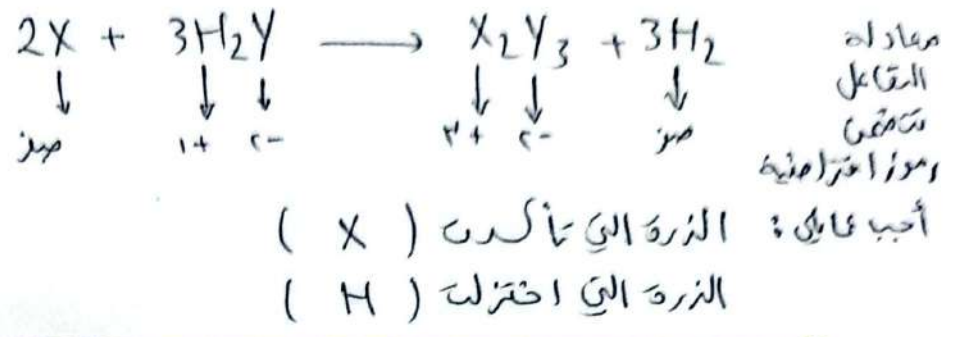
C_2H_4 / S CO / D CO_2 / B CH_4 / P

١٤ / أقل عدد تأكسد للنيتروجين في المركب :

N_2H_4 / S N_2O_4 / D N_2 / B NH_3 / P

* توضيح (CuSO_4) لدينا Cu, S غير معروفة
 لكن من خلال معرفة سابقة
 $\text{صفر} = \text{Cu}^{+2} + (\text{SO}_4)^{-2}$
 $\text{صفر} = (2 \times 1) + (4 \times 2) + (1 \times 2)$
 $\text{صفر} = 2 + 8 + 2$
 $\text{صفر} = 12$
 $\boxed{7+ = 5}$
 $\text{صفر} = 2 + 1 + 2 + 2$
 $\text{صفر} = 7 + 1$

عدد المولات
لا يؤثر في عدد التأكسد



مجموع أعداد التأكسد لكل الذرات في الأيون متعدد الذرات يساوي مقدار شحنته.

$$1- = (1+x1) + (y-x1) + (z-x2) \quad HSO_3^{-1}$$

$$1- = 1 + y + z - 2$$

$\downarrow \quad \downarrow \quad \downarrow$
 1+ 2- 1-

$\downarrow \quad \downarrow$
 1+ 0-

+4 = y

$$1+ = (y-x1) + (1+x4) \quad NH_4^{+}$$

$$1+ = y + 4$$

$\downarrow \quad \downarrow$
 1+ 4+

-3 = y

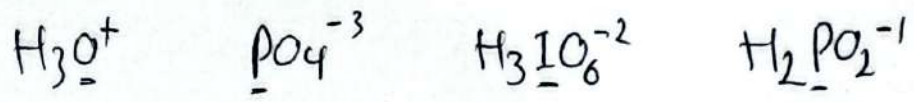
$$2- = (y-x2) + (z-x7) \quad Cr_2O_7^{-2}$$

$$2- = y - 2 + z - 14$$

$\downarrow \quad \downarrow \quad \downarrow$
 2- 2+ 14+

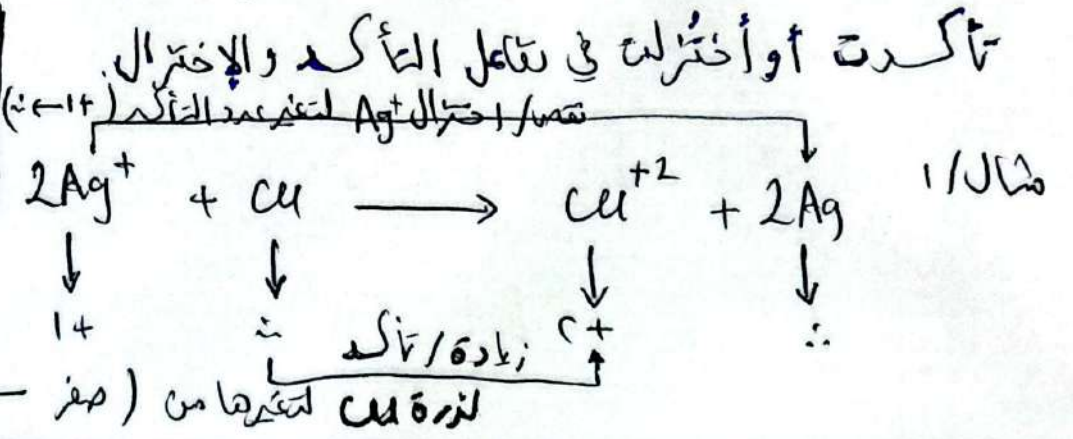
+6 = y

أجب عدد تأكسد ما تحته خط:



كيفية التأكسد والاختزال من خلال التغيير في أعداد التأكسد:-

* يتقدم من حساب أعداد التأكسد معرفة ذرات أو أيونات العناصر التي



لتحديد مقدار التغير في أعداد التأكسد (شده أعداد التأكسد و تقارن بينها)



مقدار التغير في عدد تأكسد Cr ؟ شده أعداد التأكسد تحديداً (Cr)



(٦+ ← ٣+) نقص
قلت مقدار (٣)



ب / مقدار التغير في عدد تأكسد الكربون عند تحوله من



١ / P ب / ٢ ج / ٤ د / ٥

العوامل المؤكدة والعوامل المختزلة :-

العامل المؤكد تحدث له عملية اختزال / وتؤكد مادة أخرى في التفاعل وتكسب إلكترونات

العامل المختزل تحدث له عملية تأكسد / وتختزل مادة أخرى في التفاعل وتكسب المادة التي تختزلها وتفقد إلكترونات

من أمثلة العوامل المؤكدة ($K_2Cr_2O_7 / KMnO_4 / F_2$)

ومن أمثلة العوامل المختزلة ($NaBH_4 / LiAlH_4$)

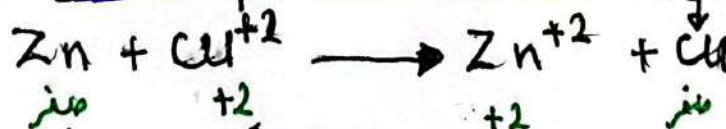
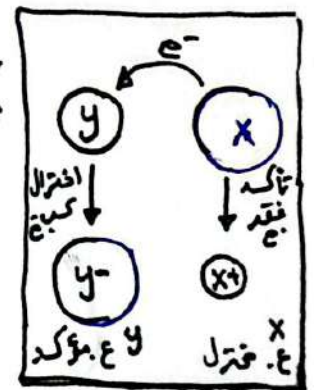
العامل المؤكد / العامل المختزل

✓ يتم تحديد هاتين طرفي المواد المتفاعلة

✓ يتم ذكرهما من طرفي المتفاعلات كما ظهرت

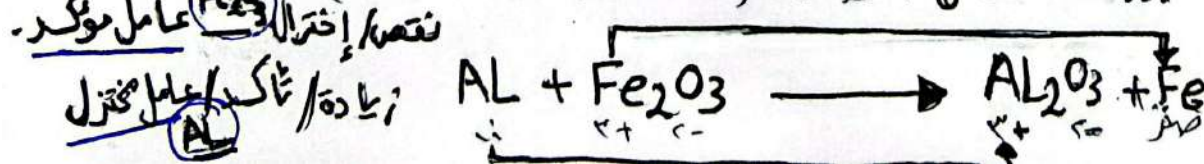
(كذبة / أيون / ذرة في مركب نذكر المركب بالكامل)

نقص / اختزال Cr^{+2} عامل مؤكسد Cr^{+2}



↑ زيادة / تأكسد
هو عامل مختزل (Zn)

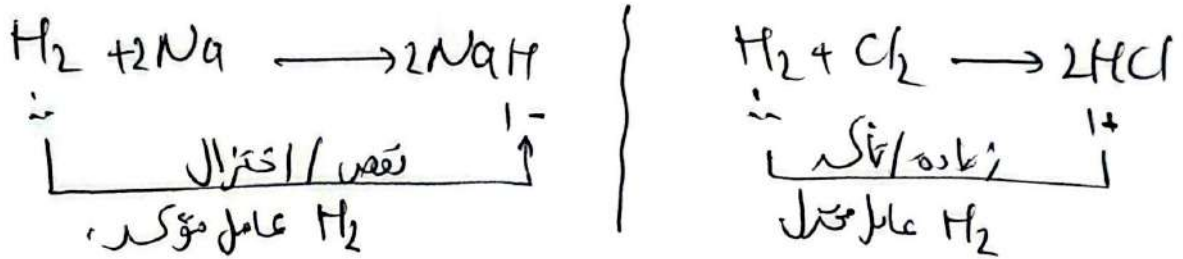
مثال ٢ / دراسة تفاعل البرطاية (بين Al و أكسيد الحديد III).



في المثال السابق حدث الاختزال لـ Fe لكن العامل المؤكسد هو المركب Fe_2O_3 .

المركب الذي تتأكسد إحدى ذراته هو عامل مختزل،
والمركب الذي تختزل إحدى ذراته هو عامل مؤكسد.

مثال ١: ماذا يملك H_2 في كل من كعامل مؤكسد أم كعامل مختزل؟



مثال ٢: العامل المختزل في التفاعل الآتي هو $H_2 + CuO \longrightarrow Cu + H_2O$

H_2 / أ H_2 / ب CuO / ج Cu / د

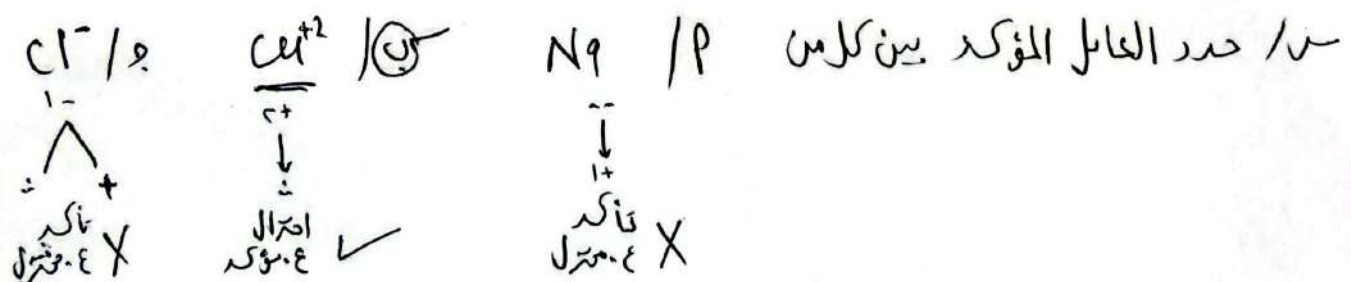
مثال ٤: حدد العامل المؤكسد والعامل المختزل في التفاعل الآتي:



العامل المؤكسد () العامل المختزل ()

تحدد العامل المؤكسد والعامل المختزل (بدون معادلة تفاعل):

العامل للمؤكسد في الفلز يُذكر كأيون (X^+) / في اللافلز (كجزئ X_2)
العامل المختزل في الفلز يُذكر كذرة X () / في اللافلز (كأيون سالب X^-)
بشكل عام ندرس احتمالات أعداد التأكسد ومنها نحدد.

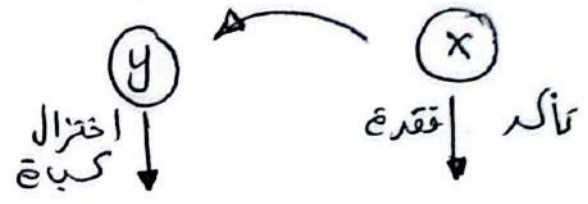


س/ حدد العامل المختزل فقط بين كل من:

K / د H_2 / ب Zn^{+2} / ج

ماذا يحتاج نصف التفاعل ؟

4 / من يدرن له تأكيد يحتاج لعامل مؤكد ب/ وكل نصف اختزال يحتاج لعامل مختزل .

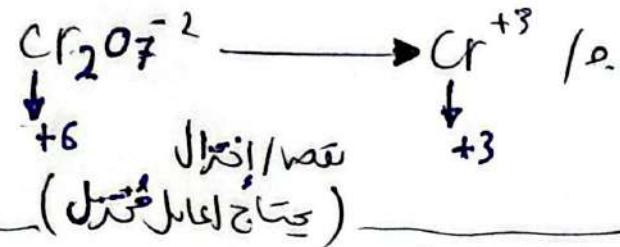


تأكّد / إقده / زيادة عدد تأكّد x^+
 عامل مختزل

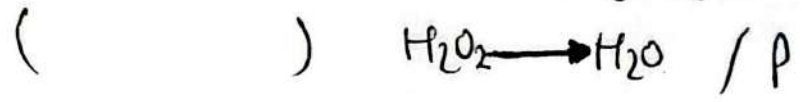
اختزال / كبة / نقص عدد تأكّد y^-
 عامل مؤكّد

3 / ماذا يحتاج نصف التفاعل ؟ 1/ $Na^+ + 1e \rightarrow Na$ (لعامل مختزل)

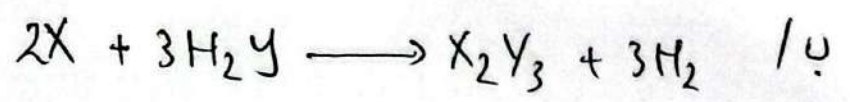
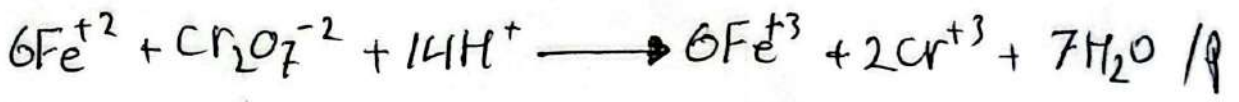
2/ $Cu \rightarrow Cu^{+2} + 2e$ (لعامل مؤكّد)



2 / أي الآتيه يحتاج لعامل مؤكّد ؟

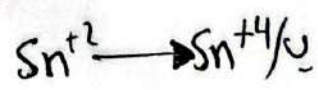
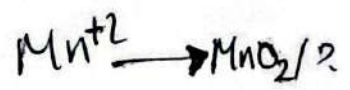


3 / حدد العامل للمؤكّد والعامل المختزل في التفاعل الآتي :



العامل للمؤكّد هو H_2 / 1 X / 2 H_2Y / 3 X_2Y_3 / 5

4 / هل يحتاج حدوث التفاعل الآتي لعامل مؤكّد أم عامل مختزل ؟



موازنة معادلات التأكسد والاختزال

لتصبح المعادلة موزونة يشترط أن يحقق قير قانوني

(عاقون حفظ الشحنة)

(عاقون حفظ المادة/الكتلة)

أي مجموع شحنات م. المتفاعلة
مساوية لمجموعها في م. الناتجة.

أنواع وأعداد ذرات العناصر
المكونة للمتفاعلات مساوية للذرات الناتجة

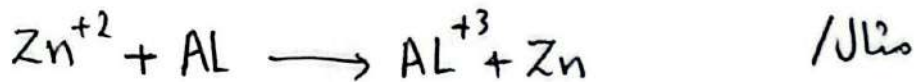
وهذا يتم إذا كانت عددية المكتبة
في عملية الاختزال تساوي عدد
المفقودة في عملية التأكسد.

* تم تطوير العلماء لطرق الموازنة

وأصبحت من الطرق السائدة طريقة نصف التفاعل بدل طريقة المحاولة والخطأ.

* موازنة معادلات التأكسد والاختزال بطريقة نصف التفاعل :-

مخصص هذه الطريقة / قسمة المعادلة لنصفين تأكسد واختزال / موازنة كل نصف منفرداً
(ذرات ثم شحنات) / ثم مساواة أعداد (e) المفقودة والمكتبة لنصفي التفاعل/
جمع النصفين للحصول على معادلة موزونة.



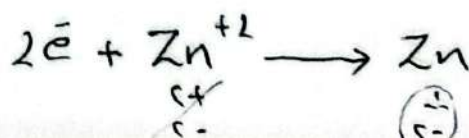
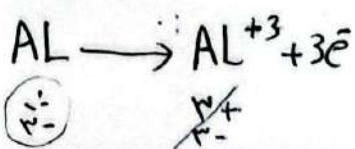
1/ أقم المعادلة لنصفين (بأخذ المتغيرات في الطرفين معاً) (أوجب أعداد التأكسد).



2/ توازن الأنصاف على إنفراد (ذرات ثم شحنات) :-

أ/ بالنسبة للذرات يتم إضافة الرقم المتطلب ليأرجع النقص
ويضرب به ضرب.

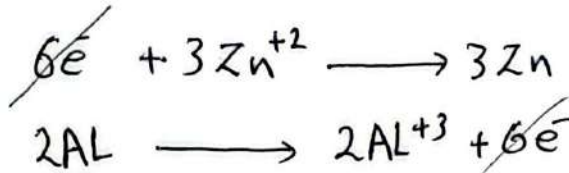
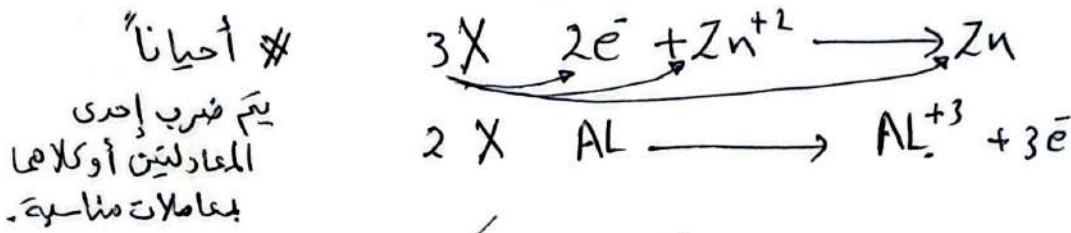
ب/ بالنسبة للشحنات / يتم إضافة العدد المتطلب من (الإلكترونات e) للطرف الأكبر



الذرات كانت موازونة لكن تم موازنة الشحنات .

٣/ جمع النصفين معاً بعد موازنتهما / بشرط أن تكون أعداد الإلكترونات

المفقودة والمكتسبة متساوية . (إن لم تكن متساوية تفعل على مساواتها بضرب كامل النصف بالرقم/ المعامل المناسب)



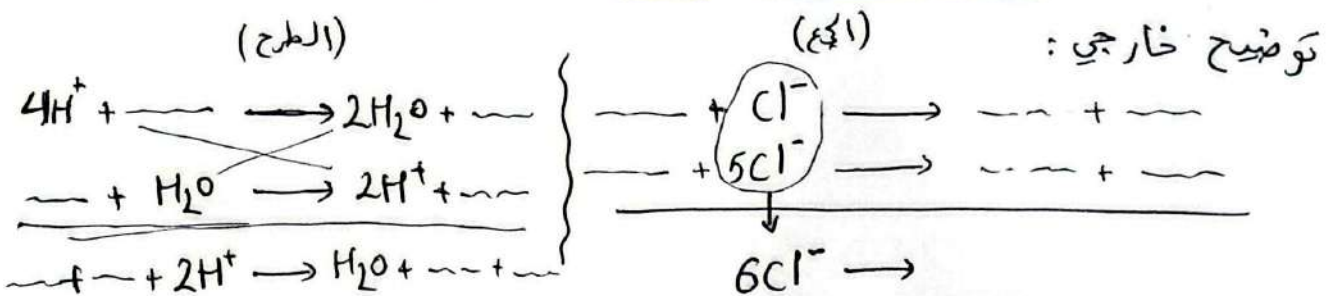
لا ظهور e^- في المعادلة النهائية

* يتم حذف الإلكترونات من الطرفين بعد مساواتها .

* المواد المتساوية (شرط التساوية التام) :-
 أ / إذا كانت بنفس الطرفين (تجمع) .

ب / إذا كانت بطرفين متعاكسين (تطرح)

و يُوضع الفرق في جهة الأكبر



* ما تبقى من المواد بعد الجمع والطرح يتم إنزاله للمعادلة النهائية .



٤/ التحقق من صحة الموازنة ذرات ثم شحنات عدد Zn في كل طرف = ٣

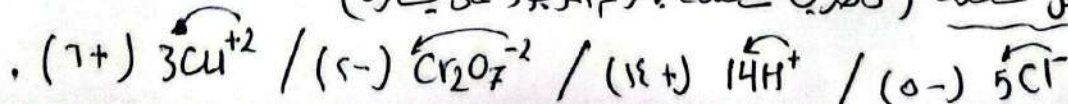
عدد Al في كل طرف = ٢

بالنسبة للتحقق من الذرات :
 الرقم الموجود على اليسار وضرب في كل ذرات الصيغة
 2H₂CO₃ توضيح خارجي
 (٦ = 0 / ٢ = C / ٤ = H)

بالنسبة للشحنات : من لا يحمل شحنة (شحنة = صفر)

CH₄ N₂ Cl₂ H₂O
 صفر صفر صفر صفر

من يحمل شحنة (تضرب شحنة بالرقم الموجود على يساره)



وازن معادلة التأكسد والإختزال بطريقة نصق التفاعل:



* معظم تفاعلات التأكسد والإختزال في المحاليل المائية تحدث بأوساط حمضية أو قاعدية، بذلك الخطوات السابقة في عملية الموازنة تحتاج لخطوات إضافية حسب طبيعة الوسط.

* موازنة معادلات التأكسد والإختزال بطريقة نصق التفاعل (في وسط حمضي):
 فان الماء و H^+ يكونان جزءاً من التقليل (لذلك سيستخدمان في الموازنة).
 للموازنة بوسط حمضي سنقوم بنسخ الخطوات السابقة مع إحداث آلية موازنة خاصة للذرات كما يلي:

بالنسبة للذرات: P / O يتم موازنة أي ذرة معاد الأوكجين (O) والهيدروجين (H)
 ب/ تم نوازن ذرات الأوكجين بإضافة عدد من H_2O إلى
 جهة نقص ذرات (O) بمقدار النقص.

ج/ أخيراً نوازن ذرات الهيدروجين بإضافة عدداً من H^+
 إلى طرف المعادلة التي تحتوي عدد أقل من (H) بمقدار النقص.

ثم نكمل باقي الخطوات كالمعتاد أي نبدأ موازنة الذرات

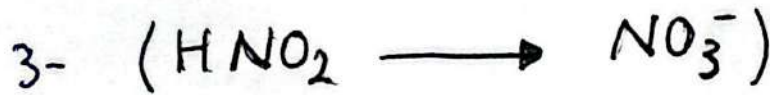
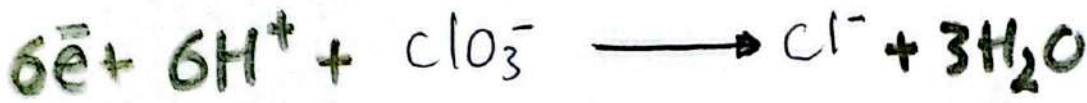
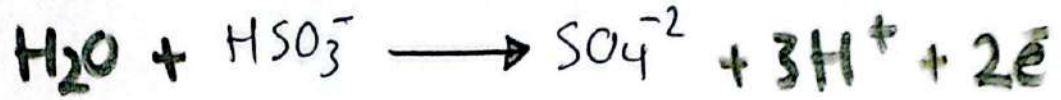
نكمل موازنة الشحنات ثم عملية جمع النصفين مع حذف (e)

و جمع المواد المتشابهة / أو طرحها حسب موقعها والتحقق

من صحة الحل (كتابة المعادلة بأبسط صورة)

* دلالة الموازنة بوسط حمضي (إما بنص صريح أو H^+)
 وبوسط قاعدي (بنص صريح أو OH^-)

تدريب :
أوازن أنصاف التفاعلات الأتية بطريقة نصف التفاعل. برط حفيي .



كم عدد H_2O اللازم إضافة ؟

2/5

5/0

6/ب

3/0

كم عدد H^+ اللازم إضافة ؟

3/5

12/0

6/ب

5/0

كم عدد (e^-) اللازم إضافة ؟

4e/5

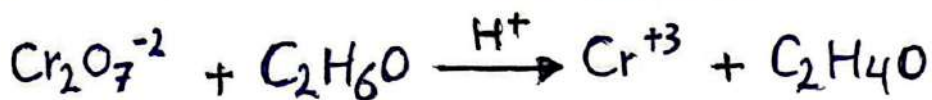
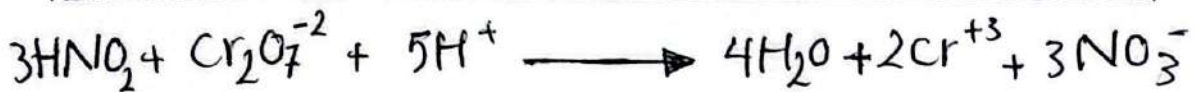
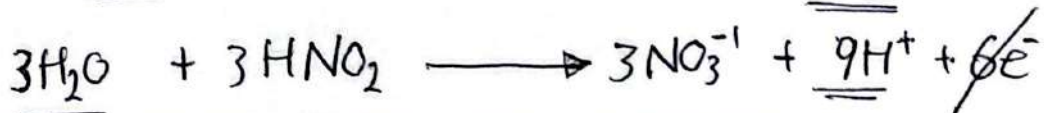
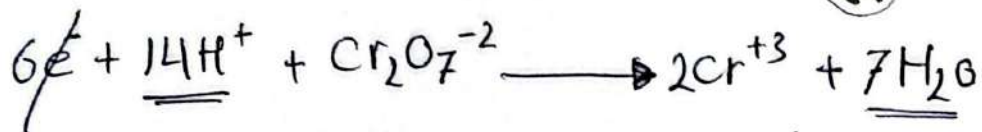
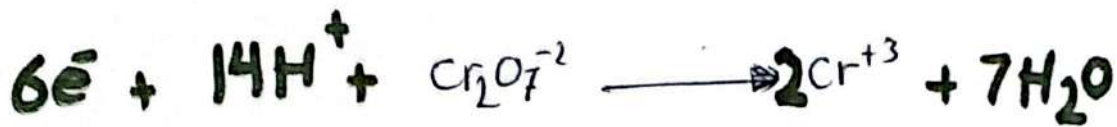
5e/0

10e/ب

11e/0

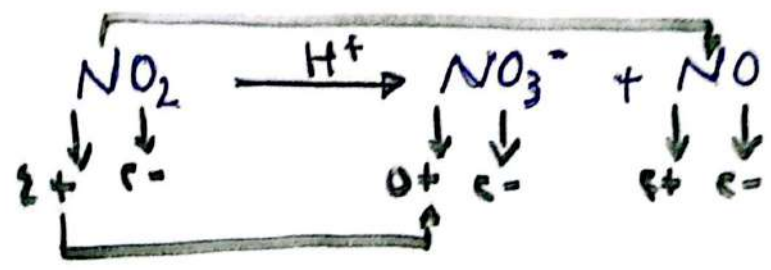
ماذا يحتاج نصف التفاعل ؟ لعامل مؤكد أم عامل مختزل .

