كراسة الوحدة الثانية الكيمياء الكهربائية منهج كامبريدج



تم تحميل هذا الملف من موقع المناهج العمانية	
موقع فايلاتي ⇦ المناهج العمانية ⇦ الصف الثاني عشر ⇦ كيمياء ⇦ الفصل الأول ⇦ مذكرات وبنوك ⇦ الملف	
تاريخ إضافة الملف على موقع المناهج: 2026-10-08 20:10:08	
المزيد من مادة كيمياء:	ملفات ا كتب للمعلم ا كتب للطالب ا اختبارات الكترونية ا اختبارات ا حلول ا عروض بوربوينت ا أوراق عمل منهج انجليزي ا ملخصات وتقارير ا مذكرات وبنوك ا الامتحان النهائي ا للمدرس
	إعداد: سعود البلوشي

التواصل الاجتماعي بحسب الصف الثاني عشر					
صفحة المناهج العمانية على فيسبوك					

المزيد من الملفات بحسب الصف الثاني عشر والمادة كيمياء في الفصل الأول	
1	المصطلحات والعلاقات الرياضية في المنهج
2	اختبار قصير ثاني في وحدة الكيمياء الكهربائية مرفق بنموذج الإجابة
3	تدريبات على الوحدة الثالثة طاقة الشبكة البلورية مع نموذج الإجابة
4	ملخص ومراجعة الوحدة الثانية الوراثة بطريقة سؤال وجواب
5	ملخص ومراجعة الوحدة الأولى الأحماض النووية وبناء البروتينات بطريقة سؤال وجواب

2024-2023

مسارك نحو التميز

كراسة الطالب لمنهج الكيمياء الثاني عشر- كامبردج- الوحدة الثانية



إعداد :- أ.سعود البلوشي

مراجعة :- أ.مطر المقبالي

مدرسة مسعود بن رمضان (١٠-١٢)

نسخة تجريبية

SAUOOD BDER - MSOOD BIN RAMDD

الوحدة الثانية: الكيمياء الكهربائية

٢-١ جهود الأقطاب الكهربائية (E) .....
٢-٢ قياس جهود الأقطاب القياسية .....
٢-٣ جهود الاختزال القياسية .....
٢-٤ تأثير تراكيز الأيونات على قيم جهود الاختزال (E_r) .....
٢-٥ التحليل الكهربائي .....
٢-٦ حسابات التحليل الكهربائي .....

تحتوي الكراسة على :

- ✓ ملخصات
- ✓ تمارين كتاب الطالب
- ✓ تمارين كتاب النشاط
- ✓ مسائل اختبارات سابقة
- ✓ تمارين من شبكة المعلومات / انترنت

أهداف التعلم

٢-١ يعرّف المصطلحات الآتية:
(أ) جهد القطب الكهربائي القياسي
(ب) جهد الاختزال القياسي
(ج) جهد الخلية القياسي.

٢-٢ يصف قطب الهيدروجين القياسي.

٢-٣ يصف الطرائق المستخدمة لقياس قيم جهود الاختزال القياسية لكل من:
(أ) فلزات مع أيوناتها (فلز/أيون الفلز) في محلول مائي.
(ب) لافلزات مع أيوناتها (لافلز/أيون اللافلز) في محلول مائي.
(ج) أيونات العنصر نفسه (أيون/أيون) الموجودة في حالات تأكسد مختلفة.

٢-٤ يحسب جهد الخلية القياسي باستخدام العلاقة الآتية:

$$E^{\ominus}_{cell} = E^{\ominus}_{r}(\text{Cathode}) - E^{\ominus}_{r}(\text{Anode})$$

٢-٥ يستخدم قيم جهود الخلية الكهربائية القياسية لما يأتي:
(أ) يستنتج إشارة كل قطب كهربائي (+ أو −)، واتجاه تدفق الإلكترونات في الدائرة الكهربائية الخارجية لخلية كهروكيميائية بسيطة.
(ب) يتنبأ بإمكانية حدوث تفاعل ما.

٢-٦ يستنتج، من قيم جهود الاختزال القياسي $E^{\ominus}_{r}$، النشاط الكيميائي النسبي للعناصر، والمركبات، والأيونات بوصفها عوامل مؤكسِدة أو عوامل مختزِلة.

٢-٧ يُنشئ معادلات أكسدة/ اختزال باستخدام أنصاف-المعادلات ذات الصلة.

٢-٨ يتنبأ نوعيًا بأثر تغيير تراكيز الأيونات في محاليلها المائية على قيمة جهد الاختزال E_r.

٢-٩ يستخدم معادلة نيرنست الآتية:

$$E_r = E^{\ominus}_{r} - (0.059/z)\log_{10}Q$$

$$Q = \frac{[\text{الجسيمات الناتجة}]^a}{[\text{الجسيمات المتفاعلة}]^b}$$

(حيث a و b تمثل أعداد مولات الجسيمات)، ليتنبأ حسابيًا بأثر تغيير تراكيز الأيونات في محاليلها المائية على قيمة جهد الاختزال E_r.

٢-١٠ يتنبأ بالمواد المتكونة خلال عملية التحليل الكهربائي لإلكتروليت ما وفقًا لكل من:
(أ) حالة الإلكتروليت الفيزيائية (مصهورًا أو مائيًا)
(ب) موقع الأيونات في سلسلة جهود الاختزال القياسية
(ج) تركيز الأيونات.

٢-١١ يحسب ما يلي:
(أ) كمية الشحنة المنتقلة خلال عملية التحليل الكهربائي، باستخدام العلاقة الرياضية
$Q = I \cdot t$
(ب) كتلة أو حجم المادة الناتجة خلال عملية التحليل الكهربائي.

٢-١٢ يذكر العلاقة الرياضية، $F = N_A \cdot e$ بين ثابت فارادي F، وثابت أفوجادرو N_A، والشحنة الموجودة على الإلكترون e ويطبقها.

٢-١٣ يصف عملية تحديد قيمة ثابت أفوجادرو بوساطة التحليل الكهربائي.

SAUOOD BADER – MASOOD BIN RAMADAN SCHOOL

SAUOOD BADER – MASOOD BIN RAMADAN SCHOOL

تمهيد



درست سابقا تفاعلات الأكسدة والاختزال . ما المقصود بتفاعل الأكسدة وتفاعل الاختزال؟

✓ الأكسدة : فقد إلكترونات / زيادة في عدد التأكسد
✓ الاختزال : كسب إلكترونات / نقصان في عدد التأكسد

س٢/ حدد من المعادلات التالية تفاعلات الأكسدة و الاختزال:

$$Zn(s) \longrightarrow Zn^{2+}(aq) + 2e^-$$

$$Zn^{2+}(aq) + 2e^- \rightleftharpoons Zn(s)$$

$$\frac{1}{2}Cl_2(g) + e^- \rightleftharpoons Cl^-(aq)$$

$$Zn(s) + Cu^{2+}(aq) \longrightarrow Zn^{2+}(aq) + Cu(s)$$

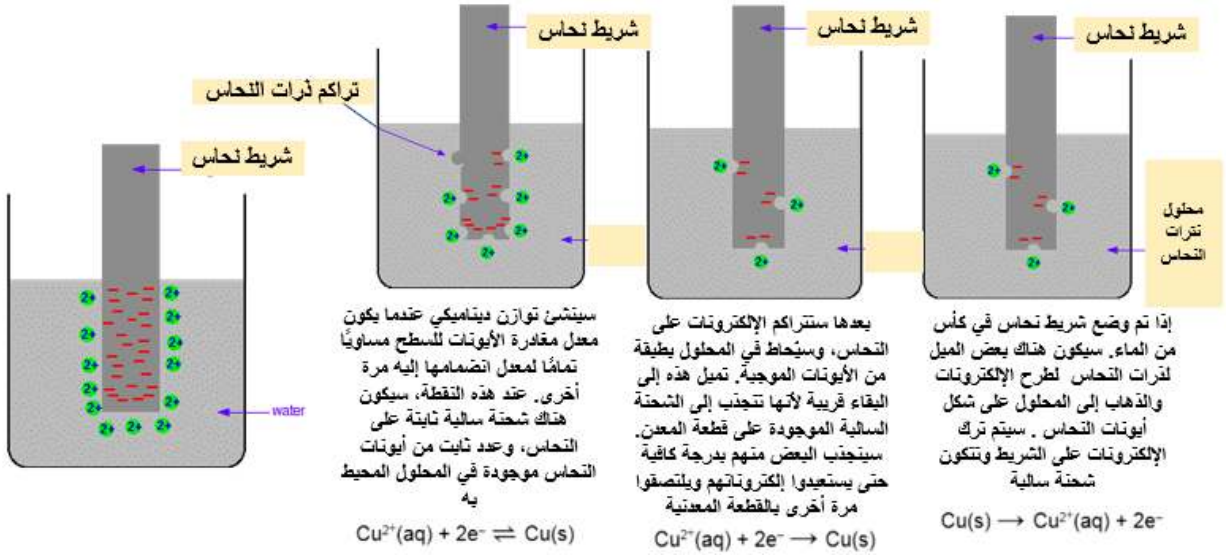
$$Br_2(l) + 2Ag(s) \longrightarrow 2Br^-(aq) + 2Ag^+(aq)$$

حدد العامل المؤكسد والعامل المختزل في كل تفاعل؟

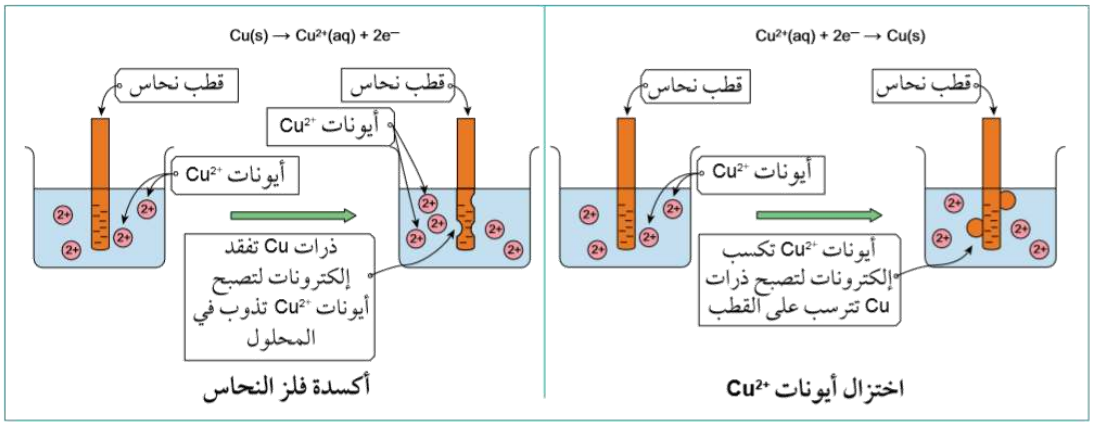
عرف العامل المؤكسد والعامل المختزل ؟

أي من المتفاعلات في المعادلة الأخيرة لها أكبر ميل للفقد ؟

سؤال / هل يمكن أن يحدث هذا الفقد و الكسب بين الفلز ومحلوله ؟



هذا الميل للفقد والكسب يعرف بالجهد الكهربائي للأقطاب

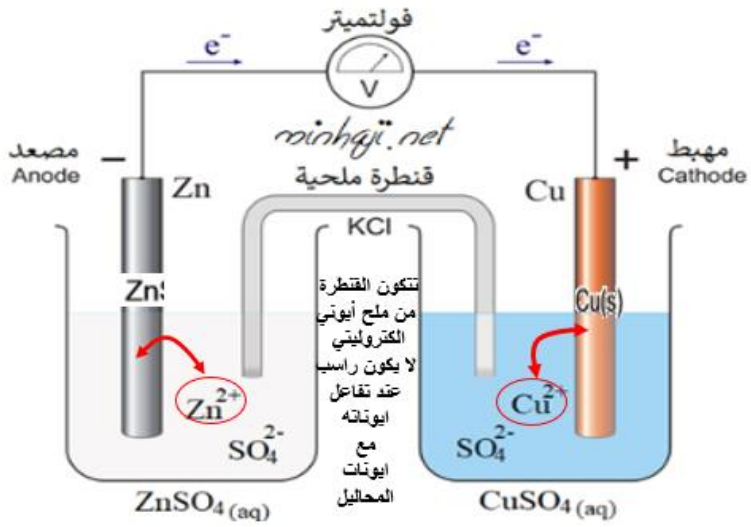


الشكل ٢-٢ اتزان أكسدة-اختزال بين فلز النحاس وأيونات النحاس (II).

SAUOD BADER – MASOOD BIN RAMADAN SCHOOL

٢-١ جهود الأقطاب الكهربائية (E)

- يصف كيف ينتج/ينشأ جهد القطب الكهربائي في نصف-خلية ما.
- يعرّف مصطلح جهد القطب الكهربائي.



- ويمكن قياس هذا الجهد (ميل الفقد و الكسب للإلكترونات) في حالة تركيب الخلية الموضحة والتي تعرف بالخلية الجلفانية

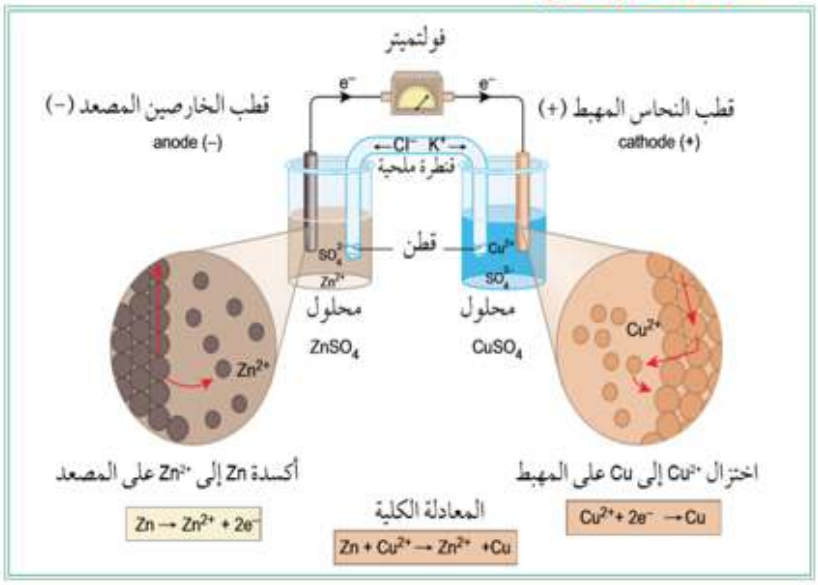
- الخلية الجلفانية مكونة من نصفين :
  - نصف خلية اكسدة / قطب - / المصعد (انود) تصعد منه الإلكترونات
  - نصف خلية اختزال / + / المهبط (كاثود) تهبط إليه الإلكترونات

ويتم تحديد المصعد و المهبط وفقا لجهد الاختزال وسيتم دراسته لاحقا

- سلك فلزي يربط بين القطبين / يسمح بانتقال الالكترونات بين القطبين
- قنطرة ملحية (جسر ملحي إلكتروليتي) تعمل على :
  - ✓ إكمال الدائرة الكهربائية
  - ✓ منع التماس المباشر بين المحلولين
  - ✓ المحافظة على الاتزان الأيوني ويجب ان لا تكون راسب

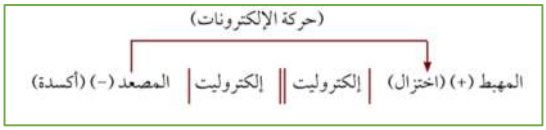
بعد تركيب الخلية الجلفانية تحدث عملية أكسدة و اختزال بسبب انتقال الإلكترونات ويمكن استخدام جهاز جلفانوميتر لقياس جهد القطب الكهربائي

- ✓ جهد القطب الكهربائي E هو ميل القطب لفقد (أكسدة) أو كسب الإلكترونات (اختزال)



جهد القطب الكهربائي Electrode potential, E هو ميل القطب الكهربائي للاختزال أو الأكسدة في الخلية الكهروكيميائية.

نصف-الخلية Half-cell: نصف-خلية كهروكيميائية تمنع إلكترونات إلى دائرة كهربائية خارجية أو تستقبل إلكترونات من دائرة كهربائية خارجية عند توصيلها بنصف-خلية أخرى.



SAWOOD BADER – MASOOD BIN RAMADAN SCHOOL

SAWOOD BADER – MASOOD BIN RAMADAN SCHOOL

٢-١ جهود الأقطاب الكهربائية (E)

سؤال

① أ. اقترح سبب عدم استخدام محلول نترات الفضة المائي في الجسر الملحي عند توصيل نصف-خلية تحتوي على الفلز (Zn) ومحلول مائي من ($ZnCl_2$) تركيزه 1.00 mol/L بنصف-خلية أخرى.

كتاب الطالب ص٦٩

ب. اكتب أنصاف-المعادلات كتفاعلات اختزال التي تحدث في أنصاف-الخلايا أدناه.

١. Cr^{3+}/Cr^{2+}
٢. $Br_2/2Br^-$
٣. $O_2 + H_2O/OH^-$
٤. $VO_2^+ + 2H^+/VO^{2+} + H_2O$

أسئلة اختبارات

في تفاعلات الأكسدة والاختزال، يعرف الاختزال بأنه عملية يتم فيها:

1 فقد البروتون
2 كسب البروتون
3 كسب الإلكترون
4 فقد الإلكترون

٢- أحد العبارات الآتية يعتبر صحيح عن عملية الأكسدة:

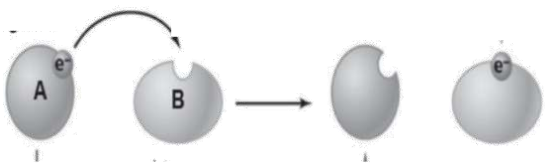
1 كسب الالكترونات ويصاحبها نقص في عدد التأكسد
2 تحتاج في اتمامها عامل مختزل يكتسب الالكترونات
3 نقصان في عدد التأكسد ويصحبها فقد في الإلكترونات
4 الاتحاد بالأكسجين ويمثل مادتها المتحدة بالأكسجين العامل المختزل في التفاعل

انتقال الأيونات في الخلايا الجلفانية يتم خلال:

1 قطب المهبط.
2 قطب المصعد.
3 الأسلاك الخارجية.
4 القنطرة الملحية.

٣- ما الخيار الصحيح الذي ينطبق على الشكل المقابل؟

1 تحدث عملية أكسدة لB
2 تحدث عملية اختزال A
3 يعتبر A عامل مؤكسد
4 يعتبر A عامل مختزل

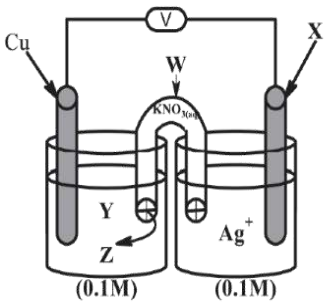


SAWOOD BADER – MASOOD BIN RAMADAN SCHOOL

اليوم:	التاريخ:

٢-١ جهود الأقطاب الكهربائية (E)

من خلال دراستك للشكل المقابل أجب عن المفردتين ٣ و٤



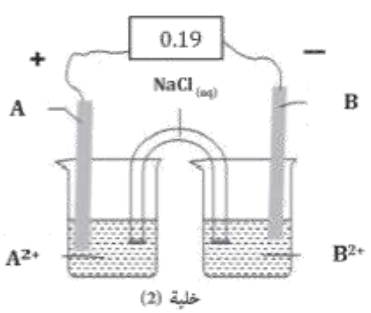
ما الوظيفة التي لا يؤديها الجزء المشار له بالرمز W؟

1. غلق وفتح الدائرة الكهربائية.
2. منع الالتماس المباشر بين محلولي نصفي الخلية.
3. المشاركة بأيوناته في تفاعلات الأكسدة والاختزال.
4. المحافظة على الاتزان الكهربائي في أنصاف الخلايا.

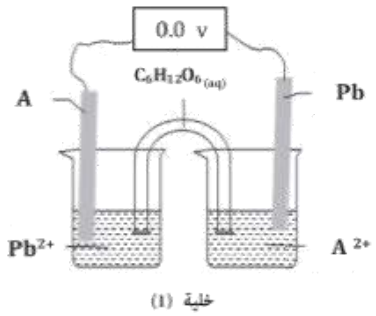
ما الخيار الصحيح الذي تمثله الرموز الافتراضية X, Y, Z لعمل الخلية؟

X	Y	Z	
Ag	Cu^{2+}	Ag^+	1
Ag	Cu^{2+}	NO_3^-	2
Cu	Cu^{2+}	Ag^+	3
Cu	Ag^+	NO_3^-	4

الشكلان التاليان يوضحان خليتين جلفانيتين ، تم استخدام قطبين مجهولين (A, B) وقطب الرصاص Pb. ادرس الشكلان جيدًا ثم أجب عن المفردة التي تليها.



خلية (2)



خلية (1)

لم تنتج الخلية (1) أي قيمة لفرق الجهد. اذكر سببين.

_____

_____

SAUOD BADER – MASOOD BIN RAMADAN SCHOOL

SAUOD BADER – MASOOD BIN RAMADAN SCHOOL

اليوم:	التاريخ:

٢-٢ قياس جهود الأقطاب القياسية

- يصف مكونات قطب الهيدروجين القياسي.
- يذكر قيمة الفولتية (فرق الجهد) لقطب الهيدروجين القياسي.
- يكتب نصف-معادلة قطب الهيدروجين القياسي.
- يعرّف مصطلح جهد القطب الكهربائي القياسي $E^{\ominus}$
- يذكر الظروف القياسية المستخدمة عند مقارنة قيم جهود الأقطاب الكهربائية.
- يعرّف مصطلح جهد الاختزال القياسي $E_r^{\ominus}$
- يصف كيفية قياس جهود الاختزال القياسية لأنصاف-خلايا تحتوي على فلزات وأيوناتها.
- يكتب أنصاف-المعادلات للتفاعلات التي تحدث في أنصاف-الخلايا.
- يصف كيفية قياس جهود الاختزال القياسية لأنصاف-خلايا تحتوي على لافلزات وأيوناتها.
- يصف كيفية قياس جهود الاختزال القياسية لأنصاف-خلايا تحتوي على أيونات للعنصر نفسه موجودة في حالات تأكسد مختلفة.

