



دولة فلسطين  
وزارة التربية والتعليم

# الكيمياء

## العلمي والزراعي

### الفترة الثالثة

جميع حقوق الطبع محفوظة ©

دولة فلسطين  
وزارة التربية والتعليم



مركز المناهج

mohe.ps | mohe.pna.ps | mohe.gov.ps

f.com/MinistryOfEducationWzartAltrbytWaltlym

هاتف +970-2-2983280 | فاكس +970-2-2983250

حي الماصيون، شارع المعاهد

ص. ب 719 - رام الله - فلسطين

pcde.mohe@gmail.com | pcde.edu.ps

# المحتويات

## الوحدة التعليمية المتمازجة الثالثة

### الفصل الأول: الكيمياء العضوية

3	المركبات العضوية	1-1-3
4	هاليدات الألكيل	2-1-3
6	الكحولات	3-1-3
11	الألدهيدات والكيثونات	4-1-3
13	الحموض الكربوكسيلية	5-1-3
15	أسئلة الفصل	

### الفصل الثاني: الخلايا الكهروكيميائية

17	الخلايا الجلفانية	1-2-3
18	جهد القطب القياسي	2-2-3
20	حساب جهد الخلايا الجلفانية	3-2-3
22	أسئلة الفصل	
23	اختبار الفترة الثالثة	

يتوقع من الطلبة بعد دراسة هذه الوحدة المتمازجة والتفاعل مع أنشطتها أن يكونوا قادرين على توظيف دراسة التفاعلات الكيميائية في تحضير بعض المركبات العضوية والتمييز بينها، ودراسة تفاعلات التأكسد والإختزال في تصميم الخلايا الجلفانية من خلال تحقيق الآتي:

- كتابة معادلات كيميائية تمثل تفاعلات المركبات العضوية.
- استنتاج نواتج تفاعلات بعض المركبات العضوية عملياً.
- التمييز مخبرياً بين مركبات المجموعات الوظيفية المختلفة.
- تصميم خلايا جلفانية بطريقة آمنة، وحساب جهدها.

# الكيمياء العضوية

## Organic Chemistry

### المركبات العضوية (Organic Compounds):

1-1-3

اعتقد الكيميائيون حتى بدايات القرن التاسع عشر أن المركبات العضوية تؤخذ من الأجسام الحية فقط، وفي عام 1829م تمكن فريدريك فوهلر من تحضير اليوريا في المختبر، ومنذ ذلك الحين قام الكيميائيون بتحضير ملايين المركبات العضوية، ودراسة خصائصها الكيميائية والفيزيائية، ولقد تعلمت سابقاً بعض المركبات العضوية التي تحوي المجموعات الوظيفية (Functional Groups)، والمجموعة الوظيفية ذرة أو مجموعة من الذرات مرتبطة بطريقة معينة بذرة كربون في المركب العضوي، وتؤثر في كل من الخصائص الفيزيائية والكيميائية لذلك المركب. ولتذكر بعض أنواع هذه المركبات العضوية، نفذ النشاط (1-3).

### نشاط (1-3) بعض أنواع المركبات العضوية:

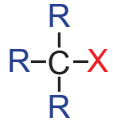
تأمل المركبات العضوية الآتية، وأجب عن الأسئلة التي تليها:



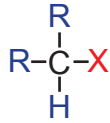
1. ما المجموعة الوظيفية في كل منها؟ وما نوع هذه المركبات؟
2. سمِّ المركبات حسب النظام العالمي (IUPAC).

وتصنّف أنواع التفاعلات الكيميائية في الكيمياء العضوية إلى الأنواع الآتية: الإضافة، والحذف، والاستبدال، والتأكسد والاختزال، والتي ستتعرف عليها لاحقاً خلال دراستك الخواص الكيميائية لبعض المركبات العضوية.

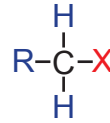
مركبات عضوية تحوي ذرة هالوجين أو أكثر، مرتبطة بذرة (ذرات) كربون ، وصيغتها العامة R-X، وتصنف حسب عدد مجموعات الألكيل (R) المتصلة بذرة الكربون المرتبطة بشكل مباشر مع ذرة الهالوجين (X) إلى: هاليد ميثيل وهاليدات ألكيل أولية، أو ثانوية، أو ثالثة:



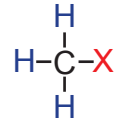
هاليد ألكيل ثالثي (3°)



هاليد ألكيل ثانوي (2°)



هاليد ألكيل أولي (1°)



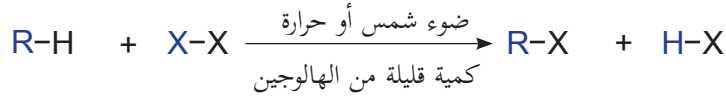
هاليد ميثيل

### 1. طرق تحضير هاليدات الألكيل:

يمكن تحضير هاليدات الألكيل بعدة طرق منها:

أ. **هلجنة الألكانات:** يتفاعل الألكان مع الهالوجينات في وجود الضوء، فيتم استبدال ذرة الهالوجين بذرة

هيدروجين، وينتج هاليد ألكيل.