11 / وازن المعادلة الآتية بواسطة طريقة نصف التفاعل.

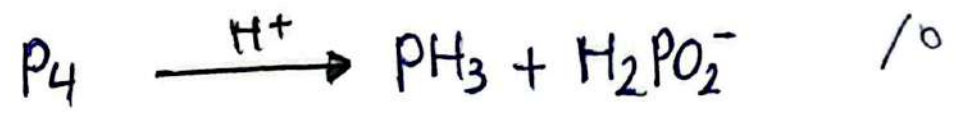
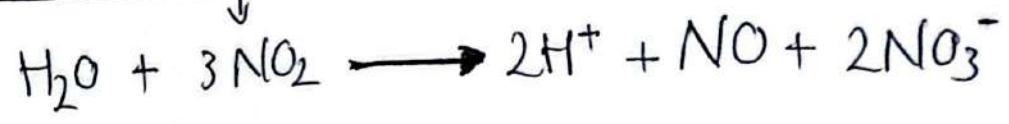
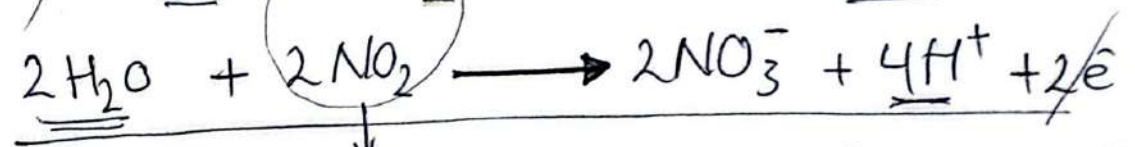
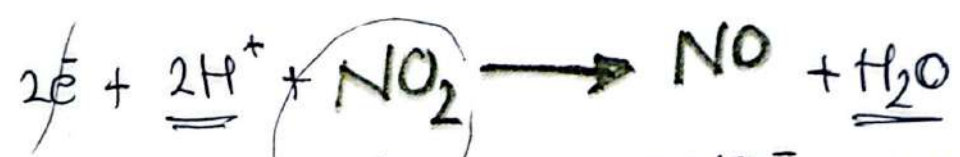


15

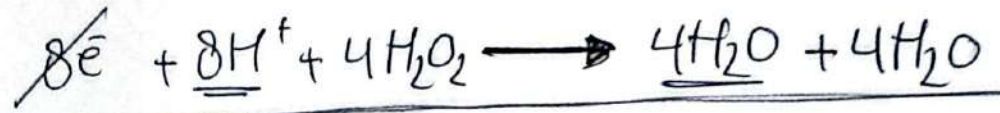
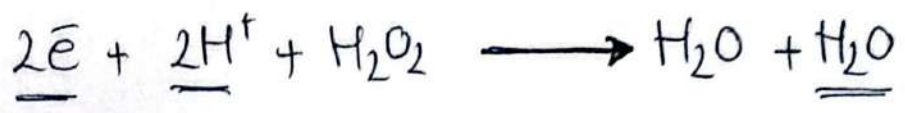
Si



/2

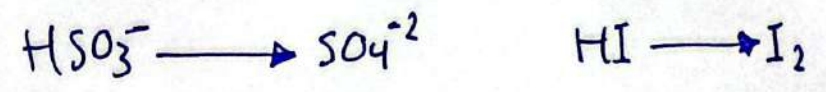


لا تتباعد بشكل
 أحدهما طرفي نصف
 4 × التفاعل



10. عدد تأكسد الكلور في (HClO₃ / ClF / NaCl / HCl) في

11. أي الآتيّة يمثل نصف تفاعل الإختزال؟



٢٢

موازنة معادلات التأكسد والاختزال بطريقة نصف التفاعل

(.بوسط قاعدي.)

نقوم بموازنتها بوسط حمضي مع التحقق من صحة الموازنة ذرات ثم شحنات وبأبسط صورة. ثم نقوم بـ:

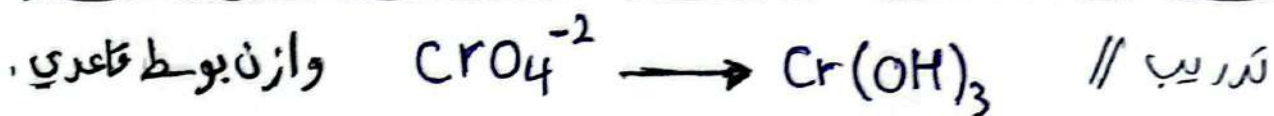
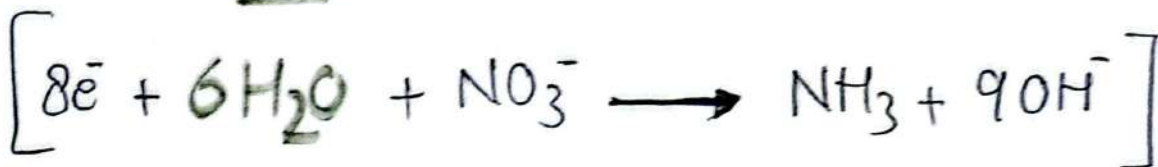
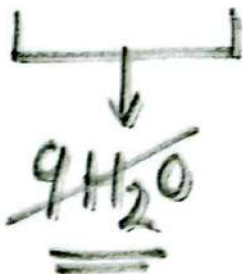
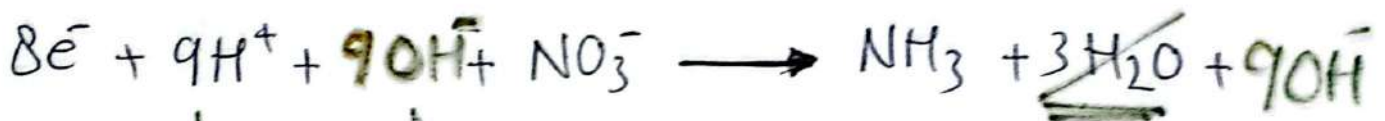
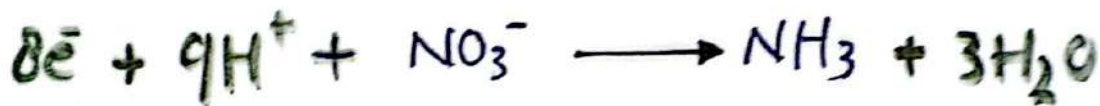
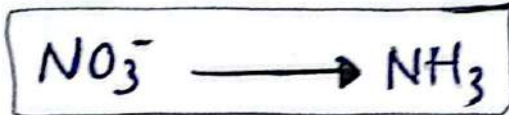
إضافة عدد من (OH^-) للطرفين يساوي عدد H^+ .

نجمع OH^- مع H^+ مكونة عدداً من جزيئات H_2O .

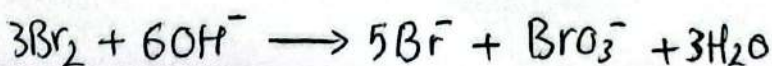
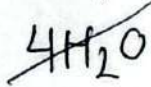
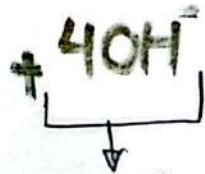
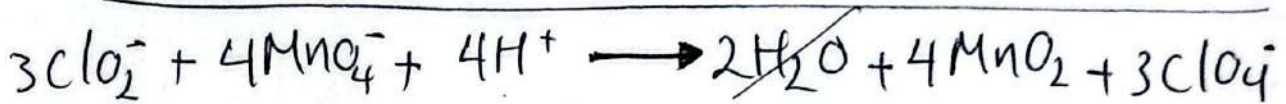
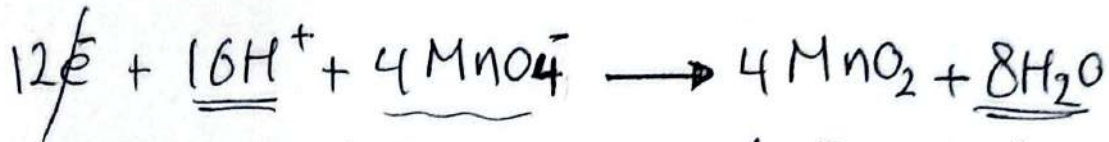
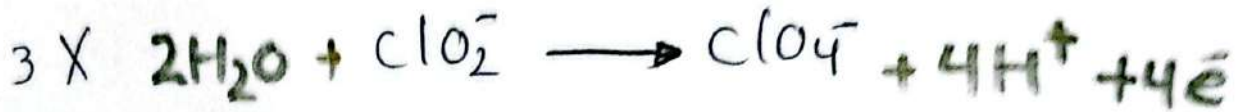
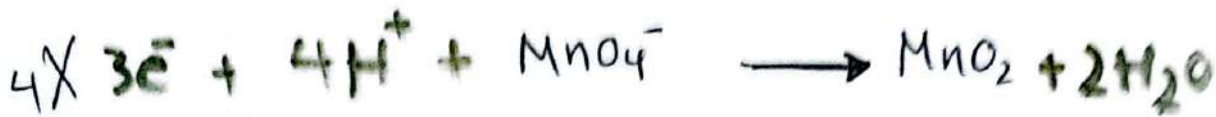
ثم نختصر جزيئات الماء في طرفي المعادلة بحيث نكسر في أحد

أطراف التفاعل الكلي الموزون. (بذلك تكون المعادلة موزونة بوسط قاعدي)

يمكننا موازنة نصف التفاعل في الوسط القاعدي #

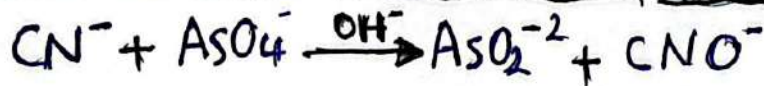
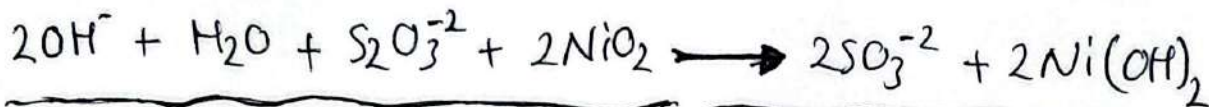
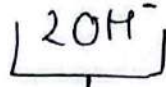
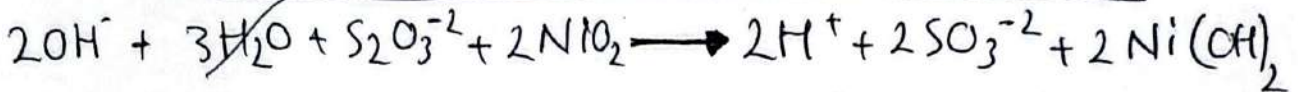
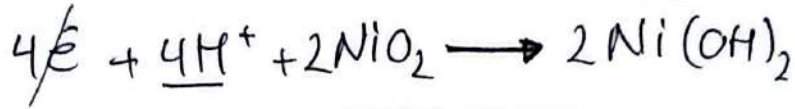
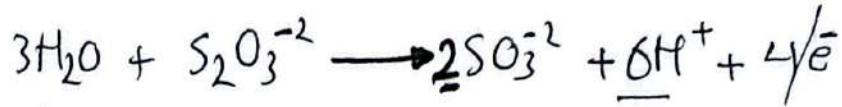


ب/ وزن المعادلة الأيونية بطريقة نصف التفاعل في الوسط القاعدي:



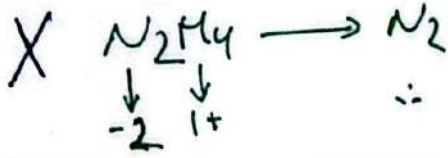
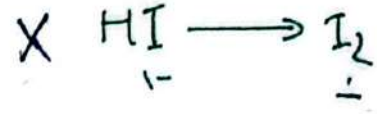
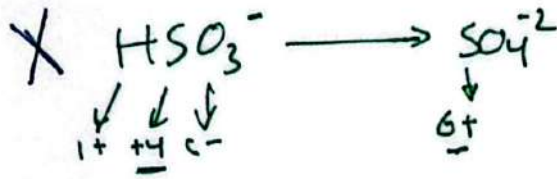
٢٥

١٣ موازن المعادلة الأيونية بطريقة نصف التفاعل في الوسط القاعدي



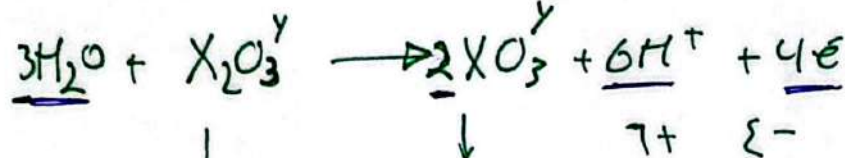
١٤

عدد تأكسد Cl = +5 في $(HClO_3 / NaCl / ClF / HCl)$ /
 تتفاعل بثلثي نصف تفاعل اختزال هو: /



في نصف تفاعل التأكسد $X_2O_3^y \rightarrow XO_3^y$ /

فكرة؟ إذا علمت أن عدد الأكسدة للأرضة لهذا النصف (4e) فإن قيمة y.



$y = -2$

$2 + (-2) = (2-) + 2+$

تأكد
ظهوره مع 3. الناتجة

أحب عدم مولات H^+
لنصف التأكسد

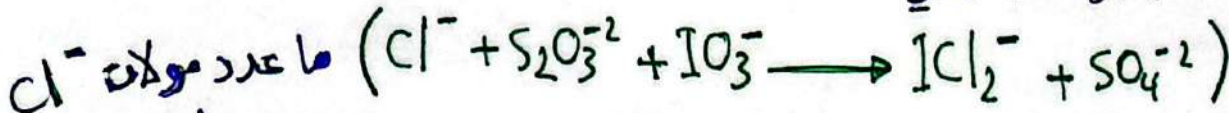


في التفاعل
الأيوني



$2 = H^+$

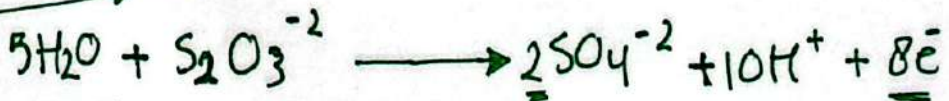
يحدث التفاعل بوسط حمضي /



في المعادلة
الكليّة؟



يجب أن تكون
عدد متساوية



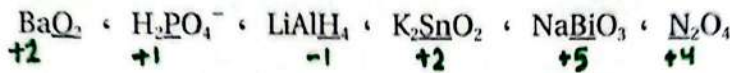
$4Cl^-$

مراجعة الدرس الأول

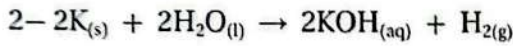
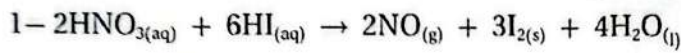
1. الفكرة الرئيسية: تفاعل التأكسد والاختزال متلازمان، يحدثان دائماً معاً، أفسر ذلك.

2. أوضِّح المقصود بكلٍّ من: أ. عدد التأكسد. ب. التأكسد والاختزال الذاتي.

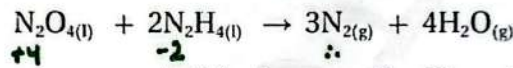
3. أحسب عدد تأكسد العنصر الذي تحته خط في كل مما يأتي:



4. أطبِّق: أحدد الذرات التي تأكسدت والتي اختزلت في التفاعلات الآتية:



5. أطبِّق: أحرَس المعادلة الموزونة التي تمثل تفاعل N_2O_4 مع N_2H_4 لتكوين غاز N_2 وبخار الماء، ثمَّ أجب عن الأسئلة الآتية:

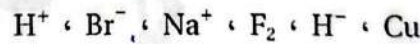


أ. أحدد التغير في أعداد تأكسد ذرات النيتروجين في التفاعل.

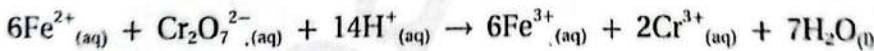
ب. هل تمثل المعادلة تفاعل تأكسد واختزال ذاتي؟ ()

ج. أحدد العامل المؤكسد والعامل المختزل في التفاعل.

6. أحدد المادة التي يمكن أن تسلك عاملاً مؤكسداً والمادة التي يمكن أن تسلك عاملاً مختزلاً:



7. أحدد العامل المؤكسد والعامل المختزل في التفاعل الآتي:



8. أطبِّق. أوازن أنصاف التفاعلات الآتية بطريقة نصف التفاعل، وأحدد ما إذا كانت المادة تمثل عاملاً مؤكسداً



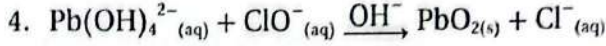
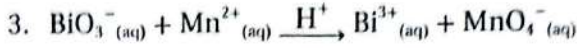
9. أطبِّق: أوازن معادلات التأكسد والاختزال الآتية بطريقة نصف التفاعل، وأحدد العامل المؤكسد والعامل المختزل في كلٍّ منها:



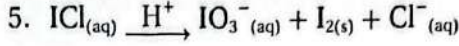
في الروسية

في الروسية

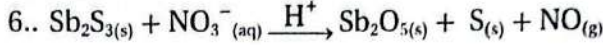
في الروسبة



في الروسبة



في الروسبة



10. أختار الإجابة الصحيحة لكل فقرة من الفقرات الآتية:

1. العامل المختزل في التفاعل الآتي: $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} + \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} \longrightarrow \text{C}_2\text{H}_4\text{O} + \text{Cr}^{3+}$ أ. $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$. ب. $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$. ج. $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}$. د. Cr^{3+}

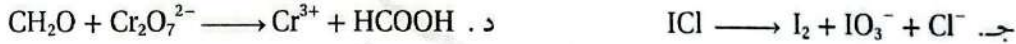
2. يزداد عدد تأكسد الكلور بمقدار (5) في نصف التفاعل:



3. نصف التفاعل الذي يحتاج إلى عامل مختزل لحدوثه، هو:



4. التفاعل الذي يُعدّ تأكسداً واختزالاً ذاتياً بين الآتية، هو:

5. عدد مولات الماء اللازمة لموازنة نصف التفاعل: $(\text{I}_2 \longrightarrow \text{IO}_3^-)$ في وسط حمضي، هو:

أ. 1 . ب. 3 . ج. 4 . د. 6

6. عدد مولات الإلكترونات اللازمة لموازنة الشحنة في نصف التفاعل: $(\text{AsO}_3^{3-} \longrightarrow \text{AsO}_4^{3-})$ في

وسط حمضي، هو:

أ. 0 . ب. 1 . ج. 2 . د. 4

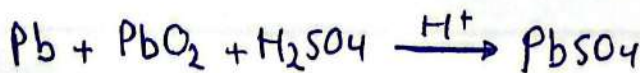
7. عدد مولات الأيونات OH^- اللازمة لموازنة التفاعل: $(\text{ClO}_2 + \text{H}_2\text{O}_2 \longrightarrow \text{ClO}_2^- + \text{O}_2)$ في وسط

قاعدتي، هو:

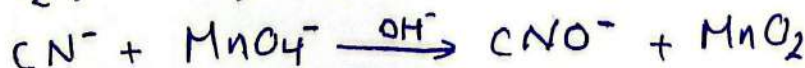
أ. 1 . ب. 2 . ج. 3 . د. 4

لمثلة خارجية:

موازنة



في الروسبة



الدرس (2) الخلايا الغلفانية

تسمى الخلايا التي يحدث فيها تآكل وإختزال منتج للطاقة الكهربائية أو مستهلكة لها بخلايا كهروكيميائية.

الخلايا الكهروكيميائية تنقسم إلى خلايا غلفانية وخلايا تحليل كهربائي.

* الخلايا الغلفانية *

هي خلايا يحدث فيها تفاعلات تآكل وإختزال تؤدي لإنتاج تيار كهربائي.

أي تتحول فيها الطاقة من كيميائية إلى كهربائية.

من أمثلة الخلايا الغلفانية (البطاريات بأنواعها) وكذلك خلايا الوقود.

مقدمة: [الخلايا الغلفانية هي خلايا منتجة للطاقة الكهربائية / التفاعلات فيها تلقائية / جهد الخلية موجب ($E^{\circ} > 0$) / وتتحول ط. من كيميائية إلى ط. كهربائية.]

مكونات الخلية الغلفانية :-

١/ عبارة عن وعائتين كل وعاء يحتوي على صفيحة فلزية مغمورة في محلول أيوني أحد أيونات الفلز (كل وعاء بهما فيه بشكل نصف خلية)

٢/ لئلا يتوصل وجزاز فولتمتر (الأسلاك موصل خارجي) للأقطاب.

٣/ القطر المملحة (موصل داخلي) للحاليل يوضع بين المحلولين .

تحتوي محلول ملحي مشبع مثل (KCl) لا تتفاعل أيونات مع الأيونات

الموجودة في نصف الخلية .

مثال / لدينا خلية غلفانية مكونة من الأقطاب (Cu / Zn)

نصف الخلية (٢) (مثل $Cu^{+2} | Cu$)

القطب Cu

مغموسة في محلول أيوني Cu^{+2}

مثل ($CuSO_4$)

نصف الخلية (١) (مثل $Zn^{+2} | Zn$)

القطب Zn

مغموسة في محلول أيوني Zn^{+2}

مثل محلول ($ZnSO_4$)

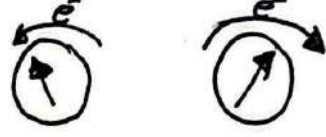
عند بناء خلية غلفانية

نلاحظ يتحرك المؤشر

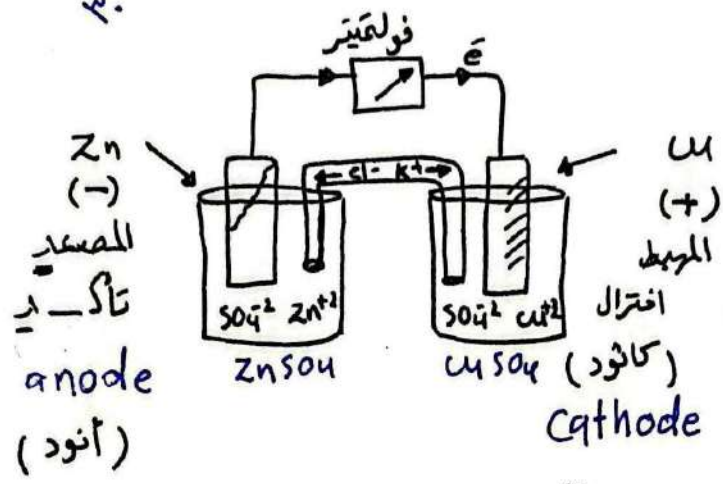
الذي يدل على نشوء تيار كهربائي

إتجاه حركة المؤشر

يدل على اتجاه حركة الإلكترونات (e⁻)



٣٠



حركة الإلكترونات تدل على حدوث تفاعلات تأكسد وإختزال (بسبب وجود فرق جهد

✓ حركة (e⁻) دوماً من المصعد إلى المهبط.

✓ # يعرف المؤشر نحو المهبط.

✓ # يدن عند (المصعد / تأكسد) (المهبط / اختزال)

نصن تفاعل التأكسد ($Zn \rightarrow Zn^{2+} + 2e^-$) بانتقال e⁻ من قطب

نصف تفاعل الإختزال ($2e^- + Cu^{2+} \rightarrow Cu$) فان ذرات Zn تتأكسد

لتحول Zn²⁺ وكذلك فأيونات النحاس تختزل لتتحول لذرات.

✓ # حنة القطب المصعد في الألبا الغلفانية (-) لانه مصدر (e⁻) بسبب تأكده.

✓ # حنة القطب المهبط في الألبا الغلفانية (+) لأن (e⁻) تتحرك نحوه.

✓ ماذا يدن لكثمة الأقطاب وتراكيز أيوناتنا ؟

عند المصعد (-) Zn كتلته تقل / تراكيز أيونات Zn²⁺ تزداد معارفة بتركيز SO₄²⁻

وكذلك الحال

عند المهبط (+) Cu كتلته تزداد / تراكيز أيونات Cu²⁺ تقل معارفة بتركيز SO₄²⁻

و بذلك يدن عدم توازن كهربائي في الخلية فعنا يأتي دور القنطرة الملحية :-

(التي تعمل على موازنة الشحنات الكهربائية في نصف الخلية أثناء عملها).

القنطرة الملحية : هي جسر ملحي لحركة التيار الأيوني (توي مركبات غير أيونات + و -)

يحوي بداخله محلول ملحي مضع / توضع بين المحلولين / من أشكاله حرف U .

(تمنع حدوث تماس مباشر بين م.م . المتفاعلة) .

آلية حركة الأيونات عبر القطرة المائية :

تتحرك أيونات (Cl^-) من القطرة المائية الى نصف خلية Zn لمعادلة الزيادة في تركيز Zn^{+2} . خلاصة الأيونات $(-)$ ← محلول القطب $(-)$.

وكذلك تتحرك (K^+) من القطرة المائية الى نصف خلية Cu لمعادلة أيونات SO_4^{2-} الزائدة. خلاصة الأيونات $(+)$ ← محلول القطب $(+)$.