معايير النجاح

قطب الهيدروجين القياسي

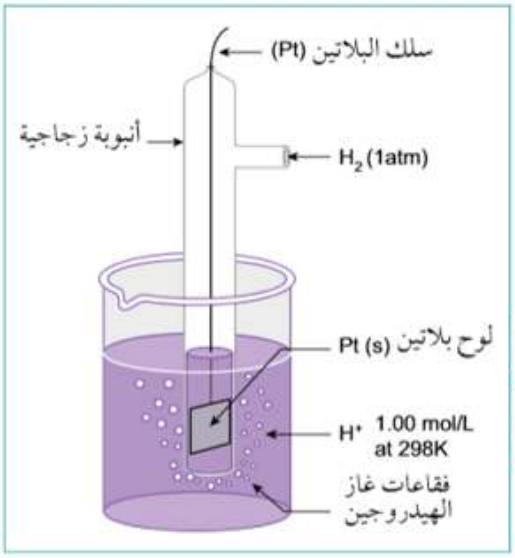
يُعدّ قطب الهيدروجين القياسي أحد أنواع أنصاف-الخلايا التي يمكن استخدامها كأقطاب كهربائية مرجعية. يُوضح الشكل (٢-٤) قطب الهيدروجين القياسي. وعادة يستخدم قطب الهيدروجين القياسي لمعرفة جهد قطب غير معلوم.

صف مكونات قطب الهيدروجين القياسي؟

لوح بلاتين مغلف بطبقة مسامية من البلاتين الأسود المجزأ ويكون موصولًا إلى سلك من البلاتين.

وهذا اللوح مغمور في محلول حمضي (مثل حمض HCl) يكون فيه تركيز أيونات الهيدروجين يساوي 1.00 mol/L

أو إمداد غاز الهيدروجين النقي (عند ضغط يساوي 100 kPa) في هذا المحلول بحيث يكون على تماس مباشر مع لوح البلاتين.



$$2H^+(aq) + 2e^- \rightleftharpoons H_2(g)$$

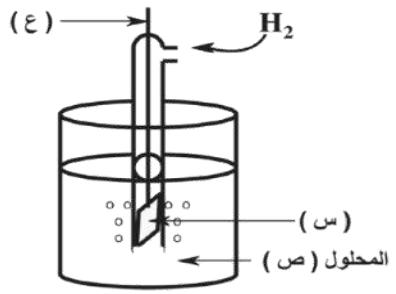
وعند توصيل قطب الهيدروجين القياسي بنصف-خلية أخرى، فإن القراءة التي تظهر على جهاز قياس الجهد الكهربائي (الفولتميتر) هي قيمة جهد القطب الكهربائي القياسي لنصف-الخلية.

ما الظروف القياسية المستخدمة في قياس جهد القطب الكهربائي؟

- تركيز الأيونات يساوي 1.00 mol/L.
- درجة الحرارة تساوي 25 °C (298 K)
- قيمة الضغط لأي غاز تساوي 1 atm (100 kPa)

مسائل اختبارات

الشكل الآتي يمثل قطب الهيدروجين القياسي.



أ. ماذا تمثل الرموز الآتية على الرسم:

(ع) _____

(س) _____

ب. ما رمز الأيونات الموجبة للمحلول (ص)؟ _____

وكم تركيزها؟ _____

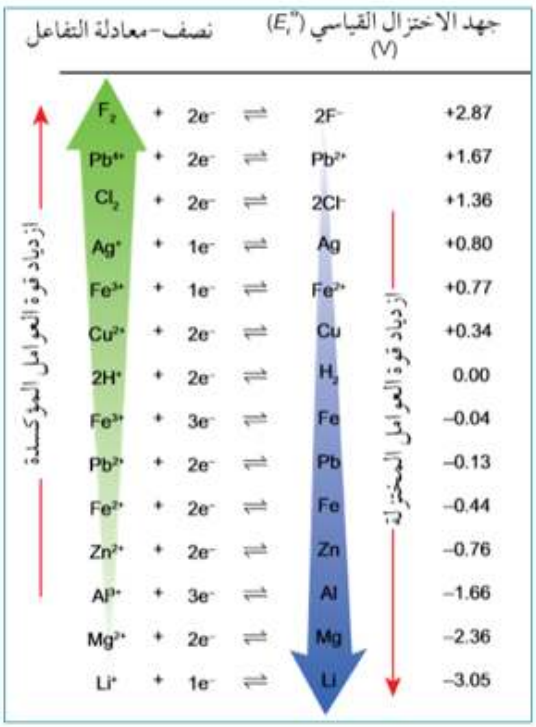
ج. ما الرمز العام (الإصطلاحي) لنصف خلية القطب؟

SAUOD BADER – MASOOD BIN RAMADAN SCHOOL

٢-٢ قياس جهود الأقطاب القياسية



- ✓ ما المقصود بجهد القطب الكهربائي ؟
- ✓ هل يوجد جهد لكل قطب ؟
- ✓ بمعنى هل يختلف جهد النحاس مثلا عن جهد الصوديوم؟
- ✓ كيف تم قياس هذه الجهود؟



- تم قياس هذه الجهود في ظروف قياسية باستخدام مادة قياسية واستخدامها كقطب قياسي في الخلايا الجلفانية
- استنتج من الجدول المادة التي استخدمت في قياس الجهود أقطاب المواد الأخرى.
- كم تبلغ فولتية قطب الهيدروجين القياسي؟

جهد القطب الكهربائي القياسي
Standard electrode potential
الجهد الكهربائي الناتج عند توصيل نصف-خلية في الظروف القياسية بقطب الهيدروجين القياسي.

جهد الاختزال القياسي
Standard reduction potential
(E°_{red}) هو الفولتية الناتجة من تفاعل الاختزال الذي يحدث في نصف-خلية في الظروف القياسية، بالمقارنة مع قطب الهيدروجين القياسي.

تذكر: ميل كسب الإلكترونات هو جهد الاختزال
وكلما زاد هذا الميل زادت قيمة جهد الاختزال

ويوجد ثلاثة أنواع رئيسية من أنصاف-الخلايا يمكن الحصول على قيم E° لها عند توصيلها بقطب الهيدروجين القياسي، وهي:

- نصف-خلية فلز وأيون الفلز.
- نصف-خلية لافلز وأيون اللافلز.
- نصف-خلية أيون وأيون.

أنصاف-الخلايا التي تحتوي على الفلزات وأيوناتها (نصف-خلية فلز/أيون الفلز)

أذكر امثلة لنصف خلية فلز- أيون الفلز؟

نصف-الخلية Cu^{2+}/Cu

نصف الخلية: Fe^{2+}/Fe

نصف-الخلية Zn^{2+}/Zn

SAWOD BADER – MASOOD BIN RAMADAN SCHOOL

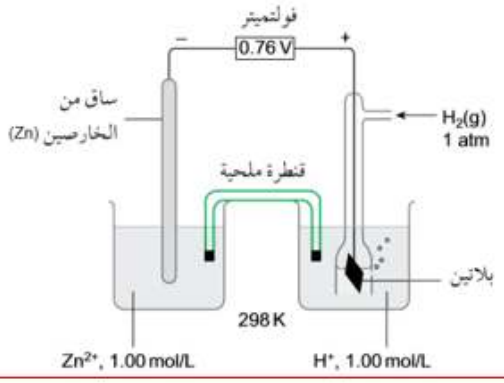
SAWOD BADER – MASOOD BIN RAMADAN SCHOOL

٢-٢ قياس جهود الأقطاب القياسية

أنصاف الخلايا التي تحتوي على الفلزات وأيوناتها (نصف خلية فلز/ أيون الفلز)

تذكر:
- ✓ ميل كسب الإلكترونات هو جهد الاختزال وكلما زاد هذا الميل زادت قيمة جهد الاختزال
- ✓ الأكسدة : فقد إلكترونات / زيادة في عدد التأكسد
- ✓ الاختزال : كسب إلكترونات / نقصان في عدد التأكسد

	الموجب	السالب
ميل او جهد الاختزال / أكبر-أقل		
نوع التفاعل/ أكسدة -اختزال		
مسمى القطب المهبط –المصعد كاثود-انود		
رمز القطب		
التقال الإلكترونات		
انتقال ايونات القنطرة الملحية		
جهد الاقطاب		
جهد الخلية		
معادلة التفاعل الكلي ورمز الخلية		





لماذا قطب الخارصين هو المصعد ؟

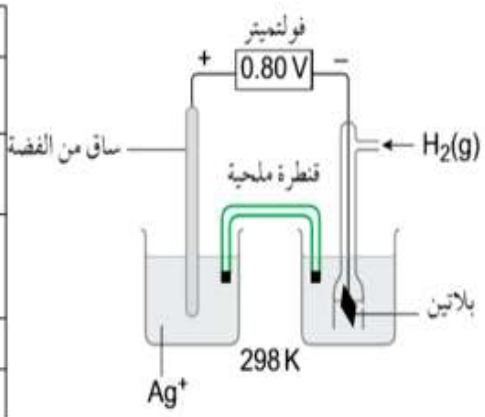
تمرين ١:
ادرس الخلية الجلفانية اعلاه ثم اكمل الجدول المجاور بما يناسب

حدد العامل المؤكسد والعامل المختزل في كل تفاعل؟

أنصاف الخلايا التي تحتوي على الفلزات وأيوناتها (نصف خلية فلز/ أيون الفلز)

تذكر:
- ✓ ميل كسب الإلكترونات هو جهد الاختزال وكلما زاد هذا الميل زادت قيمة جهد الاختزال
- ✓ الأكسدة : فقد إلكترونات / زيادة في عدد التأكسد
- ✓ الاختزال : كسب إلكترونات / نقصان في عدد التأكسد

	الموجب	السالب
ميل أوجهد الاختزال / اكبر-أقل		
نوع التفاعل/ أكسدة -اختزال		
مسمى القطب المهبط –المصعد كاثود-انود		
رمز القطب		
انتقال الإلكترونات		
انتقال ايونات القنطرة الملحية		
جهد الاقطاب		
جهد الخلية		
معادلة التفاعل الكلي		





لماذا قطب الفضة هو المصعد ؟

تمرين ٢:
ادرس الخلية الجلفانية اعلاه ثم اكمل الجدول المجاور بما يناسب

حدد العامل المؤكسد والعامل المختزل في كل تفاعل؟

SAWOD BADER – MASOOD BIN RAMADAN SCHOOL

٢-٢ قياس جهود الأقطاب القياسية

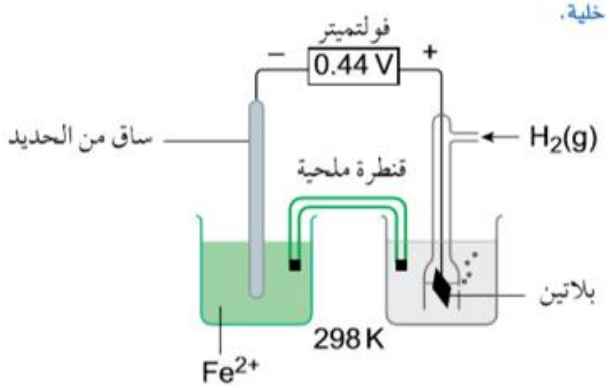
سؤال

(٢) أ. اكتب نصف-المعادلة لكل من التفاعلات الثلاثة التي تحدث في الطرف الأيسر لكل من الخلايا الموضحة في الشكل (٢-٧). كتاب الطالب ص٧٣

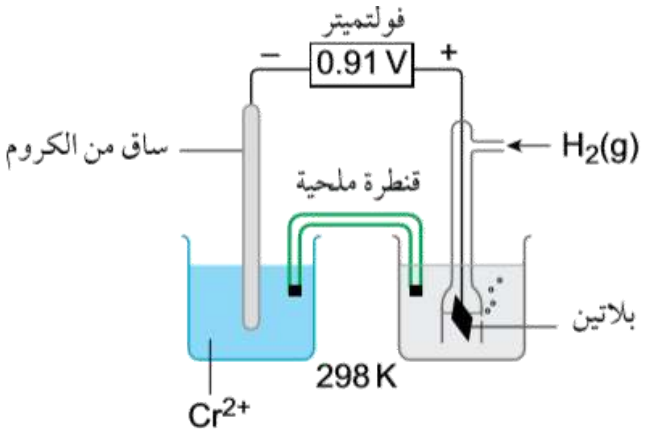
ب. ما قيم جهود الاختزال القياسية لأنصاف-الخلايا هذه؟

ج. ضع قائمة بكل الظروف اللازمة في كل خلية.

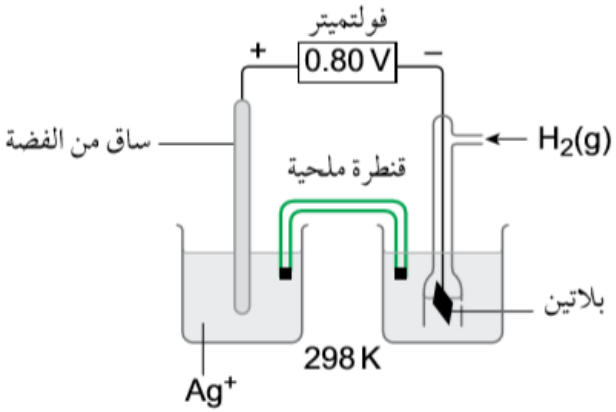
نصف الخلية: Fe^{2+}/Fe



نصف الخلية: Cr^{2+}/Cr



نصف الخلية: Ag^{+}/Ag



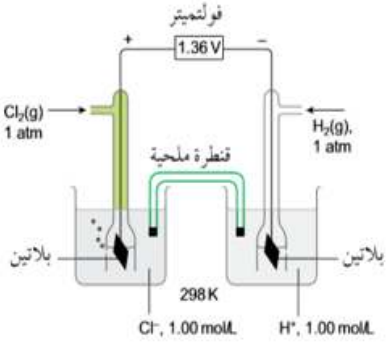
SAWOOD BADER – MASOOD BIN RAMADAN SCHOOL

٢-٢ قياس جهود الأقطاب القياسية

حدد العامل المؤكسد والعامل المختزل في كل تفاعل؟

أنصاف-الخلايا التي تحتوي على لافلزات وأيوناتها (نصف-خلية لافلز/أيون اللافلز)

أذكر امثلة لنصف خلية لافلز- أيون اللافلز؟



	الموجب	السالب
ميل أوجهد الاختزال / اكبر -أقل		
نوع التفاعل/ أكسدة -اختزال		
مسمى القطب المهبط -المصعد كاثود-انود		
رمز القطب		
انتقال الإلكترونات		
انتقال ايونات القنطرة الملحية		
جهد الاقطاب		
جهد الخلية		
معادلة التفاعل الكلي ورمز الخلية		



لماذا تم استخدام البلاتين في قطب اللافلز؟

أنصاف-الخلايا التي تحتوي على لافلزات وأيوناتها (نصف-خلية لافلز/أيون اللافلز)

أسئلة

كتاب الطالب ص ٧٤

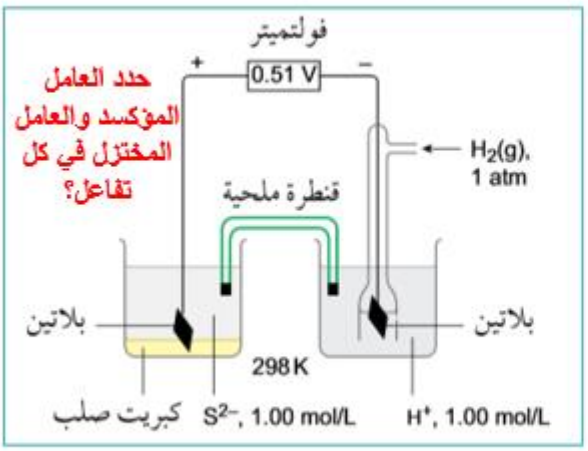
(٣) أ. انظر إلى الشكل (٢-٩)، ثم اكتب نصف-المعادلة للتفاعل الذي يحدث في نصف-الخلية الموجودة على الطرف الأيسر للخلية.

ب. ما قيمة E°_c لنصف-الخلية هذه؟

(٤) ارسم مخططًا يُوضح قياس قيمة جهد الاختزال القياسي لنصف-الخلية الآتي:

$$I_2(s) + 2e^- \rightleftharpoons 2I^-(aq)$$

ضمّن قيمة E°_c الفعلية التي تساوي +0.54 V في مخططك.



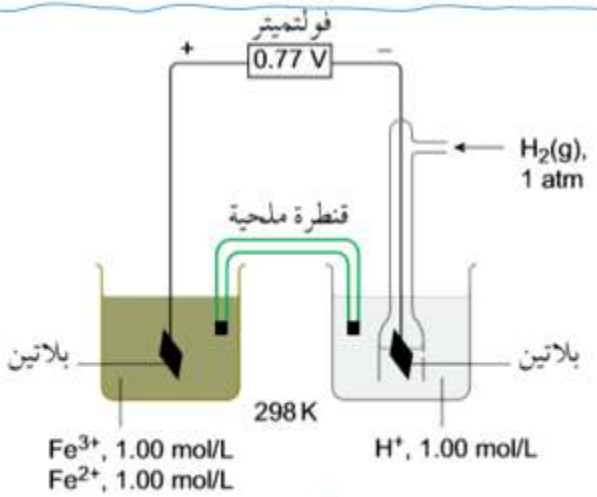
الشكل ٢-٩ قياس قيمة جهد الاختزال القياسي لنصف-الخلية S/S^{2-}.

SAWOD BADER – MASOOD BIN RAMADAN SCHOOL

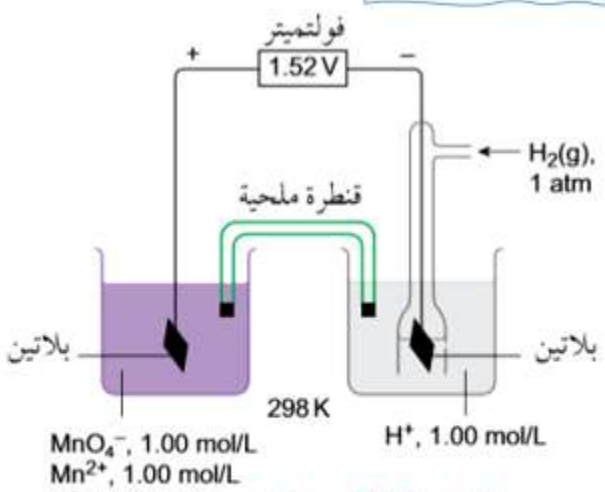
SAWOD BADER – MASOOD BIN RAMADAN SCHOOL

٢-٢ قياس جهود الأقطاب القياسية

أنصاف-الخلايا التي تحتوي على أيونات للعنصر نفسه في حالتي تأكسد مختلفتين



- اكتب معادلة المصعد ؟
- اكتب رمز الخلية ؟
- ما قيمة جهد الخلية ؟ وجهد القطب الايسر؟



- اكتب معادلة المصعد ؟
- اكتب رمز الخلية ؟
- ما قيمة جهد الخلية ؟ وجهد القطب الايسر؟

أنصاف-الخلايا التي تحتوي على أيونات للعنصر نفسه في حالتي تأكسد مختلفتين

أسئلة

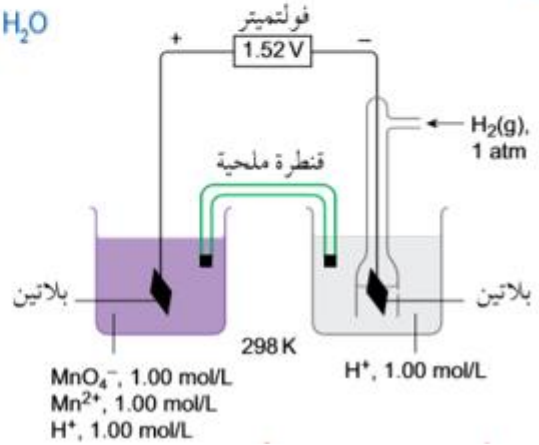
كتاب الطالب ص٧٥

٥ ما قيمة E_r° لنصف-الخلية الموجودة على الطرف الأيسر للخلية في الشكل (٢-١١)؟

٦ لماذا يكون استخدام البلاتين مفضّلًا على الفلزات الأخرى في أنصاف-الخلايا التي لا تتضمن عنصرًا فلزيًا؟

٧ وضّح، باستخدام مخطط، كيف سيمكنك قياس قيمة E_r° لنصف-الخلية الموضحة في المعادلة الآتية:

$$VO^{2+} + 2H^+ + e^- \rightleftharpoons V^{3+} + H_2O$$



SAUOD BADER – MASOOD BIN RAMADAN SCHOOL

٢-٢ قياس جهود الأقطاب القياسية

١. يرد أدناه ترتيب بعض المواد من حيث النشاط الكيميائي:

كتاب النشاط ص ٤٤

نصف – المعادلة	$E_r^{\ominus}$/V
$S_2O_8^{2-}(aq) + 2e^- \rightleftharpoons 2SO_4^{2-}(aq)$	+2.01
$Cl_2(g) + 2e^- \rightleftharpoons 2Cl^-(aq)$	+1.36
$Ag^+(aq) + e^- \rightleftharpoons Ag(s)$	+0.80
$O_2(g) + 2H_2O(l) + 4e^- \rightleftharpoons 4OH^-_{(aq)}$	+0.40
$Cu^{2+}(aq) + 2e^- \rightleftharpoons Cu(s)$	+0.34
$H^+(aq) + e^- \rightleftharpoons \frac{1}{2}H_2(g)$	0.00
$Pb^{2+}(aq) + 2e^- \rightleftharpoons Pb(s)$	–0.13
$Zn^{2+}(aq) + 2e^- \rightleftharpoons Zn(s)$	–0.76
$Mg^{2+}(aq) + 2e^- \rightleftharpoons Mg(s)$	–2.38
$Na^+(aq) + e^- \rightleftharpoons Na(s)$	–2.71

ازدياد سهولة الاختزال عند المهبط (الكاثود)

اكتب أنصاف–معادلات الأكسدة – الاختزال لكل من التفاعلات الآتية:

أ. فلز الكوبالت مع أيونات الرصاص (II)

.....