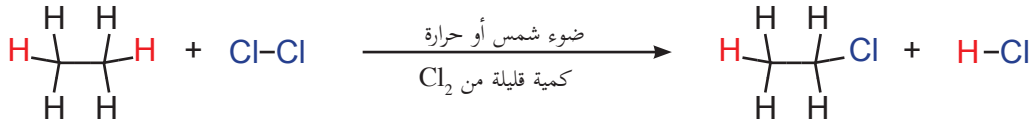


حيث X : (Cl أو Br أو I)

كيف يمكن تحضير كلورو إيثان من الإيثان؟

**مثال (1):**

**الحل:**



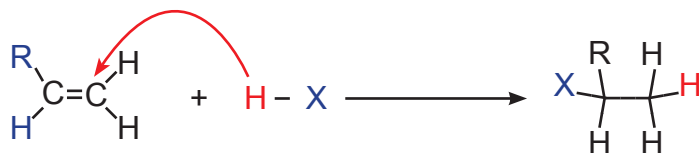
إيثان

كلوروإيثان

وهذه الطريقة غير ملائمة لتحضير هاليدات الألكيل؛ لأنها تعطي مزيجاً من هاليدات الألكيل.

## ب. إضافة هاليدات الهيدروجين إلى الألكينات:

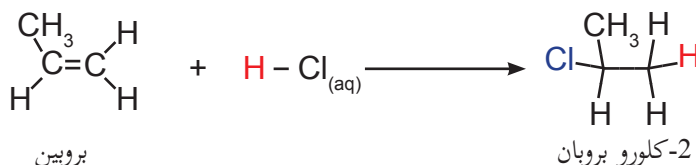
تفاعل الألكينات مع هاليدات الهيدروجين، وينتج عن ذلك هاليدات الألكيل، وتتم هذه التفاعلات وفق قاعدة ماركوفنيكوف (Markovnikov) التي تنص على أنه: عند إضافة هاليدات الهيدروجين إلى ألكين غير متمثل، فإن ذرة الهيدروجين ترتبط بذرة الكربون المشاركة في الرابطة الثنائية، والمرتبطة بأكبر عدد من ذرات الهيدروجين.



اكتب معادلة كيميائية تمثل تفاعل برومين مع حمض الهيدروكلوريك HCl.

مثال (2):

الحل:



## ج. تفاعل هاليدات الهيدروجين مع الكحولات:

تفاعل يتم فيه استبدال ذرة الهالوجين بمجموعة هيدروكسيل.

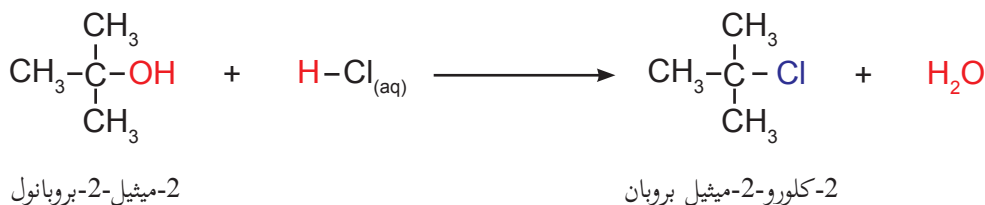


حيث X : (Cl أو Br أو I)

اكتب معادلة كيميائية تمثل تفاعل 2-ميثيل-2-بروبانول مع حمض الهيدروكلوريك HCl.

مثال (3):

الحل:



## 2. الخواص الكيميائية لهاليدات الألكيل:

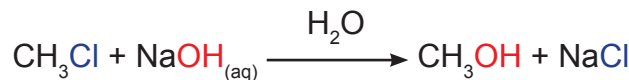
تعتبر تفاعلات هاليدات الألكيل الأولية وهاليد الميثيل مع هيدروكسيدات الفلزات القلوية من أهم خواصها الكيميائية، وينتج عنها الكحولات المناظرة، إذا تمت التجربة في وسط مائي.