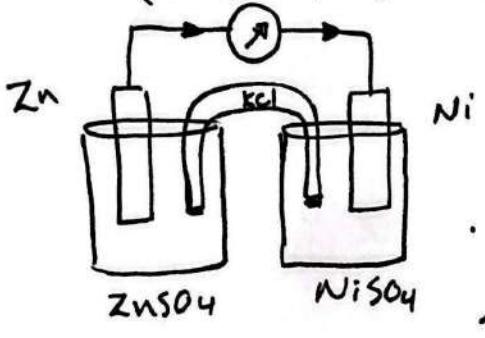
المعادلة الكلية للخلية الفلثانية وهي مجموع نصفي التأكسد والاختزال



* وتم التعبير عن الخلية الفلثانية (بكل مختصر) (من اليسار لليمين نكتب التأكسد ثم الاختزال)

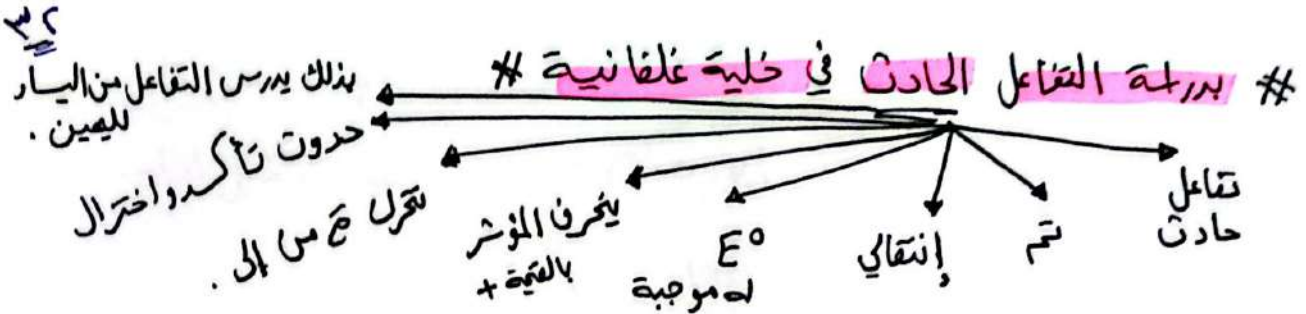


مثال ٢ / خلية فلثانية مكونة من $(Zn | Zn^{+2})$ والنصف الأخر $(Ni^{+2} | Ni)$

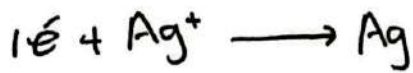
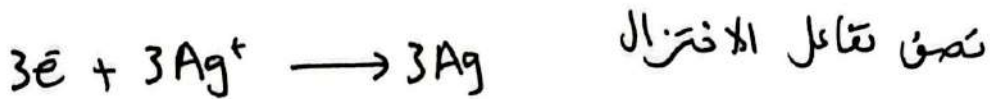


أجب عما يلي :

- المصعد () تن () الدلالة من
- المهبط () تن ()
- حركة الإلكترونات من ()
- نصف تفاعل التأكسد :
- نصف تفاعل الاختزال :
- تتحرك الأيونات السالبة Cl^- من القطرة المائية باتجاه نصف خلية ()
- تتحرك الأيونات الموجبة K^+ من القطرة المائية باتجاه نصف خلية ()
- التغير في كتلة كل من (Ni) (تقل/تزداد) تراكيز أيونات Ni^{+2} (تقل/تزداد) أثناء عمل الخلية الفلثانية.



مثال ٢/ في الخلية الجلفانية التي يحدث فيها التفاعل الآتي :



٢/ المصعد (Cr) المهبط (Ag)

٣/ حركة e^- من (المصعد Cr) إلى المهبط (Ag) .

٤/ اتجاه حركة الأيونات السالبة عبر القطر المائية

تجه Cr^{+3} نحو مملول القطب السالب Cr .

٥/ ما القطب الذي تزداد كتلته ؟ المهبط Ag

لان Ag^+ أيونات اختزلت وتحولت لذرات Ag. ترسبت على القطب

مثال ٤/ خلية غلفانية يحدث فيها التفاعل الآتي :



١/ حدد المصعد () المهبط ()

٢/ اكتب نصف تفاعل التأكسد والاختزال

٣/ اكتب تعبير رصدي للخلية الغلفانية .

٤/ ما التغير الذي يحدث لكلا القطبين .

مثال / خلية غلفانية مكونة من نصف خلية الرصاص $Pb^{2+}|Pb$ ونصف خلية الكروم $Cr^{3+}|Cr$ ، إذا علمت أن تركيز أيونات Cr^{3+} يزداد عند تشغيل الخلية أجب عن:

- ا / المصدر () . المحبط () .
 ب / حركة e^- في الدارة الخارجية () .
 ج / التغير على كتلة قطب Pb مع استمرار تشغيل الخلية () .

في الخلايا الجلفانية، قد تكون المواد المتفاعلة أيونات ذائبة في المحلول أو مواد غير موصلة أو غازية أو سائلة. في هذه الحالة، لا يمكن استخدام هذه الأيونات أو المواد مباشرة بوصفها أقطاباً كهربائية؛ لأنها ليست مواد صلبة موصلة للكهرباء. لحل هذه المشكلة، يُستخدم قطب خامل (غير متفاعل) لتوفير سطح موصل يسمح بحدوث تفاعلات التأكسد والاختزال، مثل البلاتين والجرافيت.

معلومة: ←

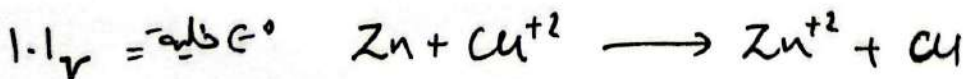
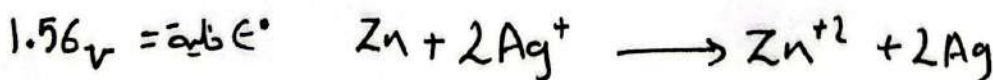
جهد الخلية الغلفانية

عند بناء خلية غلفانية مكونة من قطبين لوحظت حركة الكروونات بين الأقطاب من قادم يدفع هذه e^- القوة الدافعة الكهربائية المتولدة بين قطبي الخلية بين فرق الجهد بين القطبين. ومنه القوة الدافعة الكهربائية هي جهد الخلية.

لذا يعد جهد الخلية الغلفانية مقياس لقدرة الخلية على إنتاج تيار كهربائي. تقاس بواسطة الفولت وتتأثر بـ (التركيز / درجة الحرارة / الضغط للغاز) وفي حال قياس جهد الخلية في ظروف معيارية (تركيز أيونات $1M$) ودرجة حرارة $25^\circ C$ (وضغط الغاز $1atm$) (أو $10^5 Pa$) تصبح E° جهد الخلية المعياري.

كما كانت E° الخلية أكبر كان الميل للتأكسد والاختزال أكبر.

توضيح



س/ أيها أكثر ميلاً للاختزال Ag^+ أم Cu^{2+} ؟
 Ag^+ أكثر ميلاً للاختزال من Cu^{2+} لأن E° قطبه له أكبر.

جهد الخلية :-

مثلاً بدراسة الخلية المكونة من $(Zn-Cu)$ ثم ملاحظة بأن Zn أكثر نشاطاً من Cu حسب سلسلة النشاط الكهلياني (أكثر نشاط أي أكثر قدرته على فقد e^-)
∴ Zn هو الأكثر ميلاً للتأكسد من النحاس وهذا يولد تياراً دافعة تدفع الإلكترونات من Zn (المصعد) إلى Cu (المهبط).
حتى Cu^{+2} أكثر ميلاً للاختزال.

ومن ثم نصف تفاعل الاختزال (يعبر عنه بجهد الاختزال) $E_{reduction}$
وسن نصف تفاعل التأكسد (يعبر عنه بجهد التأكسد) $E_{oxidation}$.

$E_{oxidation}$

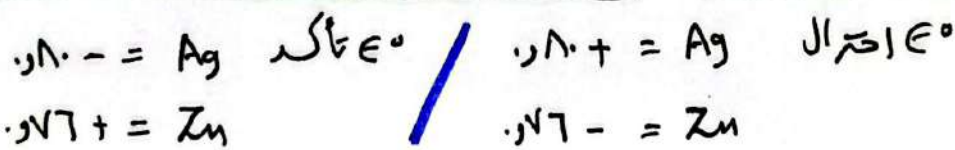
* حين الأكبر جهد اختزال يحدث لنصف خلية / تفاعل اختزال
والقطب الآخر يحدث لنصف خلية تفاعل تأكسد.

بذلك الفرق بين جهود الاختزال للالتفاعلين يباوي جهد الخلية.

* ومنه $E_{cell}^{\circ} = E_{oxidation}^{\circ} - E_{reduction}^{\circ}$

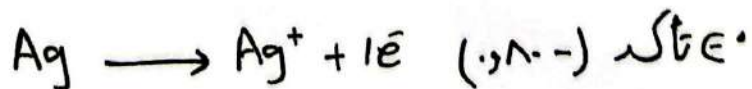
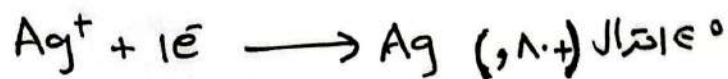
وكذلك $E_{cell}^{\circ} = E_{oxidation}^{\circ} + E_{reduction}^{\circ}$ أو

حيث * $E_{oxidation}^{\circ}$ أي عنصر (تقلب) = جهد اختزاله عددياً لكن بخالفة بالإشارة.



* لجعل نصف الاختزال يصبح نصف تأكسد (أد العكس)

نقوم بقلب المعادلة وتغيير الإشارة.



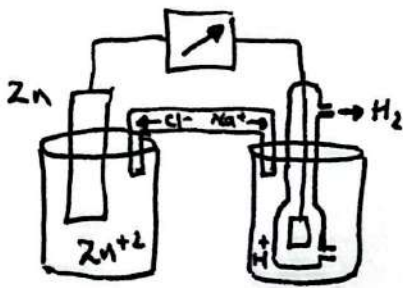
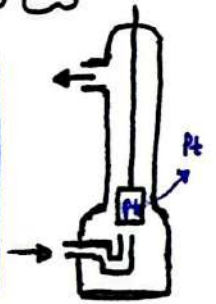
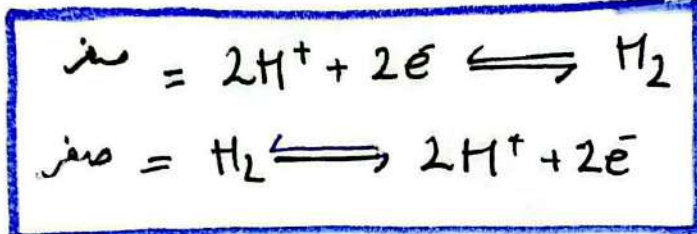
ألية حاب جهود الاقطاب / قطب الهيدروجين المعياري :-
 من الصعب قياس جهد قطب بشكل منفرد بل يجب أن يقارن بقطباً آخر معلوم
 الفية لتكون خلية غلفانية.

فتح اختيار العلماء لقطب مرجعي (وهو قطب الهيدروجين المعياري).
 سبب اختيار الهيدروجين لإن نشاطه الكيمائي متوسط بين العناصر
 وأصطلح العلماء على أن جهد اختزال H_2 المعياري = صفر فولت.

مكونات قطب الهيدروجين المعياري: (وعاء يحوي على صفيحة من البلاتين Pt) لتوفر سطح لحدوث التفاعل.

يغرس الوعاء في محلول حمضي تركيزه $H^+ = 1M$ (HCl) ويتم إمرار غاز H_2
 تحت ضغط = 1 atm (اص.ج) ودرجة حرارة $25^\circ C$. (التفاعل منكسر)

لنا H^+ يمكن أن تتحلل
 وكذلك H_2 أن تتأكسد.



مثال 1 / خلية مكونة من قطبي (H_2/Zn)
 إيجاب جهده اختزال Zn إذا علمت أن
 قراءة الفولتميتر = 0.76v وهي تمثل قراءة
 فرق الجهد بين قطبي (H_2/Zn).

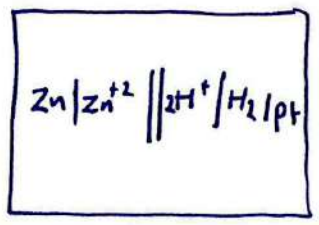
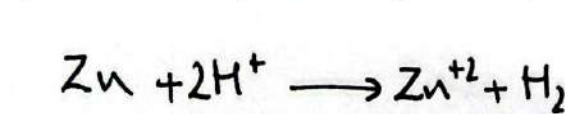
$$E^\circ_{\text{خلية}} = E^\circ_{\text{تأكسد}} + E^\circ_{\text{اختزال}}$$

$$0.76v = 0 + E^\circ_{\text{اختزال Zn}}$$

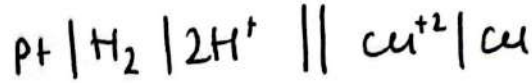
المصعد (-) المربط (+)

اتجاه حركة e^- من قطب Zn
 باتجاه قطب الهيدروجين.

في التفاعل الحاد (E° خلية موجبة)

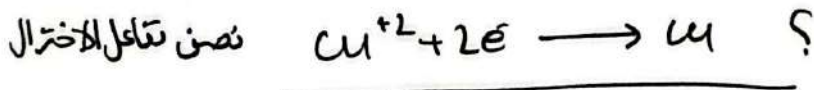


لذا H^+ اختزلت في حين تأكسد ذرات Zn (لأنها أكثر ميلاً للتأكسد).
 جهد اختزال Zn أقل ميلاً للاختزال من H^+ .

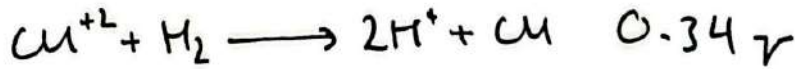


E° خلية المعيارى = 0.34 فولت، إصب جهه إختزال Cu المعيارى

من خلال المخطط تبين بأن قطب H_2 يمثل نصف التأكسد وقطب Cu يمثل نصف الإختزال.



جهه الإختزال المعيارى : مقياس لقياس نصف تفاعل الإختزال المحدث في الظروف المعيارية.



E° خلية = E° تأكسد + E° إختزال

$Cu \quad H_2 \quad =$

$0.34 + = E^\circ$ إختزال Cu^{+2} * صفر + س = 0.34

E° إختزال Cu < E° إختزال H_2 ∴ Cu^{+2} أكثر ميلاً للإختزال و H_2 أكثر ميلاً للتأكسد.

مثال ٣ بدراسة الخلية الغلفانية الآتية من غير التفاعل الآتي.



إذا علمت أن جهه إختزال Zn = -0.76 فولت و E° خلية = +0.53 فولت

إصب جهه إختزال Ni المعيارى.

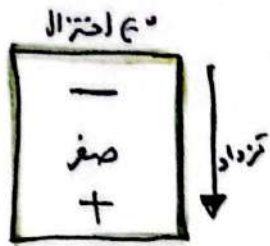
مثال ٤ خلية غلفانية مكونة من نصف خلية $2H^+ | H_2 | Pt$ ونصف خلية $Cd^{+2} | Cd$

إصب جهه إختزال Cd المعيارى إذا علمت أن E° خلية = 0.4 فولت

وكتلة قطب Cd نقصت بعد تشغيل الخلية لفترة من الزمن.

بعد أن تم حساب جهود الاختزال المعيارية للأقطاب المختلفة تم ترتيبها في جدول حسب جهود الاختزال ومرتبة وفقاً لتزايد جهود الاختزال المعيارية.

ملاحظات على الجدول :



يفضل التعامل مع جهود مرتبة حسب الاختزال / التأكد .

قطب الصدروجين المعياري يتوسط الجدول .

أصناف التفاعلات الاختزال منعكسة ⇐

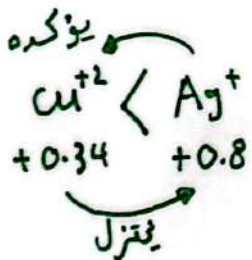
فإن الموارد على يار المعادلة تمثل عوامل مؤكسدة / اختزال .

بينما الموارد على يمين المعادلة تمثل عوامل مختزلة / تأكد .

الأكبر جهد اختزال يختزل يردى له اختزال والقطب الأخر سيجد له تأكد بذلك تكون E° خلية موجبة .

الأكبر جهد تأكد يتأكد يردى له تأكد والقطب الأخر سيجد له اختزال بذلك تكون E° خلية موجبة قابلة للردن .

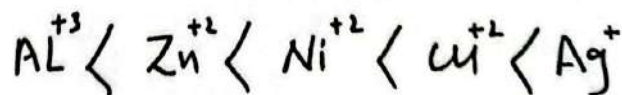
الأكبر لجهد اختزال له أقل تأكد والعكس صحيح .



الأكبر جهد اختزال يؤكد من هو أقل منه في الاختزال .

الأقل جهد اختزال يختزل من هو أكبر منه في الاختزال .

مثال بدرجة الفلزات الأتيه المرتبة حسب جهود الاختزال



Ag يؤكد كل من هو أقل منه في الاختزال .

في حين Al يختزل كل من هو أكبر منه في الاختزال .

س / خلية مكونة من الأقطاب المختلفة حدد ما يلي :

(Cu / Ag) المصعد () . (AL / Cu) يغيرف المؤشر نحو () .

(Zn / AL) حركة e^{-} () . (Zn / Cu) تتحرك الايونات آت

(Ag / Ni) كتلته تزداد () . في التظرة المحلقة نحو () .

- الفلز الاكثر نشاطا اكثر ميل لفقد (e-) أكثر ميل للتأكسد.
- الفلز الذي يُصعد غاز H₂ بكميات أكبر هو الأشط

جهود الاختزال المعيارية عند درجة حرارة 25°C.

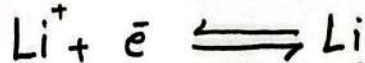
نصف تفاعل الاختزال				E° (V)		
Li ⁺ _(aq)	+	e ⁻	⇌	Li _(s)	-3.05	
K ⁺ _(aq)	+	e ⁻	⇌	K _(s)	-2.92	
Ca ²⁺ _(aq)	+	2e ⁻	⇌	Ca _(s)	-2.76	
Na ⁺ _(aq)	+	e ⁻	⇌	Na _(s)	-2.71	
Mg ²⁺ _(aq)	+	2e ⁻	⇌	Mg _(s)	-2.37	
Al ³⁺ _(aq)	+	3e ⁻	⇌	Al _(s)	-1.66	
Mn ²⁺ _(aq)	+	2e ⁻	⇌	Mn _(s)	-1.18	
2H ₂ O _(l)	+	2e ⁻	⇌	2OH ⁻ + H _{2(g)}	-0.83	
Zn ²⁺ _(aq)	+	2e ⁻	⇌	Zn _(s)	-0.76	
Cr ³⁺ _(aq)	+	3e ⁻	⇌	Cr _(s)	-0.73	
Fe ²⁺ _(aq)	+	2e ⁻	⇌	Fe _(s)	-0.44	
Cd ²⁺ _(aq)	+	2e ⁻	⇌	Cd _(s)	-0.40	
Co ²⁺ _(aq)	+	2e ⁻	⇌	Co _(s)	-0.28	
Ni ²⁺ _(aq)	+	2e ⁻	⇌	Ni _(s)	-0.23	
Sn ²⁺ _(aq)	+	2e ⁻	⇌	Sn _(s)	-0.14	
Pb ²⁺ _(aq)	+	2e ⁻	⇌	Pb _(s)	-0.13	
Fe ³⁺ _(aq)	+	3e ⁻	⇌	Fe _(s)	-0.04	
2H ⁺ _(aq)	+	2e ⁻	⇌	H _{2(g)}	0.00	
Cu ²⁺ _(aq)	+	2e ⁻	⇌	Cu _(s)	0.34	
I _{2(s)}	+	2e ⁻	⇌	2I ⁻ _(aq)	0.54	
Fe ³⁺ _(aq)	+	e ⁻	⇌	Fe ²⁺ _(aq)	0.77	
Ag ⁺ _(aq)	+	e ⁻	⇌	Ag _(s)	0.80	
Hg ²⁺ _(aq)	+	2e ⁻	⇌	Hg _(l)	0.85	
Br _{2(l)}	+	2e ⁻	⇌	2Br ⁻ _(aq)	1.07	
O _{2(g)}	+ 4H ⁺	+	4e ⁻	⇌	2H ₂ O _(l)	1.23
Cr ₂ O ₇ ²⁻ _(aq)	+ 14H ⁺	+	6e ⁻	⇌	7H ₂ O _(l) + 2Cr ³⁺ _(aq)	1.33
Cl _{2(g)}	+	2e ⁻	⇌	2Cl ⁻ _(aq)	1.36	
Au ³⁺ _(aq)	+	3e ⁻	⇌	Au _(s)	1.5	
MnO ₄ ⁻ _(aq)	+ 8H ⁺	+	5e ⁻	⇌	4H ₂ O _(l) + Mn ²⁺ _(aq)	1.51
F _{2(g)}	+	2e ⁻	⇌	2F ⁻ _(aq)	2.87	

تزداد قوة العوامل المؤكسدة

تزداد قوة العوامل المختزلة

ألاحظ أن أنصاف تفاعلات الاختزال في الجدول منعكسة، ومن ثم فإنّ المواد على يسار المعادلة تمثل عوامل مؤكسدة تحدث لها عملية اختزال، بينما تمثل المواد على يمين المعادلة عوامل مختزلة تحدث لها عملية تأكسد، كما أنّ جهود الاختزال تزداد من أعلى إلى أسفل في الجدول. يُستفاد من جدول جهود الاختزال المعيارية في حساب جهد الخلية المعيارية، والتنبؤ بتلقائية تفاعلات التأكسد والاختزال، إضافة إلى مقارنة قوة العوامل المؤكسدة والمختزلة.

(اليمين) (اليسار)



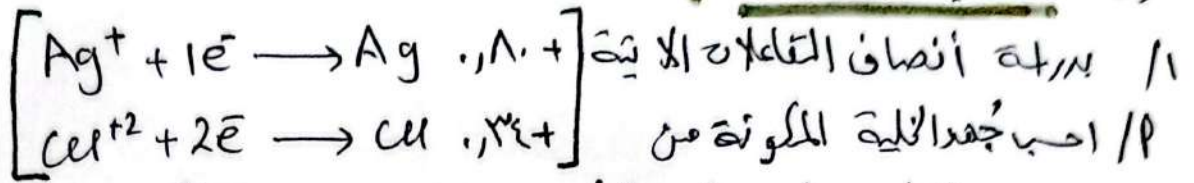
ع.مؤكسد / اختزال

ع.مختزل / تأكسد

تطبيقات مستفاد من قيم جهود الاختزال / التأكد .

نبا

أولاً : حساب جهد الخلية :



القطبين (Ag / Cu) . $E^\circ_{\text{الخلية}} = E^\circ_{\text{التأكد}} + E^\circ_{\text{الاختزال}}$

$E^\circ_{\text{اختزال Ag}}$ < $E^\circ_{\text{اختزال Cu}}$ (أي أكثر ميلاً للاختزال)

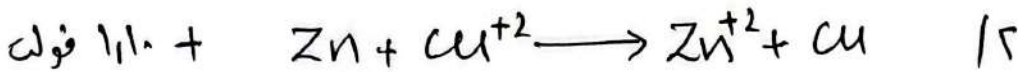
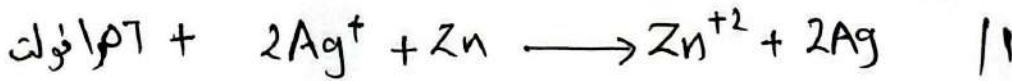
قطب Ag يمثل الموجب .

وقطب Cu يمثل المصعد .

ب / أكتب معادلات تفاعل الخلية .

* قيم جهود الأقطاب صفة نوعية وليست كمية (يعتمد على نوع المادة وليس كميته / مولاته)
لا تتغير عند ضرب النصف بأي معامل .

1/ بدرجة التفاعلات الآتية الحارثة في خلايا غلفانية .



إذا علمت أن جهد اختزال Cu = λ^+ فولت .

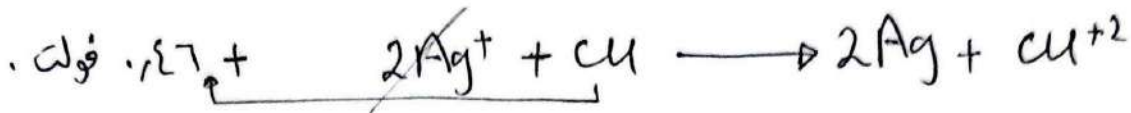
احسب جهد اختزال Ag .

من المعادلة 2 فجب جهد Zn

ثم من 1 فجب جهد Ag (لمعرفة جهد Zn) .

ابدأ بالخلية الغلفانية التي يكون أحد أقطابها معلوم القيمة

* في الجانب العملي عند عمل خلية غلفانية إذا تحرك المؤشر نحو السالب / إغس الألسال الموصلة به .



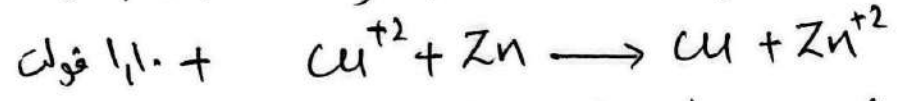
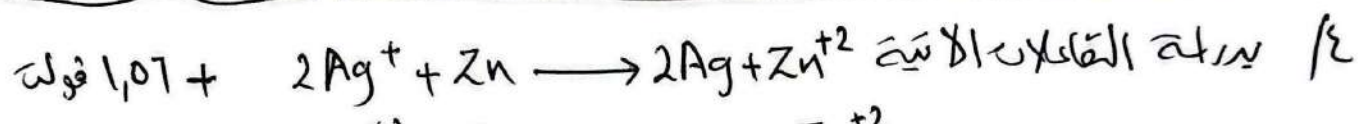
إحسب جهد الخلية المكونة من (Cu/Zn).

$$E^{\circ}_{cell} = E^{\circ}_{cathode} + E^{\circ}_{anode}$$

$$E^{\circ}_{cell} = E^{\circ}_{Zn} + E^{\circ}_{Cu}$$

تتنافس كل من Zn / Cu على التأكد.
 Zn أكبر ميل للتأكد لأن E° خلية لا أكبر.

و فعلياً E° خلية (Cu/Zn) = ١,١٠



احسب جهد الخلية المكونة من (Cu/Ag).