ب. أيونات النحاس (II) مع فلز الخارصين

.....

ج. فلز الألومنيوم مع أيونات الفضة

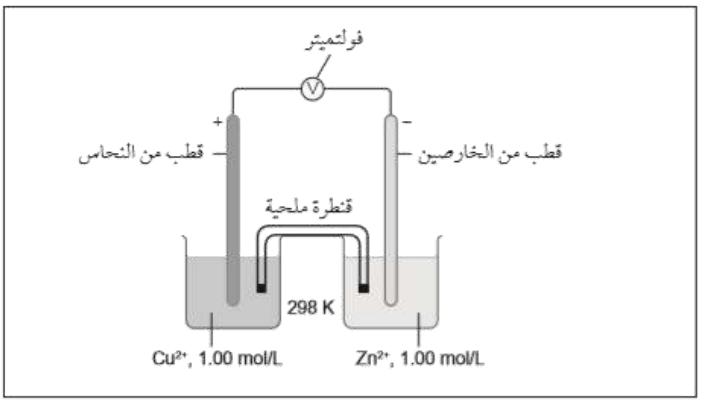
.....

د. أيونات القصدير (II) مع فلز الماغنيسيوم

.....

٢. يوضح الشكل ٢–١ خلية كهروكيميائية (جلفانية).

كتاب النشاط ص ٤٥



الشكل ٢–١: خلية جلفانية.

أ. اكتب نصف–المعادلة للتفاعل الذي يحدث عند:

قطب النحاس .....

قطب الخارصين .....

ب. أي من نصفي–المعادلة السابقَين يمثّل تفاعل اختزال، وأيهما يمثّل تفاعل أكسدة؟ اشرح إجابتك.

.....

ج. لماذا قطب الخارصين يمثّل الآنود؟ اشرح إجابتك.

د. اشرح اتجاه حركة الإلكترونات في الدائرة الكهربائية الخارجية.

هـ. ما أهمية القنطرة الملحية؟

SAUOD BADER – MASOOD BIN RAMADAN SCHOOL

SAUOD BADER – MASOOD BIN RAMADAN SCHOOL

٢-٢ قياس جهود الأقطاب القياسية

استخدم جدول قيم جهود الاختزال القياسية والشكل ٢-١ لاقتراح ما سيحدث للفولتية (الجهد الكهربائي) عندما:

أ. يتم استبدال نصف-الخلية Cu^{2+}/Cu بنصف-الخلية Ag^{+}/Ag.

.....

ب. يتم استبدال نصف-الخلية Zn^{2+}/Zn بنصف-الخلية Mg^{2+}/Mg.

.....

ج. يتم استبدال نصف-الخلية Zn^{2+}/Zn بنصف-الخلية Sn^{2+}/Sn.

.....

د. يتم استبدال نصف-الخلية Cu^{2+}/Cu بنصف-الخلية Fe^{2+}/Fe.

.....

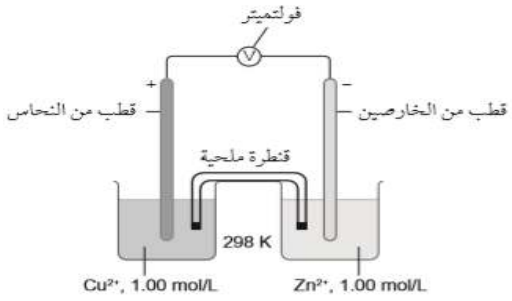
هـ. يتم استبدال نصف-الخلية Zn^{2+}/Zn بنصف-الخلية Cu^{2+}/Cu.

.....

كتاب النشاط ص٤٦

نصف – المعادلة	$E_r^{\ominus}$/V
$S_2O_8^{2-}(aq) + 2e^- \rightleftharpoons 2SO_4^{2-}(aq)$	+2.01
$Cl_2(g) + 2e^- \rightleftharpoons 2Cl^-(aq)$	+1.36
$Ag^+(aq) + e^- \rightleftharpoons Ag(s)$	+0.80
$O_2(g) + 2H_2O(l) + 4e^- \rightleftharpoons 4OH^-_{(aq)}$	+0.40
$Cu^{2+}(aq) + 2e^- \rightleftharpoons Cu(s)$	+0.34
$H^+(aq) + e^- \rightleftharpoons \frac{1}{2}H_2(g)$	0.00
$Pb^{2+}(aq) + 2e^- \rightleftharpoons Pb(s)$	–0.13
$Zn^{2+}(aq) + 2e^- \rightleftharpoons Zn(s)$	–0.76
$Mg^{2+}(aq) + 2e^- \rightleftharpoons Mg(s)$	–2.38
$Na^+(aq) + e^- \rightleftharpoons Na(s)$	–2.71

ازدياد سهولة الاختزال عند المهبط (الكاثود)



١. أي من الظروف الآتية ينطبق على قطب الهيدروجين القياسي؟

كتاب النشاط ص٤٦

أ. غاز الهيدروجين عند ضغط مقداره 1 kPa، أيونات H^+ بتركيز 0.10 mol/L،
درجة حرارة 298 K / القطب الكهربائي: Pt

ب. غاز الهيدروجين عند ضغط مقداره 0.1 kPa، أيونات H^+ بتركيز 1.00 mol/L،
درجة حرارة 273 K / القطب الكهربائي: Ag

ج. غاز الهيدروجين عند ضغط مقداره 100 kPa، أيونات H^+ بتركيز 1.00 mol/L،
درجة حرارة 298 K / القطب الكهربائي: Pt

د. غاز الهيدروجين عند ضغط مقداره 1 kPa، أيونات H^+ بتركيز 1.00 mol/L،
درجة حرارة 298 K / القطب الكهربائي: Fe

٢. أكمل معادلة التفاعل الذي يحدث عند قطب الهيدروجين القياسي.

$H^+(aq) + \ldots\ldots\ldots\ldots \rightleftharpoons \ldots\ldots\ldots\ldots$

SAWOOD BADER – MASOOD BIN RAMADAN SCHOOL

SAWOOD BADER – MASOOD BIN RAMADAN SCHOOL

٢-٢ قياس جهود الأقطاب القياسية

كتاب النشاط ص٤٧

٣. أكمل ما يلي باستخدام كلمات من القائمة أدناه:

الصعب	الأيسر	مؤكسدًا	
منخفضة	مختزلًا		

في التفاعل الذي يتم وفق المعادلة الآتية: $Fe^{2+}(aq) + 2e^- \rightleftharpoons Fe(s)$ $E_r^\ominus = -0.44$ V كلما كانت قيمة جهد الاختزال القياسي ..... كان من ..... اختزال الأيونات الموجودة على الطرف ..... من نصف-المعادلة. وبالتالي سيكون الفلز الموجود على الطرف الأيمن من نصف-المعادلة عاملًا ..... قويًّا نسبيًّا. ويكون أيونه الموجود على الطرف الأيسر عاملًا ..... ضعيفًا نسبيًّا.

٤. ترد في القائمة أدناه بعض قيم جهود الاختزال القياسية. استخدم هذه القيم للإجابة عن الأسئلة التي تليها.

$Cu^{2+}(aq) + 2e^- \rightleftharpoons Cu(s)$	$E_r^\ominus = +0.34$ V
$Ni^{2+}(aq) + 2e^- \rightleftharpoons Ni(s)$	$E_r^\ominus = -0.25$ V
$Pb^{2+}(aq) + 2e^- \rightleftharpoons Pb(s)$	$E_r^\ominus = -0.13$ V
$Sn^{2+}(aq) + 2e^- \rightleftharpoons Sn(s)$	$E_r^\ominus = -0.14$ V
$Zn^{2+}(aq) + 2e^- \rightleftharpoons Zn(s)$	$E_r^\ominus = -0.76$ V

أ. أي فلز يُعدّ العامل المختزل الأقوى؟

.....

ب. ما الأيون الذي لا يمكن اختزاله بوساطة الفلزات الموجودة في السلسلة أعلاه؟

.....

ج. ما الفلز الذي يُعدّ الأضعف كعامل مختزل؟

.....

د. ما الأيون الفلزي الذي يُعدّ اختزاله الأكثر سهولة؟

كتاب النشاط ص٤٨

٥. تعطي القائمة أدناه بعض قيم جهود الاختزال القياسية. استخدم هذه القيم للإجابة عن الأسئلة التي تليها.

نصف-المعادلة	جهد الاختزال القياسي $E_r^\ominus$ (V)
$NO_3^-(aq) + 10H^+(aq) + 8e^- \rightleftharpoons NH_4^+(aq) + 3H_2O(l)$	+0.87
$I_2(aq) + 2e^- \rightleftharpoons 2I^-(aq)$	+0.54
$Cl_2(aq) + 2e^- \rightleftharpoons 2Cl^-(aq)$	+1.36
$Br_2(aq) + 2e^- \rightleftharpoons 2Br^-(aq)$	+1.07
$Fe^{3+}(aq) + e^- \rightleftharpoons Fe^{2+}(aq)$	+0.77
$V^{3+}(aq) + e^- \rightleftharpoons V^{2+}(aq)$	-0.26

أ. أي الجسيمات الموجودة على الطرف الأيمن من نصف-المعادلة تُعدّ أكسدتها الأكثر سهولة؟

.....

.....

ب. أي الجسيمات الموجودة على الطرف الأيسر من نصف-المعادلة تُعدّ العامل المؤكسِد الأقوى؟

.....

.....

ج. لماذا يمكن للكلور أن يؤكسد محلولًا مائيًّا من أيونات اليوديد؟ اشرح إجابتك باستخدام قيم $E_r^\ominus$.

.....

.....

د. لماذا لا يمكن لمحلول اليود المائي أن يؤكسد محلولًا مائيًا من أيونات البروميد؟ اشرح إجابتك باستخدام قيم $E_r^\ominus$.

.....

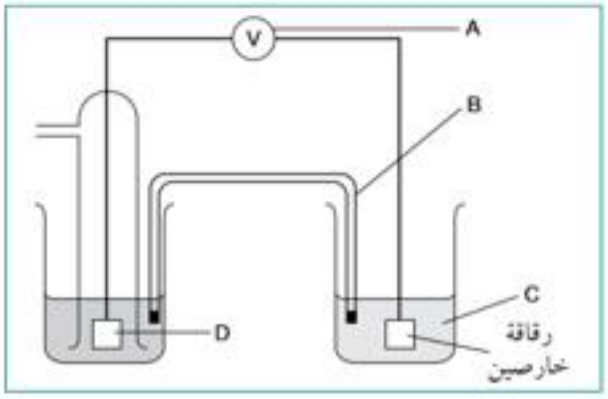
SAWOOD BADER – MASOOD BIN RAMADAN SCHOOL

SAWOOD BADER – MASOOD BIN RAMADAN SCHOOL

٢-٢ قياس جهود الأقطاب القياسية

كتاب الطالب ص١٠٢

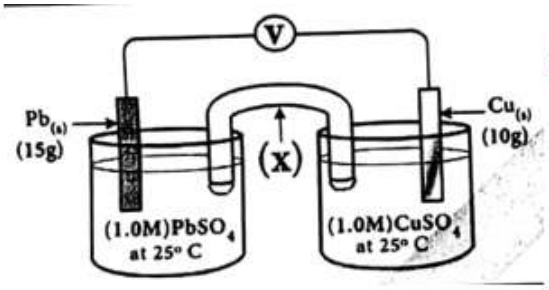
١ يُوضح المخطط الآتي خلية كهروكيميائية تمّ تصميمها لإيجاد جهد الاختزال القياسي للخارصين.



أ. سمِّ الجهاز الذي يحمل الرمز A، وأعطِ خاصية مميزة يجب أن يمتلكها.

ب. سمِّ الأجزاء B ,C ,D مع ذكر وظيفة أو دور كل منها.

ج. اذكر الظروف القياسية الثلاثة اللازمة لقياس قيمة جهد الاختزال القياسي لنصف خلية ما.



مسائل اختبارات

ما نصف التفاعل الحاصل عند مهبط الخلية الجلفانية، إذا استُبدل قطب النحاس بقطب هيدروجين قياسي؟

1. $Pb_{(s)} \longrightarrow Pb^{2+}_{(aq)} + 2e^-$
2. $2H^+_{(aq)} + 2e^- \longrightarrow H_{2(g)}$
3. $Pb^{2+}_{(aq)} + 2e^- \longrightarrow Pb_{(s)}$
4. $H_{2(g)} \longrightarrow 2H^+_{(aq)} + 2e^-$

بعد نهاية الدرس الأول و الدرس الثاني

أستطيع أن	أراجع الموضوع	أحتاج إلى بذل المزيد من الجهد	متمكّن إلى حدّ ما	مستعدّ للمضي قدمًا
أعرّف المصطلحَين: جهد الاختزال القياسي وجهد الخلية القياسي.	٢-١، ٢-٢			
أصف قطب الهيدروجين القياسي.	٢-٢			
أصف الطريقة المستخدمة لقياس قيم جهود الاختزال القياسية لفلزات أو لافلزات تكون مغموسة في محاليل أيوناتها المائية.	٢-٢			
أصف الطريقة المستخدمة لقياس قيم جهود الاختزال القياسية لأيونات العنصر نفسه الموجودة في حالات تأكسد مختلفة.	٢-٢			
أصف طريقة لقياس جهد الاختزال القياسي لنصف-خلية (أيون/أيون)	٢-٢			

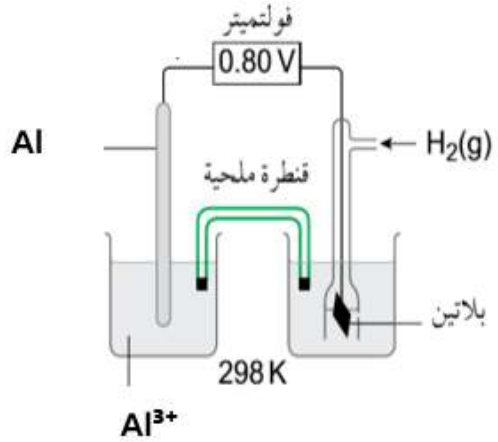
SAUOD BADER – MASOOD BIN RAMADAN SCHOOL

٢-٣ جهود الاختزال القياسية

- يقارن النشاط الكيميائي النسبي للعناصر، والمركبات، والأيونات باستخدام قيم جهود الاختزال القياسية $E_r^\ominus$.
- يستنتج القوة النسبية للعوامل المؤكسِدة باستخدام قيم جهود الاختزال القياسية $E_r^\ominus$.
- يستنتج القوة النسبية للعوامل المختزلة باستخدام قيم جهود الاختزال القياسية $E_r^\ominus$.
- يستنتج إشارة كل قطب كهربائي (+ أو -)، من خلال مقارنة قيم جهود الاختزال القياسية $E_r^\ominus$.
- يستنتج اتجاه تدفق الإلكترونات في الدائرة الكهربائية الخارجية لخلية كهربائية بسيطة.
- يعرّف مصطلح جهد الخلية القياسي $E_{cell}^\ominus$
- يحسب قيمة جهد خلية قياسي.
- يتنبأ بإمكانية حدوث تفاعل ما تلقائيًا باستخدام قيم جهود الاختزال القياسية.
- يتنبأ بإمكانية حدوث تفاعل ما تلقائيًا باستخدام قيم جهود الخلية الكهربائية القياسية.
- يكتب المعادلات الكلية لتفاعلات الأكسدة والاختزال باستخدام أنصاف-المعادلات ذات الصلة.

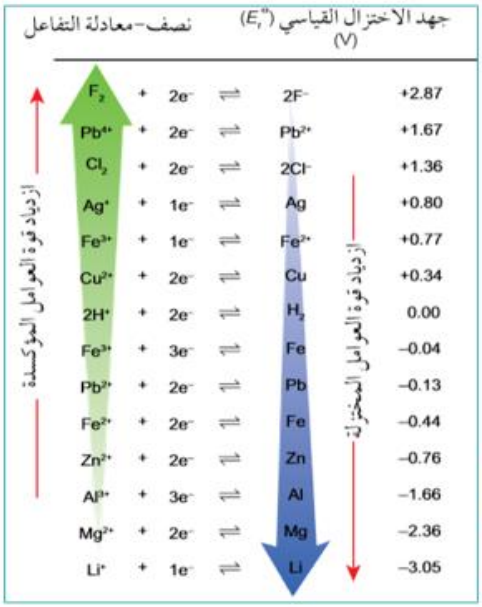
معايير النجاح

ادرس الخلية الكهروكيميائية التالية ثم أجب عما يلي :



- حدد المهبط و المصعد من الخلية؟
- اكتب معادلة المصعد ؟
- اكتب معادلة المهبط ؟

إذن تمكنا من معرفة المصعد والمهبط من الخلية من خلال ميل الاختزال / جهد الاختزال



ومن خلال بعض قيم جهود الاختزال القياسية في (الشكل ٢-١٢) نلاحظ ما يلي:

- تعطي قيم جهود الاختزال القياسية مؤشرًا على مدى سهولة اختزال مادة ما.
- كلما كانت قيمة جهد الاختزال القياسي مرتفعة؛ يسهل اختزال المادة الموجودة على الطرف الأيسر لنصف-المعادلة، وتميل نصف-الخلية إلى أن تكون مهبطًا.
- كلما كانت قيمة جهد الاختزال القياسي منخفضة؛ يصعب اختزال المادة الموجودة على الطرف الأيسر لنصف-المعادلة، وتميل نصف الخلية إلى أن تكون مصعدًا.
- تزداد قوة العوامل المؤكسِدة من الأسفل إلى الأعلى لذلك يُعدّ الفلور (F_2) أقوى عامل مؤكسد (يمتلك القابلية الأكبر لكسب الإلكترونات).
- تزداد قوة العوامل المختزلة من الأعلى إلى الأسفل لذلك يُعدّ الليثيوم (Li) أقوى عامل مختزل (يمتلك القابلية الأكبر لفقدان الإلكترونات).

SAWOOD BADER – MASOOD BIN RAMADAN SCHOOL

SAWOOD BADER – MASOOD BIN RAMADAN SCHOOL

٢-٣ جهود الاختزال القياسية

سؤال

كتاب الطالب ص٧٦

(٨) مستندًا إلى قائمة جهود الاختزال القياسية أدناه، أجب عن الأسئلة من أ إلى د.

$Ag^+(aq) + e^- \rightleftharpoons Ag(s)$	$E_r^\circ = +0.80\ V$
$Co^{2+}(aq) + 2e^- \rightleftharpoons Co(s)$	$E_r^\circ = -0.28\ V$
$Cu^{2+}(aq) + 2e^- \rightleftharpoons Cu(s)$	$E_r^\circ = +0.34\ V$
$Pb^{2+}(aq) + 2e^- \rightleftharpoons Pb(s)$	$E_r^\circ = -0.13\ V$
$Zn^{2+}(aq) + 2e^- \rightleftharpoons Zn(s)$	$E_r^\circ = -0.76\ V$

أ. ما الفلز الذي يُعدّ العامل المختزل الأقوى؟

ب. ما الأيون الفلزي الذي يُعدّ اختزاله الأكثر صعوبة؟

ج. ما الفلز الذي يُعدّ الأكثر نشاطًا كيميائيًا؟

د. ما الأيون الفلزي الذي يُعدّ اختزاله الأكثر سهولة؟

كتاب الطالب ص٧٧

(٩) اقترح مواد متفاعلة مناسبة لإجراء كل من عمليات الأكسدة أو الاختزال الآتية. استخدم البيانات الموجودة في الملحق في آخر الكتاب لمساعدتك على الحل.

أ. اختزال أيونات (Zn^{2+}) إلى (Zn).

ب. أكسدة أيونات (Br^-) إلى (Br_2).

ج. اختزال أيونات (SO_4^{2-}) في وسط حمضي إلى (SO_2).

د. أكسدة أيونات (Cl^-) إلى (Cl_2).

(١٠) استخدم البيانات المدرجة في سلسلة قيم جهود الاختزال القياسية الموجود في نهاية هذا الكتاب للإجابة عن الأسئلة الآتية:

أ. أي من الأيونات الآتية: (Ag^+) و (Cr^{2+}) و (Fe^{2+})، يحتاج إلى العامل المختزِل الأقوى ليختزله إلى ذرات فلز؟

ب. أي من الذرات الآتية: (Ag) و (Cr) و (Fe)، يحتاج إلى العامل المؤكسِد الأقوى ليؤكسده إلى أيون؟

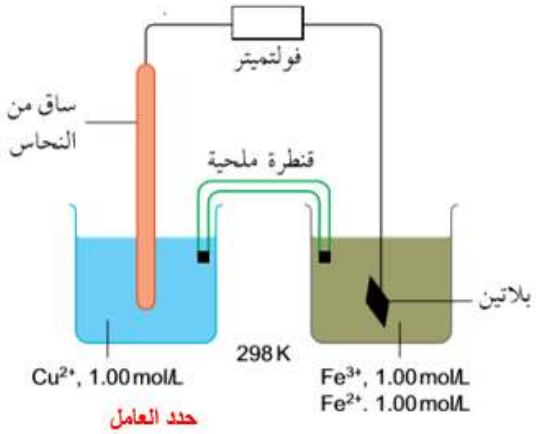
SAWOOD BADER – MASOOD BIN RAMADAN SCHOOL

SAWOOD BADER – MASOOD BIN RAMADAN SCHOOL

٢-٣ جهود الاختزال القياسية

ما أهمية جدول جهود الاختزال القياسية؟

للإجابة عن السؤال نجيب عن الأسئلة التالية للخلية الآتية :



حدد العامل المؤكسد والعامل المختزل في كل تفاعل؟

	Fe^{3+}/Fe^{2+}	Cu^{2+}/Cu
جهد الاختزال القياسي للأقطاب		
نصف الخلية الذي له ميل للفقد / أكسدة/مصعد/أنود		
نصف الخلية الذي له ميل للكسب / اختزال/مهبط /كاثود		
القطب + و -		
اتجاه الالكترونات		
جهد الخلية القياسي		

اذن الجواب

التنبؤ باتجاه تدفق الإلكترونات

التنبؤ بقيم جهد الخلية القياسي

التنبؤ بتلقائية التفاعل (إمكانية حدوث التفاعل)

أولا **التنبؤ باتجاه تدفق الإلكترونات**

سؤال

كتاب الطالب ص٧٨

(١١) حدد اتجاه تدفّق الإلكترونات في الخلايا الجلفانية الممثلة بأزواج أنصاف-المعادلات الآتية، مستعينًا بسلسلة قيم جهود الاختزال القياسية الموجودة في الملحق (٢).