حل آخر
ببدا ترتيب حسب الاختزال

$Zn^{+2} < Cu^{+2} < Ag^+$
 ١,٥٦ ؟
 ١,١ ؟

$1.56 = 1.1 + x$
 $-1.1 \quad -1.1$
 $0.46 = x$

$$E^{\circ}_{cell} = E^{\circ}_{cathode} + E^{\circ}_{anode}$$

٥ / الخلية الغلفانية الممتلئة بالبرنز الاتي $Ni/Ni^{+2} || Fe^{+3}/Fe^{+2}/Pt$ احسب جهد الخلية المعياري E°_{cell} (+1v)

$E^{\circ}_{red.} (Fe^{+3} = 0.77 / Ni = -0.23)$

ثانياً :- مقارنة قوة العوامل المؤكدة والعوامل المختزلة :-

تذكير من يدني له تأكد يملك كعامل مختزل.
 من يدني له إختزال يملك كعامل مؤكد.

يتم تحديد (ع. المؤكد و ع. المختزل) من طرف المواد المتفاعلة.

عند تحديد أقوى عامل مؤكد / له أكبر إختزال
 أقوى عامل مختزل / له أكبر تأكد
 أضعف عامل مؤكد / له أقل جهد إختزال

ملاحظة من الجدول المرتب حسب جهود الاختزال

الفلور (F_2) أقوى عامل مؤكسد لأنه أكثر ميل للاختزال.

في حين أيون الليثيوم (Li^+) أضعف عامل مؤكسد.

وكذلك أيون الفلور (F^-) أضعف عامل مختزل بالمقابل الليثيوم (Li)

أقوى عامل مختزل.

مثال 1 / بدراسة جدول جهود الاختزال المعيارية.

رتب المواد تصاعدياً وفق توتراتها كعوامل مؤكدة.

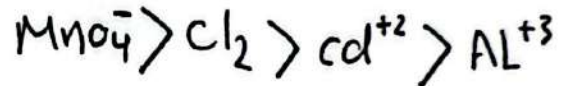
$Al^{+3} + 3e^- \rightarrow Al$	-1.66
$cd^{+2} + 2e^- \rightarrow cd$	-0.40
$Cl_2 + 2e^- \rightarrow 2Cl^-$	1.36
$MnO_4^- + 4H^+ + 2e^- \rightleftharpoons Mn^{+2} + 2H_2O$	1.51

أرتب حسب تزايد جهود الاختزال

لأن المطلوب كعوامل مؤكدة

أكبر اختزال / أقوى ع. مؤكسد.

أقل اختزال / أضعف ع. مؤكسد.



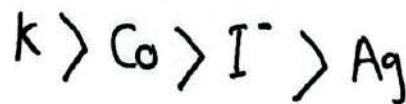
مثال 2 / رتب المواد تصاعدياً حسب قوة عواملها المختزلة.

الدرجة حسب التأكد من التعامل مع

الطرف اليمين من النصف

مع قلب الإشارة.

$K^+ + 1e^- \rightarrow K$	-2.92
$Co^{+2} + 2e^- \rightarrow Co$	-0.28
$I_2 + 2e^- \rightarrow 2I^-$	0.54
$Ag^+ + 1e^- \rightarrow Ag$	0.80



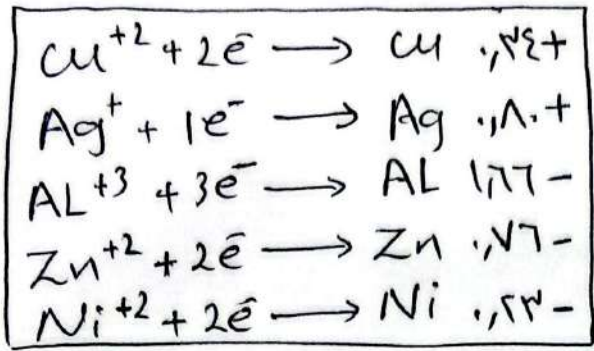
ب/ هل يمكن لأيونات Co^{+2} أكسدة أيونات I^- . (لا)

Co أكبر ميل للتأكسد من I^-

وكذلك I_2 أكثر ميلاً للاختزال من Co^{+3} فبموجب للاختزال وليس تأكسد.

لكن المطروح في السؤال أن يحدث لـ I^- أكسدة فبذا مرغوب.

تدريب ٣/ بدراسة الجدول الذي يضم أنصاف اختزال للفلزات الأتية:



أقوى عامل مؤكسد.

أكبر اختزال

* جميعا اختزال فتمار من طرف م. المتقابلة الأكبر جود فيهم.

(Ag^+ وليت Ag)

ب/ أقوى عامل مختزل

الموجود اختزال لتفاعل معا تأكد نقلها ليصبح (ناجما متفاعل) ونغير اشارة.

أكبر تأكيد

(Al وليت Al^{+3})

* ملاحظة للفلزات اذا طلب أقوى / أضعف (عامل مؤكسد) تذكره كأيون (له إشارة +)

اذا طلب أقوى / أضعف (عامل مختزل) تذكره كذرة (بدون إشارة)

بالنسبة للفلزات (ع. مؤكسد) على هيئة جزئ X_2
(ع. مختزل) على هيئة أيون

تدريب ٤/ (ترجمة المعطيات)

A / B أكسدة / اختزال
A مؤكسد B

$B < A$ حسب الاختزال

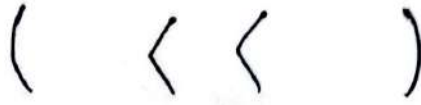
$A < B$ حسب التأكد

ب/ Q مختزل R (/ اختزال) (/ تأكد)
حسب الاختزال (<)

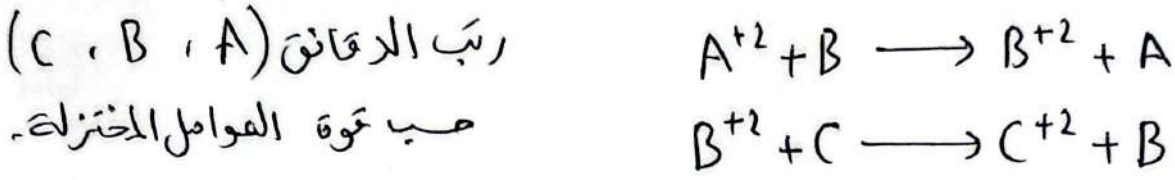
C / D / مؤكسد / اختزال / تأكد
D / C حسب التأكد
D < C حسب الاختزال

L / N (الاختزال) / مؤكسد / تأكد
L / N حسب الاختزال (<)

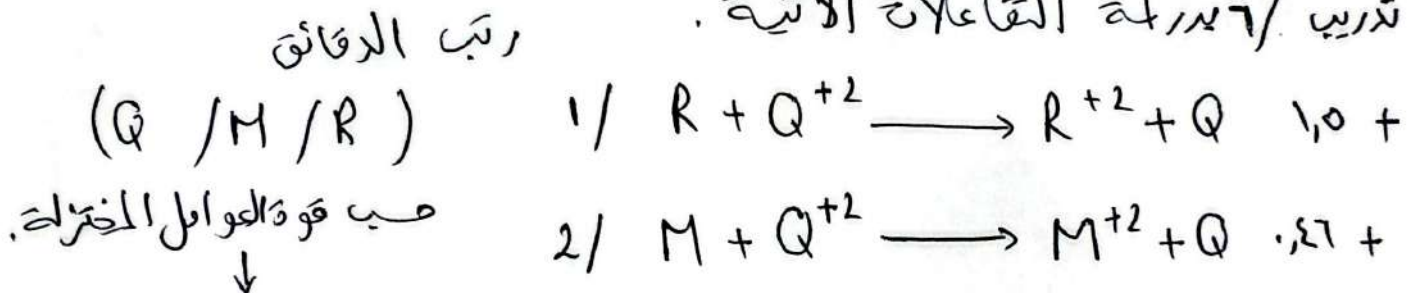
هـ / أ تؤكد Y ولا تؤكد R ، رتب الازماتق حسب قوة عوامل المختزلة .



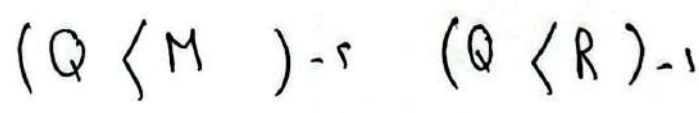
تدريب / ٥ بدرلة التفاعلات الحادثة في خلايا غلفاشية



تدريب / ٦ بدرلة التفاعلات الآتية .



الدرلة والترتيب حسب التأكد .

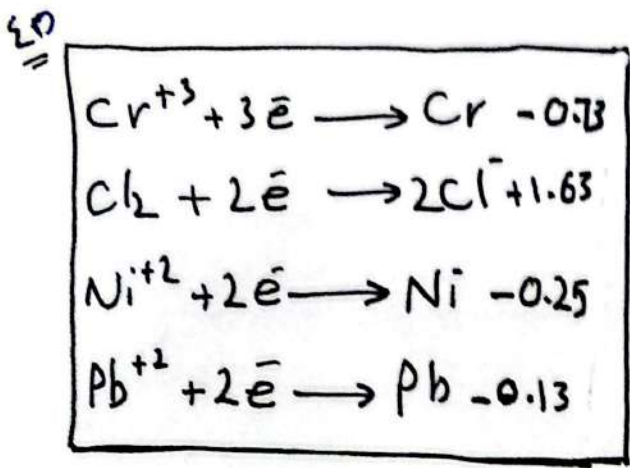


R أكبر ميل للتأكسد من M لان E° خلية لا أكبر .

تدريب / ٧ الرمز ذات شحنة ثنائية موجبة (+٢) ، رتب الازماتق بما فيرا (Ni) حسب قوة عوامل المؤكسدة

أقطاب الخلية	E° الخلية	حركة E° من	ال
A/Ni	٢	A	Ni
B/Ni	٠,٩	Ni	B
C/Ni	١,٥	C	Ni
D/Ni	١,١	Ni	D

مثال / بدراسة جود الاختزال المعيارية



أ / أقوى عامل مؤكسد ()

له أعلى جهد اختزال.

ب / أقوى عامل مختزل ()

له أكبر جهد تأكسد / أقل جهد اختزال.

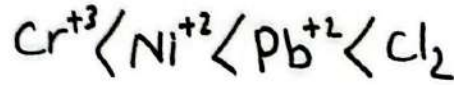
ج / هل يمكن Ni اختزال Cl_2 (نعم)

بدراسة الرموز فرضاً مرتبة حسب الاختزال

Ni يتأكسد / Cl_2 اختزال

الأقل اختزال مختزل من هو

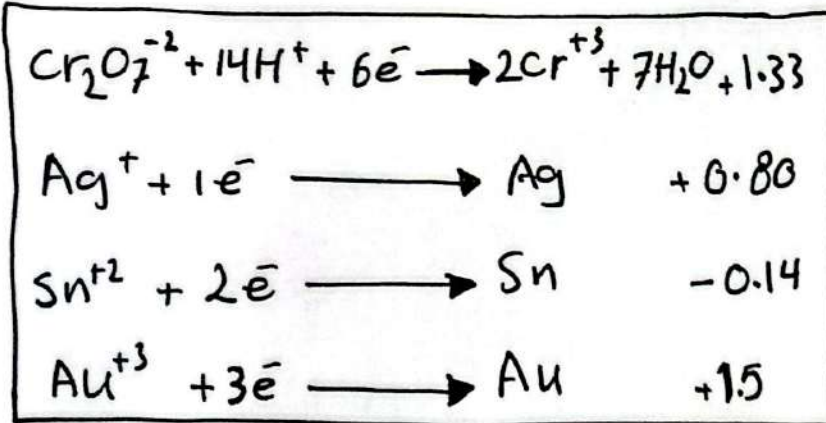
أكبر منه في الاختزال.



د / هل يمكن Cr^{+3} أكسدة الرصاص Pb؟ (لا)

السبب لأن Pb جهد اختزاله أكبر من Cr^{+3} .

مثال / أدرس الجدول الذي (يضمن جود الاختزال المعيارية) لبعض المواد



أ / أقوى عامل مؤكسد

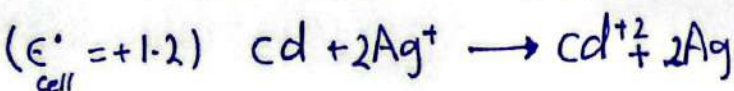
()

ب / أقوى عامل مختزل

()

ج / أي الفلزات تختزل $Cr_2O_7^{-2}$ ولا تختزل Sn^{+2} ؟ ()

مثال / بدراسة التفاعلات الآتية



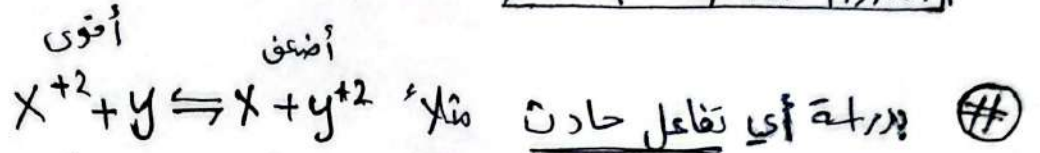
أ / رتب الرقائق حسب قوة عواملها المؤكدة -

ب / رمز الخلية الغلفانية المكونة من (Cr / Ag)

تدريب ١٢ بدراسة الفلزات الافتراضية رتب الازدواج حسب قوة عوامل المختزلة.

٤٦

أقطاب	المحيط	ع ⁰ خلية
A/Ni	A	١,٢
B/Ni	B	٢,٤
C/Ni	Ni	١,٥
D/Ni	Ni	٢



ندرس التفاعل من اليسار لليمين (تعتبر X^{+2} أقوى عامل مؤكسد من Y^{+2})
 Y^{+2} أضعف عامل مؤكسد.
 وكذلك (Y أقوى عامل مختزل من X)

السؤال: التنبؤ بحدوث تفاعلات (تلقائية التفاعل/ هو حدوث التفاعل وتكوين النواتج دون الحاجة لطاقة كهربائية لإحداثه) وذلك يتم بحساب جهد الخلية

تقدير التلقائية :-

هل يمكن لـ ... ان يؤكد/ يختزل ... ؟
 هل التفاعل ... حادث أم لا ؟
 هل التفاعل ... تلقائي أم لا ؟

* في هذه الحالات ندرس المقترض والمكتوب في السؤال والمعادلة.
 حيث حسب E^0 خلية اذا كانت

موجبة سالبة
 يمكن/ يستطوع لا يمكن
 تلقائي/ حادث غير تلقائي غير حادث.

سؤال ١ هل يمكن لذرات Ag ان تختزل Cu^{+2} ؟
 * المقترض في السؤال Cu / اختزال

E^0 خلية = E^0 تأكسد + E^0 اختزال
 Ag Cu

? = - ١,٨٠ + ٠,٣٤ + E^0 سالبة
 لا يمكن

E^0 اختزال

Cu	٠,٣٤+
Ag	١,٨٠+
Zn	٠,٧٦-

E° اختزال
Cu ، $0.34+$
Zn ، $0.76-$

مثال ٢ حل يمكن لذرات Zn أن تختزل Cu^{+2} ؟
 حسب المقترض Cu ()
 E° الكلية = E° التأكد + E° اختزال

* آلية حل أخرى بدون حسابات .

عدم توافق

(y) حسب المقترض / اختزال
 (y) حسب القيم / تأكد

E° سالبة (لا يمكن) .

توافق

(y) حسب المقترض / اختزال
 (y) حسب القيم / اختزال

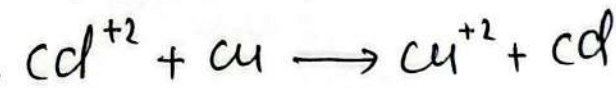
$E^{\circ} +$ يمكن

دراسة المثال ٢ مثالاً :

Cu حسب المقترض / اختزال
 Cu حسب القيم / اختزال
 E° تكون موجبة (يمكن) .

E° اختزال
Cd ، $0.4-$
Cu ، $0.34+$

مثال ٣ حل القاع الأبي حاد أم لا ؟



E° الكلية = E° التأكد + E° اختزال
 Cd Cu

(E° سالبة التفاعل غير حاد) $0.4 - 0.34 = ?$

E° اختزال
Al ، $1.77-$
Cu ، $0.34+$

مثال ٤ حل القاع الأبي تلقائي أم لا ؟



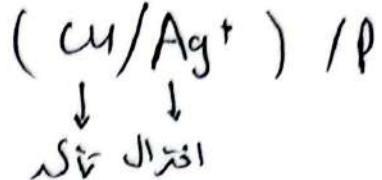
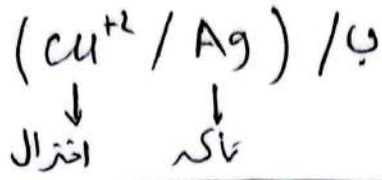
E° الكلية = E° التأكد + E° الاختزال
 Cu Al

E° موجبة تفاعل تلقائي . $0.34 + 1.77 = ?$

لنم مناقشة بالطريقة السريعة المثال ٤

Al حسب المعادلة / تأكد
 Al حسب القيم / تأكد
 E° موجبة (التفاعل تلقائي) .

مثال / ه أي الأيونية من التفاعلات تلقائي / حاد أم لا ؟

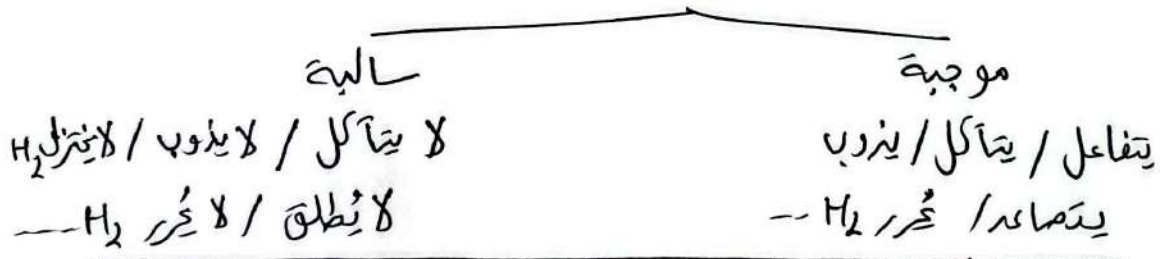


الأكبر اختزال يحدث له اختزال
(اختزال Ag)

ب) تفاعل فلز - في محلول حمض : ؟ ؟ !

- هل يتفاعل الفلز - عند وضعه في محلول حمض HCl
- هل يتآكل الفلز - " " " " " "
- هل يذوب الفلز - " " " " " "
- هل يتنزل H₂ عند وضع الفلز - في محلول حمض HCl
- هل يصعد H₂ " " " " " "
- هل يطلق / يحرق H₂ " " " " " "

جميع الأسئلة المطروحة (نفس السؤال) .
هنا كتب قيمة الخلية E° الكلية .
إذا كانت E° الكلية



E° الاختزال H ₂	+	E° التأكسد الفلز	=	E° خلية كهربائية
--	---	------------------------------	---	------------------------------

= اختزال H₂ = صفر ∴ أصبح الحكم من خلال أكسدة الفلز
إذا كانت أكسدة الفلز (+) ∴ (+ E°) ← يصعد / يحرق / يتنزل / يذوب
و إذا كانت أكسدة الفلز (-) ∴ (- E° ستكون) ← لا يتآكل / لا يطلق / لا يحرق H₂

خلاصة
 إذا كانت أكسدة الفلز (+) أي اختزاله (-) يطلق H_2
 إذا كانت أكسدة الفلز (-) أي اختزاله (+) لا يطلق / لا يحرق H_2

مثال ١ / يدرسه جهود اختزال الفلزات الآتية أجب عما يلي :

الرمز	Ni	AL	Ag	Zn	Cu
اختزال E°	0.23-	1.77-	0.80+	0.76-	0.34+

١ / أي الفلزات الآتية بوضعه في محلول حمض HCl يصعد غاز H_2 ؟

يصعد : الفلز أكسدة (+) / اختزاله (-)
Ni / AL / Zn

٢ / أي الفلزات الآتية لا تطلق غاز H_2 عند وضعها في محلول حمض HCl ؟

لا يطلق ← جهود أكسدة الفلز (-) / اختزاله (+)
 (Cu / Ag)

٣ / حدد الفلز الذي بوضعه في محلول حمض HCl يذوب / يتفاعل ويختزل Zn

تدور في الأرض

AL	Zn	Ni
1.77-	0.76-	0.23-

↘ يذوب
 ↗ يؤكد

AL

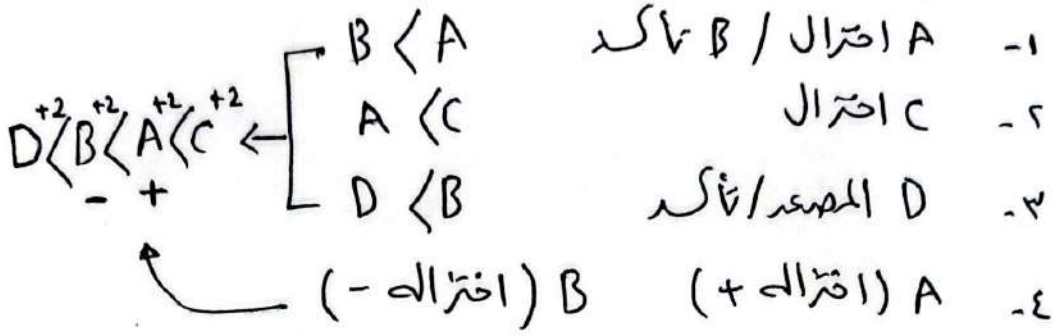
مثال ٢ / يدرسه المعلومات الآتية لفلزات افتراضية ذات شحنة تشارية موجبة

- ١- الفلز A يؤكد الفلز B
- ٢- خلية غلفانية مكونة من (C / A) المهبط فيها C .
- ٣- خلية غلفانية مكونة من (D / B) كتلة الفلز D تقل .
- ٤- بوضع كل من الفلزات (B / A) في محلول حمض لوحظ بأن A لا يصعد غاز H_2 لكن (B يصعد غاز H_2) .

* آلية التفاعل هذه الأسئلة كما راح تترجمها وترتيبها حسب الاختزال / التأكسد ثم نجمعها معاً بشكل محور الدالة .
 (⊗) ثلثة فلز في حمض نضعهم بالترتيب ووضع الإشارة (+ أو -) .

٥٠

آلية الكل افتراضا الترتيبا حسب الاختزال



P / خلية غلفانية مكونة من (D / C) : حدد المصعد في ()

حدد حركة الالكترونات ()

تراكيز C^{+2} (تقل / تزداد)

ب / شحنة اختزال C (موجبة / سالبة)

ج / هل يمكن ل C أن يختزل B^{+2} ؟ (نعم / لا)

د / هل التفاعل الآتي حاد ام لا ؟
 $A^{+2} + D \rightleftharpoons A + D^{+2}$

مثال / ٣ اذا علمت ان التفاعل الآتي حدث
 $A + HCl \rightarrow ACl_2 + H_2 \uparrow$

والفلز B اختزاله = + ٤.٠ فولت.

أجب عما يلي خلية غلفانية مكونة من الفلزين (B / A)

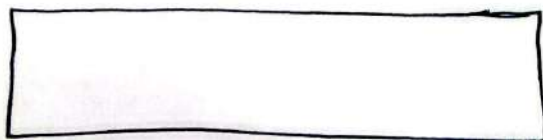
١ / المصعد () ش ()

ب / ينحرف المؤشر نحو ()

ج / تتحرك الأيونات الموجبة عبر القطرة الملحية نحو حلول القطب ()

د / اذا علمت ان كلا الفلزين (A ، B) ذات شحنة ثنائية موجبة.

اكتب معادلة نصف تفاعل الاختزال

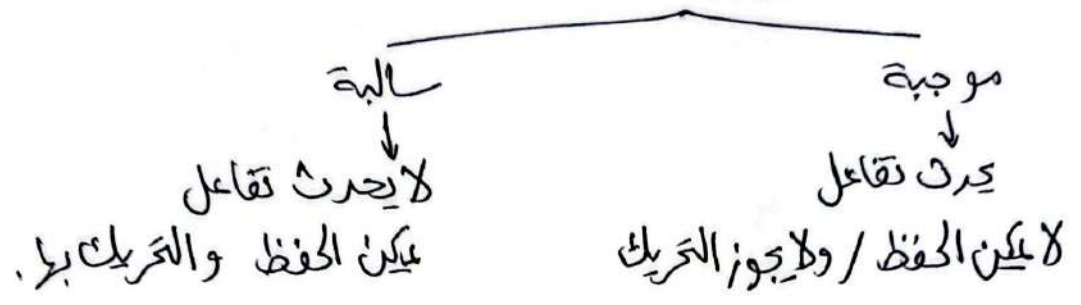


⑤ حفظ محلول / أيونات في وعاء ما

هل يمكن حفظ محلول في وعاء مصنوع من فلز --- ؟

هل يمكن تحريك محلول / أيونات بعلقة مصنوعة من فلز --- ؟

هناك E° الكلية
إذا كانت E° الحلية



هناك E° الكلية بالصورة الآتية :

E° الكلية = E° التأكد + E° الاختزال
الوعاء / المعلقة / السلك / القطعة
المحلول الأيونات

مثال ١ / هل يمكن حفظ محلول نترات الفضة في وعاء من النحاسين Zn ؟
 $AgNO_3$

Zn ،٧٦-
Ag ،٨٠+
Cu ،٣٤+

E° حلية = E° تأكد + E° اختزال

المحلول	الوعاء
Ag^+	Zn
+	+

E° موجبة (لا يمكن)

مثال ٢ / هل يمكن تحريك محلول فيه Cu^{+2} بعلقة مصنوعة من الفضة Ag ؟

E° الكلية = E° تأكد + E° اختزال

المحلول	العلقة
Cu^{+2}	Ag
+ ،٣٤	- ،٨٠

* E° سالبة لا يحدث تفاعل يمكن الحفظ والتحريك بها.

حل سريع لكل ثلاثة حفلات معلول - في وعاء

$\left. \begin{array}{l} \text{اذا كان الوعاء / المعلقة جُهد اختزاله أكبر} \\ \text{اذا كان الوعاء / المعلقة جُهد اختزاله أقل} \end{array} \right\} \text{ يمكن الحفظ . لا يمكن الحفظ .}$

مثال / بدراسة الفلزات الأتية وجود اختزال

Ni	Co	Al	Ag	Cu	Zn
0.93-	1.10-	1.33-	0.80+	0.34+	0.76-

اخر فلز يمكننا صناعة منه وعاء لحفظ معلول حوي ايونات Cu^{+2}

ب / مادام يحفظ (الوعاء) يجب ان يكون اختزاله أكبر من Cu^{+2}

Ag

ب / اخر فلز لا يمكنه حفظ معلول حوي ايونات Zn^{+2} (Al)

5 تكون خلية غلفانية تعطي أكبر فولتية (أكبر فرق جهد) :-

في هذه الحالة نختار أكبر جهد اختزال مع أقل جهد اختزال أو أكبر تأكد مع أقل تأكد

مثال / اخر فلز من يكونان خلية غلفانية لها أكبر فولتية من الفلزات الأتية

Fe	Al	Ni	Zn	Ag	Cu
0.44-	1.33-	0.93-	0.76-	0.80+	0.34+

* المعاليل مثل $(Cr_2O_7^{2-} / MnO_4^-)$ لا تصلح كقطب في الخلايا الغلفانية

(Al / Ag)

مثال / 2

ا / أي الفلزين يكونان خلية غلفانية

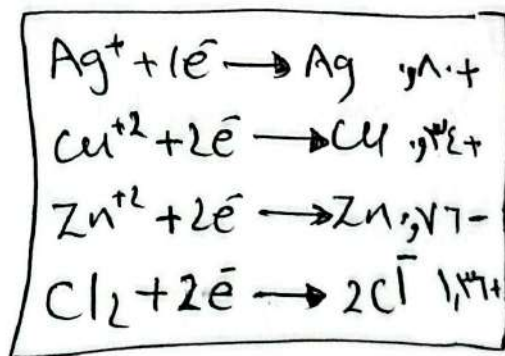
لها أكبر فولتية

لست Zn / Cl_2

لأن المطلوب فلزات

(Cl_2 مبيد ليس بفلز)

(Zn / Ag)



* تتمايز الفلزات بأن أيوناتها موجبة وتتواجد على هيئة ذرات

ب / أي الأقطاب تكون خلية غلفانية

لها أكبر فولتية

(الأقطاب تشمل فلز ولا فلز) (Zn / Cl_2)

9] تكوين خلية غلفانية تعطي أقل فرق جهد (أقل فولتية) :-

الخطوات : ترتيباً تأكد أو اختزال .

والأهم تصاعدي أو تنازلي .

ثم نكتب E° لكل قطبين متواليين . لنختار الأقل فولتية .

مثال / ١ | يدرسة جهود اختزال الفلزات الأتية حدد الفلزات اللذين يكونان خلية غلفانية تعطي أقل فرق جهد .

Ni	Zn	Ag	Al	Cu
-0.23	-0.76	+0.80	-1.66	+0.34

بعد الترتيب :- Ag Cu Ni Zn Al

Cu/Ag

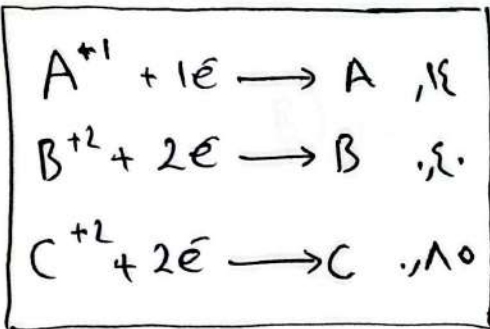
Al	Zn	Ni	Cu	Ag
-1.66	-0.76	-0.23	+0.34	+0.80
-0.76	-0.23	+0.34	+0.80	
+1.66	+0.76	+0.23	+0.34	-0.80
0.90	0.53	0.57	0.46	

تحديد إشارة جهود الاختزال : القيم المطلقة

إذا علمت أن B تتقلص من $A \leftarrow B$

وكذلك C تتقلص من $A \leftarrow C$

و C تتأكسد B .



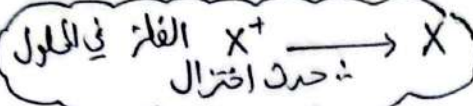
التفاعلات في الخلايا الغلفانية الثلاثة حادثة في E° لها موجبة .

مفتاح الكل اليد بالظلية الغلفانية التي يكون أحد أقطابها معلوم القيمة .

$E^\circ = 0.14$ التأكد + E° اختزال $E^\circ = 0.20$ التأكد + E° اختزال

$E^\circ = 0.34$ التأكد + E° اختزال

✳ يمكن ترسيب / استخراج / تحفيز / اختزال الفلز من خاماته بواسطة ...



له: الفلز يحدث له اختزال

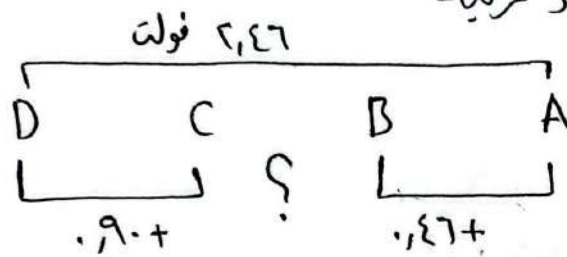
لا يمكن ترسيب / تحفيز الفلز من خاماته .

: الفلز لم يحدث له اختزال بل حدث له تأكسد .

✳ يمكن حفظ المحلول — في وعاء من — .
له حدث الوعاء / اختزال المحلول / تأكسد .

لا يمكن حفظ المحلول — في وعاء من — .
حدث الوعاء / تأكسد المحلول / اختزال

س/ اذا كان لديك جهود مرتبة



اذا علمت ان E° خلية

بين (B/A) .٤٦+

بين (D/C) .٩٠+

بين (D/A) ٢,٤٦+

ما قيمة جهد الخلية المكونة من (C و B) ؟

$$٢,٤٦ = .٩٠ + س + .٤٦+$$

$$٢,٤٦ = س + ١,٣٦+$$

$$١,٣٦- = ١,٣٦-$$

س = ١,١٠+ فولت

E° الخلية بين (C و B) .

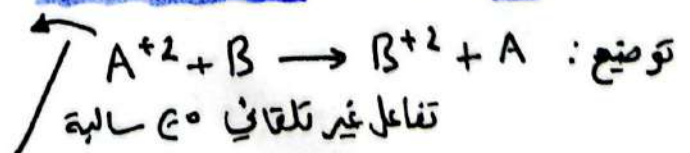
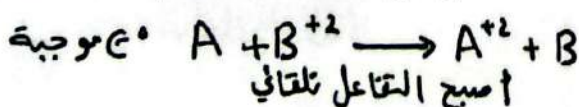
✳ يزوب الفلز أي قول من $X \rightarrow X^+$ حدث له تأكسد .

✳ في الخلية الغلفانية

اذا كان المتفاعل غير تلقائي (غير حادث) / E° له سالبة .

حتى ندرسه ويكون قابل للحدوث نقرب المعادلة ليصبح التاكسد اختزال

لندرس المتفاعل يجب قلبه وتغيير اشارة E° خلية



٥٥
س/ بدراسة الفلزات الافتراضية ذات الشحنات الشائبة الموجبة
أدرس العبارات / المعلومات الآتية ثم أجب عما يلي :

- * يمكن كخصر الفلز (X) من موائله بواسطة الفلز (Y) .
- * لا يمكن حفظ محلول (X) في وعاء مصنوع من الفلز (Z) .
- * (Y) أقوى عامل مختزل من (Z) .

* في الخلايا الفلغائية الآتية (E / M) $E^\circ = +1.0$ فولت

في حين (E / Q) $E^\circ = +1.1$ فولت (حيث E في كلاهما المربط)

* عند وضع كل من (Y ، E) في محلول حمض HCl المخفف لوحظ بأن (Y لا يصعد غاز H₂) لكن (E يصد غاز H₂)

أجب عن الأسئلة الآتية :

- ١- حدد أقوى عامل مؤكسد
- ٢- حدد إشارة جهد اختزال Q
- ٣- هل يمكن ل Y أن يختزل Q ؟
- ٤- هل يتطوع (Z) أن يصد غاز H₂ إذا وضع في المحلول ؟
- ٥- هل التفاعل الآتي تلقائي أم لا ؟ $X^{+2} + Y \rightleftharpoons X + Y^{+2}$ ؟
- ٦- هل يمكن حفظ محلول E في وعاء مصنوع من الفلز (X) ؟
- ٧- حدد القطبان اللذين يكونان خلية فلغائية لها أكبر فرق جهد .
- ٨- إذا علمت أن الخلية الفلغائية المكونة من (H₂ / E) جهد الخلية = +0.76 فولت
أجب جهد اختزال (E) .
- ٩- اختر فلز يمكن صناعة وعاء منه لحفظ محلول فيه (Z⁺²) .
- ١٠- خلية فلغائية مكونة من (Z / X) أجب عما يلي :

أ / المصدر () حصة القطب () .

ب / أكتب نصق التفاعل الحادث عند المربط .

ج / كتلة (X) (تزداد / تقل) . ك / عبر عن الخلية الفلغائية بطريقة صالحة لوصفها

د / تراكيز أيونات (Z⁺²) (تقل / تزداد) مع مرور الزمن أثناء التفاعل .

هـ / حدد اتجاه حركة (e⁻) و / أكتب معادلة التفاعل الكلية .

ز / تترك الأيونات البالية عبر القطرة المائية نحو محلول القطب () .

س أدرس الجدول المجاور الذي يمثل جهود الاختزال المعيارية لبعض المواد

Cd^{+2}	Mn^{+2}	Ag^+	Pb^{+2}	Br_2	Co^{+2}	المادة
-0.40	-1.18	0.80	-0.13	1.07	-0.28	E°_V

١ / أقوى عامل مؤكسد () أقوى عامل مختزل ()

٢ / هل يمكن حفظ مملوول البروم في وعاء من الفضة ؟

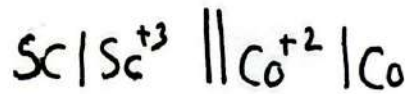
٣ / ما الفلز بين اللذين يكونان خلية غلفانية لها أكبر جهد خلية معياري ؟

٤ / المادة التي تستطيع أكسدة Cd ولا تؤكسد Pb ؟

٥ / أحد القطب الذي تزداد كتلته في الخلية الجلفانية ($Cd - Pb$) .

٦ / أحد النلز الذي لا يمر غاز H_2 من مملوول حمض HCl المخفف .

٧ / في الخلية الجلفانية أعطيت الرمز المختصر الآتي :



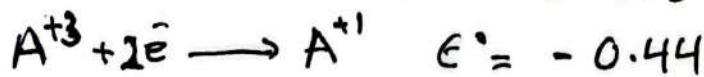
وإذا علمت أن جهد الخلية المعياري $E^{\circ} = 1.8V$ أجب عما يلي :

١ / حدد حركة e^- عبر الأسلاك

٢ / أجب جيد الاختزال لقطب الكاثوديوم Sc .

٣ / أكتب معادلة التفاعل الكلي .

س / جهود الاختزال المعيارية بين المكونين لتيمة غلفانية



١ / حدد العامل المؤكسد

حدد العامل المختزل

٢ / أجب مع التفاعل الكلي .

٣ / أكتب معادلة التفاعل الكلي .

// تطبيقات عملية للخلية الغلفانية //

البطاريات : من التطبيقات المهمة للخلايا الغلفانية، إذ يحدث فيها تفاعلات تأكسد وإختزال تلقائية لتعولط الكيمائية إلى ط. كهربائية.

البطاريات أنواع A / البطاريات الأولية (لا يمكن إعادة شحنها) مثل البطارية الجافة / والبطارية الجافة القلوية .

B / البطاريات الثانوية (قابلة لإعادة الشحن)

مثل بطاريات التخزين كالمركب الرصاصي (بطارية الرصاص الحمضية).

وكذلك بطارية أيون الليثيوم المستخدمة في الهواتف المحمولة والحواسيب والسيارات

بطارية تخزين الرصاص الحمضية :-

بطارية ثانوية ، يمكن إعادة شحنها ، تتكون من سلت خلايا غلفانية .

كل وحدة منها تتكون من المصعد (Pb) ألواح الرصاص

المهبط (PbO₂) ألواح الرصاص مغلقة بأكسيد الرصاص IV (PbO₂) .

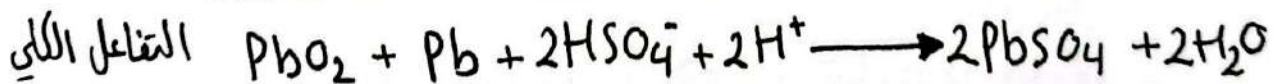
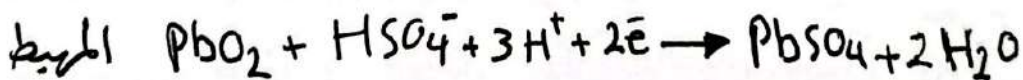
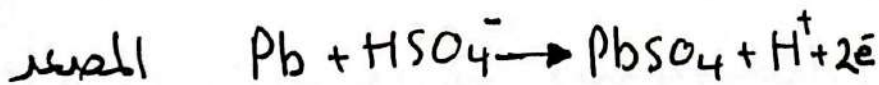
ترتب هذه الأقطاب بطريقة متبادلة بوعاء بلاستيكي مقوى تفصل بينها

صفائح عازلة لهم تغمر في محلول حمض الكبريتيك H₂SO₄ كثافته (1.28)

g/cm³

* توصل الوحدات الستة ببعضها على التوالي .

التفاعلات التي تحدث عند :



* جهد الخلية الواحدة = 2V وعدد الخلايا ستة 2x6 = 12V

∴ البطارية تعطى فرق جهد = 12V

* H₂SO₄ يمتلك نتيجة استخدام البطارية وهذا ينقص من كثافته .

لذا لمعرفة كثافة البطارية من خلال قياس كثافة حمضها .

* البطارية تطلق تيار كهربائي كخلية غلانية .

لكن عند حفظ بواسطة تيار كهربائي تتصرف كخلية كحلل كهربائي .
ويجري عكس تفاعلي التأكسد والاختزال وتم التفاعل الكلي في البطارية .
* في السيارة عملية الشحن تتم بكل تلقائي وتستمر بواسطة مولد التيار (الدينامو)
المصطلح بمحرك السيارة ، يتراوح عمر البطارية من ٣ - ٥ سنوات

* تفقد البطارية صلاحيتها وعدم مقدرتها على إعادة شحنها : لانها

تفقد جزء من مكوناتها (مثل $PbSO_4$) المتكون بسبب التأكسد والاختزال
وذلك بسبب الحركة المستمرة للمركبات على الطرق ، وهذا يؤدي لتساقط
 $PbSO_4$ عن ألواح الرصاص وبذلك عدم دخوله في التفاعل العكسي



من أكثر البطاريات استخداماً في السيارات الكهربائية والحواسيب والهواتف المحمولة .
تتكون من عدة خلايا متصلة ببعضها ، وكل خلية تتكون من ثلاث مكونات :-

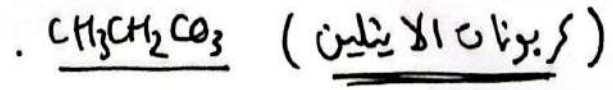
* المصعد : (القطب السالب) عادة من الجرافيت (يمتاز بقدرته على تخزين ذرات Li وأيونات Li^+ دون التأثير بها .

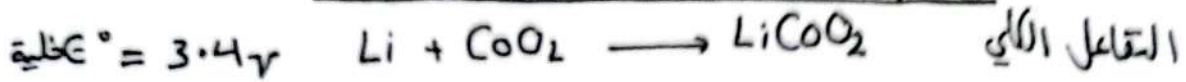
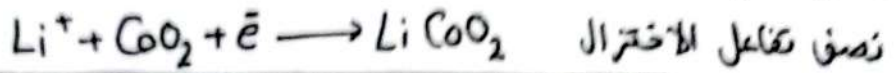
* المهبط : (القطب الموجب) يتكون من بلورات لأكسيد عنصر انتقالي مثل أكسيد الكوبالت IV CoO_2 ويمكنه امتصاص وتخزين Li^+

* المحلول الإلكتروليتي : يتكون من محلول لامائي (لأحد أملاح الليثيوم)



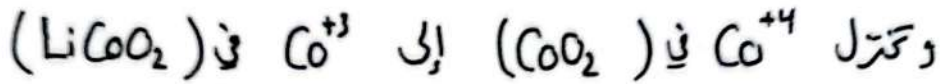
ومذيب عضوي يذوب فيه الملح مثل





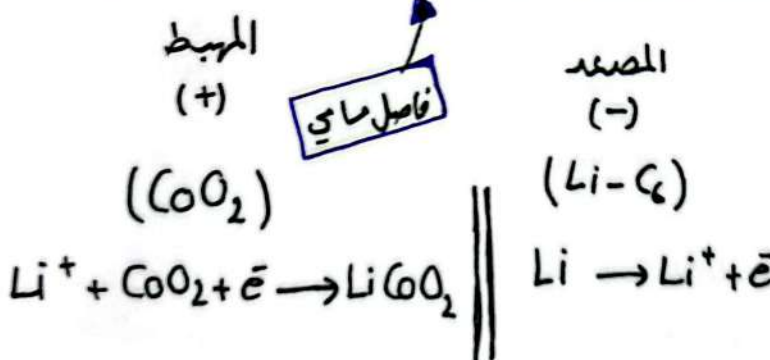
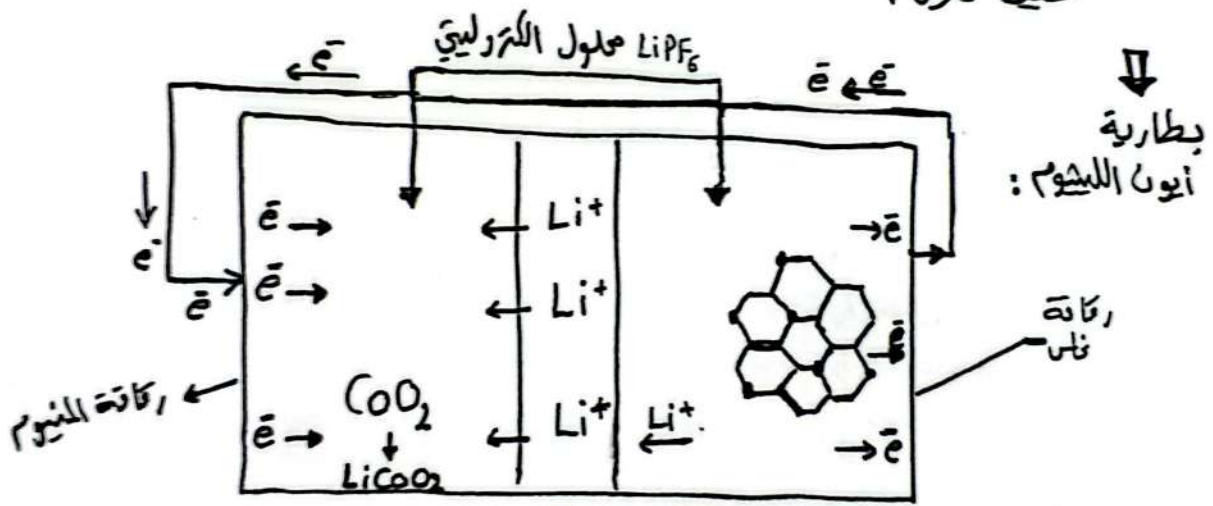
$\epsilon^\circ = 3.4V$ ظلية

آلية التفاعل: تتأكسد ذرات Li (عند المصدر) لتنتج Li^+ .
 بذلك تنتقل Li^+ عبر المحلول الألكتروليتي باتجاه المهبط وتتحرك (e^-)
 عبر الدارة الخارجية (من المصدر إلى المهبط).



✳ وعند شحن البطارية ينعكس مسار التفاعل / حيث يتأكسد $LiCoO_2$

ليحرر Li^+ / وتتحرك Li^+ عبر المحلول الألكتروليتي باتجاه نصف خلية الغرافيت حيث تتمثل.



✳ عند عمل خلية الليثيوم كخلية غلفانية تخرج Li^+ من عند الغرافيت لكن عند الشحن العكس تتجه Li^+ نحو الغرافيت (c).

✳ ميزان بطارية الليثيوم :-

خفيفة الوزن (أخف عنصر فلزي)

كثافة طاقته عالية ويمكن إعادة استخدامها مرات

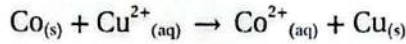
(Li) أقوى م. تتمثل له أقل جهد اختزال وكتلته المولية العالية 6.94 كافية لإنتاج واحد مول من e^- .

مراجعة الدرس الثاني

1. الفكرة الرئيسة: كيف تنتج الخلية الجلفانية الطاقة الكهربائية؟

2. أَوْضِّحْ المقصود بكلٍّ من: o القنطرة الملحية. o جهد الاختزال المعياري.

3. خلية جلفانية يحدث فيها التفاعل الآتي:



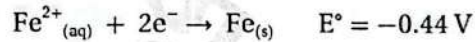
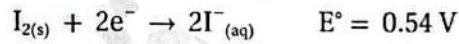
أ . أ حَدِّدْ فيها المِصْعَدَ والمِهْبَطَ.

ب. اكتب نصفي تفاعل التأكسد والاختزال.

جـ. أحسب جهد الخلية المعياري، وأكتب تعبيراً رمزياً للخلية الجلفانية.

د . ما التغيير الذي يحدث لكتلة كلا القطبين.

4. نصف التفاعل الآتيان يشكّلان خلية جلفانية في الظروف المعيارية:



أجيب عن الأسئلة الآتية المتعلقة بهما:

أ . اكتب معادلة التفاعل الكلي في الخلية.

جـ. ما التغيير الذي يحدث لتركيز أيونات كلٍّ من I^{-} و Fe^{2+} ؟

ب. أحسب جهد الخلية المعياري.

د . اكتب رمز الخلية الجلفانية.

$E_{\text{cell}} \text{ (V)}$	المصعد	قطب الخلية
1.3	D	D-B
1.5	E	E-B
0.4	C	C-E
0.3	B	A-B

5. أدرس الجدول الآتي الذي يوضح جهد الخلية المعياري

لعدد من الخلايا الجلفانية المكوّنة من الفلزّات ذوات الرموز

الافتراضية (A,B,C,D,E)، وجميعها تُكوّن أيونات ثنائية موجبة،

ثمّ أجيب عن الأسئلة الآتية:

أ . أ حَدِّدْ الفِلِزَّ الذي له أعلى جهد اختزال معياري: أم D أو C.

ب. أ حَدِّدْ أقوى عامل مؤكسد.

جـ. أتنبأ. هل يمكن تحريك محلول نترات E بملعقة من A؟ أفسر إجابتي.

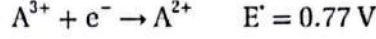
د . أ حَدِّدْ اتّجاه حركة الإلكترونات عبر الأسلاك في الخلية الجلفانية المكوّنة من نصف خلية $\text{E}^{2+}|\text{E}$ ونصف

خلية $\text{D}^{2+}|\text{D}$.

هـ. أحسب جهد الخلية المعياري للخلية الجلفانية المكوّنة من نصف خلية $\text{C}^{2+}|\text{C}$ ونصف خلية $\text{B}^{2+}|\text{B}$.

6. فلزان أعطيا الرمزین الافتراضيين A و B، حيث أيوناتهما B^+ ، A^{3+} ، قيست جهود الاختزال المعيارية لنصفي

تفاعل الاختزال المعيارين المكونين لخلية جلفانية كالآتي:



أ . أكتب معادلة كيميائية للتفاعل الكلي في الخلية الجلفانية.

ب . أحسب E' للتفاعل الكلي.

ج . أحدد العامل المؤكسد والعامل المختزل في التفاعل.

7. أدرس الجدول المجاور الذي يمثل جهود الاختزال المعيارية لبعض المواد، ثم أجب عن الأسئلة الآتية:

المادة	$E' \text{ (V)}$
Co^{2+}	-0.28
Br_2	1.07
Pb^{2+}	-0.13
Ag^+	0.80
Mn^{2+}	-1.18
Cd^{2+}	-0.40

أ . أحدد أقوى عامل مؤكسد وأقوى عامل مختزل.

ب . أستنتج: هل يمكن حفظ البروم Br_2 في وعاء من الفضة؟ أفسر إجابتي.

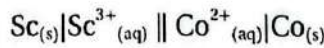
ج . أقرن: ما الفلز اللذان يكونان خلية جلفانية لها أكبر جهد خلية معياري؟

د . أستنتج المادة التي تستطيع أكسدة Cd ولا تؤكسد Pb.

هـ . أحدد القطب الذي تزداد كتلته في الخلية الجلفانية (Cd-Pb).

و . أحدد الفلز الذي لا يحرر غاز الهيدروجين من محلول حمض HCl المُخَفَّف.

ز . في الخلية الجلفانية التي أعطيت الرمز الآتي:



إذا علمت أن جهد الخلية المعياري $E'_{cell} = 1.8 \text{ V}$ ، فأجب عن الأسئلة الآتية:

أ . أحدد اتجاه حركة الإلكترونات عبر الأسلاك في الخلية.

ب . أحسب جهد الاختزال المعياري لقطب السكنديوم Sc.

ج . أكتب معادلة التفاعل الكلي في الخلية.

8. أختار الإجابة الصحيحة لكل فقرة من الفقرات الآتية:

1. العبارة الصحيحة المتعلقة بالخلية الجلفانية التي تفاعلها: $(Mg + Ni^{2+} \rightarrow Mg^{2+} + Ni)$ ، هي:

ب . في نصف الخلية $Mg^{2+} | Mg$ يقل تركيز أيونات Mg^{2+} .

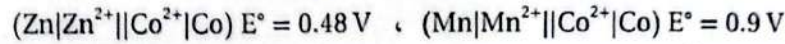
أ . القطب الموجب Mg.

د . يقل تركيز أيونات Ni^{2+} في نصف الخلية $Ni^{2+} | Ni$.

ج . القطب Ni هو المصعد.



2. العبارة الصحيحة اعتمادًا على جهد الخليتين الآتيتين، هي:



- أ. Zn^{2+} أكثر ميلًا إلى الاختزال من Mn^{2+} .
ب. Zn^{2+} أكثر ميلًا إلى الاختزال من Co^{2+} .
ج. Co الأكثر ميلًا للتأكسد.
د. Mn^{2+} الأكثر ميلًا للاختزال.