أ. $Mn^{2+} + 2e^- \rightleftharpoons Mn$ و $F_2 + 2e^- \rightleftharpoons 2F^-$

ب. $I_2 + 2e^- \rightleftharpoons 2I^-$ و $Sn^{4+} + 2e^- \rightleftharpoons Sn^{2+}$

ج. $Cu^{2+} + 2e^- \rightleftharpoons Cu$ و $Cr_2O_7^{2-} + 14H^+ + 6e^- \rightleftharpoons 2Cr^{3+} + 7H_2O$

د. $Fe^{3+} + 3e^- \rightleftharpoons Fe$ و $Ni^{2+} + 2e^- \rightleftharpoons Ni$

مهم

١. القطب الموجب للخلية هو نصف-الخلية التي تمتلك قيمة E_r° أكبر.

٢. يكون اتجاه تدفق الإلكترونات عبر الدائرة الكهربائية الخارجية من نصف-الخلية التي تمتلك قيمة E_r° أقل (الآنود) إلى نصف-الخلية التي تمتلك قيمة E_r° أكبر (الكاثود).

جهد الخلية القياسي

Standard cell potential E_{cell}°:

الفرق بين قيمتَي جهد الاختزال القياسي لنصفي - خلية.

$$E_{cell}^\circ = E_r^\circ(\text{Cathode}) - E_r^\circ(\text{Anode})$$

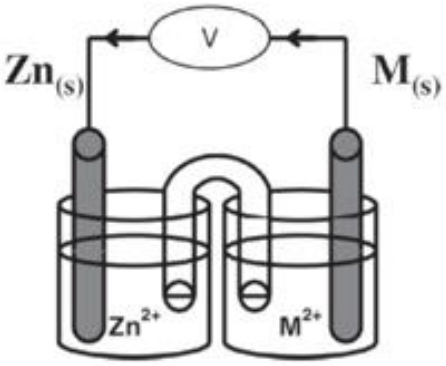
SAWOOD BADER – MASOOD BIN RAMADAN SCHOOL

SAWOOD BADER – MASOOD BIN RAMADAN SCHOOL

٣-٢ جهود الاختزال القياسية

أسئلة اختبارات

الشكل الآتي يمثل خلية جلفانية.

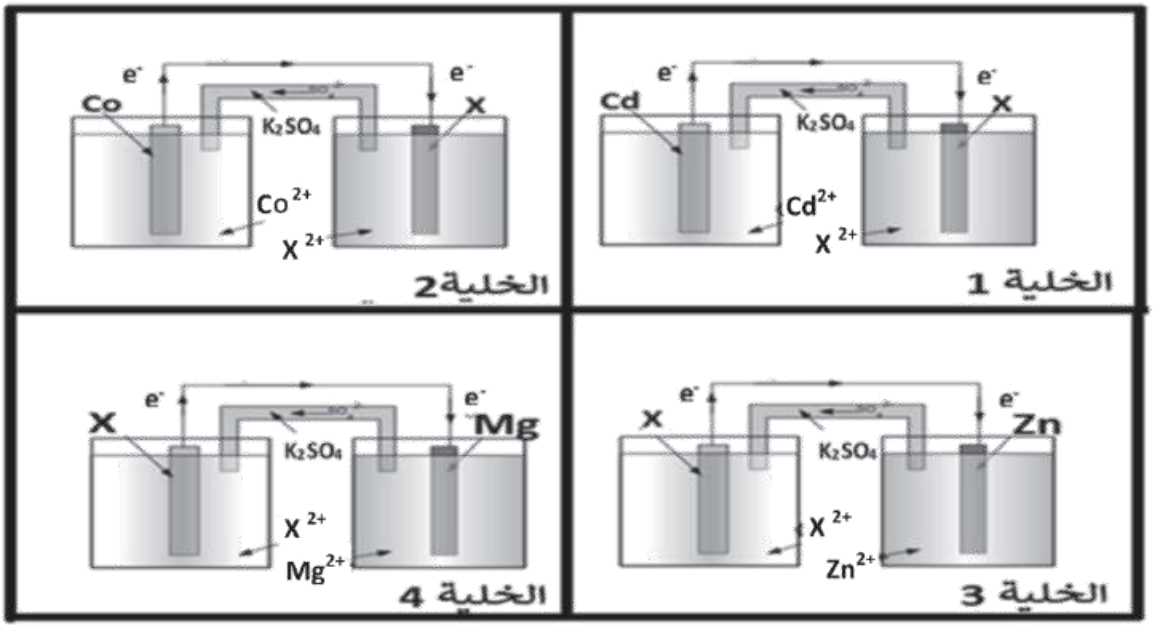


حدد القطب:
- الموجب
- الأعلى جهد

أي العناصرالآتية يمثل القطب المجهول (M) بحيث تنتج الخلية **أقل جهد قياسي**:

1. الكالسيوم (Ca)
2. النحاس (Cu)
3. الحديد (Fe)
4. الماغنيسيوم (Mg)

ادرس الشكل الآتي والذي يمثل مجموعة من الخلايا الجلفانية ثم أجب عن المفردة رقم ٧.



٧) أي من الخلايا أعلاه يكون القطب X هو Cr؟

1. 1
2. 2
3. 3
4. 4

SAUOD BADER – MASOOD BIN RAMADAN SCHOOL

٢-٣ جهود الاختزال القياسية

لديك الفلزات الآتية (D.C.B.A)، حيث تم صنع خلية جلفانية من كل منها في محلول من أحد أملاحه مع خلية من الحديد (الحديد الثنائي) وكانت النتائج وفق بالجدول الآتي:

قطبا الخلية الجلفانية	قيمة جهد الخلية (V)	اتجاه سريان الإلكترونات في الدائرة الخارجية	
		من	إلى
Fe, A	1.92	A	Fe
B, Fe	0.32	Fe	B
Fe ,c	1.21	C	Fe
D, Fe	0.19	Fe	D

المادة الأقل جهد اختزال من بين المواد الموضحة في الجدول هي:

1. A^+
2. B^{2+}
3. C^{2+}
4. D^+

ثانيا **التنبؤ بقيم جهد الخلية القياسي**

أسئلة

كتاب الطالب ص٧٨

(١٢) خلية جلفانية مكوّنة من نصف-الخلية Cr^{3+}/Cr ونصف-الخلية Cl_2/Cl^-.

أ. ارسم مخططًا لهذه الخلية.

ب. استخدم البيانات المدرجة في سلسلة قيم جهود الاختزال القياسية الموجودة في نهاية هذا الكتاب لحساب فولتية الخلية.

ج. أي نصف-خلية هو القطب الموجب؟

مهم

١. القطب الموجب للخلية هو نصف-الخلية التي تمتلك قيمة E_r° أكبر.

٢. يكون اتجاه تدفق الإلكترونات عبر الدائرة الكهربائية الخارجية من نصف-الخلية التي تمتلك قيمة E_r° أقل (الأنود) إلى نصف-الخلية التي تمتلك قيمة E_r° أكبر (الكاثود).

جهد الخلية القياسي

Standard cell potential E_{cell}°:

الفرق بين قيمتَي جهد الاختزال القياسي لنصفي - خلية.

$$E_{cell}^\circ = E_r^\circ(\text{Cathode}) - E_r^\circ(\text{Anode})$$

SAWOOD BADER – MASOOD BIN RAMADAN SCHOOL

٢-٣ جهود الاختزال القياسية

كتاب الطالب ص٧٨

(١٣) خلية جلفانية مكوّنة من نصف-الخلية Mn^{2+}/Mn ونصف-الخلية Pb^{2+}/Pb.

أ. ارسم مخططًا لهذه الخلية.

ب. استخدم البيانات المدرجة في سلسلة قيم جهود الاختزال القياسية الموجودة في نهاية هذا الكتاب لحساب فولتية الخلية.

ج. أي نصف-خلية هو القطب الموجب؟

ثالثا التنبؤ بتلقائية التفاعل (إمكانية حدوث التفاعل)

مهم

١. عندما يتم توصيل نصفَي-خلية معًا، فإن نصف-الخلية التي تمتلك قيمة E_r° أكبر تكسب الإلكترونات بسهولة أكثر وينزاح التفاعل في الاتجاه الأمامي لنصف-المعادلة ذات الصلة.

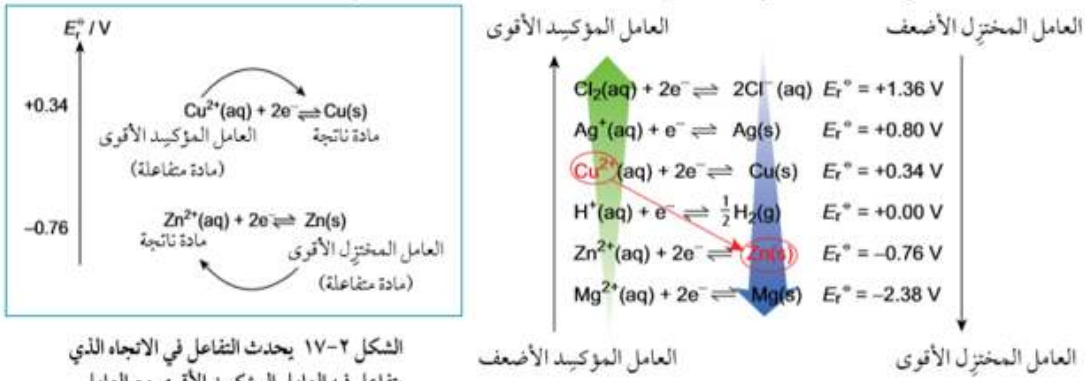
٢. يحدث تفاعل الأكسدة-اختزال في الاتجاه الذي يتفاعل فيه العامل المؤكسِد الأقوى مع العامل المختزِل الأقوى.

٣. يكون التفاعل قابلًا للحدوث عندما تكون قيمة جهد الخلية بإشارة موجبة.

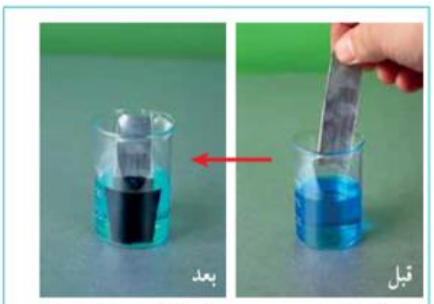
٤. يمكن التنبؤ بإمكانية حدوث تفاعل ما باستخدام القاعدة الآتية:

- عامل مؤكسِد + عامل مختزِل تحته في الترتيب = يحدث تفاعل تلقائي
- عامل مؤكسِد + عامل مختزِل فوقه في الترتيب = لا يحدث تفاعل تلقائي

تفاعل تلقائي (قابل للحدوث)
Feasible (Spontaneous reaction)
هو التفاعل الذي يمكن أن يحدث إذا كانت قيمة E_{cell}° للخلية موجبة.

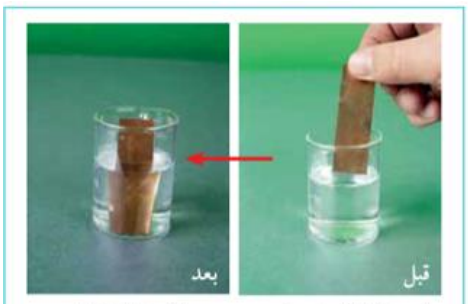


الشكل ٢-١٧ يحدث التفاعل في الاتجاه الذي يتفاعل فيه العامل المؤكسِد الأقوى مع العامل المختزل الأقوى (اتجاه عقارب الساعة).



وضع فلز الخارصين في محلول يحتوي على أيونات النحاس

يحدث التفاعل وفق المعادلة:
$Zn(s) + Cu^{2+}(aq) \rightarrow Zn^{2+}(aq) + Cu(s)$



وضع فلز النحاس في محلول يحتوي على أيونات الخارصين

لا يحدث تفاعل
$Zn^{2+}(aq) + Cu(s) \rightarrow Zn(s) + Cu^{2+}(aq)$

SAWOOD BADER – MASOOD BIN RAMADAN SCHOOL

٢-٣ جهود الاختزال القياسية

أمثلة

٤. هل يمكن لجزيئات البروم (Br_2)، أن تؤكسد فلز الفضة (Ag)، إلى أيونات فضة Ag^+؟ أوضح إجابتك بحساب جهد الخلية القياسي E°_{cell}

٥. هل ستؤكسد جزيئات اليود (I_2)، فلز الفضة (Ag)، إلى أيونات فضة Ag^+؟

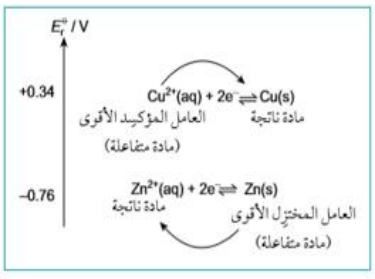
مثال

١. مستعينًا بسلسلة جهود الاختزال القياسية، هل يمكن لغاز الكلور (Cl_2) أن يؤكسد أيونات (Fe^{2+}) إلى أيونات (Fe^{3+})؟ وهل سيحدث تفاعل إذا أُضيف محلول مائي من أيونات (Fe^{3+}) إلى محلول مائي من أيونات (Cl^-)؟ وضح إجابتك بالمعادلات الكيميائية.

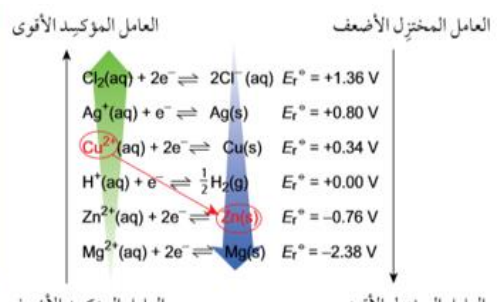
مثال

٢. هل يمكن لجزيئات اليود (I_2) أن تؤكسد أيونات (Fe^{2+}) إلى أيونات (Fe^{3+})؟

تذكر



الشكل ٢-١٧ يحدث التفاعل في الاتجاه الذي يتفاعل فيه العامل المؤكسِد الأقوى مع العامل المختزل الأقوى (اتجاه عقارب الساعة).



SAUOD BADER – MASOOD BIN RAMADAN SCHOOL

SAUOD BADER – MASOOD BIN RAMADAN SCHOOL

SAUOD BADER – MASOOD BIN RAMADAN SCHOOL

٢-٣ جهود الاختزال القياسية

أسئلة

(١٤) استخدم البيانات المدرجة في سلسلة قيم جهود الاختزال القياسية الموجودة في نهاية هذا الكتاب للتنبؤ بما إذا كان أي من التفاعلات الآتية قابلًا للحدوث أم لا. فإذا كان حدوث التفاعل ممكنًا، فاكتب المعادلة الكيميائية الموزونة له. لتوضيح الإجابة، احسب فولتية كل خلية في الجزئيات من أ إلى د.

أ. هل يمكن لأيونات (MnO_4^-) أن تؤكسد أيونات (Cl^-) إلى جزيئات (Cl_2) في وسط حمضي؟ هل سيكون إجراء هذا التفاعل في مختبر مفتوح آمنًا؟ اشرح إجابتك.

ب. هل يمكن لأيونات (MnO_4^-) أن تؤكسد أيونات (F^-) إلى جزيئات (F_2) في وسط حمضي؟

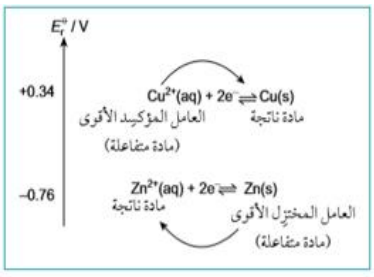
ج. هل يمكن لأيونات (H^+) أن تؤكسد أيونات (V^{2+}) إلى أيونات (V^{3+})؟

د. هل يمكن لأيونات (H^+) أن تؤكسد أيونات (Fe^{2+}) إلى أيونات (Fe^{3+})؟

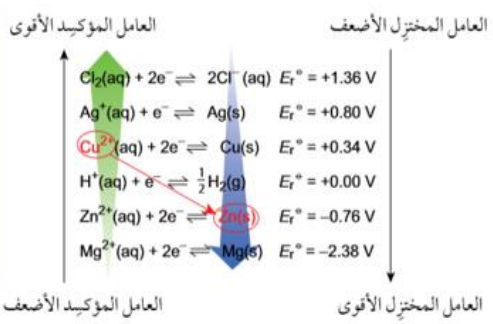
(١٥) استخدم قيم E_r° للهالوجينات لشرح ما يلي:

أ. لماذا يمكن للبروم أن يؤكسد محلولًا مائيًا من أيونات اليوديد؟

ب. لماذا لا يتفاعل البروم مع أيونات الكلوريد؟



الشكل ٢-١٧ يحدث التفاعل في الاتجاه الذي يتفاعل فيه العامل المؤكسِد الأقوى مع العامل المختزِل الأقوى (اتجاه عقارب الساعة).



تذكر

SAUOD BADER – MASOOD BIN RAMADAN SCHOOL

٢-٣ جهود الاختزال القياسية

كتاب النشاط ص٥٠

١. تفحّص نصفَي-المعادلة أدناه، ثم أجب عن الأسئلة التي تلي:

$Zn^{2+}(aq) + 2e^- \rightleftharpoons Zn(s)$ $\quad E_r^\ominus = -0.76\ V$

$H^+(aq) + e^- \rightleftharpoons \frac{1}{2} H_2(g)$ $\quad E_r^\ominus = 0.00\ V$

أ. أي جسيم يكون اختزاله أسهل؟ ولماذا؟

.....

.....

ب. أي جسيم يكون الأكثر قابلية لكسب إلكترونات؟

.....

.....

ج. اكتب المعادلة الكلية الموزونة للتفاعل الذي يحدث.

.....

.....

كتاب النشاط ص٥٠

٢. لكل زوج من أنصاف-المعادلات أدناه، اقترح أي جسيم يكون اختزاله أسهل، واكتب المعادلة الموزونة للتفاعل الذي يحدث.

أ. $Cl_2(aq) + 2e^- \rightleftharpoons 2Cl^-(aq)$ $\quad E_r^\ominus = +1.36\ V$

$Fe^{3+}(aq) + 2e^- \rightleftharpoons Fe^{2+}(aq)$ $\quad E_r^\ominus = +0.77\ V$

.....

ب. $MnO_4^-(aq) + 8H^+(aq) + 5e^- \rightleftharpoons Mn^{2+}(aq) + 4H_2O(l)$ $\quad E_r^\ominus = +1.52\ V$

$Fe^{3+}(aq) + e^- \rightleftharpoons Fe^{2+}(aq)$ $\quad E_r^\ominus = +0.77\ V$

.....

ج. $Pb^{2+}(aq) + 2e^- \rightleftharpoons Pb(s)$ $\quad E_r^\ominus = -0.13\ V$

$Cr^{3+}(aq) + e^- \rightleftharpoons Cr^{2+}(aq)$ $\quad E_r^\ominus = -0.41\ V$

.....

د. $I_2(aq) + 2e^- \rightleftharpoons 2I^-(aq)$ $\quad E_r^\ominus = +0.54\ V$

$Br_2(aq) + 2e^- \rightleftharpoons 2Br^-(aq)$ $\quad E_r^\ominus = +1.07\ V$

.....

كتاب النشاط ص٥١

٣. احسب جهد الخلية القياسي لكل خلية متكوّنة من كل من أزواج أنصاف-المعادلات الآتية:

أ. $Cl_2(aq) + 2e^- \rightleftharpoons 2Cl^-(aq)$ $\quad E_r^\ominus = +1.36\ V$

$Ag^+(aq) + e^- \rightleftharpoons Ag(s)$ $\quad E_r^\ominus = +0.80\ V$

.....

ب. $Pb^{2+}(aq) + 2e^- \rightleftharpoons Pb(s)$ $\quad E_r^\ominus = -0.13\ V$

$Zn^{2+}(aq) + 2e^- \rightleftharpoons Zn(s)$ $\quad E_r^\ominus = -0.76\ V$

.....

ج. $I_2(aq) + 2e^- \rightleftharpoons 2I^-(aq)$ $\quad E_r^\ominus = +0.54\ V$

$Ag^+(aq) + e^- \rightleftharpoons Ag(s)$ $\quad E_r^\ominus = +0.80\ V$

.....

د. $Ni^{2+}(aq) + 2e^- \rightleftharpoons Ni(s)$ $\quad E_r^\ominus = -0.25\ V$

$PbO_2(s) + 4H^+(aq) + 2e^- \rightleftharpoons Pb^{2+}(aq) + 2H_2O(l)$ $\quad E_r^\ominus = +1.47\ V$

.....

مهم

١. القطب الموجب للخلية هو نصف-الخلية التي تمتلك قيمة $E_r^\ominus$ أكبر.

٢. يكون اتجاه تدفق الإلكترونات عبر الدائرة الكهربائية الخارجية من نصف-الخلية التي تمتلك قيمة $E_r^\ominus$ أقل (الأنود) إلى نصف-الخلية التي تمتلك قيمة $E_r^\ominus$ أكبر (الكاثود).

جهد الخلية القياسي

Standard cell potential $E_{cell}^\ominus$:

الفرق بين قيمتَي جهد الاختزال القياسي لنصفي - خلية.

$$E_{cell}^\ominus = E_r^\ominus(\text{Cathode}) - E_r^\ominus(\text{Anode})$$

كتاب النشاط ص٥٢

استخدم قيم $E_r^\ominus$ الموجودة في آخر الكتاب لاستنتاج ما إذا كانت التفاعلات الآتية تلقائية أم لا.

أ. تفاعل منجنات (VII) البوتاسيوم في وسط حمضي مع أيونات الفلوريد.

.....

ب. تفاعل الفلز Ni مع أيونات Fe^{3+}.

.....

ج. تفاعل أيونات المنجنيز (II) مع أيونات اليوديد.

.....

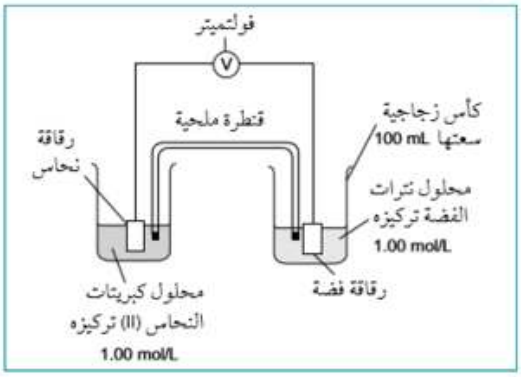
SAWOOD BADER – MASOOD BIN RAMADAN SCHOOL

SAWOOD BADER – MASOOD BIN RAMADAN SCHOOL

٢-٣ جهود الاختزال القياسية

كتاب الطالب ص١٠٢

٢ يُوضح المخطط الآتي خلية كهروكيميائية تتضمن نظامَين يتكوّن كل منهما من فلز/ أيون الفلز.



قيمة جهد الاختزال القياسي لكل من نصفَي-الخلية هي:

$Ag^+(aq) + e^- \rightleftharpoons Ag(s)$ $\quad E_r^\circ = +0.80\ V$

$Cu^{2+}(aq) + 2e^- \rightleftharpoons Cu(s)$ $\quad E_r^\circ = +0.34\ V$

أ. احسب قيمة جهد الخلية القياسي، موضحًا طريقة الحل.

ب. اكتب المعادلة الكيميائية الموزونة للتفاعل الكلي في الخلية.

ج. في هذا التفاعل:

١. سمِّ المادة التي تأكسدت. اشرح إجابتك.

٢. سمِّ المادة التي اختُزلت. اشرح إجابتك.

٣. اذكر الاتجاه التي تتدفق فيه الإلكترونات. اشرح إجابتك.

كتاب الطالب ص١٠٢

٣ أ. عرِّف المصطلح: جهد الاختزال القياسي.

ب. ارسم مخططًا معنونًا لتوضيح كيف يمكن قياس قيمة جهد الاختزال القياسي لنصف-خلية تحتوي على غاز الكلور وأيونات الكلوريد.

ج. اكتب نصف-المعادلة لنصف-الخلية هذه التي تمثل القطب الموجب.

د. قيمة جهد الاختزال القياسي لنصف-الخلية Cl_2/Cl^- تساوي +1.36 V. تمّ توصيل نصف-الخلية هذه بنصف-خلية قياسية أخرى تحتوي على يود صلب في حالة اتزان مع أيونات يوديد. قيمة جهد الاختزال القياسي لنصف-الخلية I_2/I^- تساوي +0.54 V.

١. احسب قيمة جهد الخلية القياسي (E_{cell}°) لهذه الخلية.

٢. اكتب المعادلة الكيميائية الموزونة للتفاعل الكلي في الخلية.

SAWOD BADER – MASOOD BIN RAMADAN SCHOOL

٢-٣ جهود الاختزال القياسية

كتاب الطالب ص١٠٤

د. قيم جهود الاختزال القياسية لعدد من أنصاف–المعادلات موضحة في القائمة أدناه:

$Fe^{3+}(aq) + e^- \rightleftharpoons Fe^{2+}(aq)$	$E_r^\circ = +0.77\ V$
$I_2(aq) + 2e^- \rightleftharpoons 2I^-(aq)$	$E_r^\circ = +0.54\ V$
$Ni^{2+}(aq) + 2e^- \rightleftharpoons Ni(s)$	$E_r^\circ = -0.25\ V$
$Pb^{4+}(aq) + 2e^- \rightleftharpoons Pb^{2+}(aq)$	$E_r^\circ = +1.69\ V$

من هذه القائمة حدد الذرة أو الأيون الذي سيختزل اليود إلى أيونات يوديد. اشرح إجابتك؟

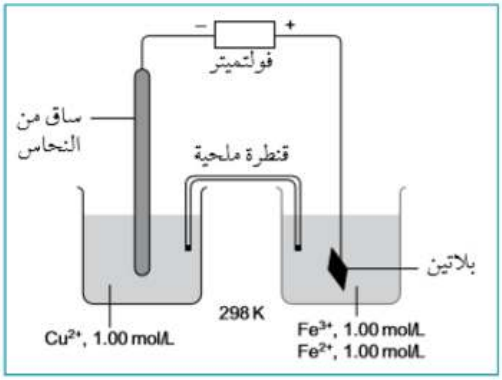
٥ تتضمن القائمة أدناه قيم جهود الاختزال القياسية لخمسة أنصاف–معادلات.

$Cu^{2+}(aq) + 2e^- \rightleftharpoons Cu(s)$	$E_r^\circ = +0.34\ V$
$Fe^{2+}(aq) + 2e^- \rightleftharpoons Fe(s)$	$E_r^\circ = -0.44\ V$
$Fe^{3+}(aq) + e^- \rightleftharpoons Fe^{2+}(aq)$	$E_r^\circ = +0.77\ V$
$I_2(aq) + 2e^- \rightleftharpoons 2I^-(aq)$	$E_r^\circ = +0.54\ V$
$Zn^{2+}(aq) + 2e^- \rightleftharpoons Zn(s)$	$E_r^\circ = -0.76\ V$

أ. حدد المواد الموجودة في هذه القائمة والتي تُعدّ:
١. العامل المؤكسِد الأقوى.
٢. العامل المختزل الأقوى.

كتاب الطالب ص١٠٤

ب. تمّ تركيب خلية كهروكيميائية وفقًا لما هو موضح في المخطط أدناه:



١. احسب قيمة جهد الخلية القياسي لهذه الخلية.
٢. اذكر اتجاه تدفق الإلكترونات في الدائرة الكهربائية الخارجية. اشرح إجابتك.
٣. اكتب معادلة تمثل التفاعل الكامل لهذه الخلية.

كتاب النشاط ص٧٢

٢. يتم قياس جهد الاختزال القياسي لنصف–الخلية Zn^{2+}/Zn عن طريق توصيلها بقطب الهيدروجين القياسي بوساطة قنطرة ملحية.

أ. عرّف جهد الاختزال القياسي.

ب. ما أهمية القنطرة الملحية؟

ج. اذكر الظروف الواجب مراعاتها لجعل نصف–الخلية Zn^{2+}/Zn قياسية.

د. صف كيفية تحضير قطب الهيدروجين القياسي.

هـ. اكتب معادلة التفاعل الكلي في هذه الخلية، مع ذكر الحالة الفيزيائية.

و. تمّ توصيل نصف–الخلية Zn^{2+}/Zn بنصف–خلية تحتوي على منجنات (VII) البوتاسيوم.

$Zn^{2+}(aq) + 2e^- \rightleftharpoons Zn(s)$	$E_r^\ominus = -0.76\ V$
$MnO_4^-(aq) + 8H^+(aq) + 5e^- \rightleftharpoons Mn^{2+}(aq) + 4H_2O(l)$	$E_r^\ominus = +1.52\ V$

١- احسب قيمة $E_{cell}^\ominus$.

SAWOOD BADER – MASOOD BIN RAMADAN SCHOOL
SAWOOD BADER – MASOOD BIN RAMADAN SCHOOL

SAWOOD BADER – MASOOD BIN RAMADAN SCHOOL

اليوم:	التاريخ:

٢-٣ جهود الاختزال القياسية

كتاب النشاط ص ٧٤

و. ١- ما المقصود بالمصطلح تلقائي «قابل للحدوث» عند تطبيقه على التفاعلات الكيميائية؟

٢- اقترح أحد الطلبة أن التفاعل الآتي يُعدّ تلقائيًّا (قابلًا للحدوث).

$$I_2 + Pb^{2+} + 2H_2O \rightarrow 2I^- + PbO_2 + 4H^+$$

بالاعتماد على نصفَي-المعادلة الآتيَين، اشرح ما إذا كان الطالب على صواب أم لا.

$$I_2(aq) + 2e^- \rightleftharpoons 2I^-(aq) \qquad E_r^\ominus = +0.54\ V$$

$$PbO_2(s) + 4H^+(aq) + 2e^- \rightleftharpoons Pb^{2+}(aq) + 2H_2O(l) \qquad E_r^\ominus = +1.47\ V$$

ادعم إجابتك بحساب قيمة $E_{cell}^\ominus$.

مسائل اختبارات

تم وضع لوح من القصدير في محلول نترات النحاس كما في الشكل الآتي:



أ. هل يُعدّ التفاعل تلقائي؟ فسّر إجابتك.

ب. ما نوع الطاقة الناتجة من التفاعل؟

مستخدمًا جهود الاختزال القياسية $E_r^\ominus$ (V) للمواد الآتية:

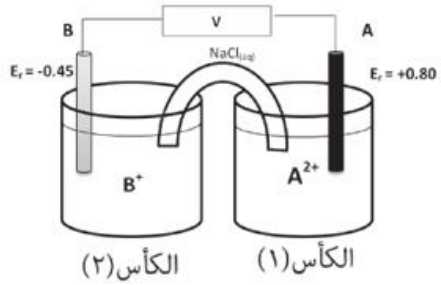
$Ac^{3+}/Ac = -2.60$ $\quad Se/Se^{2-} = -0.92$

$Ce^{3+}/Ce = -2.48$ $\quad Rb^{2+}/Rb = -2.93$

أي الأزواج الآتية **لا يحدث** بينهما تفاعل أكسدة واختزال تلقائي:

1. Ac^{3+} و Rb
2. Ce و Se
3. Rb^{2+} و Ac
4. Se و Rb

عند توصيل الدائرة الكهربائية في الخلية الجلفانية الموضحة بالشكل الآتي:



ما العبارة التي تصف ما يحدث في الخلية ؟

	كتلة القطب A	كتلة القطب B	حركة أيونات Na^+	ΔE°
1	تزيد	تقل	بإتجاه الكأس (١)	+0.35V
2	تقل	تزيد	بإتجاه الكأس (٢)	+0.35V
3	تزيد	تقل	بإتجاه الكأس (١)	+1.25V
4	تقل	تزيد	بإتجاه الكأس (٢)	+1.25V

الرمز الاصطلاحي الآتي لخلية جلفانية قياسية تحتوي على قطب فلز (X) مجهول.

$$X_{(s)}\ |X^{2+}_{(aq)}||\ Pb^{2+}_{(aq)}|\ Pb_{(s)}$$

ادرسه جيدًا، ثم أجب عن الأسئلة الآتية:

أ. اكتب اثنين من الظروف القياسية لقياس جهد الخلية الجلفانية؟

(١):

(٢):

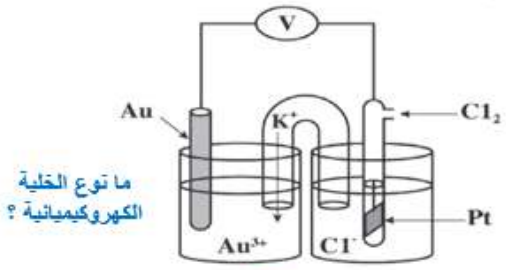
ب. وضح حسابيًا صيغة الفلز (X)، إذا كانت قراءة الفولتميتر للخلية تساوي (2.24 v)؟

SAUOD BADER – MASOOD BIN RAMADAN SCHOOL

٢-٣ جهود الاختزال القياسية

مسائل اختبارات

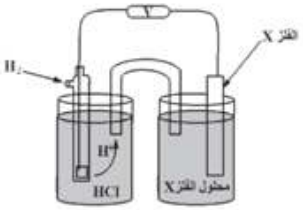
الشكل الآتي يوضّح اتجاه حركة الأيونات الموجبة في القنطرة الملحية للتفاعل الحاصل في الخلية الجلفانية، الرمز العام للخلية هو:



1. $Pt/2Cl^-/Cl_2//Au^{3+}/Au$
2. $2Cl^-/Cl_2//Au^{3+}/Au$
3. $Au/Au^{3+}//Cl_2/2Cl^-/Pt$
4. $Cl_2/2Cl^-//Au^{3+}/Au$

تم بناء خلية جلفانية كما في الشكل المقابل لمعرفة جهد اختزال الفلز X ، حيث لوحظ تصاعد غاز الهيدروجين عند قطب الهيدروجين القياسي.

أي مما يأتي يمثل القطب (X)

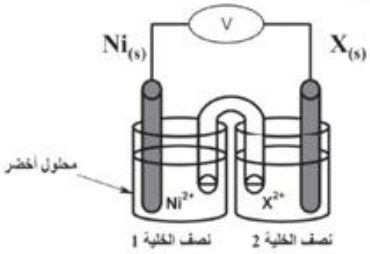


1. Ag
2. Cu
3. Al
4. Hg

عند التحليل الكهربائي لمحلول $NiI_{2(aq)}$ باستخدام أقطاب من البلاتين فإن الجهد المناسب (بالفولت) من بين الجهود التالية الذي يمكن أن تعمل به خلية التحليل هو:

1. 0.90
2. 0.54
3. 0.28
4. 0.26

الشكل المقابل يمثل خلية جلفانية بها قطب (X)



مغموس في محلول أيوناته. أي المواد الآتية (Zn, Pb, Cd, Cu) يمكن أن تمثل القطب (X) إذا زادت شدة لون المحلول في نصف الخلية (1)؟

1. Cd أو Zn
2. Cu أو Pb
3. Pb أو Zn
4. Cu أو Cd

يوضح الجدول خليتين جلفانيتين وقيمة الجهد القياسي لكل خلية منهما. ادرسه جيدًا ثم أجب عن المفردة رقم (٧):

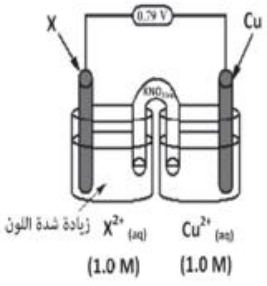
رقم الخلية	المصعد	المهبط	ΔE
1	X	Ag	0.46 v
2	Al	Y	1.4 v

٧) إذا تم توصيل خلية جلفانية قطباها (X، Y)، فما قيمة جهد الخلية القياسي بوحدة (V)؟

1. 0.6
2. 0.94
3. 1.4
4. 1.86

يوضح الشكل المقابل خلية جلفانية مكوّنة من قطب نحاس (Cu) وقطب مجهول(X).

وضّح حسابيا صيغة الفلز (X).



يمثل الجدول الآتي الرموز الاصطلاحية لمجموعة من الخلايا الجلفانية وجهد اختزال مصعدها. ادرسه ثم أجب عن المفردة رقم ٦.

الخلية	1	2	3
الرمز الاصطلاحي	$A/A^{2+}//C^{2+}/C$	$D/D^{2+}//B^{2+}/B$	$B/B^{2+}//A^{2+}/A$
$E^{\circ}r$ (المصعد)	-0.26	Z	-0.40

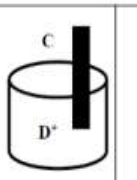
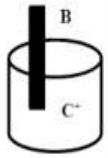
٦) ما القيمة التي يمكن أن يمثلها الرمز Z؟

1. -0.76
2. -0.36
3. -0.13
4. +0.34

SAUOD BADER – MASOOD BIN RAMADAN SCHOOL

٢-٣ جهود الاختزال القياسية

يوضح الشكل الاتي نتائج تجارب قام بها احد الطلبه للفلزات الافتراضيه (A, B, C, D) لدراسة الترتيب الصحيح للعوامل المختزلة

التجربة	A	B	C
			
النتيجة	يترسب B	يترسب C	يترسب D

أ- المادة التي يزيد عدد تأكسدها وتفقد الألكترونات تسمى ..... (أكمل)

ب-اكتب رمز العامل المؤكسد الأضعف ؟ مع ذكر السبب.

الرمز : .....

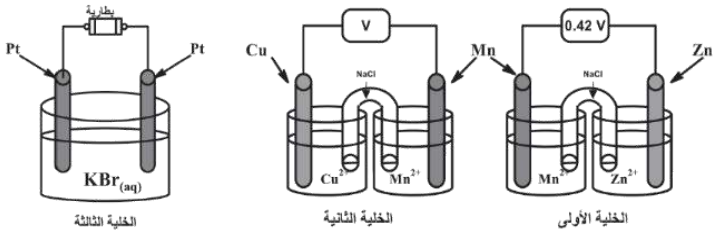
السبب : .....

د- يمكن حفظ محلول B^+ في وعاء مصنوع من

A ☐ C ☐ ضلل الإجابة الصحيحة

فسر إجابتك.....

يوضّح الشكل الآتي ثلاث خلايا كهروكيميائية، ادرسها جيدًا، ثم أجب عن الأسئلة التي تليها.



أ. أكمل الجدول الآتي:

وجه المقارنة	الخلية الثانية	الخلية الثالثة
تلقائية التفاعل (تلقائي أم غير تلقائي)	_____	_____
اتجاه حركة الإلكترونات بين المهبط والمصعد	_____ إلى _____	_____ إلى _____

ب. في الخلية الأولى أي القطبين ستزداد كتلته مع مرور الزمن؟

Mn ☐ Zn ☐

ج. اكتب معادلتي نصفي التفاعل الحاصلتين في الخلية الثالثة.

المصعد _____

المهبط _____

د. أوجد قيمة جهد الخلية الثانية، إذا استبدل قطب Mn بقطب Zn.

مسائل اختبارات

من خلال التفاعلين الآتيين:

$Z^{2+} + T \longrightarrow Z + T^{2+}$

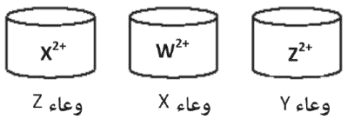
$X + T^{2+} \longrightarrow X^{2+} + T$

أي الأوعية الموضحة في الشكل السابق يمكن أن نحفظ فيه المحلول (T^{2+})؟

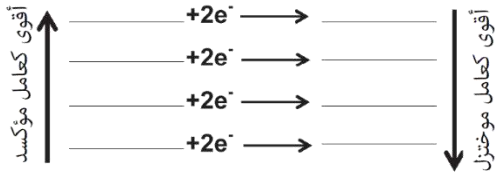
W ☐ Y ☐ (ظلل الإجابة الصحيحة)

فسّر إجابتك؟

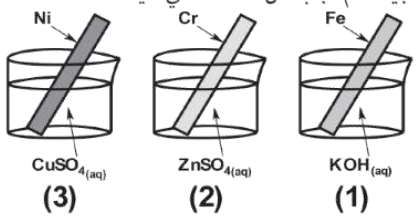
الشكل الآتي يوضح حفظ مجموعة من المحاليل (X^{2+} , W^{2+} , Z^{2+}) في أوعية مختلفة مصنوعة من الفلزات (X , Y , Z). ادرسه جيدا، ثم أجب عن الأسئلة التي تليه :



(١) أكمل سلسلة النشاط الكيميائي الآتية:



يوضح الشكل الآتي ثلاثة كؤوس فيها محاليل مختلفة؛ وُضِعت فيها ثلاثة أقطاب مختلفة. ادرس الشكل جيدا، ثم أجب عن الأسئلة التي تليه:



(١) إذا علمت أن التفاعل الكيميائي الحاصل في الكأس رقم (3) هو تفاعل تلقائي تنتج عنه طاقة حرارية؛ فكيف يمكن الاستفادة من التفاعل لإنتاج الكهرباء؟

(٢) إذا تم وضع قطب (Fe) آخر في الكأس رقم (1)، وتم توصيل القطبين بمصدرٍ للتيار الكهربائي لتكوين خلية إلكتروليتية.
اكتب التفاعل الحاصل عند المهبط في بداية التفاعل.

(٣) ما نوع التفاعل في الكأس رقم (2)؟

تلقائي ☐ غير تلقائي ☐ (ظلل الإجابة الصحيحة)

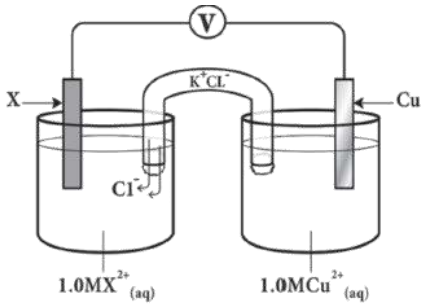
فسّر إجابتك؟

SAWOOD BADER – MASOOD BIN RAMADAN SCHOOL

اليوم:	التاريخ:

٢-٣ جهود الاختزال القياسية

مسائل اختبارات



يُوضِّح الشكل المقابل خلية جلفانية مكونة من قطب نحاس (Cu)، وقطب مجهول (X)، وكانت القوة الدافعة الكهربائية تساوي (1.25V).

أ. اكتب **اثنين** من وظائف القنطرة الملحية في الخلايا الجلفانية؟

(١): _____

(٢): _____

ب. **وضح حسابيًا** صيغة الفلز (X).

أُعطي طالب ثلاث قيم جهود اختزال قياسية (0.22 V, - 0.36 V, -0.20 V) لثلاثة أنصاف تفاعلات اختزال **(غير مرتبة)** للمعادلات الآتية:

$$PbSO_{4(s)} + 2e^- \longrightarrow Pb_{(s)} + SO^{2-}_{4(aq)}$$

$$AgCl_{(s)} + e^- \longrightarrow Ag_{(s)} + Cl^-_{(aq)}$$

$$Mo^{3+}_{(aq)} + 3e^- \longrightarrow Mo_{(s)}$$

قام الطالب بتركيب ثلاث خلايا جلفانية أحد أقطابها مكون من **قطب الهيدروجين القياسي**، والقطب الآخر من أحد أنصاف التفاعلات أعلاه.