3. خلية جلفانية قطباها (Cd,Pb)، وتتحرك فيها الأيونات السالبة من القنطرة الملحية نحو نصف الخلية (Cd²⁺|Cd). التفاعل الذي يحدث على المهبط، هو:



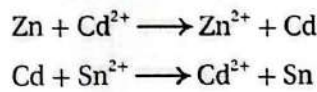
4. إذا كان الفلز B يتفاعل مع محلول حمض الهيدروكلوريك HCl بينما لا يتفاعل الفلز E، ويمكن للوعاء المصنوع من الفلز A حفظ محاليل الفلزات B, C, E، بالإضافة إلى قدرة الفلز C على اختزال أيونات B²⁺، فإن ترتيب هذه الفلزات وفق قوتها بوصفها عوامل مختزلة، هو:



5. إذا كان ترتيب الأيونات حسب جهد اختزالها هو $A^{2+} > B^{2+} > C^{2+} > D^{2+}$ ، فإن الفلز الذي يمكنه استخلاص الفلزات الأخرى من محاليل أملاحها، هو:



6. إذا كان التفاعلات الآتية يحدثان تلقائيًا:



فإن ترتيب الأيونات (Cd^{2+} , Zn^{2+} , Sn^{2+}) وفق قوتها بوصفها عوامل مؤكسدة، هو:

أ. $Cd^{2+} < Zn^{2+} < Sn^{2+}$
ب. $Cd^{2+} > Sn^{2+} > Zn^{2+}$
ج. $Zn^{2+} < Cd^{2+} < Sn^{2+}$
د. $Zn^{2+} > Cd^{2+} > Sn^{2+}$

Cu^{2+}	Co^{2+}	Cd^{2+}	Ni^{2+}	Al^{3+}
+0.34	-0.28	-0.40	-0.23	-1.66

7. اعتمادًا على جهود الاختزال المعيارية للفلزات المبينة في الجدول الآتي:

فإن الفلز الذي يمكنه تحرير غاز الهيدروجين (H_2) من محلول الحمض HBr ولا يمكنه اختزال أيونات Co^{2+} هو:

أ. Cu
ب. Ni
ج. Cd
د. Al

التفاعل الذي يحدث في الخلية	جهد الخلية (E)
$Z + Y^{2+} \rightarrow Z^{2+} + Y$	0.26 V
$X + 2H^{+} \rightarrow X^{2+} + H_2$	-0.8 V
$Y + X^{2+} \rightarrow Y^{2+} + X$	0.94 V

8. يبين الجدول الآتي قيم فرق الجهد الكهربائي لثلاث خلايا جلفانية. إذا علمت أن جهد اختزال الفلز R يساوي (-0.28V)، فإن الرمز الصحيح للخلية الجلفانية التي يمثل القطب R مهبطها، هو:



« خلايا التحليل الكهربائي »

الدرس الثالث:

صالح قناعات تأكد واختزال لا تحدث بكل تلقائي ويطلب حدوث ترونها
بطاقة كهربائية من مصدر خارجي تمنى خلية التحليل الكهربائي .
من الأمثلة على ذلك بطلاص الفلزات المنحلة من مصهورها . / تقنية الفلزات .
والطلاء الكهربائي .

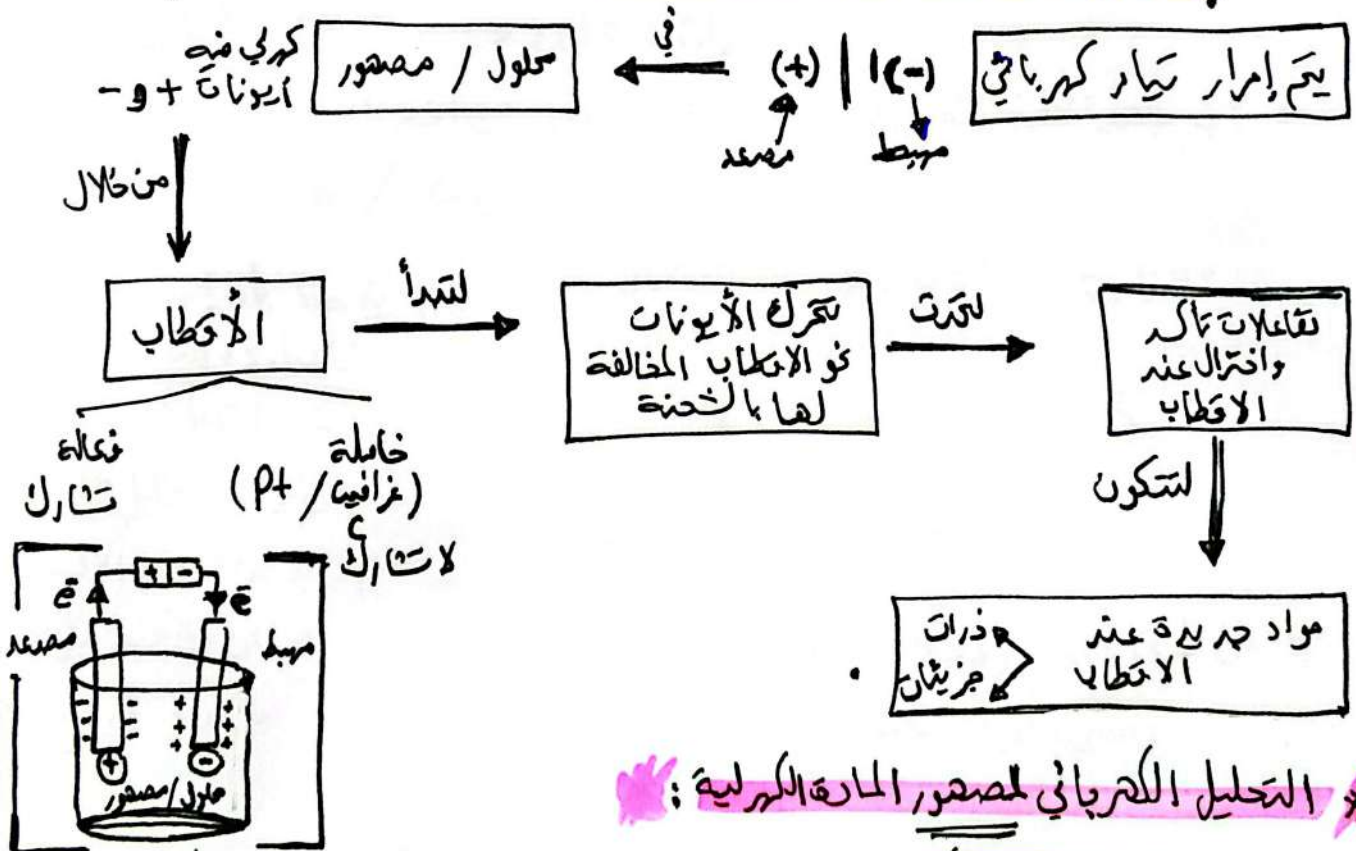
تعريف عملية تمرير تيار كهربائي في مصهور
أو محلول مادة كيميائية مما يؤدي لحدوث
تفاعل تأكسدي اختزالي (عملية التحليل الكهربائي)

اللية عمل خلايا التحليل الكهربائي وصفها :

التقلبات فيرا غير تلقائية / E° سالبة / تحتاج لطاقة كهربائية .
تقول فيرا . الكهرباء إلى ط . كيميائية . / شها المصدر (+)
شها المربط (-) (يعكس صفات الخلايا الغلفانية) .

المبدأ الرئيسي لعمل خلايا التحليل الكهربائي :

(تتحرك الأيونات (+ و -) نحو الأقطاب المخالفة لها بالشحنة)



التحليل الكهربائي للمصهور المارة الكهربائية :

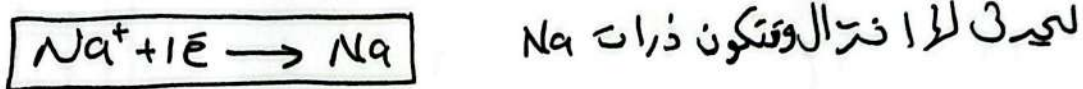
مكونات خلية التحليل الكهربائي : وعاء يحوي على مصهور / محلول مادة أيونية
وأقطاب خاملة من (الجرافيت / البلاستين) وبطارية وأسلاك توصيل .
ويوصل أحد الأقطاب بقطب البطارية السالب / يسمى المربط .
بينما القطب الآخر القطب الموجب / المصدر .

عند مرور التيار الكهربائي تتحرك الأيونات + و - نحو الأقطاب المخالفة لها بالحنة
تحرك الأيون (+) نحو القطب (-) / المهبط / الحيزل وكذلك الأيون (-) ^{٦٤}
نحو المهبط (+) المصعد ليتأكد / التفاعل الذي يحدث في الخلية غير تلقائي
(لذا يجب أن يكون جهد البطارية المقدمة لإحداثه أكبر من جهد الخلية).

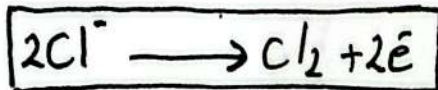
١ / التحليل الكهربائي لمصهور NaCl :-

يوصى المصهور على (أيونات Na^+ ، Cl^-).

⊗ عند إغلاق الدارة ومرور التيار عبر الأسلاك تتحرك Na^+ نحو المهبط (-)



أما أيونات Cl^- تتحرك نحو المصعد (+) حيث تتأكسد مكونة غاز Cl_2



⊗ معادلة التفاعل الكلية بعد مساواة عدد ج الإلكترونات المكتسبة



⊗ لحساب جهد الخلية المعياري. إذا علمت أن E° اختزال كل من

$$(Na = -2.71 / Cl_2 = 1.36)$$

$$E^\circ_{خلية} = E^\circ_{تأكسد} + E^\circ_{اختزال}$$

$$Na \quad Cl_2$$

$$-2.71 - 1.36 = ?$$

$$E^\circ_{خلية} = -4.07 \text{ V}$$

⊗ يلاحظ بأن جهد الخلية المعياري للتفاعل سالب
∴ التفاعل غير تلقائي.

∴ حتى عملية التحليل الكهربائي

تتم لا بد من تزويد الخلية

ببطارية ذات فرق جهد يزيد

على +4.07 فولت

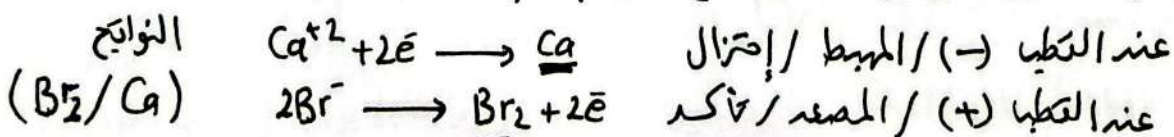
⊗ من طرق كصير / التحليل من Na صناعياً

التحليل الكهربائي لمصهور كلوريدات

وكذلك الفلزات النشطة مثل K / Li

تخضع بنفس الآلية (غالباً).

٢ / ما نواتج التحليل الكهربائي لمصهور $CaBr_2$ ؟ (Br^- / Ca^{2+})



اذا علمت ان جهد اختزال $Ca = -2.76$ / $Br_2 = 1.07$ تاريخ /

$$Ca \quad Br_2 \quad ?$$

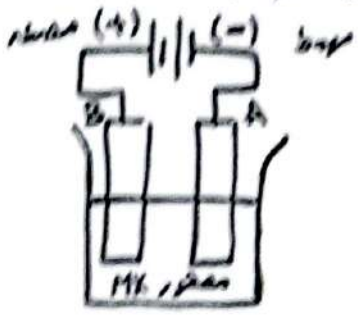
$$-2.76 \quad -1.07$$

$E^{\circ} + E^{\circ} = E^{\circ}$

$E^{\circ} = -3.83$

∴ يلزمنا فرق جهد بطارية أكبر من 3.83 فولت (لايمان هذا القليل)

2/ مثال الشكل يمثل خلية تحليل كهربائي لمصهور المركب الأيوني MX



يستخدم أقطاب من الفرافيت (B/A)

- حدد المصدر () .
- المهبط () .
- اتجاه حركة ج من () .
- اتجاه حركة الأيونات M^+ نحو () .
- X^- نحو () .
- القطب الذي يحدث عنده عملية التأكسد () .
- القطب الذي تتكون عنده ذرات العنصر M () .

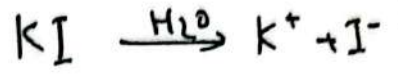
التحليل الكهربائي لمحلول مادة كهربية :-

الفرق بين التحليل الكهربائي لمحلول / مصهور مادة كهربية .
 في المصهور لا منافس للأيونات + و - عند الأقطاب .
 ∴ الأيون + / عند القطب - المهبط / تختزل .
 الأيون - / عند القطب + المصدر / يتأكسد .

لكن في حالة المحلول جزيئات الماء تنافس على التأكسد والاختزال عند القطبين
 ∴ الأيون السالب / الماء عند القطب (+) المصدر / أحدها يتأكسد .
 الأيون الموجب / الماء عند القطب (-) المهبط / أحدها تختزل .

* قد تتعلق نواتج عملية التحليل الكهربائي لمصهور مركب أيوني عن المحلول .
 ∴ التحليل الكهربائي للمحاليل أكثر تعقيداً من مصاهير مركباته الأيونية / السبب وجود الماء .

مثال التحليل الكهربائي لحلول KI :-



عند المصعد (+) / تأكسد

عند المهبط (-) / اختزال

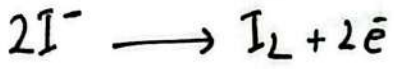


وجود التأكسد -0.54 -1.23

بدون وجود الاختزال -0.83 -2.89

الأكبر جهد تأكسد سيمحدث له تأكسد اليود لنحل تأكداً من الماء لأن جهد تأكسد اليود أعلى

الأكبر اختزال سيمحدث له اختزال الماء لنحل اختزالاً من K^+



عند المصعد ينتج اليود I_2

عند المهبط تصاعد غاز H_2 وتكون محلول هيدروكسيد البوتاسيوم KOH

تفاعلي

ضمن التأكسد / $2I^- \rightarrow I_2 + 2e^-$

ضمن الاختزال / $2H_2O + 2e^- \rightarrow H_2 + 2OH^-$

$2H_2O + 2I^- \rightarrow H_2 + 2OH^- + I_2$

المهبط المصعد

* لأن OH^- الناتج يتفاعل مع K^+ مكوناً KOH

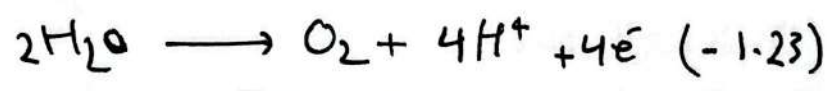
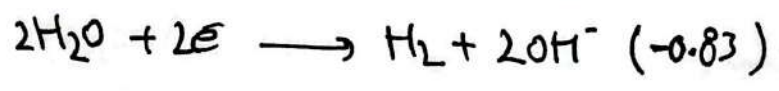
خلية = $E^{\circ} + 0E^{\circ} = 1E^{\circ}$

$-0.83 - 0.54$

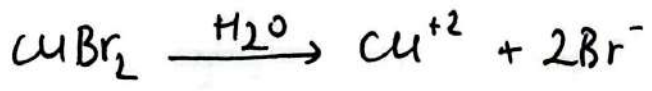
$E^{\circ} = -1.37$ خلية

* جهد البطارية اللازم لإحداث التفاعل يزيد على (1.37)

* جهد اختزال الماء يختلف عن جهد تأكسده وكذلك نواتجه



مثال 2/ ما نواتج التحليل الكهربائي لحلول بروميد النحاس $CuBr_2$

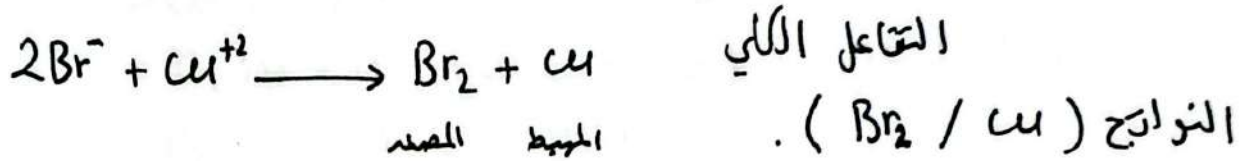


* عند القطب السالب / المهبط يتواجد H_2O / Cu^{+2}

E° اختزال -0.83 0.34+

يتنافس على الإختزال نلاحظ اختزال النحاس أكبر من الماء : Cu^{+2} لنحل اختزالاً

٦٧
 عند القطب الموجب / المصعد يتواجد (H_2O / Br^-) يتواجد
 تابع مثال / تناقصا على التآكل
 -1.23 -1.07
 e^- تآكل
 نلاحظ تآكل البروم أعلى من الماء
 أيونات Br^- تآكل / يتكون البروم عند المصعد.



جهد الخلية = $E^{\circ} - E^{\circ}$
 $+0.34 - 1.07$

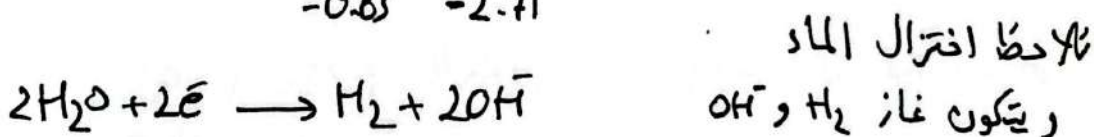
$(E^{\circ} = -0.73)$ جهد البطارية اللازم لاصان التفاعل
 يزيد على $(0.73V)$

* التحليل الكهربائي لمصهور $CuBr_2$ ومحلوله $CuBr_2$ تبين بأنه لها نفس التوازيح. السبب في حالة المحلول (الماء لم يتآكل ولم يتحلل).

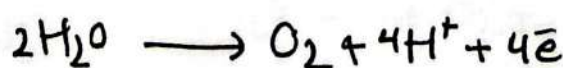
مثال ٢ التحليل الكهربائي لمحلول كبريتات الصوديوم Na_2SO_4

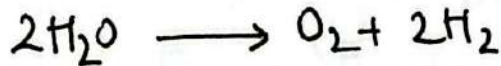
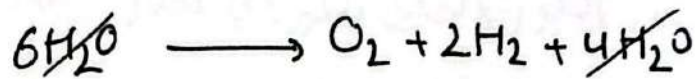
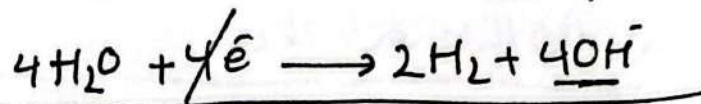
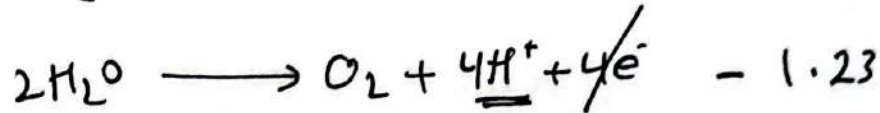
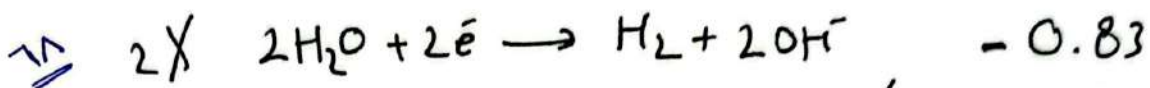


عند القطب (-) المحيط يمكن اختزال (H_2O / Na^+)
 -0.83 -2.71



عند القطب (+) المصعد يمكن تآكل (H_2O / SO_4^-)
 لوحظ عمليا تصاعد غاز O_2 عند المصعد وهذا دليل تآكل الماء





∴ متابعة التفاعل الكلي ما حدثت عند قليل محلول Na_2SO_4 كهربائياً هو تحليل كهربائي للماء. (صحت تأكسد الماء وأنتج غاز O_2 واختزل الماء وأنتج غاز H_2).

* المادة Na_2SO_4 لم يطرأ على تراكيزها تغير لأنزلة بقية (SO_4^{2-} و $2Na^+$) في المحلول واتحدت لتكون المادة Na_2SO_4 / السبب تأكسد الماء واختزال الماء.

⊛ الأيونات متكددة الذرات مثل (NO_3^- / SO_4^{2-}) بوجود الماء

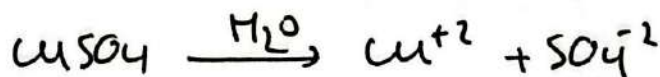
لا تتأثر عند قليل مائلياً كهربائياً. (الماء هو الذي يتأكسد)

* حلول أيون معين يبق نفسه عند عمل التحليل الكهربائي (بعض النظر عن مصدره)

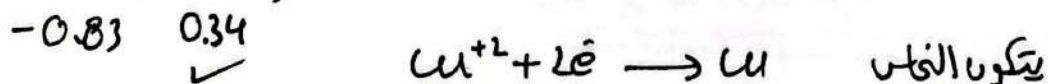
مثال / ($Cu(NO_3)_2 / CuSO_4 / CuCl_2$)

(Cu^{+2}) من مختلف مصادره يند في له اختزال بوجود الماء

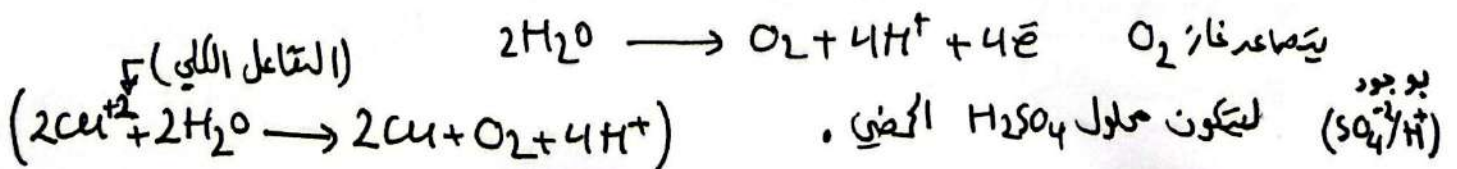
مثال / ع ما نواتج التحليل الكهربائي لمحلول $CuSO_4$ ؟



* عند القطب (-) / المهبط / اختزال (H_2O / Cu^{+2})



* عند القطب (+) المصدر / تأكسد (H_2O / SO_4^{2-})



* الفلزات الممتلئة تخضع بالتحليل الكهربائي لمصاهيرها وليس لمحاليلها.

لأنه في حالة المحاليل بوجود الماء تبقى أيونات المرصبة دون اختزال فلا يضر لكن الذي يختزل الماء.

مرا!! لا يمكن تخضير غاز الفلور بالتحليل الكهربائي لحلول NaF

لأن في حالة المحلول F^- يتأخر H_2O عند القطب + المصعد

H_2O	F_2	وجود تأكسد
-1.23	-2.87	

الذي يتأكسد الماء ليعطي غاز O_2 و H^+ فلا يتأكسد F^-

فلا يحضر غاز (F_2) .

س / أكتب التفاعلات الحادتين عند المصعد و المهبط عند تحليل كهربائي لحلول NiBr_2 بالتحليل الكهربائي.

المهبط / اختزال (-)	المصعد / تأكسد (+)	محلول
$\text{H}_2\text{O} / \text{Ni}^{+2}$	$\text{H}_2\text{O} / \text{Br}^-$	
-0.83 -0.23	-1.23 -1.07	



$$E^\circ_{\text{خلية}} = E^\circ_{\text{ت}} + E^\circ_{\text{ك}}$$

$$-0.23 - 1.07$$

$$E^\circ_{\text{خلية}} = -1.30 \text{ V}$$

* التطبيقات العملية للتحليل الكهربائي:

* إستخلاص الفلزات النشطة من مصاهير خاماتها.

* وتنقية الفلزات.

إنتاج الألمنيوم :-

AL فلز مثل (من أكثر الفلزات انتشاراً في الكرة الأرضية).

وهو من الفلزات النشطة .

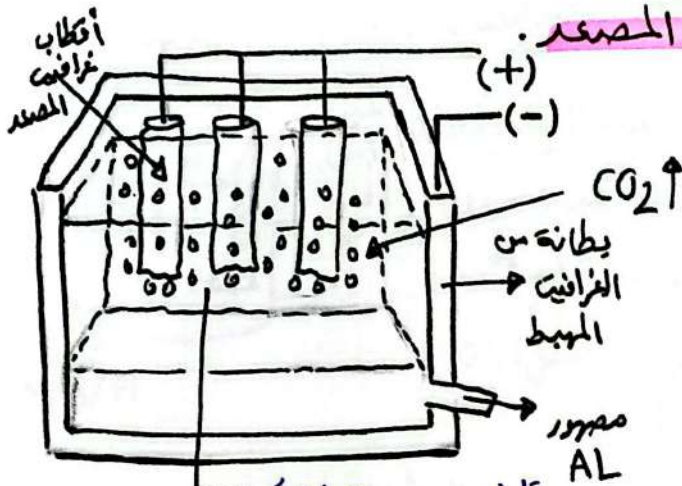
يُتخذ من خام البوكسيت ($Al_2O_3 \cdot 2H_2O$) بطريقة هول - هيروليت

تُعالج الخام لتخليصه من الشوائب / يُخزن لتحويله إلى أكسيد الألمنيوم Al_2O_3 ويزاب في مصهور الكبريتات Na_3AlF_6 لتتخفف درجة انصهاره نحو $1000^\circ C$

المكونات اذلية القطب الكهربائي لمصهور Al_2O_3 :-

تتكون من الداخل من طبقة من الجرافيت مثل المربط وطلاء من أقطاب

الجرافيت تُغمس في المصهور، يمثل المصعد.

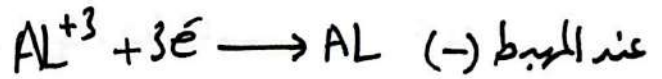


عند إجراء تحليل كهربائي يحدث

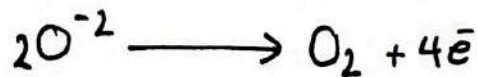
اختزال لـ Al^{3+} عند المربط (-)

ويتكون الألمنيوم AL

ويجمع لفضل الكلية ويحبس من مخرج خاص



أما عند المصعد فتتأكسد أيونات O^{2-} مكونة غاز O_2 .