أ. مستخدمًا المشاهدات بالجدول الآتي **وقيم جدول جهود الاختزال القياسية المرفق**، اكتب قيم جهود الاختزال الصحيحة مقابل كل نصف تفاعل اختزال بالجدول:

رقم الخلية	نصف الخلية المراد اختباره مع قطب الهيدروجين القياسي	المشاهدة	قيمة جهد الاختزال القياسية
1	$PbSO_{4(s)} + 2e^- \longrightarrow Pb_{(s)} + SO^{2-}_{4(aq)}$	زيادة في قيمة pH لمحلول قطب الهيدروجين القياسي	_____
2	$AgCl_{(s)} + e^- \longrightarrow Ag_{(s)} + Cl^-_{(aq)}$	تسري الإلكترونات من قطب الهيدروجين القياسي إلى قطب الفضة	_____
3	$Mo^{3+}_{(aq)} + 3e^- \longrightarrow Mo_{(s)}$	نقص في كتلة قطب الموليبدنيوم	_____

ب. ما أكبر جهد خلية جلفانية (بالفولت) يمكن الحصول عليه من أنصاف الخلايا الثلاث السابقة؟

SAUOD BADER – MASOOD BIN RAMADAN SCHOOL

SAUOD BADER – MASOOD BIN RAMADAN SCHOOL

بعد نهاية الدرس

أستطيع أن	أراجع الموضوع	أحتاج إلى بذل المزيد من الجهد	متمكّن إلى حدّ ما	مستعدّ للمضي قدمًا
أحسب قيمة جهد خلية قياسي من خلال العلاقة: $E^{\ominus}_{cell} = E^{\ominus}_{r}$ (Cathode) – $E^{\ominus}_{r}$ (Anode)	٢-٣			
أستخدم قيمة جهد الخلية القياسي لاستنتاج شحنة كل قطب كهربائي، واتجاه تدفق الإلكترونات في الدائرة الكهربائية الخارجية لخلية كهروكيميائية بسيطة.	٢-٣			
أستخدم قيم جهود الاختزال القياسية لاستنتاج النشاط الكيميائي النسبي للعناصر والمركبات والأيونات كعوامل مؤكسِدة أو عوامل مختزِلة.	٢-٣			
أستخدم قيمة جهد الخلية القياسي للتنبؤ بتلقائية التفاعل (إمكانية حدوث تفاعل ما).	٢-٣			
أنشئ معادلات أكسدة-اختزال باستخدام أنصاف-المعادلات ذات الصلة.	٢-٣			

SAUOD BADER – MASOOD BIN RAMADAN SCHOOL

SAUOD BADER – MASOOD BIN RAMADAN SCHOOL

٤-٢ تأثير تراكيز الأيونات على قيم جهود الاختزال (E_r)

- يستنتج ما إذا كانت قيمة جهد الاختزال E_r تزداد أو تقل عند تغيير تراكيز الأيونات المائية الموجودة في نصف-خلية ما.
- يذكر معادلة نيرنست في ضوء اللوغاريتم العشري $\log_{10}$
- يستخدم معادلة نيرنست لحساب قيمة E_r لنصف-خلية مع تراكيز غير قياسية.
- يستخدم معادلة نيرنست لحساب قيمة E_{Cell} لخلية مع تراكيز غير قياسية.

معايير النجاح



ما الظروف القياسية المستخدمة في قياس جهد القطب الكهربائي؟

- تركيز الأيونات يساوي 1.00 mol/L.
- درجة الحرارة تساوي 25 °C (298 K)
- قيمة الضغط لأي غاز تساوي 1 atm (100 kPa)

لكن ماذا تتوقع أن يحدث إذا تغيرت درجة الحرارة أو تركيز إحدى المواد المتفاعلة والناتجة؟

ادرس التفاعلين التالي ثم أكمل الجدولين التاليين :

$Zn^{2+}(aq) + 2e^- \rightleftharpoons Zn(s)$ $\quad E_r^\ominus = -0.76\ V$

الحالة	اتجاه التفاعل (امامي – عكسي)	قيمة جهد الخلية (يقل – يزداد)
زيادة تركيز Zn^{+2} عن 1M		
نقص تركيز Zn^{+2} عن 1M		

$Fe^{3+} + e^- \rightleftharpoons Fe^{2+}$ $\quad E_r^\ominus = +0.77\ V$

الحالة	اتجاه التفاعل (امامي – عكسي)	قيمة جهد الخلية (يقل – يزداد)
زيادة تركيز Fe^{+2} عن 1M		
نقص تركيز Fe^{+2} عن 1M		
نقص تركيز Fe^{+3} عن 1M		
اذا زاد تركيز الايونين عن 1M		

المصطلح	الرمز
جهد القطب	E
جهد القطب القياسي	$E^\ominus$
جهد الاختزال	E_r
جهد الاختزال القياسي	$E_r^\ominus$
جهد الخلية	E_{cell}
جهد الخلية القياسي	$E_{cell}^\ominus$

SAWOD BADER – MASOOD BIN RAMADAN SCHOOL

٤-٢ تأثير تراكيز الأيونات على قيم جهود الاختزال (E_r)

سؤال

كتاب الطالب ص ٩٠

(١٦) تمتلك نصف-الخلية الآتية قيمة E_r° تساوي +1.33 V:

$$Cr_2O_7^{2-} + 14\,H^+ + 6e^- \rightleftharpoons 2Cr^{3+} + 7H_2O$$

أ. اقترح كيف تتغيّر قيمة E_r° مع كل من التغيّرات الآتية في تركيز أحد الجسيمات، مع بقاء تراكيز الجسيمات الأخرى ثابتة عند 1.00 mol/L.

١. ازدياد $[Cr_2O_7^{2-}]$

٢. نقصان $[H^+]$

٣. ازدياد $[Cr^{3+}]$

ب. ما تأثير كل من هذه التغيّرات في التركيز على قوة محلول من $(Cr_2O_7^{2-})$ في وسط حمضي كعامل مؤكسِد؟

ج. ما الظروف التي قد تستخدمها لتجعل محلولًا من $(Cr_2O_7^{2-})$ عاملًا مؤكسِدًا أقوى؟

د. استخدم مبدأ لوشاتيلييه لشرح إجابتك على الجزئية ج.

كتاب النشاط ص ٥٢

١. يمكن تطبيق مبدأ لوشاتيلييه على معادلات الأكسدة-اختزال. إذا ازداد تركيز أحد الجسيمات على أحد طرفَي نصف-المعادلة، فإن موضع الاتزان سينزاح في الاتجاه المعاكس لهذا التغير.

استخدم مبدأ لوشاتيلييه لاقتراح ما يحدث لقيمة جهد القطب E_r، في أنصاف-المعادلات الآتية.

أ. ازدياد تركيز أيونات Zn^{2+} في:

$$Zn^{2+}(aq) + 2e^- \rightleftharpoons Zn(s) \qquad E_r^\ominus = -0.76\ V$$

.....

.....

ب. تخفيف مخلوط التفاعل في نصف-المعادلة الموجودة في الجزئية أ.

.....

.....

ج. تركيز أيونات Cr^{2+} يساوي 1.5 mol/L وتركيز أيونات Cr^{3+} يساوي 1.0 mol/L.

$$Cr^{3+}(aq) + e^- \rightleftharpoons Cr^{2+}(aq) \qquad E_r^\ominus = -0.41\ V$$

.....

.....

د. في المعادلة أعلاه، يكون تركيز أيونات Cr^{2+} يساوي 0.75 mol/L وتركيز أيونات Cr^{2+} يساوي 0.75 mol/L.

.....

.....

SAWOOD BADER – MASOOD BIN RAMADAN SCHOOL

٢-٤ تأثير تراكيز الأيونات على قيم جهود الاختزال (E_r)

كيف يمكن قياس جهد الخلية في حال تغير التراكيز؟

يمكن استنتاج تأثير التركيز على قيمة E_r لنصف-الخلية باستخدام معادلة نيرنست.

$$E_r = E_r^\ominus - \frac{(RT)}{(zF)} \ln Q$$

E_r: جهد الاختزال في ظروف غير قياسية.

E_r°: جهد الاختزال في الظروف القياسية.

R: ثابت الغاز المثالي، يساوي 8.31 J/K.mol

T: درجة الحرارة (تساوي 298 K).

z: عدد الإلكترونات المتبادلة في التفاعل.

F: قيمة ثابت فارادي تساوي 96500 C/mol

ln: اللوغاريتم الطبيعي.

Q: تمثل حاصل ضرب تراكيز المواد الناتجة مقسومًا على حاصل ضرب تراكيز المواد المتفاعلة كلًا مرفوعًا لأسّ يساوي عدد مولاته في المعادلة الموزونة.

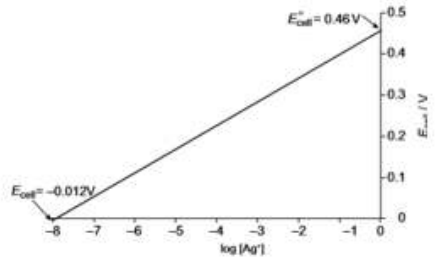
جهد اختزال القطب

$$E_r = E_r^\ominus - \frac{0.059}{z} \log_{10} Q$$

جهد اختزال الخلية

$$E_{cell} = E_{cell}^\ominus - \frac{0.059}{z} \log_{10} Q$$

- إذا كانت قيمة Q تساوي 1، يكون $E_{cell} = E_{cell}^\circ$.
- إذا كانت قيمة Q أقل من 1، يكون E_{cell} أقل من E_{cell}°.
- إذا كانت قيمة Q أكبر من 1، يكون E_{cell} أكبر من E_{cell}°.



سؤال

كتاب الطالب ص ٩٠

(١٧) أ. احسب قيمة جهد الاختزال لنصف الخلية $Ni^{2+}(aq)/Ni(s)$ عند درجة الحرارة 298 K إذا كان تركيز الأيونات Ni^{2+} يساوي 1.5 mol/L و $E_r^\circ = -0.25$ V.

ب. احسب قيمة جهد الاختزال لنصف الخلية $Ag^+(aq)/Ag(s)$ عند درجة الحرارة 298 K إذا كان تركيز الأيونات Ag^+ يساوي 0.0002 mol/L و $E_r^\circ = +0.80$ V.

ج. تمّ توصيل نصف-الخلية التي تحتوي على الفلز (Sn) في محلول من أيونات (Sn^{2+}) تركيزه 1.00 mol/L بنصف-خلية أخرى تحتوي على الفلز (Zn) في محلول من أيونات (Zn^{2+}) تركيزه 1.00 mol/L.

$Zn^{2+}(aq) + 2e^- \rightleftharpoons Zn(s)$ $\quad E_r^\circ = -0.76$ V

$Sn^{2+}(aq) + 2e^- \rightleftharpoons Sn(s)$ $\quad E_r^\circ = -0.14$ V

أي من القيم المعطاة أدناه هي قيمة E_{cell} عندما يتغير تركيز كل من الأيونَين (Zn^{2+}) و (Sn^{2+}) إلى 0.1 mol/L؟

أ. −0.062 V ج. −0.90 V

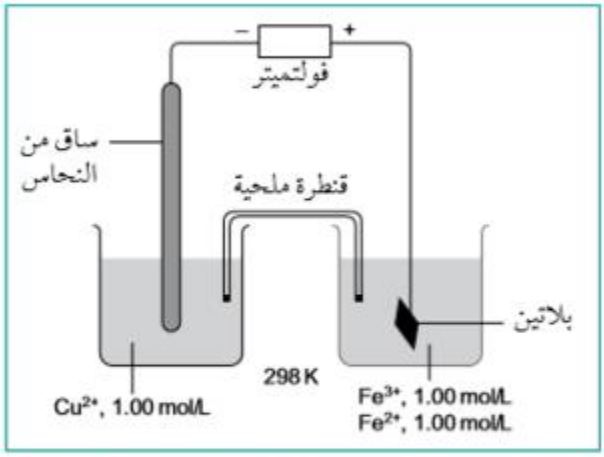
ب. +0.62 V د. −1.0 V

SAWOOD BADER – MASOOD BIN RAMADAN SCHOOL

اليوم:	التاريخ:

٤-٢ تأثير تراكيز الأيونات على قيم جهود الاختزال (E_r)

ب. تمّ تركيب خلية كهروكيميائية وفقًا لما هو موضح في المخطط أدناه: كتاب الطالب ص١٠٥



ج. تمّت زيادة تركيز أيونات النحاس (II) في نصف الخلية الموجودة في الطرف الأيسر للخلية من 1.00 mol/L إلى 1.30 mol/L ولم يتم تغيير تراكيز الأيونات الموجودة في الطرف الأيمن.

١. اذكر تأثير هذا التغيير على قيمة E_r لنصف–الخلية Cu^{2+}/Cu.

٢. اذكر تأثير هذا التغيير على قيمة E_{cell}.

٦ التفاعل الذي يحدث في خلية كهروكيميائية في الظروف القياسية هو: كتاب الطالب ص١٠٥

$$Fe^{2+}(aq) + Ag^{+}(aq) \longrightarrow Fe^{3+}(aq) + Ag(s)$$

أ. اكتب نصفَي–المعادلتَين لهذا التفاعل. اذكر، لكل منهما، ما إذا كان التفاعل الذي يحدث هو أكسدة أم اختزال.

ب. قيمة جهد الاختزال القياسي لنصف–الخلية التي تحتوي على أيونات ($Fe^{2+}(aq)$) و ($Fe^{3+}(aq)$) تساوي +0.77 V.

١. استخدم المعادلة الآتية:

$$E_r = E_r^{\circ} - \frac{0.059}{z}\log_{10}Q$$

لحساب جهد الاختزال عند درجة حرارة 298 K إذا كان تركيز أيونات ($Fe^{2+}(aq)$) يساوي 0.02 mol/L، وتركيز أيونات ($Fe^{3+}(aq)$) يساوي 0.1 mol/L.

٢. استخدم المعادلة أعلاه لشرح السبب في أن قيمة جهد الاختزال لنصف–خلية تحتوي على أيونات $Fe^{2+}(aq)$ وأيونات $Fe^{3+}(aq)$ يساوي دائمًا +0.77 V، إذا كانت تراكيز الأيونات $Fe^{2+}(aq)$ و$Fe^{3+}(aq)$ متساوية.

ج. قيمة جهد الاختزال القياسي لنصف–خلية تحتوي على $Ag^{+}(aq)$ و$Ag(s)$ تساوي +0.80 V.

احسب قيمة جهد الاختزال لنصف–الخلية هذه عند درجة حرارة 298 K، إذا كان تركيز أيونات $Ag^{+}(aq)$ يساوي 0.05 mol/L.

SAWOOD BADER – MASOOD BIN RAMADAN SCHOOL

SAWOOD BADER – MASOOD BIN RAMADAN SCHOOL

٢-٤ تأثير تراكيز الأيونات على قيم جهود الاختزال (E_r)

كتاب النشاط ص٥٢

٣. بالنسبة إلى نظام الاتزان فلز-أيون الفلز الذي يتم وفق نصف-المعادلة الآتية.

$$Zn^{2+}(aq) + 2e^- \rightleftharpoons Zn(s) \qquad E_r^\ominus = -0.76\ V$$

أ. استخدم معادلة نيرنست لحساب قيمة E_r عندما يكون تركيز $Zn^{2+}(aq)$ يساوي 2.0 mol/L عند درجة الحرارة 25°C:

.....

.....

ب. ما سبب عدم تضمين المادة الناتجة في هذه المعادلة.

.....

.....

مسائل خارجية

أحسب جهد الخلية الكهروكيميائية التي يمثلها التفاعل التالي:

$$Cd + Cu^{++} = Cd^{++} + Cu$$

عندما يكون تركيز أيونات الكادميوم (0.001M) وأيونات النحاس (1M) وجهد الخلية القياسي (V0.767) افرض أن ثابت فاراداي 96500coulomb عند 25C°

أوجد نسبة تركيز أيونات الكادميوم إلى أيونات النحاس عندما يصبح جهد الخلية يساوي صفر.

التفاعل التالي يمثل خلية كهربية:

$$Cu_{(s)} / Cu_{(aq)}\ (0.1\ M) \parallel Ag_{(aq)}\ (0.01\ M) / Ag_{(s)}$$

(١) احسب جهد الخلية عند التراكيز المبينة.

(٢) ما نسبة تركيز ايونات الفضة إلى النحاس عندما يكون جهد الخلية يساوي 0.2V الجهد القياسي لقطب الفضة (0.8V) وقطب النحاس (0.34V)

بعد نهاية الدرس

أستطيع أن	أراجع الموضوع	أحتاج إلى بذل المزيد من الجهد	متمكّن إلى حدّ ما	مستعدّ للمضي قدمًا
أتنبّأ نوعيًا بكيفية تغيّر قيمة جهد الاختزال لنصف- خلية ما مع تغيّر تراكيز الأيونات المائية.	٢-٤			
أستخدم معادلة نيرنست للتنبؤ كميًا بكيفية تغيّر جهد الاختزال لنصف-خلية ما مع تغيّر تراكيز الأيونات المائية.	٢-٤			

SAWOOD BADER – MASOOD BIN RAMADAN SCHOOL

SAWOOD BADER – MASOOD BIN RAMADAN SCHOOL

٢-٥ التحليل الكهربائي

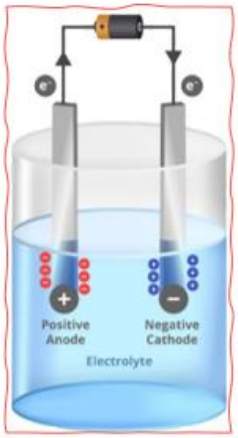
- يتنبأ بالمواد الناتجة خلال عملية تحليل كهربائي.
- يشرح تنبؤه وفقًا لكل من:
  أ) الحالة الفيزيائية للإلكتروليت
  ب) جهد الاختزال (موقع الجسيمات في سلسلة النشاط)
  ج) تركيز الأيونات المتنافسة.

معايير النجاح

ما اسم الخلايا التي درستها في الدروس السابقة؟

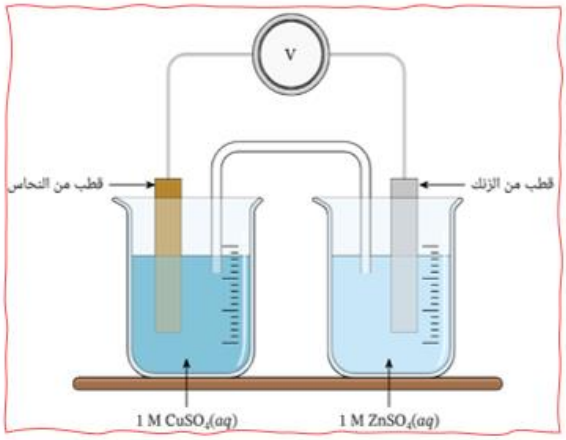


هل توجد خلايا كيميائية أخرى ؟



خلايا التحليل الكهربائي

ماذا تعرف عنها ؟



خلايا جلفانية /كهروكيميائية

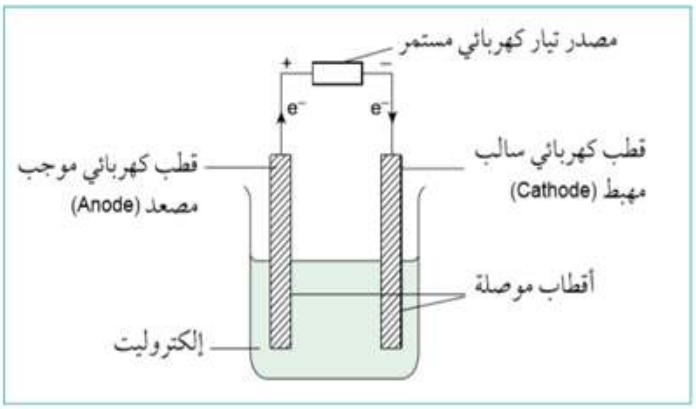
اشرح مكوناتها؟

ما مكونات خلية التحليل الكهربائي / الالكتروليتية؟

- **الإلكتروليت Electroyte** المادة المراد تحليلها،

وتكون على هيئة مركب أيوني مصهور أو على هيئة محلول مائي مركز من الأيونات.

- **القطب الكهربائي Electrode** هو عبارة عن ساق مصنوعة إما من فلز أو الكربون (الجرافيت) وهو يوصل الكهرباء إلى الإلكتروليت أو منه.
- **الأنود (المصعد) Anode** هو القطب الكهربائي الموجب.
- **الكاثود (المهبط) Cathode** هو القطب الكهربائي السالب
- مصدر طاقة يوفر تيارًا مستمرًا (بطارية).



الشكل ٢-١٩ الأجزاء الرئيسية لخلية تحليل كهربائي.

التحليل الكهربائي Electrolysis: عملية تفكك إلكتروليت (مصهور أو محلول مائي) بوساطة تيار كهربائي.

SAUOD BADER – MASOOD BIN RAMADAN SCHOOL

٢-٥ التحليل الكهربائي

ما الفرق بين الخلايا الجلفانية و خلايا التحليل الكهربائى (الالكتروليتية)؟

وجه المقارنة	الخلية الجلفانية	الخلية الإلكترو ليتية
تلقائية التفاعل	تلقائي (ينتج الطاقة)	غير تلقائي (يحتاج إلى الطاقة)
فولتية الخلية ΔE°	(+) موجبة القيمة	(−) سالبة القيمة
المهبط (الكاثود)	قطب موجب	قطب سالب
المصعد (الأنود)	قطب سالب	قطب موجب
اتجاه حركة الإلكترونات	من المصعد إلى المهبط	من المصعد إلى المهبط
اتجاه حركة الأيونات	الأيونات السالبة* ← المصعد الأيونات الموجبة* ← المهبط	الأيونات السالبة ← المصعد الأيونات الموجبة ← المهبط

* في الخلية الجلفانية، تتجه الأيونات السالبة نحو القطب السالب، والأيونات الموجبة تتجه نحو القطب الموجب.

سؤال

كتاب الطالب ص٩١

(١٨) أ. علل: يجب أن يكون المركب الأيوني مصهورًا أو محلولًا كي يخضع للتحليل الكهربائي.

ب. اذكر خاصيّتين للجرافيت تجعلان منه مادة مناسبة للاستخدام كقطب كهربائي. اشرح إجابتك.

أسئلة اختبارات

أكمل الجدول التالي بما يناسب:

وجه المقارنة	الخلية الالكتروليتية	الخلية الجلفانية
نوع التفاعل (تلقائي، غير تلقائي)		
اتجاه حركة الإلكترونات		
فولتية الخلية (ΔE°) (سالبة، موجبة)		

أي الخيارات الآتية تصف شحنة **قطب المصعد** في الخلايا الجلفانية وخلايا التحليل الكهربائي؟

	الخلايا الجلفانية	خلايا التحليل الكهربائي
1	سالب	سالب
2	سالب	موجب
3	موجب	سالب
4	موجب	موجب

أي الخيارات الآتية تصف شحنة قطب المهبط في الخلايا الجلفانية وخلايا التحليل الكهربائي ؟

	خلايا التحليل الكهربائي	الخلايا الجلفانية
1	سالب	سالب
2	موجب	سالب
3	سالب	موجب
4	موجب	موجب

SAWOOD BADER – MASOOD BIN RAMADAN SCHOOL

٢-٥ التحليل الكهربائي

ما أنواع المواد المراد تحليلها كهربائيا ؟

مصاهير تنتج بالحرارة وتحتوى على الأيون + و الايون - للمادة

محاليل تنتج بالذوبان فى الماء وتحتوى على الأيون + و الايون – للمادة مع الماء وأيونات الماء H^+ و OH^-

التحليل الكهربائي للمصاهير

أكمل الجدول التالى :

الإلكتروليت	الأيون +	الأيون -	المادة المتكونة على المهبط (الكاثود)	المادة المتكونة على المصعد (الأنود)
أكسيد الألومنيوم Al_2O_3				
بروميد الماغنيسيوم $MgBr_2$				
كلوريد البوتاسيوم KCl				
يوديد الخارصين ZnI_2				

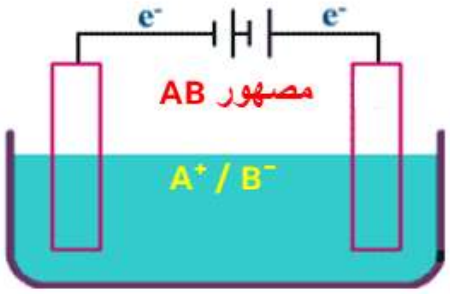
أوجد معادلة المهبط و المصعد و التفاعل الكلى للمعدلات الكيميائية للمصاهير ١ و ٤

ملخص التحليل الكهربائي للمصاهير

أ- حدد القطب الموجب و السالب في الخلية من خلال مصدر الجهد

ب- حدد الأيون الموجب و الأيون السالب في المصهور

ت- حدد الأيون المتجه نحو القطب الموجب / المصعد (يجذب الايون السالب ويحدث تفاعل أكسدة) وحدد الايون المتجه نحو القطب السالب / المهبط (يجذب الأيون الموجب ويحدث تفاعل اختزال)



سؤال

كتاب الطالب ص٩٢

(١٩) أ. اشرح سبب تحرك الأيونات الموجبة (الكاتيونات) نحو المهبط (الكاثود) أثناء التحليل الكهربائي.

ب. عند إجراء التحليل الكهربائي لمصهور يوديد الرصاص (PbI_2)، يحدث التفاعلان الموضحان في نصفَي-المعادلتَين الآتيتَين:

$$2I^-(aq) \longrightarrow I_2(aq) + 2e^-$$

$$Pb^{2+}(aq) + 2e^- \longrightarrow Pb(s)$$

أي من نصفي-المعادلتَين يصف التفاعل الذي يحدث على المهبط (الكاثود). اشرح إجابتك.

SAWOD BADER – MASOOD BIN RAMADAN SCHOOL

SAWOD BADER – MASOOD BIN RAMADAN SCHOOL

اليوم:	التاريخ:

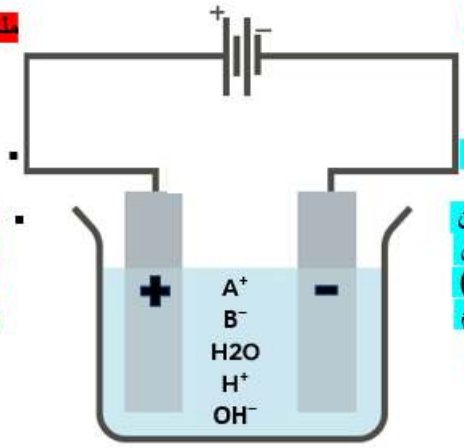
٢-٥ التحليل الكهربائي



التحليل الكهربائي للمحاليل المائية

محلول AB ← نوبان المادة AB في مذيب وعادة الماء ← يحتوي المحلول AB على A^+ و B^- و H_2O و H^+ و OH^-

ولكن من منها سيتم اختزاله على المهبط و من منها سيتم أكسدته على المصعد



ملخص ما يحدث على المهبط / الكاثود / السالب

- التفاعل اختزال
- تتجه إليه الأيونات الموجبة (الكاتيونات) ويتم اختزالها
- سيتم اختزال الكاتيون - الايون الموجب – الأعلى جهد اختزال (الأكبر ميلا لكسب الكترونات) وسيتم اختزاله بسهوله / سيتم نزع شحنة الكاتيون الأعلى جهد اختزال

ملخص ما يحدث على المصعد / الآنود / الموجب

- التفاعل أكسدة
- تتجه إليه الأيونات السالبة (الانيونات) ويتم أكسدتها
- سيتم أكسدة الأنيون - الايون السالب – الأقل جهد اختزال (الأكبر ميلا لفقد الكترونات) وسيتم اكسدته بسهوله / سيتم نزع شحنة الأنيون الأقل جهد اختزال

نزع الشحنة الكهربائية Discharged:
تحويل الأيونات المشحونة إلى ذرات أو جزيئات متعادلة.

للتنبؤ بالمادة المتكونة خلال عملية التحليل الكهربائي لإلكتروليت لا بد من معرفة الآتي:

١. حالة الإلكتروليت الفيزيائية، سواء أكان مصهورًا، أم محلولًا مائيًا.
٢. قيم جهود الاختزال القياسية للأيونات المتنافسة، في سلسلة جهود الاختزال القياسية.
٣. تراكيز الأيونات سواء أكانت مرتفعة أم منخفضة.
٤. إذا وجدت أيونات أحد الهالوجينات (Cl^- أو Br^- أو I^-) بتركيز عالٍ فسوف تنزع شحنتها تفضيليًا عن أيونات OH^-.
٥. بما أن قيم جهود اختزال أيونات الكبريتات عالية جدًا لذلك يصعب نزع شحناتها وبالتالي تُنزع شحنة OH^- تفضيليًا ليتصاعد غاز الأكسجين.

		$E^\ominus$ / V
ازدياد سهولة الاختزال عند المهبط (الكاثود)	$S_2O_8^{2-}(aq) + 2e^- \rightleftharpoons 2SO_4^{2-}(aq)$	+2.01
	$Cl_2(g) + 2e^- \rightleftharpoons 2Cl^-(aq)$	+1.36
	$Ag^+(g) + e^- \rightleftharpoons Ag(s)$	+0.80
	$O_2(g) + 2H_2O(l) + 4e^- \rightleftharpoons 4OH^-(aq)$	+0.40
	$Cu^{2+}(aq) + 2e^- \rightleftharpoons Cu(s)$	+0.34
	$H^+(aq) + e^- \rightleftharpoons \frac{1}{2}H_2(g)$	+0.00
	$Pb^{2+}(aq) + 2e^- \rightleftharpoons Pb(s)$	−0.13
	$Zn^{2+}(aq) + 2e^- \rightleftharpoons Zn(s)$	−0.76
	$Mg^{2+}(aq) + 2e^- \rightleftharpoons Mg(s)$	−2.38
	$Na^+(aq) + e^- \rightleftharpoons Na(s)$	−2.71

ازدياد سهولة التأكسد عند المصعد (الانود)

أسئلة

كتاب الطالب ص ٩٤

(٢٠) تمّ إجراء تحليل كهربائي لمحلول مائي من كبريتات الصوديوم (Na_2SO_4)، باستخدام أقطاب من الكربون (الجرافيت).
اشرح سبب تكوّن الهيدروجين عند المهبط (الكاثود) وعدم تكوّن الصوديوم.

(٢١) مستعينًا بسلسلة قيم جهود الاختزال القياسية تنبّأ بالمواد الناتجة عند المصعد (الآنود) وعند المهبط (الكاثود) أثناء إجراء التحليل الكهربائي لكل مما يأتي:

أ. مصهور يوديد الألومنيوم (AlI_3).
ب. محلول مائي مركز من كلوريد الماغنيسيوم ($MgCl_2$).
ج. محلول مائي مركز من بروميد الصوديوم (NaBr).
د. مصهور أكسيد الخارصين (ZnO).

SAWOOD BADER – MASOOD BIN RAMADAN SCHOOL

SAWOOD BADER – MASOOD BIN RAMADAN SCHOOL

اليوم:	التاريخ:

٢-٥ التحليل الكهربائي

سؤال

كتاب الطالب ص٩٥

(٢٢) تمّ إجراء تحليل كهربائي لمحلول مائي مركز من حمض الهيدروكلوريك (HCl).

أ. اكتب نصفَي-المعادلتَين لتوضيح التفاعلات التي تحدث على:

١. المهبط (الكاثود)

٢. المصعد (الآنود).

ب. تمّ إجراء تحليل كهربائي لمحلول مائي مخفف جدًا من حمض الهيدروكلوريك (HCl). ما المادة أو المواد التي تكوّنت على المصعد (الآنود)؟ اشرح إجابتك.

كتاب النشاط ص٥٤

١. استخدم المخطط أعلاه للإجابة عن الأسئلة الآتية:

أ. أي قطب هو **الكاثود**؟ اشرح إجابتك.

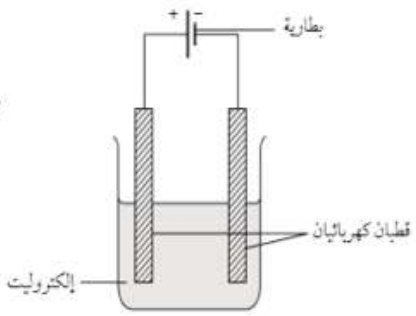
ب. اشرح سبب اتجاه الأنيونات نحو **الآنود** خلال التحليل الكهربائي.

ج. لماذا لا يوصل أكسيد الماغنيسيوم الصلب الكهرباء؟

د. اقترح خاصيتَين للأقطاب الكهربائية تجعلانها مناسبة للتحليل الكهربائي.

هـ. في أي اتجاه تتدفق الإلكترونات في الدائرة الكهربائية الخارجية؟ اشرح إجابتك.

و. اشرح سبب توصيل الأسلاك الفلزية للكهرباء.



كتاب النشاط ص٥٥

اكتب أنصاف-معادلات مشابهة للتفاعلات التي تحدث عند الآنود والكاثود لمصاهير المركبات الآتية. واذكر في كل حالة، ما إذا كان التفاعل الذي يحدث هو أكسدة أم اختزال:

أ. كلوريد الماغنيسيوم ($MgCl_2$)

.....

.....

ب. أكسيد الخارصين (ZnO)

.....

.....

ج. أكسيد الألومنيوم (Al_2O_3)

.....

.....

د. بروميد الكالسيوم ($CaBr_2$)

.....

.....

SAWOOD BADER – MASOOD BIN RAMADAN SCHOOL

اليوم:	التاريخ:

٢-٥ التحليل الكهربائي

كتاب النشاط ص٥٦

٣. عند إجراء تحليل كهربائي لمحاليل أيونية مائية مخفّفة، يمكن أن يتكوّن الهيدروجين والأكسجين على الأقطاب الكهربائية وفقًا لموقع الأيونات في جدول قيم جهود الاختزال القياسية:

ازدياد سهولة نزع الشحنة الكهربائية ←					
Na^+	Mg^{2+}	Al^{3+}	H^+	Cu^{2+}	Ag^+
	SO_4^{2-}	Br^-	I^-	OH^-	Cl^-

تنبّأ بالمواد الناتجة خلال التحليل الكهربائي للمحاليل المائية الآتية باستخدام أقطاب كهربائية من الجرافيت. في كل حالة، برّر إجابتك في ضوء قيم جهود الاختزال القياسية.

أ. محلول مائي مركز من كلوريد الصوديوم.

.....

ب. محلول مائي مخفف جدًّا من كلوريد الصوديوم.

.....

ج. حمض الكبريتيك المخفف.

.....

د. محلول مائي من كبريتات النحاس (II).

.....

هـ. حمض الهيدروكلوريك المركز.

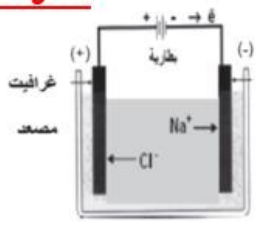
.....

و. محلول مائي من نترات الفضة.

.....

مسائل اختبارات

الشكل المقابل يمثل خلية تحليل كهربائي لمصهور كلوريد الصوديوم، ادرسه جيداً وأجب عن المفردات الآتية:



(١) ما نوع التفاعل الحاصل في الخلية؟

☐ تلقائي

☐ غير تلقائي (ظلل الإجابة الصحيحة)

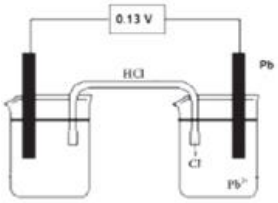
(٢) ما المادة المتكونة عند المصعد؟

_____

(٣) أكمل الجدول بما يناسب:

وجه المقارنة	الخلية الإلكترونية	الخلية الجلفانية
فولتية الخلية		
اتجاه حركة الإلكترونات		

يوضح الشكل المقابل خلية جلفانية بها نصف خلية مجهول. ادرسه ثم أجب عما يلي.



(١) ما الصيغة الكيميائية لقطب المادة المجهولة؟

_____

(٢) اكتب المعادلة الكيميائية الحاصلة عند كل من:

المصعد: _____

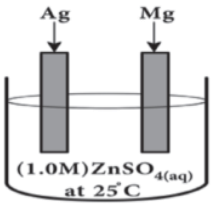
المهبط: _____

SAWOOD BADER – MASOOD BIN RAMADAN SCHOOL

اليوم:	التاريخ:

٢-٥ التحليل الكهربائي

من خلال دراستك لتلقائية التفاعلات الكيميائية، ومستعينا بالشكل المقابل، أجب عن الأسئلة الآتية.



أ. اكمل الجدول الآتي بما يناسبه:

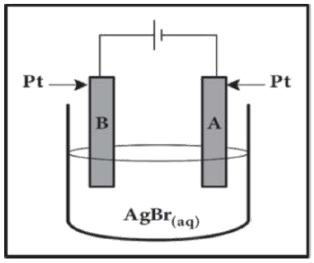
نوع التفاعل	تلقائي	غير تلقائي
قيمة (ΔE^o) (سالبة أو موجبة)		

ب. ما القطب الذي تتغير كتلته مع مرور الزمن؟

Ag ☐ Mg ☐

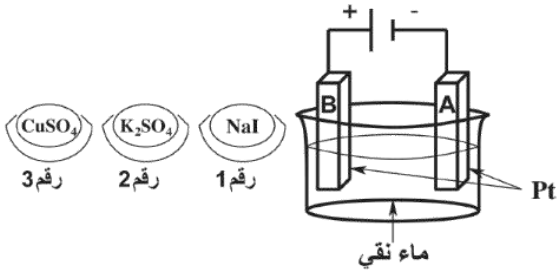
فسّر إجابتك.

ما العبارة الصحيحة التي تنطبق على خلية التحليل الكهربائي في الشكل المقابل؟



1. اختزال أيونات البروميد ($Br^-_{(aq)}$) عند القطب (B).
2. تأكسد جزيئات الماء ($H_2O_{(l)}$) عند القطب (A).
3. اختزال أيونات االفضة ($Ag^+_{(aq)}$) عند القطب (A).
4. تصاعد غاز الهيدروجين ($H_2O_{(g)}$) عند القطب (B).

قامت مجموعة من طلبة الصف الثاني عشر بعملية تحليل كهربائي لمحاليل ثلاثة أملاح في ثلاث تجارب مختلفة كما في الشكل الآتي:



أ. أي اللوحين (A ،B) يعمل كمهبط وأيهما كمصعد؟

A _____

B _____

ب. ما رقم الملح الذي يُنتج الهيدروجين عند المهبط والأكسجين عند المصعد في أثناء تحليل محلوله؟

_____

بعد نهاية الدرس

استطيع أن	أراجع الموضوع	أحتاج إلى بذل المزيد من الجهد	متمكّن إلى حدّ ما	مستعدّ للمضي قدمًا
أتنبّأ بنوع المادة المتكوّنة أثناء التحليل الكهربائي بالاعتماد على جدول جهود الاختزال القياسية.	٢-٥			
أتنبّأ بنوع المادة المتكوّنة أثناء التحليل الكهربائي بالاعتماد على تركيز الأيونات في الإلكتروليت.	٢-٥			

SAWOOD BADER – MASOOD BIN RAMADAN SCHOOL

٦-٢ حسابات التحليل الكهربائي

- يحسب كمية الشحنة المنتقلة خلال عملية تحليل كهربائي، باستخدام العلاقة الرياضية $Q = I.t$.
- يحسب كمية الشحنة اللازمة لإنتاج مول واحد من مادة ناتجة خلال عملية تحليل كهربائي.
- يحسب كتلة مادة ناتجة خلال عملية تحليل كهربائي.
- يحسب حجم مادة ناتجة خلال عملية تحليل كهربائي.
- يذكر العلاقة الرياضية، $F = N_A.e$ بين ثابت فارادي F، وثابت أفوجادرو N_A، والشحنة الموجودة على الإلكترون e.
- يطبّق العلاقة الرياضية، $F = N_A.e$ بين ثابت فارادي F، وثابت أفوجادرو N_A، والشحنة الموجودة على الإلكترون e.
- يصف كيفية تحديد قيمة ثابت أفوجادرو بوساطة التحليل الكهربائي.

معايير النجاح

حساب كتلة المادة المترسبة و الناتجة من التحليل الكهربائي

درسنا سابقا ان التفاعل الحاصل على المهبط هو تفاعل اختزال / أي قد يحدث ترسب مادة صلبة أو قد يتصاعد غاز

$$n = \frac{Q}{z.F}$$

$$m = \frac{Q.M_r}{z.F}$$

$$Q = I \cdot t$$

- Q: كمية الشحنة الكهربائية (بوحدة الكولوم، C)
- I: شدة التيار (بوحدة الأمبير، A)
- t: الزمن (بوحدة الثانية، s)

1 f	=	1mol	=	96500C

لفصل 1 مول من أيون أحادي الشحنة (Cl^-, Na^+, K^+) يلزم 1f من الكهرباء (1 مول من e^-)

لفصل 1 مول من أيون ثنائي الشحنة $(O^{-2}, Zn^{+2}, Ca^{+2})$ يلزم 2f من الكهرباء (2 مول من e^-)

لفصل 1 مول من أيون ثلاثي الشحنة (Fe^{+3}, Al^{+3}) يلزم 3f من الكهرباء (3 مول من e^-)

الفارادي Faraday: كمية الشحنة الكهربائية (بوحدة الكولوم coulomb) التي يحملها مول واحد من الإلكترونات أو مول واحد من أيونات تحمل شحنة واحدة منفردة.

كتاب النشاط ص٥٧

١. ما كمية الشحنة الكهربائية اللازمة لترسيب:

أ. 0.200 mol من الفضة؟ .....

ب. 5.00 mol من الألومنيوم؟ .....

ج. 0.400 mol من الرصاص؟ .....

SAWOD BADER – MASOOD BIN RAMADAN SCHOOL

SAWOD BADER – MASOOD BIN RAMADAN SCHOOL

٢-٦ حسابات التحليل الكهربائي

أسئلة

كتاب الطالب ص٩٨

(٢٣) احسب كتلة الفضة المترسبة على المهبط عندما يمر تيار كهربائي شدته 1.80 A أثناء التحليل الكهربائي لمحلول من نترات الفضة لمدة 45.0 دقيقة.

(قيمة A_r: Ag = 108 ، F = 96500 C/mol)

(٢٤) احسب حجم غاز الهيدروجين الناتج على المهبط عند درجة حرارة وضغط الغرفة (r.t.p) أثناء إجراء التحليل الكهربائي لمحلول مركز من حمض الكبريتيك (H_2SO_4)، لمدة 15.0 min باستخدام تيار كهربائي شدته 1.40 A

(F = 96500 C/mol، يشغل المول الواحد من الغاز حجمًا مقداره 24.0 L عند r.t.p)

(٢٥) احسب حجم غاز الأكسجين الناتج على المصعد عند درجة حرارة وضغط الغرفة (r.t.p) أثناء إجراء التحليل الكهربائي لمحلول مركز من كبريتات الصوديوم (Na_2SO_4) لمدة 55.0 دقيقة باستخدام تيار كهربائي شدته 0.70 A

(F = 96500 C/mol، يشغل المول الواحد من الغاز حجمًا مقداره 24.0 L عند r.t.p)

كتاب النشاط ص٥٧

٢. أكمل الجزئية أ، ثم أجب عن الجزئيات ب، ج، د.

أ. احسب كتلة النحاس المترسبة عند الكاثود عند تمرير تيار شدته 3.0 A لمدة 10 min.