و يتفاعل O_2 الناتج مع أقطاب الجرافيت مكوناً غاز ثاني أكسيد الكربون.



✳ وهذا يؤدي لتآكل أقطاب الجرافيت (للتفاعل) لذا تحتاج لتبديل بشكل دوري.



✳ عملية إنتاج الألمنيوم تتعطل كيميائياً فائلاً من الطاقة.

لذا يُركز بشكل كبير للوصول على AL من عمليات التدوير حيث الطاقة

اللازمة في التدوير تشكل فقط 5% من الطاقة اللازمة لإنتاجه من

خام البوكسيت.

تنقية الفلزات :-

عند استخلاص الفلز من خاماته فإنه يحتوي على شوائب ، لكن الفلز المقدم في التمريرات الكهربائية نقي ، لذا عملية التحليل الكهربائي تستخدم في تنقية الفلزات .

مثال تنقية الفلز من شوائبه مثل (الخارصين الحديد / الذهب / الفضة / البلاتين)
Pt Ag Au Fe Zn

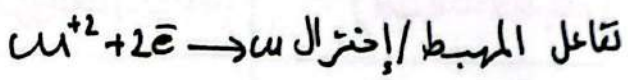
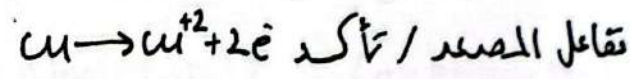
العمل / قالب الفلز الغير نقي يمثل المصعد في خليه التحليل الكهربائي .

٢/ ويوصل المهبط بجريحة رقيقة من الفلز النقي .

٣/ و يغمران في محلول كبريتات الفلز $CuSO_4$.



عند إمرار تيار كهربائي في الخلية تحدث التفاعلات الآتية



مع لتمرار ، تأكسد الفلز واختزاله تنتقل ذراته من المصعد إلى المهبط .

تتأكسد ذرات الفلزات الشوائب التي لها جهد اختزال أقل من الفلز .
كالديد والخرصين مكونة أيونات (Fe^{2+}/Zn^{2+}) وتبقى هذه الأيونات ذائبة في المحلول أما جهد اختزال (الذهب / الفضة / البلاتين) فهو أعلى من الفلز لذلك لا تتأكسد وتجمع في قاع الخلية .
بذلك نحصل على فلز بنقاوة 99.97%
مصارين عملية التحليل الكهربائي من راسب الفلزات الثمينة .

١/ يراد تنقية قوالب النيكل باستخدام عملية التحليل الكهربائي :

أ/ ما القطب الذي يجب أن نضع عليه القوالب غير النقية ؟ ()

ب/ المادة المقدمه في القطب الاخر () وتمثل () .

ج/ إرتج محلولاً يمكن استخدامه لهذه الخلية .

د/ فر لا تتحلل أيونات Fe^{2+}/Zn^{2+} التي توجد ذراتها كشوائب مع الفلز خلال تنقية الفلز ؟ ! .

للحرفزة عند عمل قاطل كهربائي لمحلول NaCl (لم يتطرق الكتاب في المائيل)

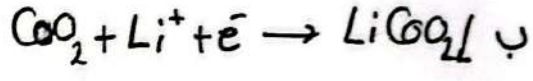
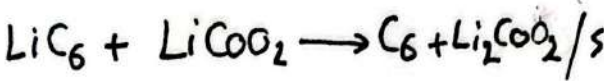
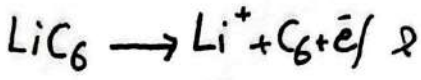
المصعد / تأكد (+)	المهبط / اختزال (-)	$NaCl \xrightarrow{H_2O} Na^+ + Cl^-$
(H_2O / Cl^-)	(H_2O / Na^+)	
-1.23 - 1.36	-0.83 - 2.71	

عند المهبط / يختزل الماء لينتج غاز H_2 / OH^- يقدم مع Na مكوناً $NaOH$ القاعدي.
 عند المصعد / المفروض بتأكد الماء لأن له أكبر جهد تأكد وليتصاعد غاز O_2
 لكن عملياً تصاعد غاز $H_2 /$ شاذ
 هنا نعتقد الجانب العملي كنتيجة أكثر من الناتج النظري.

ضرر !! يخلط Al_2O_3 بالكربوليت Na_3AlF_6 خلال عملية لتخلص Al بطريقة هول وهيروليت.
 Na_3AlF_6 هذه المادة تكمل على خفض درجة انصهار Al_2O_3 من (١٩٥٠ - ١٠٠٠)°س

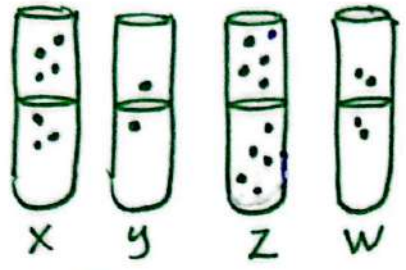
مشاركة بين	اللية التلقائية	خلايا التحليل الكهربائي .
تولان الطانة	من كيميائية الى ط. كهربائية	من كهربائية الى ط. كيميائية.
حصة المصعد	-	+
حصة المهبط	+	-
تلقائية التفاعل	تلقائي	غير تلقائي .
إشارة جبه اللية	موجبة	سالبة
الميزنيز	الفتطرة الملحية	البطارية

نصف التفاعل الذي يحدث عند المهبط في بطارية أيون الليثيوم Li^+



٧ / ينتج نواتج التحليل الكهربائي لمحلول CuI_2 ؟؟

٧٢



ب- برتبة الفلزات الافتراضية (W, Z, Y, X) و تفاعلاً مع حمضاً HCl بتركيز 1M عند الظروف قسراً والشكل يبدل كيميائياً غاز H₂ المتصاعد فإن العبارة الصحيحة هي :-

1/ - خلية (Z/Y) العتقانية (المهبط Z) X

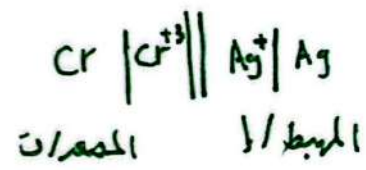
ب- أكبر فرق جهد بين (W, Y) X
 2/ - خلية G مكونة من (Z, X) $[X^{+2}]$ يقل مع لقرار التسخيل
 حساب الأيونات $y < w < x < z$ الأيونات الأكبر تأكد
 حساب الإختزال $z^{+2} < x^{+2} < w^{+2} < y^{+2}$ الأكبر التأكد

3/ - خلية G مكونة من (W, X) كفاءة X تزداد مع لقرار تشغيل الخلية X

* E° خلية سالبة لأنه ريس وحتى ندرسل نقولاً لتصبح حادثة

س/ حساب الاحتمال $Cr^{+3} < Cd^{+2}$
 $Cr^{+3} < Cd^{+2} < Ag^+$ $Cd^{+2} < Ag^+$

أكتب القتل الرمزي الخلية G المكونة من (Cr / Ag)



س/ الجدول بين جهود اختزال لأدنى تفاعلات $Fe^{+3} + 3e \rightarrow Fe - 0.04$



حدد الناتج عند المهبط في خلية $H_2O + 2e \rightleftharpoons H_2 + 2OH^- - 0.83$

تحليل كهربائي لمحلول FeI_3 (Fe^{+3}/I^-)

خلية تحليل المهبط (-) / اختزال (Fe^{+3}/H_2O) الأكبر احتمال Fe^{+3} الناتج Fe

س/ خلية G مكونة من (Cu/Co) إذا علمت E° اختزال $[Cu^{+2}/Co^{+2}]$ $0.34 + / - 0.28$ فإن جهد الخلية E°_{cell}

$$E^\circ_{cell} = E^\circ_{Cu} + 0E^\circ_{Co}$$

$$+0.62 = +0.34 + 0.28$$

س/ برتبة الخلايا العتقانية $(B \xrightarrow{e} C)$ $(B \xrightarrow{e} A)$ رتب أيونات الفلز (+2) حسب قوة عوامل المؤكدة. $E^\circ_{cell} = 0.63$ $E^\circ_{cell} = 0.53$

إعادة تدوير البطاريات Recycling Batteries

تُستخدَم البطاريات لتزويد أجهزة مختلفة بالطاقة، تشمل السيارات والهواتف وأجهزة الحاسوب وغيرها، وعندما تنفذ البطارية أو تلف تُرمى (يُستغنى عنها)، ويؤدّي ذلك إلى تراكم كميات كبيرة من النفايات الخطرة؛ إذ تحتوي البطاريات على موادّ كيميائية سامة وفلزّات ثقيلة، يتّجّع عن تراكمها ودفنها مخاطر بيئية؛ فقد تسبّب تلوث المياه والتربة، ومن هنا جاءت فكرة إعادة تدوير البطاريات.

تدوير البطاريات يعني معالجة نفاياتها بهدف التقليل منها بوصفها نفايات صلبة، وإعادة استخدامها مرةً أخرى.

إعادة تدوير بطارية الرصاص الحمضية

تعدّ بطاريات الرصاص الحمضية من أقدم أنواع البطاريات القابلة لإعادة الشحن في العالم، ولإعادة تدويرها أهمية كبيرة في صناعة الرصاص في الوقت الحاضر؛ حيث يمثل الرصاص المُعاد استخدامه نحو 47% من إجمالي الرصاص المُستخدَم عالمياً.

وتشمل عملية إعادة تدوير بطاريات الرصاص الحمضية المُستخدَمة عدّة مراحل، هي:



التجميع: وهي تجميع بطاريات الرصاص المُستخدَمة، وغالباً ما يتم ذلك لدى باعة البطاريات؛ حيث تجمعها الشركات التي تُعيد تدويرها. التكسير: إذ تُفكّك البطارية في منشأة إعادة التدوير، وتُسخن مكوّناتها باستخدام أدوات خاصة، فتحوّل إلى شظايا.

الفرز: تتضمن هذه العملية فصل أجزاء بطارية الرصاص الحمضية بفرز المكوّنات البلاستيكية والورقية عن الرصاص والفلزّات الثقيلة،

وسحب السائل الموجود فيها، يلي ذلك بدء كلّ مادّة برحلة تدوير خاصّة بها؛ إذ تُغسل القطع البلاستيكية وتُجفّف ثم تُرسل إلى وحدة تدوير البلاستيك؛ حيث تُصهر وتُشكّل آلياً على شكل كرات من مادّة البولي بروبيلين، وتُستخدَم مرةً أخرى لإنتاج صناديق بطاريات الرصاص الحمضية، ويمكن استخدامها في صناعة منتجات أخرى. أما ألواح/شبيكات الرصاص وأكسيده ومركبّاته الأخرى فتُصهر معاً في أفران الصهر، ثم تُصبّ في قوالب وتُزال من على سطح مصهور الرصاص الشوائب المعروفة باسم الخبث، وتترك السبائك لتبرد وتصلّب، ثم تُرسل إلى الشركات المُصنّعة للبطاريات؛ حيث تُستخدَم في إنتاج ألواح جديدة من الرصاص وأكسيد الرصاص.

أما حمض الكبريتيك، وهو المكوّن السائل في البطارية، فيجري التعامل معه بطريقتين، أولاًهما: مفاعلة الحمض مع مركّب كيميائي قاعدي، فينتج ملح وماء، ثم يجري تجميع المياه الناتجة ومعالجتها والتأكد من مطابقتها لمواصفات المياه والتخلّص منها في شبكة الصرف الصحي، أما الطريقة الثانية فيجري فيها تحويل الحمض إلى كبريتات الصوديوم، ثم استخدامه في صناعة منظّفات الغسيل والزجاج والمنسوجات.

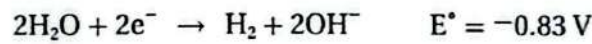
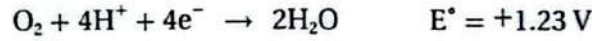


مراجعة الدرس الثالث

1. الفكرة الرئيسية: أَوْضَحْ مبدأ عمل خلية التحليل الكهربائي.
 2. أفسّر:
 - أ . لا يمكن تحضير غاز الفلور بالتحليل الكهربائي لمحلول NaF.
 - ب. تكون الكلفة الاقتصادية لإعادة تدوير الألمنيوم أقل من كلفة استخراجها من خام البوكسيت.
 3. أتوقع: بالرّجوع إلى جدول جهود الاختزال المعيارية؛ أتوقعُ نواتج التحليل الكهربائي لمحاليل الأملاح الآتية:
 - أ . يوديد المغنيسيوم MgI_2 .
 - ب. نترات الرصاص $Pb(NO_3)_2$.
 - ج. كبريتات الكوبلت $CoSO_4$.
 4. أدرُس الشكل المجاور، الذي يمثّل خلية تحليل كهربائي لمصهور المركّب الأيوني MX باستخدام أقطاب من الجرافيت أعطيت الرموز A و B، ثمّ أجيبُ عن الأسئلة الآتية:
 - أ . أحدّدُ المصعد والمهبط في الخلية.
 - ب. أحدّدُ اتجاه حركة الإلكترونات عبر الأسلاك، واتجاه حركة الأيونات الموجبة والسالبة داخل المصهور باستخدام الأسهم.
 - ج. أحدّدُ القطب الذي تحدث عنده عملية التأكسد.
 - د . أحدّدُ القطب الذي تتكوّن عنده ذرات العنصر M.
-
5. عند تنقية قوالب من النيكل باستخدام عملية التحليل الكهربائي:
 - أ . ما القطب الذي يجب أن تمثّله القوالب غير النقية؟
 - ب. ما المادة المستخدمة في القطب الآخر؟
 - ج. أقتُرِحُ محلولاً يمكن استخدامه في هذه الخلية.
 6. أختار الإجابة الصحيحة لكل فقرة من الفقرات الآتية:
 1. العبارة الصحيحة فيما يتعلق بخلية التحليل الكهربائي لمحاليل المواد الكهرلية هي:
 - أ . يمثّل المصعد القطب السالب في الخلية.
 - ب. جهد خلية التحليل الكهربائي (E°) أكبر من الصفر.
 - ج. تختزل فيها الأيونات الموجبة عند المهبط في جميع الأحوال.
 - د . قد لا يحدث فيها تأكسد للأيونات السالبة عند المصعد.

2. يتكوّن عند المصعد في خلية التحليل الكهربائي لمحلول نترات الصوديوم NaNO_3 باستخدام أقطاب جرافيت:
 أ . البوتاسيوم. ب . النيتروجين. ج . الأكسجين. د . الهيدروجين.

3. بالاعتماد على أنصاف التفاعلات الآتية، إذا جرى تحليل كهربائي لمحلول يوديد الصوديوم NaI باستخدام أقطاب البلاتين، فإن النواتج المتوقعة:

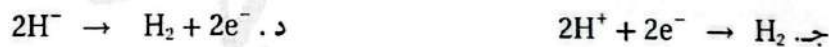


- أ . الهيدروجين، واليود، ومحلول قاعدي.
 ب . الصوديوم، واليود، ومحلول قاعدي.
 ج . الأكسجين، واليود، ومحلول حمضي.
 د . الهيدروجين، واليود، ومحلول حمضي.

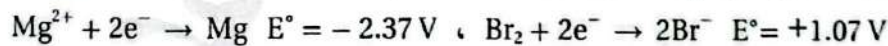
4. عند تنقية النحاس من الشوائب فإن التفاعل الذي يحدث عند المصعد، هو:



5. عند إجراء تحليل كهربائي لمصهور هيدريد الصوديوم NaH باستخدام أقطاب البلاتين، فإن التفاعل الذي يحدث عند المصعد، هو:



6. عند إجراء تحليل كهربائي لمصهور بروميد المغنيسيوم MgBr_2 باستخدام أقطاب الجرافيت، علماً أن:



فإن جهد البطارية (V) اللازم لإجراء عملية التحليل:



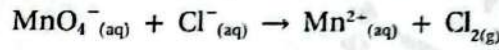
مراجعة الوحدة

1. أفرق بين الخلية الجلفانية وخلية التحليل الكهربائي من حيث:
 - أ. نحوّلات الطاقة في كل منهما.
 - ب. شحنة كل من المصعد والمهبط.
 - ج. تلقائية تفاعل التأكسد والاختزال.
 - د. إشارة جهد الخلية المعياري E_{cell} .

2. أفسّر:

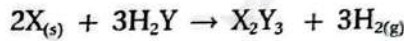
- أ. يُخلط أكسيد الألمنيوم Al_2O_3 بالكربوليت خلال عملية استخلاص الألمنيوم بطريق هول - هيروليت.
- ب. تُفقد بطارية السيارة صلاحيتها بعد بضع سنوات من استخدامها، على الرغم من إمكانية إعادة شحنها نظرياً عدداً لا نهائياً من المرات.

3. تمثل المعادلة الكيميائية الآتية تفاعل تأكسد واختزال يحدث في خلية جلفانية. أدرسه جيّداً، ثمّ أجب عن الأسئلة التي تليه:



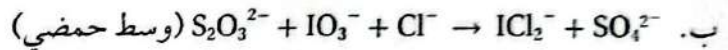
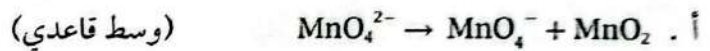
- أ. أكتب نصفي تفاعل التأكسد والاختزال.
- ب. أكتب معادلة التفاعل الكليّ الموزونة (في وسط حمضي).
- ج. هل يحدث هذا التفاعل تلقائياً؟ (أستعينُ بجدول جهود الاختزال المعياريّة).

4. أدرس معادلة التفاعل الكيميائي، التي تتضمن رموزاً افتراضية للفلز X واللافلز Y وعنصر الهيدروجين، ثمّ أجب عن الأسئلة التي تليها:



- أ. أحدد التغير في عدد تأكسد X.
- ب. أحدد التغير في عدد تأكسد H.
- ج. أحدد العامل المؤكسد.

5. أوازن معادلات التأكسد والاختزال الآتية بطريقة نصف التفاعل، وأحدد العامل المؤكسد والعامل المختزل:



6. خلية جلفانية مكوّنة من نصف خلية الرصاص $Pb^{2+}|Pb$ ونصف خلية الكروم $Cr^{3+}|Cr$. إذا عَلِمْتُ أنّ تركيز أيونات

Cr^{3+} يزداد عند تشغيل الخلية، فأجب عمّا يأتي:

- أ. أحدد المصعد والمهبط في الخلية الجلفانية.
- ب. أتوقع التغير على كتلة قطب الرصاص مع استمرار تشغيل الخلية.
- ج. أكتب معادلة موزونة تمثل التفاعل الكليّ الذي يحدث في الخلية.
- د. أستعين بجدول جهود الاختزال المعياريّة في حساب جهد الخلية المعياري (E_{cell}).

مراجعة الوحدة

نصف تفاعل الاختزال	$ E^{\circ} / V$
$A^{+}_{(aq)} + e^{-} \rightleftharpoons A_{(s)}$	0.80
$B^{3+}_{(aq)} + 3e^{-} \rightleftharpoons B_{(s)}$	1.66
$C^{3+}_{(aq)} + 3e^{-} \rightleftharpoons C_{(s)}$	1.5
$D^{+}_{(aq)} + e^{-} \rightleftharpoons D_{(s)}$	2.71
$M^{2+}_{(aq)} + 2e^{-} \rightleftharpoons M_{(s)}$	0.28

7. يبيّن الجدول المجاور القيم المطلقة لجهود الاختزال المعيارية E° للعناصر (A, B, C, D, M). إذا عُلِمْتُ أن ترتيب العناصر حسب قوتها بوصفها عوامل مختزلة، هو: $D > B > M > A > C$ ، وأنه عند وصل القطب M بقطب الهيدروجين المعياري تتحرك الإلكترونات من M إلى قطب الهيدروجين، فأجب - بالاستعانة بالمعلومات السابقة - عن الأسئلة الآتية:

- أ. أكتب إشارة قيم جهود الاختزال المعيارية E° للعناصر A, B, C, D, M.
 ب. أستنتج: ما العنصر الذي يمكن استخدام وعاء مصنوع منه لحفظ محلول يحتوي على أيونات A^{+} ؟
 ج. أستنتج: ما العامل المؤكسد الذي يؤكسد D ولا يؤكسد M؟

المعلومات	المعادلة
تفاعل تلقائي	$Ca + Cd^{2+} \rightarrow Ca^{2+} + Cd$
تفاعل غير تلقائي	$2Br^{-} + Sn^{2+} \rightarrow Br_2 + Sn$
تفاعل تلقائي	$Cd + Sn^{2+} \rightarrow Cd^{2+} + Sn$

8. أدرُس المعادلات والمعلومات المبيّنة في الجدول المجاور،

ثمّ أجب عن الأسئلة الآتية:

- أ. أخصّص أقوى عامل مؤكسد.
 ب. أرّتب العوامل المختزلة تصاعدياً حسب قوتها.
 ج. أستنتج: هل تؤكسد أيونات الكاديوم Cd^{2+} أيونات البروم Br^{-} ؟
 د. أقرن: ما العنصران اللذان يكونان خلية جلفانية لها أعلى جهد خلية معياري؟

9. خلية تحليل كهربائي تحتوي على محلول بروميد الليثيوم LiBr. بالرجوع إلى جدول جهود الاختزال المعيارية؛ أجب عن الأسئلة الآتية:

- أ. أكتب معادلة التفاعل الذي يحدث عند المصعد.
 ب. أستنتج: ما ناتج التحليل الكهربائي عند المهبط؟
 ج. أحسب: ما مقدار جهد البطارية اللازم لإحداث عملية التحليل الكهربائي؟

10. عند استخدام آلة تصوير ذات بطارية قابلة لإعادة الشحن:

- أ. أقرن تحويلات الطاقة خلال عمليتي الاستخدام والشحن.
 ب. أفسّر: تعمل هذه البطارية كخلية جلفانية وخلية تحليل كهربائي.

11. أدرُس المعلومات الآتية المتعلقة بالفلزّات ذات الرّموز الافتراضية الآتية: A, Y, X, B, Z, C، ثمّ أجب عن الأسئلة التي تليها:

- أ. الفلزّ A يختزل أيونات X^{2+} ولا يختزل أيونات Y^{2+} .
 ب. عند مفاعلة الفلزّين B, X مع محلول حمض الهيدروكلوريك المخفّف؛ يتفاعل X وينطلق غاز الهيدروجين، أمّا B فلا يتفاعل.
 ج. عند تكوين خلية جلفانية من الفلزّين C و Y، تتحرك الأيونات السالبة من القطرلة الملحّية باتجاه نصف خلية C.

مراجعة الوحدة

١٩

- د . يمكن استخلاص النيكل Z من محاليل أملاحه باستخدام النيكل B.
- 1) أستنتج اتجاه حركة الإلكترونات في الخلية المكونة من النقطتين C, X.
 - 2) أستنتج القطب الذي تزداد كتلته في الخلية المكونة من النقطتين A, B.
 - 3) أقرن: ما القطبان اللذان يُشكّلان خلية جلفانية لها أعلى جهد خلية معياري؟
 - 4) أتبأ: هل يمكن تحضير النيكل Z بالتحليل الكهربائي لمحلول ZNO_3 ؟ أفسر إجابتي.
 - 5) أستنتج: هل يتفاعل النيكل A مع محلول حمض الهيدروكلوريك وينطلق غاز الهيدروجين؟ أفسر إجابتي.
 - 6) أتبأ: هل يمكن تحريك محلول نترات النيكل $Y(NO_3)_2$ بملعقة من النيكل B؟

12. استُخدمت أنصاف الخلايا المعيارية للقياسات ذات الرموز الافتراضية الآتية:

المصدر	E_{cell} V	الخلية الجلفانية
E	0.16	E-D
E	0.78	E-L
T	1.93	T-E
E	0.30	E-M
R	0.32	R-E

T, R, D, M, L مع نصف خلية النيكل E المعيارية لتكوين خلايا جلفانية، وكانت النتائج كما في الجدول المجاور. أدركه جيدًا، ثم أجب عن الأسئلة الآتية:

- أرتب القياسات متضمنة النيكل E حسب قوتها بوصفها عوامل مختزلة.
- أحسب جهد الخلية المعيارية E_{cell} للخلية المكونة من النيكلين T, R.
- أقرن. ما النيكلان اللذان يُشكّلان خلية جلفانية لها أعلى جهد خلية معياري؟
- د . أستنتج. هل يمكن حفظ محلول أحد أملاح النيكل D في وعاء من النيكل R؟ أفسر إجابتي.

13. أختار رمز الإجابة الصحيحة لكل فقرة من الفقرات الآتية:

1. المادة التي اختزلت في التفاعل الآتي: $TiO_2 + 2Cl_2 + C \rightarrow TiCl_4 + CO_2$ هي:
 - أ . C
 - ب . Cl_2
 - ج . TiO_2
 - د . $TiCl_4$
2. عدد تأكسد البورون B في المركب $NaBH_4$ يساوي:
 - أ . +3
 - ب . +5
 - ج . -5
 - د . -3

3. إحدى العبارات الآتية صحيحة:

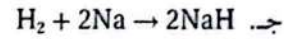
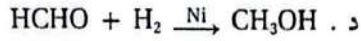
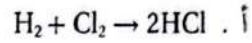
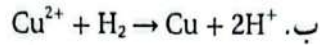
- أ . العامل المختزل يسبب تأكسد مادة أخرى في التفاعل الكيميائي.
- ب . العامل المؤكسد يسبب اختزال مادة أخرى في التفاعل الكيميائي.
- ج . تحتوي تفاعلات التأكسد والاختزال جميعها على عامل مؤكسد وعامل مختزل.
- د . يحتوي تفاعل التأكسد والاختزال على عامل مؤكسد أو عامل مختزل.

4. العبارة الصحيحة في معادلة التفاعل الموزونة الآتية: $IO_3^- (aq) + 5I^- (aq) + 6H^+ (aq) \rightarrow 3I_2 (aq) + 3H_2O (l)$ هي:

- أ . عدد تأكسد اليود في IO_3^- يساوي +7.
- ب . العامل المؤكسد في التفاعل هو I^- .
- ج . يُعدّ التفاعل تأكسداً واختزالاً ذاتياً.
- د . تأكسدت ذرات اليود (أو أيوناته) واختزلت في التفاعل.

مراجعة الوحدة

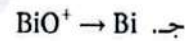
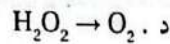
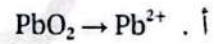
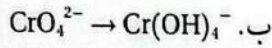
5. التفاعل الذي يسلك فيه الهيدروجين بوصفه عاملاً مؤكسداً هو:



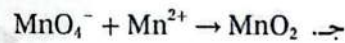
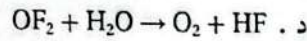
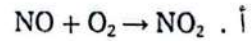
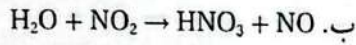
6. مقدار التغير في عدد تأكسد ذرة الكربون (C)، عند تحول الأيون $C_2O_4^{2-}$ إلى جزيء ثاني أكسيد الكربون CO_2 هو:

أ . 0 ب . 1 ج . 2 د . 4

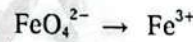
7. أحد التغيرات الآتية يحتاج إلى عامل مؤكسد:



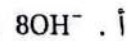
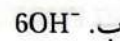
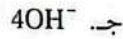
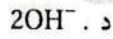
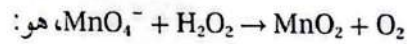
8. أحد التفاعلات غير الموزونة الآتية يمثل تفاعلاً تأكسداً واختزال ذاتي:



9. عدد مولات الإلكترونات اللازمة لموازنة نصف التفاعل الآتي في وسط حمضي، هو:



10. عدد مولات أيونات الهيدروكسيد OH^- اللازم إضافتها إلى طرفي المعادلة لموازنة التفاعل الآتي في وسط قاعدي:



11. إذا كان التفاعل الآتي يحدث في إحدى الخلايا الجلفانية $A + B^{2+} \rightarrow A^{2+} + B$ ؛ فإن:

أ . القطب السالب هو B.

ب . كتلة القطب A تزداد.

ج . تركيز أيونات A^{2+} يزداد.

د . الإلكترونات تتحرك من القطب B إلى القطب A.

$E_{\text{قطب}} V$	القطب الذي يشكله الفلز X	تطبا الخلية
0.78	يهبط	M-X
0.15	يصعد	X-N
0.74	يصعد	X-L

• يتضمّن الجدول المجاور رموز ثلاث خلايا جلفانية، يُشكّل الفلز X أحد أقطابها مع أحد الفلزات ذات الرموز الافتراضية M، N، L، ومعلومات عنها. أدرسه جيداً، ثمّ أجب عن الأسئلة 12 و 13 و 14.

12. أرّتب الفلزّات M، N، L، X حسب قوّتها بوصفها عوامل مختزلة:

أ . $X > L > N > M$

ب . $M > X > N > L$

ج . $M > N > L > X$

د . $L > N > X > M$

مراجعة الوحدة

13. قيمة جهد الخلية M-N المعياري E_{cell}° بالفولت يساوي:

- أ . 0.63 ب . 0.93 ج . 0.04 د . 0.59

14. الفلز الذي يمكن حفظه محلول أحد أملاحه في وعاء مصنوع من أي من الفلزات الثلاثة المتبقية، هو:

- أ . X ب . L ج . N د . M

• أدرس الجدول المجاور، حيث يتضمن بعض أنصاف تفاعلات الاختزال المعيارية وجهودها، وأستخدمه للإجابة عن السؤالين 15 و 16.

نصف تفاعل الاختزال	E V
$Ag^+ + e^- \rightleftharpoons Ag$	0.80
$Cu^{2+} + 2e^- \rightleftharpoons Cu$	0.34
$Zn^{2+} + 2e^- \rightleftharpoons Zn$	-0.76
$2H_2O + 2e^- \rightleftharpoons H_2 + 2OH^-$	-0.83
$Br_2 + 2e^- \rightleftharpoons 2Br^-$	1.07

15. عند التحليل الكهربائي لمحلول بروميد الخارصين، فإن الناتج عند المهبط هو:

- أ . Zn ب . H_2
ج . Br_2 د . OH^-

16. عند التحليل الكهربائي لمحلول يحتوي على الأيونات Cu^{2+} ، Zn^{2+} ، Ag^+ ؛ فإن ذراتها تبدأ بالترسب عند المهبط

حسب الترتيب الآتي:

- أ . Zn, Ag, Cu ب . Cu, Ag, Zn ج . Ag, Cu, Zn د . Ag, Zn, Cu

17. عندما يعاد شحن بطارية قابلة لإعادة الشحن تعمل الخلية بوصفها خلية:

- أ . حمضية. ب . قلوية. ج . جلفانية. د . تحليل كهربائي.

18. العبارات الآتية جميعها صحيحة بالنسبة إلى الخلية الجلفانية $Ba|Ba^{2+}||Ni^{2+}|Ni$ عدا:

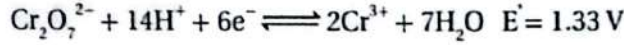
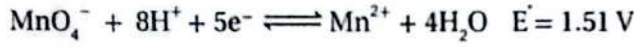
- أ . Ni^{2+} أقوى عامل مؤكسد. ب . Ba أقوى عامل مختزل.
ج . تزداد كتلة القطب Ni. د . $Ba|Ba^{2+}$ تمثل نصف خلية الاختزال.

19. العبارات الآتية التي تصف ما يحدث في بطارية أيون الليثيوم خلال عملية شحن البطارية، جميعها صحيحة عدا:

- أ . تتأكسد أيونات الكوبلت Co^{3+} إلى Co^{4+} . ب . يمثل أكسيد الكوبلت CoO_2 قطب المهبط في أثناء الشحن.
ج . تختزل أيونات الليثيوم Li^+ . د . تتحرك أيونات الليثيوم Li^+ باتجاه نصف خلية الجرافيت.

أسئلة تفكير

1. استمعين بأنصاف تفاعلات الاختزال وجهودها المعيارية الآتية:



وأجيب عما يأتي:

أ. أكتب المعادلة الكيميائية للتفاعل الكلي المتوقع بينهما.

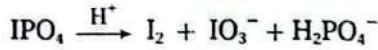
ب. أحدد العامل المختزل.

ج. أحدد العامل المؤكسد.

د. أحدد التغير الذي يحدث في تركيز أيونات كل من Cr^{3+} و Mn^{2+} .

هـ. أحسب جهد الخلية المعياري E°_{cell} للتفاعل.

2. أوازن معادلات التفاعل الآتية بطريقة نصف التفاعل، وأبين العامل المؤكسد والعامل المختزل:



ب.

3. المعلومات الآتية خاصة بالعناصر ذات الرموز الافتراضية الآتية (A, B, C, D)، وتكون جميعها أيونات ثنائية موجبة في محاليلها:

أ. لا يمكن تحريك محلول $\text{A}(\text{NO}_3)_2$ بملقعة من C.

ب. جهد الخلية المعياري للخلية الجلفانية المكوّنة من (B و C) أقل من جهد الخلية المعياري للخلية الجلفانية المكوّنة من (B و D)، وقد لوحظ في الخليتين نقص في كتلة القطب B.

ج. لوحظ عند تحليل محلول كل من ABr_2 و DBr_2 كهربائياً تصاعد غاز H_2 عند المهبط في المحلول الأول، وترسب D عند المهبط في المحلول الثاني.

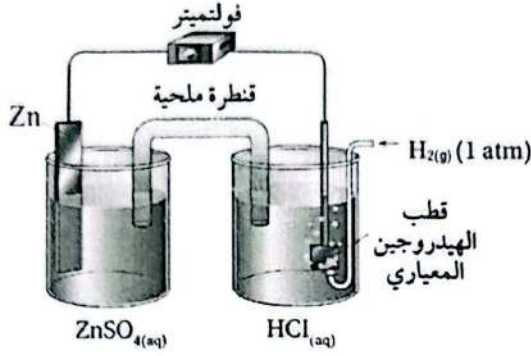
أدرس المعلومات أعلاه جيداً، ثم أجيب عن الأسئلة الآتية:

1. أرّتب العناصر (A, B, C, D) حسب قوتها بوصفها عوامل مختزلة.

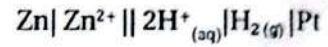
2. أحدد أقوى عامل مؤكسد.

3. أكتب: هل يمكن حفظ محلول $\text{B}(\text{NO}_3)_2$ في وعاء مصنوع من الفلزّ A؟ أفسّر إجابتي.

4. أحدد الفلزّين اللذين يكونان خلية جلفانية لها أعلى جهد معياري.



4. أدرُس الشكل المجاور الذي يمثل الخلية الجلفانية المُمثَّلة بالرَّمز الآتي في الظروف المعيارية، ثمَّ أُجيبُ عما يأتي:



أ. ما تركيز أيونات Zn^{2+} المُستخدَمة في نصف خلية الخارصين المعيارية؟

ب. أُنَبِّأُ: هل يمكن استخدام محلول مشبع من كبريتات النحاس CuSO_4 في القنطرة الملحية المُستخدَمة في الخلية الجلفانية؟ أفسِّرُ إجابتي. جهد الاختزال المعياري للنحاس ($E^\circ = 0.34 \text{ V}$).

نصف تفاعل الاختزال	$E^\circ \text{ V}$
$\text{Mn}^{2+} + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Mn}$	-1.18
$\text{Fe}^{2+} + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Fe}$	-0.44
$2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{H}_2 + 2\text{OH}^-$	-0.83
$\text{I}_2 + 2\text{e}^- \rightleftharpoons 2\text{I}^-$	0.54
$\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 4\text{e}^- \rightleftharpoons 4\text{OH}^-$	0.40
$\text{O}_2 + 4\text{H}^+ + 4\text{e}^- \rightleftharpoons 2\text{H}_2\text{O}$	1.23
$\text{Na}^+ + \text{e}^- \rightleftharpoons \text{Na}$	-2.71

5. أدرُس الجدول المجاور الذي يتضمَّن بعض أنصاف تفاعلات الاختزال وجهودها المعيارية، ثمَّ أُجيبُ عما يأتي:

أ. أُنَبِّأُ: هل يمكن تحضير المنغنيز Mn بالتحليل الكهربائي لمحلول يوديد المنغنيز MnI_2 (II)؟ أفسِّرُ إجابتي.

ب. أكتبُ معادلة كيميائية موزونة تمثِّل نصف تفاعل الاختزال في خلية التحليل الكهربائي لمحلول كلوريد الحديد FeCl_2 (II).

ج. أكتبُ معادلة كيميائية كُليَّة موزونة تمثِّل نواتج التحليل الكهربائي لمحلول هيدروكسيد الصوديوم NaOH .

د. أَتَوَقَّعُ: هل يحدث تفاعل التأكسد والاختزال في خلية التحليل الكهربائي لمصهور يوديد المنغنيز MnI_2 (II)، إذا زُوِّدَت بجهد مقداره 1.5 V ؟ أفسِّرُ إجابتي.

6. أختار رمز الإجابة الصحيحة لكل فقرة من الفقرات الآتية:

* يبين الجدول الآتي عددًا من الخلايا وبعض المعلومات المتعلقة بها، أدرس هذه المعلومات، ثم أجب عن الأسئلة (6-1):

$E^{\circ}_{\text{cell}}(\text{V})$	المعلومات	قطبها الخلية
+0.15	يزداد تركيز الأيونات Y^{2+} في نصف خلية القطب Y.	R\Y
+1.05	تتحرك الأيونات السالبة في القنطرة الملحية نحو وعاء القطب Z.	R\Z
+0.47	تقل كتلة القطب R.	R\A
+0.93	ترسبت ذرات X عند وضع شريط من الفلز R في محلول XCl_2 .	R\X
-1.36	خلية التحليل الكهربائي لمحلول RSO_4 .	بلاطين
-1.23	جهد نصف تفاعل تأكسد الماء: $2H_2O \rightarrow O_2 + 4H^+ + 4e^-$	
-0.83	جهد نصف تفاعل اختزال الماء: $2H_2O + 2e^- \rightleftharpoons H_2 + 2OH^-$	

1. يمكن تحريك محلول أحد أملاح الفلز A باستخدام ملعقة مصنوعة من الفلز:

أ . X ب . Y ج . Z د . R

2. ترتيب الفلزات (A, Z, Y, X) وفق قوتها بوصفها عوامل مختزلة هو:

أ . $Y < Z < A < X$ ب . $Z < Y < A < X$
ج . $X < A < Y < Z$ د . $A < Z < X < Y$

3. يمكن ترسيب ذرات الفلز Y في محلول أحد أملاحه إذا وُضع فيه شريط من الفلز:

أ . A ب . Z ج . X د . R

4. قيمة جهد الخلية الجلفانية التي رمزها $(Y|Y^{2+}||A^{2+}|A)$:

أ . +0.32 ب . -0.32 ج . -0.62 د . +0.62

5. العبارة الصحيحة فيما يتعلق بالفلزات المذكورة في الجدول:

أ . الفلز A يختزل أيونات الفلز Y، ولا يختزل أيونات الفلز X.

ب . الأيونات R^{2+} تؤكسد الفلز Y، ويتفاعل الفلز R مع محلول الحمض HCl.

ج . يمكن للفلز X استخلاص الفلز Y من محلول أحد أملاحه.

د . تتحرك الأيونات الموجبة في القنطرة الملحية باتجاه وعاء القطب Z في الخلية التي قطبها (A-Z).

6. عند إجراء تحليل كهربائي لمحلول ZSO_4 ، فإن أحد النواتج الآتية صحيح:

- أ . تصاعد غاز الهيدروجين عند المهبط والأكسجين عند المصعد، ويتكوّن محلول متعادل.
 ب . ترسّب ذرات Z عند المهبط، وتصاعد الأكسجين عند المصعد، ويتكوّن محلول متعادل.
 جـ . تصاعد غاز الهيدروجين عند المهبط والأكسجين عند المصعد، ويتكوّن محلول قاعدي.
 د . تصاعد غاز الهيدروجين عند المهبط والأكسجين عند المصعد، ويتكوّن محلول حمضي.

* يتضمن الجدول الآتي جهود الاختزال لعدد من العناصر والماء. أدرسه، ثم أجب عن الفقرات (7-10):

نصف تفاعل الاختزال	جهود الاختزال E° (V)
$2H_2O + 2e^- \rightleftharpoons H_2 + 2OH^-$	-0.83
$Cd^{2+} + 2e^- \rightleftharpoons Cd$	-0.40
$Ca^{2+} + 2e^- \rightleftharpoons Ca$	-2.76
$Sn^{2+} + 2e^- \rightleftharpoons Sn$	-0.14
$Fe^{2+} + 2e^- \rightleftharpoons Fe$	-0.44
$I_2 + 2e^- \rightleftharpoons 2I^-$	+0.54
$O_2 + 4H^+ + 4e^- \rightleftharpoons 2H_2O$	+1.23

7. نصف تفاعل التأكسد الذي يحدث في خلية التحليل الكهربائي لمحلول CdI_2 :

- أ . $Cd \rightarrow Cd^{2+} + 2e^-$.
 ب . $I_2 + 2e^- \rightarrow 2I^-$.
 جـ . $2H_2O \rightarrow O_2 + 4H^+ + 4e^-$.
 د . $2I^- \rightarrow I_2 + 2e^-$.

8. عند إجراء تحليل كهربائي لخليط يحتوي على مصهور كل من يوديد القصدير (II) SnI_2 ، يوديد الحديد (II) FeI_2 ،

يوديد السكندريوم (II) CdI_2 ، فإن المادة التي ترسّب أولاً على المهبط هي:

- أ . Sn .
 ب . Cd .
 جـ . Fe .
 د . H_2 .

9. عند إجراء تحليل كهربائي لمحلول نترات الحديد (II) $Fe(NO_3)_2$ ، فإن النواتج المتوقعة هي:

- أ . O_2, Fe, HNO_3 .
 ب . $Fe, O_2, Fe(OH)_2$.
 جـ . Fe, O_2, N_2 .
 د . $H_2, O_2, Fe(NO_3)_2$.

10. عند إجراء تحليل كهربائي لمحلول مادة مجهولة تصاعد غاز الهيدروجين عند المهبط وغاز الأكسجين عن

المصعد، فإن المادة هي:

- أ . $SnSO_4$.
 ب . $CaSO_4$.
 جـ . $CdSO_4$.
 د . $FeSO_4$.

- * أدرس المعلومات المتعلقة بالفلزات الافتراضية (D, C, B, A)، ثم أجب عن الأسئلة (11-13):
- الفلز C يختزل أيونات الفلز A^{2+} ولا يختزل أيونات الفلز B^{2+} ويذوب في محلول الحمض HCl المُخَفَّف.
 - يحلّ الفلز D محلّ الفلز B عند وضع قطعة منه في محلول أحد أملاح B.

11. العامل المؤكسد الأضعف بين الآتية هو:

- أ. A^{2+} ب. B^{2+} ج. C^{2+} د. D^{2+}

12. العبارة الصحيحة المتعلقة باستخلاص أحد الفلزات (B, C) هي:

- أ. يترسب الفلز C من محلول CSO_4 باستخدام القطب A.
 ب. يترسب الفلز C من محلول CSO_4 باستخدام القطب D.
 ج. يترسب الفلز B من محلول BSO_4 باستخدام القطب C.
 د. يترسب الفلز B من محلول BSO_4 باستخدام القطب A.

13. العبارة الصحيحة المتعلقة بالخلية التي قطباها B-A:

- أ. تتحرك الأيونات السالبة في الفنترة الملحية نحو وعاء A.
 ب. عند تشغيل الخلية تزداد كتلة القطب B.
 ج. يُرمز إلى الخلية بالرمز $(B|B^{2+}||A^{2+}|A)$.
 د. لها أكبر جهد خلية بين الخلايا الممكن تكوينها باستخدام هذه الأقطاب.

* يبين الجدول الآتي جهد اختزال بعض الفلزات الافتراضية. أدرسها، ثم أجب عن الفقرتين (14، 15):

نصف تفاعل الاختزال	جهد الاختزال E° (V)
$Z_2 + 2e^{-} \rightleftharpoons 2Z^{-}$	+1.36
$X^{2+} + 2e^{-} \rightleftharpoons X$	-1.18
$Y^{2+} + 2e^{-} \rightleftharpoons Y$	-0.44
$M^{2+} + 2e^{-} \rightleftharpoons M$??

14. الترتيب الصحيح للعوامل المختزلة (X, Y, Z^{-}) وفق قوتها هو:

- أ. $Y < Z^{-} < X$ ب. $Z^{-} > Y > X$
 ج. $Z^{-} < Y < X$ د. $Z^{-} < X < Y$

15. إذا كان جهد الخلية المكوّنة من القطبين (Y, M) يساوي (+0.3v)، ووجد أن تركيز الأيونات الموجبة يقل في

وعاء القطب M، فإن جهد الاختزال المعياري (E°) للعنصر M يساوي:

- أ. +0.74 ب. -0.74 ج. -0.14 د. +0.14

16. إحدى العبارات الآتية غير صحيحة في ما يتعلق بالخلية الجلفانية $Pt|Fe^{2+}|Fe^{3+}||Ag^+|Ag$:

- أ . قطب Ag بمثل المهبط .
 ب . تتحرك الإلكترونات من Pt إلى Ag .
 ج . يزداد تركيز أيونات Fe^{2+} .
 د . تزداد كتلة القطب Ag .

* بين الجدول الآتي بيانات ثلاث خلايا جلفانية لفلزات مختلفة مع الهيدروجين . أدرسها، ثم أجيب عن الأسئلة (17-20):

الخلية	المهبط	المصعد	جهود الخلية	التفاعل الحادث على القطب المصعد	اتجاه حركة الأيونات السالبة في الدارة الداخلية	تركيز الأيونات الموجبة في نصف خلية التأكسد
الأولى	Cu	H ₂	0.34	(2)		
الثانية	H ₂	Co	0.28	(3)		
الثالثة	H ₂	Mg	2.37	(1)		

17. يشير الرقم (1) في الجدول إلى:

- أ . $2H^+ + 2e^- \rightarrow H_2$
 ب . $H_2 \rightarrow 2H^+ + 2e^-$
 ج . $Mg^{2+} + 2e^- \rightarrow Mg$
 د . $Mg \rightarrow Mg^{2+} + 2e^-$

18. العبارة الصحيحة بالنسبة للرقم (2) هي:

- أ . باتجاه نصف خلية النحاس .
 ب . باتجاه نصف خلية الهيدروجين .
 ج . من نصف خلية H₂ نحو الفتحة الملحية .
 د . نحو نصف خلية القطب الموجب .

19. العبارة الصحيحة بالنسبة للرقم (3) هي:

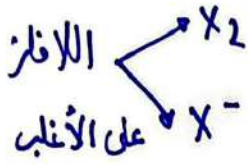
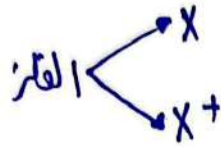
- أ . لا يتأثر .
 ب . يقل .
 ج . يزداد .
 د . يقل ثم يزداد .

20. إذا كان الفلز الافتراضي R يرسب أيونات الكوبلت Co^{2+} ولا يختزل أيونات المغنيسيوم Mg^{2+} ، ويتفاعل مع محلول

حمض الهيدروبروميك HBr مطلقاً غاز الهيدروجين H₂، فإن العبارة الصحيحة مما يأتي هي:

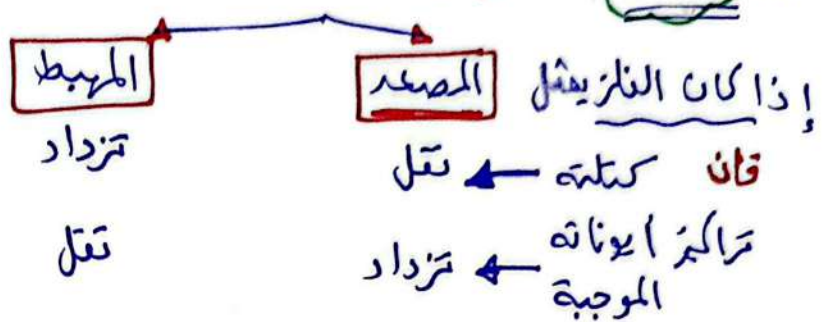
- أ . ترتيب العناصر وفق قوتها بوصفها عوامل مختزلة: $Cu < R < Co < Mg$.
 ب . لا يمكن حفظ محلول كبريتات النحاس CuSO₄ في وعاء مصنوع من العنصر R .
 ج . يقل تركيز أيونات R^{2+} في الخلية الجلفانية $(R|R^{2+}||Co^{2+}|Co)$.
 د . يمكن استخلاص العنصر R من أملاحه باستخدام العنصر Cu .

٨٨



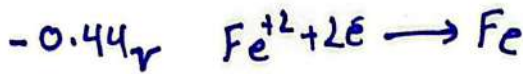
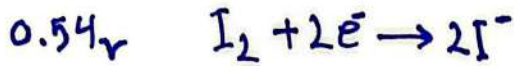
// في الخلية الغلفانية //

تذكير



لكن الأيونات لا ينطبق عليه ذلك

مثال: خلية غلفانية مكونة من (Fe / I₂)
توضيحي لذلك بدراسة جهود الاختزال لكل من



سيحدث اختزال I₂
تأكسد Fe

أكتب معادلة التفاعل الكلي في الخلية .



ب/ ما التغير الذي يحدث لتراكيز أيونات كل من I⁻ و Fe⁺² ؟

تراكيز Fe⁺² تزداد وتراكيز I⁻ تزداد (كلاهما في طرف)
النواحي/تزداد

في حال أردنا تحضير فلز نريد أن يكون الناتج X



منز

نقص
اختزال

أي نريد تحقيق المعادلة الآتية

∴ حدث للفلز اختزال

عبارة (تم لمخاض / تم لمخارج / تم كمنير / تم ترسيب الفلز)

∴ حدث للفلز اختزال

لكن لتحضير اللافلز (نريد أن تكون / أن تنتج لافلز ويكون الناتج X₂)



منز

زيادة
تأكسد

نريد أن نحقق المعادلة الآتية

لتحقيق ذلك سيحدث له تأكسد

لديك الفلزات (A/B/C/D/X/Y) والتي تكون على شكل أيونات ثنائية موجبة في مركباته:

فإذا علمت أن:

٢٧٩

- أ) العنصر A يُختزل أيونات X^{2+} ، ولا يختزل أيونات C^{2+} .
- ب) يمكن حفظ محاليل كل من B و D في وعاء من Y.
- ج) يمكن استخلاص الفلز D من أيوناته باستخدام العنصر B.
- د) العنصر B لا يُحرر الهيدروجين من محاليله الحمضية/ولكن العنصر X يذوب في محلول حمض HCl المخفف.

أجب عن الأسئلة الآتية:

- (١) ما نواتج التحليل الكهربائي لمحلول DSO_4 ؟
- (٢) ما الفلز الذي لا يُحرر غاز الهيدروجين من محلول حمض HCl المخفف/ ولا يُختزل أيونات D؟

- (٣) ماذا يحدث لكثافة القطب X في الخلية الغلفانية التي قطبها D و X؟
- (٤) ماذا يحدث لتركيز أيونات C^{2+} في خلية قطبها C و B؟
- (٥) هل يمكن حفظ محلول نترات العنصر A في وعاء مصنوع من الفلز B؟
- (٦) اكتب التفاعل الذي يحدث عند النصف في خلية التحليل الكهربائي لمصهور AH_2 .
- (٧) حدد فلزين لعمل خلية غلفانية لها فرق جهد أعلى.

تفسير الجواب P / حسب الاختزال $C < A < X$
 B / يمكن الحفاظ E° سالبة $Y < (D, B)$ حسب الاختزال
 B / استخلاص الفلز D بواسطة B $B < D$
 B / لا يذوب في حمض HCl \rightarrow أكسدة سالبة اختزاله +
 لا يذوب في حمض HCl \rightarrow أكسدة موجبة وإختزاله سالب
 $(C^{2+} < A^{2+} < X^{2+} < B^{2+} < D^{2+} < Y^{2+})$

- ١- محلول DSO_4 النواتج $(H^+ / D / O_2)$.
- ٢- فلز لا يحرر غاز H_2 ولا يُختزل D (Y).
- ٣- (D/X) X مصدر كتلته تقل.
- ٤- (C/B) في هذه الخلية تركيز C^{2+} يزداد لأن C المصدر.
- ٥- يمكن الحفاظ لأن E° سالبة.
- ٦- مصهور AH_2 التفاعل عند المصدر (+) $2H^- \rightarrow H_2 + 2e^-$
- ٧- أكبر جهد حميد بين (C/Y).