A_r : Cu = 63.5 ، F = 96500 C/mol

الخطوة ١: الشحنة المنتقلة:

Q = 3.0 × 10 × ..... = ... C

الخطوة ٢: كمية الشحنة اللازمة لترسيب 1 mol من Cu:

Q = ... × 96500 = ... C

الخطوة ٣: عدد مولات Cu التي ترسبت:

$n = \frac{\text{الخطوة ١}}{\text{الخطوة ٢}}$ = ... mol

الخطوة ٤: كتلة Cu التي ترسبت:

m = ... × 63.5 = ... g

ب. احسب كتلة الفضة التي ترسبت عند الكاثود عند تمرير تيار شدته 0.90 A لمدة 10 دقائق. A_r: Ag = 107.9

SAWOOD BADER – MASOOD BIN RAMADAN SCHOOL

SAWOOD BADER – MASOOD BIN RAMADAN SCHOOL

SAWOOD BADER – MASOOD BIN RAMADAN SCHOOL

٦-٢ حسابات التحليل الكهربائي

كتاب النشاط ص٥٨

ج. احسب كتلة الرصاص التي ترسبت عند الكاثود عند تمرير تيار شدته 0.50 A لمدة 30 دقيقة. A_r: Pb = 207.2

د. احسب حجم الأكسجين الناتج عند درجة حرارة وضغط الغرفة (r.t.p.) عند إجراء تحليل كهربائي لمحلول مائي مركز من حمض الكبريتيك لمدة 20 دقيقة عند تمرير تيار شدته 0.15 A.

كما درسنا سابقا عدد افوجادرو من الجسيمات وهو عدد الجسيمات الموجودة في مول واحد من المادة

$$F = N_A \cdot e$$

حيث إن:

- F تمثل ثابت فارادي (96500 C/mol)
- N_A تمثل ثابت أفوجادرو ($6.02 \times 10^{23}\ mol^{-1}$)
- e تمثل الشحنة الموجودة على الإلكترون.

أسئلة

كتاب الطالب ص١٠٠

(٢٦) قام أحد الطلبة بتمرير تيار كهربائي ثابت شدته 0.15 A عبر محلول مائي من نترات الفضة، مستخدمًا قطبين كهربائيين من الفضة النقية، لمدة 45 دقيقة. وقد نقصت كتلة المصعد (الأنود) بمقدار 0.45 g. استخدم هذه البيانات لحساب شحنة المول الواحد من الإلكترونات.

(قيمة A_r: Ag = 108)

(٢٧) القيمة الدقيقة لثابت فارادي تساوي 96485 C/mol والقيمة الدقيقة لشحنة الإلكترون الواحد تساوي 1.6022×10^{-19} C. استخدم هاتين القيمتين لحساب قيمة ثابت أفوجادرو مقربة إلى 5 أرقام معنوية.

SAWOOD BADER – MASOOD BIN RAMADAN SCHOOL

SAWOOD BADER – MASOOD BIN RAMADAN SCHOOL

SAWOOD BADER – MASOOD BIN RAMADAN SCHOOL

٦-٢ حسابات التحليل الكهربائي

٣. يمكننا حساب ثابت أفوجادرو N_A أو قيمة F باستخدام المعادلة الآتية: كتاب النشاط ص٥٩

$$N_A = \frac{\text{الشحنة الموجودة على مول واحد من الإلكترونات } (F)}{\text{الشحنة الموجودة على إلكترون واحد } (e)}$$

عندما يتدفق تيار كهربائي شدته 0.07600 A عبر محلول من نترات الفضة لمدة 90 دقيقة، تنقص كتلة الآنود بمقدار 0.4600 g. استخدم هذه البيانات وقيمة شحنة الإلكترون الواحد (1.6022×10^{-19} C) لحساب قيمة ثابت أفوجادرو. قرّب إجابتك إلى أربعة أرقام معنوية. Ar : Ag = 107.9

٤. صف كيفية تحديد قيمة ثابت فارادي F بوساطة تجربة تتضمن التحليل الكهربائي لكبريتات النحاس (II).

كتاب الطالب ص١٠٥

٧ تمّ تمرير تيار كهربائي شدّته 1.04 A عبر محلول مخفف من حمض الكبريتيك لمدة 6.00 min. حجم غاز الهيدروجين الناتج عند درجة حرارة وضغط الغرفة (r.t.p) يساوي 43.3 mL.

أ. احسب كمية الشحنة المنتقلة أثناء إجراء التجربة.

ب. احسب كمية الشحنة الكلية اللازمة لإنتاج مول واحد من غاز الهيدروجين (F = 96500 C/mol)

ج. في تجربة أخرى، تمّ إجراء تحليل كهربائي لكبريتات النحاس (II) باستخدام قطبَين من النحاس. فترسّب النحاس على المهبط (الكاثود).

١. اكتب نصف-معادلة هذا التفاعل.

٢. أجرى أحد الطلبة تجربة لحساب قيمة لثابت فارادي F. قام بتمرير تيار كهربائي شدّته 0.300 A عبر محلول كبريتات النحاس (II) لمدة 40 min. فترسب 0.240 g من النحاس على المهبط (الكاثود). استخدم هذه البيانات لحساب قيمة F. قرّب إجابتك إلى 3 أرقام معنوية (قيمة A_r : Cu = 63.5)

٣. قيمة الشحنة الموجودة على إلكترون واحد تساوي 1.60×10^{-19} C تقريبًا. استخدم هذه المعلومة وإجابتك على الجزئية ٢ لحساب قيمة لثابت أفوجادرو.

SAWOOD BADER – MASOOD BIN RAMADAN SCHOOL

SAWOOD BADER – MASOOD BIN RAMADAN SCHOOL

٦-٢ حسابات التحليل الكهربائي

كتاب النشاط ص ٧٢

١. تمّ إجراء تحليل كهربائي لمصهور أكسيد الألومنيوم Al_2O_3. بلغ حجم الأكسجين الذي تمّ جمعه عند الآنود 56 mL عند درجة حرارة وضغط الغرفة (r.t.p.).

أ. اكتب نصف-المعادلة للتفاعل الذي يحدث عند الآنود.

ب. احسب كمية الشحنة الكهربائية بوحدة الكولوم اللازمة لإنتاج 56 mL من الأكسجين.

F = 96500 C/mol

ج. في تجربة أخرى، تمّ تمرير تيار كهربائي شدته 2.6 A عبر مصهور أكسيد الألومنيوم لمدة 10 دقائق. احسب كتلة الألومنيوم الناتجة. قرّب إجابتك إلى رقمَين معنويَّين.

(قيم A_r: O = 16.0، Al = 27.0)

د. لماذا لا يوصل كلوريد الخارصين الصلب الكهرباء؟ اشرح إجابتك.

هـ. تمّ إجراء تحليل كهربائي لمحلول مائي مخفَّف من كلوريد الخارصين باستخدام قطبَين من الجرافيت.

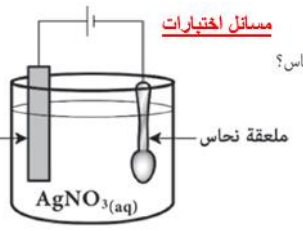
١- سمِّ المادة الناتجة عند الكاثود. اشرح إجابتك.

٢- عند الآنود يتكوّن مخلوط من الأكسجين والكلور. اشرح السبب.

مسائل اختبارات

ما الزمن اللازم (بالثانية) لترسيب (0.56 g) من الفضة على ملعقة النحاس؟

1) 4
2) 250
3) 500
4) 1000

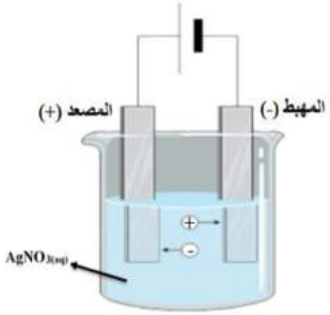


كم تساوي كمية الكهرباء (بالفاراداي) اللازمة لترسيب مول واحد من فلز افتراضي (M) باستخدام كبريتات الفلز (MSO_4) بالتحليل الكهربائي لمصهوره؟

1) 2
2) 3
3) 5
4) 6

عند مرور تيار كهربائي شدته 6 A لمدة 16 دقيقة في مصهور أحد أكاسيد الكروم (Cr) ترسب 1.0346 g من الكروم عند الكاثود. ما الصيغة الكيميائية لأكسيد الكروم الناتج. موضحًا خطوات الحل.

٢١- تم إمرار تيار كهربائي شدته 5A لمدة 38 دقيقة فترسب 2.16g من الفضة في خلية التحليل الكهربائي لمحلول نترات الفضة باستخدام أقطاب خاملة:



أ- أذكر نص قانون فاراداي؟ [١]

.....

.....

ب- أحسب كمية الكهرباء المارة في الخلية؟ [١]

.....

.....

ج- أوجد الكتلة الكلية للغاز المتصاعد من الخلية؟ [٢]

.....

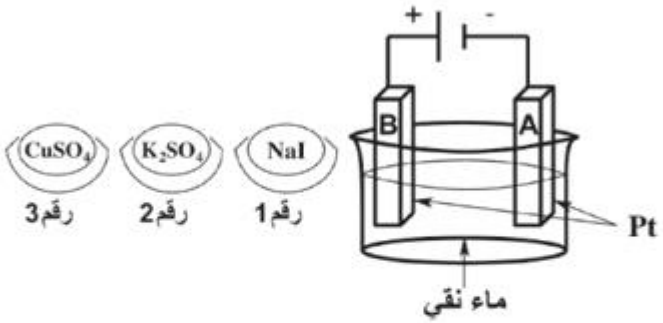
SAWOOD BADER – MASOOD BIN RAMADAN SCHOOL

SAWOOD BADER – MASOOD BIN RAMADAN SCHOOL

٦-٢ حسابات التحليل الكهربائي

مسائل اختبارات

قامت مجموعة من طلبة الصف الثاني عشر بعملية تحليل كهربائي لمحاليل ثلاثة أملاح في ثلاث تجارب مختلفة كما في الشكل الآتي:



تم إمرار تيار كهربائي شدته (0.8 A) خلال (100 min) لتحليل محلول الملح رقم 3.

(١) ماذا يحدث عند المهبط؟

---

(٢) احسب كتلة المادة المتكونة عند المهبط بالجرام.

مسائل اختبارات

في تجربة تحليل كهربائي لمحلول مجهول تم إمرار تيار شدته (5 A) في زمن قدرة (600 s) وكانت كمية المادة المترسبة على المهبط تساوي 0.54 g.

أ. إشارة قطب المهبط في خلايا التحليل الكهربائي تكون:

☐ موجبة ☐ سالبة (ظلّل الاجابة الصحيحة)

ب. أي المحلولين الآتيين يمثل المحلول المجهول في الخلية؟

☐ $Cr(NO_3)_3$ ☐ $Ni(NO_3)_2$ (ظلّل الاجابة الصحيحة)

وضّح اختيارك حسابيًا.

في خلية كهروكيميائية $Zn/Zn^{2+}//Sn^{2+}/Sn$، كانت كتلة كل من القطبين 200 g وشدة التيار المار في الخلية تساوي 10 A. ما الفترة الزمنية المستغرقة بالساعات حتى تتوقف الخلية عن العمل؟ (افترض أن الخلية تظل تعمل بنفس الكفاءة)

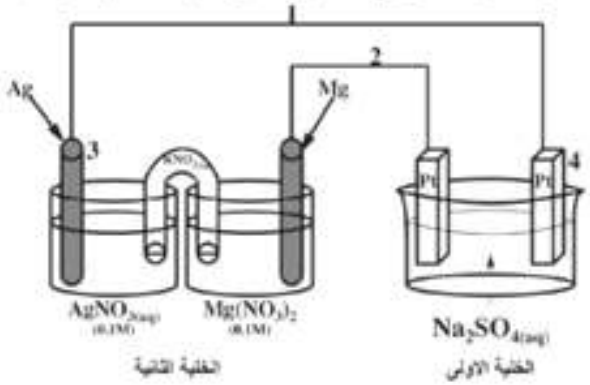
SAWOOD BADER – MASOOD BIN RAMADAN SCHOOL

SAWOOD BADER – MASOOD BIN RAMADAN SCHOOL

اليوم:	التاريخ:

مسائل اختبارات

الشكل الآتي يمثل عملية تحليل كهربائي (الخلية الأولى) باستخدام خلية جلفانية (الخلية الثانية).



أ. أذكر شروط التركيز ودرجة الحرارة لعمل الخلايا الجلفانية في الظروف القياسية؟

ب. أذكر وظيفتين للقنطرة الملحية في الخلايا الجلفانية؟

ج. حدّد مسار الإلكترونات في الأسلاك الخارجية في الجدول الآتي:

رقم المسار	من القطب	إلى القطب
1	_____	_____
2	_____	_____

د. (١) ما شحنة القطب رقم (3) في الخلية الثانية؟ ____

(٢) أكتب المعادلة التي تحدث عند القطب رقم (4).

(٣) ماذا يحدث لقيمة pH عند مهبط الخلية الأولى في أثناء التحليل؟

☐ تزداد ☐ تقل ☐ تبقى ثابتة (ظلّل الاجابة الصحيحة)

SAWOD BADER – MASOOD BIN RAMADAN SCHOOL

SAWOD BADER – MASOOD BIN RAMADAN SCHOOL

بعد نهاية الدرس

أستطيع أن	أراجع الموضوع	أحتاج إلى بذل المزيد من الجهد	متمكّن إلى حدّ ما	مستعدّ للمضي قدمًا
أتنبّأ بنوع المادة المتكوّنة أثناء التحليل الكهربائي للمصاهير والمحاليل المائية.	٢-٦			
أذكر العلاقة $F = N_A \cdot e$ بين ثابت فارادي F، وثابت أفوجادرو N_A، والشحنة الموجودة على الإلكترون e، وأطبّقها.	٢-٦			
أحسب كمية الشحنة الكهربائية المنتقلة أثناء التحليل الكهربائي باستخدام العلاقة: $Q = I.t$	٢-٦			
أحسب كتلة المادة المتكوّنة وحجم الغاز الناتج أثناء التحليل الكهربائي.	٢-٦			
أصف طريقة لتحديد قيمة ثابت أفوجادرو باستخدام طريقة إلكتروليتية.	٢-٦			

SAUOD BADER – MASOOD BIN RAMADAN SCHOOL

SAUOD BADER – MASOOD BIN RAMADAN SCHOOL

سلسلة جهود الاختزال القياسية

نصف-المعادلة	$E^{\ominus}$/V
$SO_4^{2-}(aq) + 4H^+(aq) + 2e^- \rightleftharpoons SO_2(g) + 2H_2O(l)$	+ 0.17
$Cu^{2+}(aq) + e^- \rightleftharpoons Cu^+(aq)$	+ 0.15
$Sn^{4+}(aq) + 2e^- \rightleftharpoons Sn^{2+}(aq)$	+ 0.15
$S_4O_6^{2-}(aq) + 2e^- \rightleftharpoons 2S_2O_3^{2-}(aq)$	+ 0.09
$2H^+(aq) + 2e^- \rightleftharpoons H_2(g)$	0.00
$Fe^{3+}(aq) + 3e^- \rightleftharpoons Fe(s)$	− 0.04
$Pb^{2+}(aq) + 2e^- \rightleftharpoons Pb(s)$	− 0.13
$Sn^{2+}(aq) + 2e^- \rightleftharpoons Sn(s)$	− 0.14
$Ni^{2+}(aq) + 2e^- \rightleftharpoons Ni(s)$	− 0.25
$V^{3+}(aq) + e^- \rightleftharpoons V^{2+}(aq)$	− 0.26
$Co^{2+}(aq) + 2e^- \rightleftharpoons Co(s)$	− 0.28
$Fe^{2+}(aq) + 2e^- \rightleftharpoons Fe(s)$	− 0.44
$Cr^{3+}(aq) + 3e^- \rightleftharpoons Cr(s)$	− 0.74
$Zn^{2+}(aq) + 2e^- \rightleftharpoons Zn(s)$	− 0.76
$2H_2O(l) + 2e^- \rightleftharpoons H_2(g) + 2OH^-(aq)$	− 0.83
$Cr^{2+}(aq) + 2e^- \rightleftharpoons Cr(s)$	− 0.91
$Mn^{2+}(aq) + 2e^- \rightleftharpoons Mn(s)$	− 1.18
$V^{2+}(aq) + 2e^- \rightleftharpoons V(s)$	− 1.20
$Mg^{2+}(aq) + 2e^- \rightleftharpoons Mg(s)$	− 2.38
$Na^+(aq) + e^- \rightleftharpoons Na(s)$	− 2.71
$Ca^{2+}(aq) + 2e^- \rightleftharpoons Ca(s)$	− 2.87
$K^+(aq) + e^- \rightleftharpoons K(s)$	− 2.92

نصف-المعادلة	$E^{\ominus}$/V
$F_2(g) + 2e^- \rightleftharpoons 2F^-(aq)$	+ 2.87
$S_2O_8^{2-}(aq) + 2e^- \rightleftharpoons 2SO_4^{2-}(aq)$	+ 2.01
$H_2O_2(l) + 2H^+(aq) + 2e^- \rightleftharpoons 2H_2O(l)$	+ 1.77
$Pb^{4+}(aq) + 2e^- \rightleftharpoons Pb^{2+}(aq)$	+ 1.69
$MnO_4^-(aq) + 8H^+(aq) + 5e^- \rightleftharpoons Mn^{2+}(aq) + 4H_2O(l)$	+ 1.52
$PbO_2(s) + 4H^+(aq) + 2e^- \rightleftharpoons Pb^{2+}(aq) + 2H_2O(l)$	+ 1.47
$Cl_2(g) + 2e^- \rightleftharpoons 2Cl^-(aq)$	+ 1.36
$Cr_2O_7^{2-}(aq) + 14H^+(aq) + 6e^- \rightleftharpoons 2Cr^{3+}(aq) + 7H_2O(l)$	+ 1.33
$O_2(g) + 4H^+(aq) + 4e^- \rightleftharpoons 2H_2O(l)$	+ 1.23
$Br_2(aq) + 2e^- \rightleftharpoons 2Br^-(aq)$	+ 1.07
$VO_2^+(aq) + 2H^+(aq) + e^- \rightleftharpoons VO^{2+}(aq) + H_2O(l)$	+ 1.00
$VO_3^-(aq) + 4H^+(aq) + e^- \rightleftharpoons VO^{2+}(aq) + 2H_2O(l)$	+ 1.00
$ClO^-(aq) + H_2O(l) + 2e^- \rightleftharpoons Cl^-(aq) + 2OH^-(aq)$	+ 0.89
$NO_3^-(aq) + 10H^+(aq) + 8e^- \rightleftharpoons NH_4^+(aq) + 3H_2O(l)$	+ 0.87
$NO_3^-(aq) + 2H^+(aq) + e^- \rightleftharpoons NO_2(g) + H_2O(l)$	+ 0.81
$Ag^+(aq) + e^- \rightleftharpoons Ag(s)$	+ 0.80
$Fe^{3+}(aq) + e^- \rightleftharpoons Fe^{2+}(aq)$	+ 0.77
$I_2(s) + 2e^- \rightleftharpoons 2I^-(aq)$	+ 0.54
$Cu^+(aq) + e^- \rightleftharpoons Cu(s)$	+ 0.52
$O_2(g) + 2H_2O(l) + 4e^- \rightleftharpoons 4OH^-(aq)$	+ 0.40
$Cu^{2+}(aq) + 2e^- \rightleftharpoons Cu(s)$	+ 0.34
$VO^{2+}(aq) + 2H^+(aq) + e^- \rightleftharpoons V^{3+}(aq) + H_2O(l)$	+ 0.34

SAWOOD BADER – MASOOD BIN RAMADAN SCHOOL

SAWOOD BADER – MASOOD BIN RAMADAN SCHOOL

الجدول الدوري للعناصر

العدد الذري ← 11
رمز العنصر ← Na
الكتلة الذرية ← 22.99

1 H 1.00																	2 He 4.00
3 Li 6.941	4 Be 9.012											5 B 10.81	6 C 12.00	7 N 14.00	8 O 16.00	9 F 19.00	10 Ne 20.18
11 Na 22.99	12 Mg 24.31											13 Al 26.98	14 Si 28.09	15 P 30.97	16 S 32.07	17 Cl 35.45	18 Ar 40.00
19 K 39.10	20 Ca 40.08	21 Sc 44.96	22 Ti 47.88	23 V 50.94	24 Cr 52.00	25 Mn 54.94	26 Fe 55.85	27 Co 58.93	28 Ni 58.69	29 Cu 63.55	30 Zn 65.38	31 Ga 69.72	32 Ge 72.59	33 As 74.92	34 Se 78.96	35 Br 79.90	36 Kr 83.80
37 Rb 85.47	38 Sr 87.62	39 Y 88.91	40 Zr 91.22	41 Nb 92.91	42 Mo 95.94	43 Tc (98)	44 Ru 101.1	45 Rh 102.9	46 Pd 106.4	47 Ag 107.9	48 Cd 112.4	49 In 114.8	50 Sn 118.7	51 Sb 121.8	52 Te 127.6	53 I 126.9	54 Xe 131.3
55 Cs 132.9	56 Ba 137.3	57 La* 138.9	72 Hf 178.5	73 Ta 180.9	74 W 183.9	75 Re 186.2	76 Os 190.2	77 Ir 192.2	78 Pt 195.1	79 Au 197.0	80 Hg 200.6	81 Tl 204.4	82 Pb 207.2	83 Bi 209.0	84 Po (209)	85 At (210)	86 Rn (222)
87 Fr (223)	88 Ra 226	89 Ac† (227)															

سلسلة اللانثانيدات	58 Ce 140.1	59 Pr 140.9	60 Nd 144.2	61 Pm (145)	62 Sm 150.4	63 Eu 152.0	64 Gd 157.3	65 Tb 158.9	66 Dy 162.5	67 Ho 164.9	68 Er 167.3	69 Tm 168.9	70 Yb 173.0	71 Lu 175.0
سلسلة اللاكتينيدات	90 Th 232.0	91 Pa (231)	92 U 238.0	93 Np (237)	94 Pu (244)	95 Am (243)	96 Cm (247)	97 Bk (247)	98 Cf (251)	99 Es (252)	83 Fm (257)	101 Md (258)	102 No (259)	103 Lr (260)

التاريخ:
اليوم:

دراسة المسار - مسارك نحو التميز

SAUOOD BADER – MASOOD BIN RAMADAN SCHOOL

SAUOOD BADER – MASOOD BIN RAMADAN SCHOOL