حيث X: (Cl, Br, I) : M (Li, Na, K, ...)

مثال (4): اكتب تفاعل كلورو ميثان مع هيدروكسيد الصوديوم المائي.

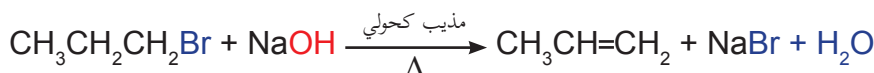
الحل:



كلورو ميثان

ميثانول

أما إذا كان وسط التفاعل كحولياً، فإن هاليدات الألكيل الأولية تُنتج الألكين المناظر.



1-برومو بروبان

بروبين

تمرين (1): أ. أكمل معادلة تفاعل 1-برومو بروبان مع هيدروكسيد البوتاسيوم المائي.



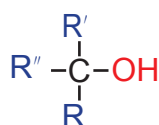
ب. كيف يمكن تحضير 1-بنتين من 1-برومو بنتان؟

ولقد اقتصرنا في هذا البند على دراسة الخصائص الكيميائية لهاليدات الألكيل الأولية وهاليد الميثيل فقط.

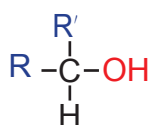
## الكحولات (Alcohols)

3-1-3

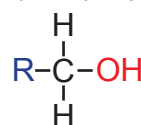
الكحولات مركبات عضوية تحوي مجموعة هيدروكسيل واحدة أو أكثر، وصيغتها العامة R-OH، وتصنف حسب عدد مجموعات الألكيل (R) المتصلة بذرة الكربون المرتبطة بشكل مباشر مع مجموعة الهيدروكسيل إلى: كحول ميثيل، وكحولات أولية، أو ثانوية، أو ثالثة.



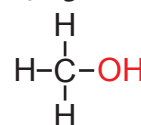
كحول ثالثي (3°)



كحول ثانوي (2°)

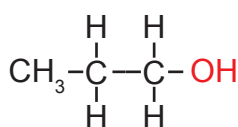


كحول أولي (1°)

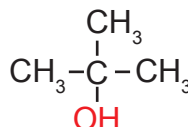


كحول ميثيل

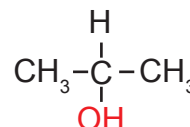
تمرين (2): صنّف الكحولات الآتية إلى كحولات أولية، أو ثانوية أو ثالثة.



1-بروبانول



2-ميثيل-2-بروبانول



2-بروبانول

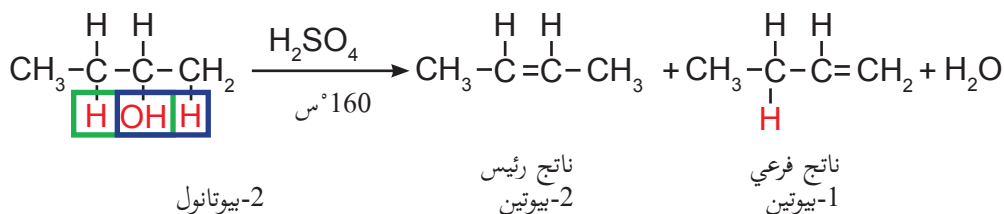




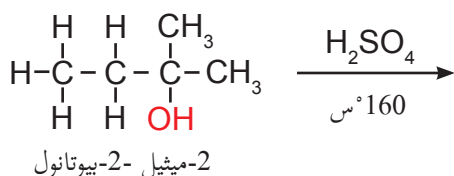


مثال (7): اكتب معادلة كيميائية تمثل معالجة 2-بيوتانول مع حمض الكبريتيك المركز عند درجة حرارة 160°س.

الحل:



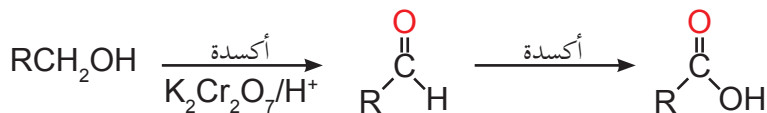
تمرين (7): أكمل التفاعل الآتي، وبيّن الناتج الرئيس:



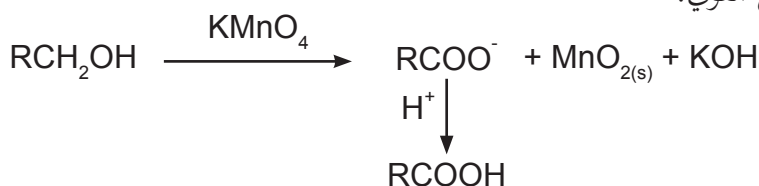
ج. أكسدة الكحولات:

1. أكسدة الكحولات باستخدام دايكرومات البوتاسيوم أو بيرمنغنات البوتاسيوم في وسط حمضي:

تتأكسد الكحولات الأولية إلى الألدهيدات المناظرة باستخدام العامل المؤكسد القوي دايكرومات البوتاسيوم في وسط حمضي، وفي حالة بقاء الألدهيد في المحلول فإنه يتأكسد بدوره إلى حمض كربوكسيلي. ولا يمكن إيقاف التفاعل عند مرحلة تشكل الألدهيد، بل يستمر ليعطي الحمض الكربوكسيلي؛ ولذلك لا يمكن تحضير الألدهيدات بهذه الطريقة باستثناء الألدهيدات المتطايرة (يكون عدد ذرات الكربون فيها من 1-4) حيث تتبخر قبل تأكسدها.

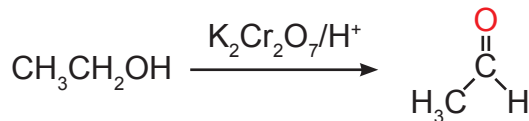


وفي حالة استخدام محلول بيرمنغنات البوتاسيوم المائي، ثم إضافة حمض معدني قوي فإن الكحول الأولي يتأكسد إلى الحمض الكربوكسيلي المناظر، حيث يختفي لون محلول بيرمنغنات البوتاسيوم البنفسجي ويظهر راسب من  $\text{MnO}_2$  البني؛ لأن الكحول يختزل أيون البيرمنغنات إلى  $\text{MnO}_2$ ، ويتم فصل ثاني أكسيد المنغنيز من المحلول بالترشيح قبل إضافة الحمض المعدني القوي.



مثال (8): اكتب معادلة كيميائية تمثل أكسدة الإيثانول باستخدام دايكرومات البوتاسيوم في وسط حمضي.

الحل:



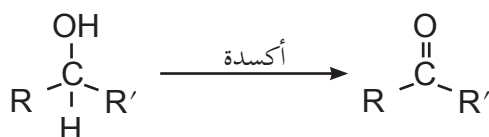
إيثانول

إيثانال

تمرين (8): اكتب معادلة كيميائية تمثل أكسدة 1-بيوتانول باستخدام محلول بيرمنغنات البوتاسيوم، ثم إضافة حمض

معديني قوي.

أما الكحولات الثانوية فتتأكسد إلى كيتونات حسب المعادلة العامة الآتية:



وأما الكحولات الثالثية فتقاوم تفاعلات الأكسدة المذكورة في الظروف العادية.



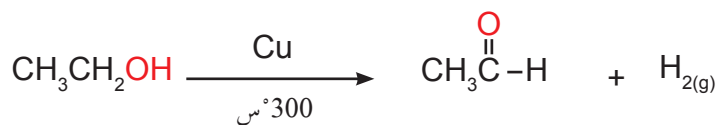
2. الأكسدة بنزع الهيدروجين من الكحولات عند تمرير أبخرة الكحولات على مسحوق النحاس عند

درجة حرارة (200-400°س)، وينتج عن ذلك الألدهيدات إذا كانت الكحولات أولية، بينما تنتج الكيتونات عن طريق

أكسدة الكحولات الثانوية.

مثال (9): اكتب معادلة كيميائية تمثل أكسدة الإيثانول بتمرير بخاره على مسحوق النحاس عند درجة 300°س.

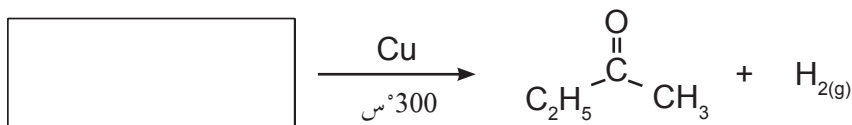
الحل:



إيثانول

إيثانال

ما صيغة المادة المتفاعلة في التفاعل الآتي؟



2-بيوتانون

## الألدهيدات والكي-tonات (Aldehydes and Ketones)

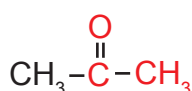
4-1-3

تتميز الألدهيدات والكي-tonات بوجود مجموعة الكربونيل الوظيفية ( $\text{C}=\text{O}$ ) والصيغة العامة للألدهيدات  $\text{R}-\text{C}(=\text{O})-\text{H}$  ويتم استبدال ذرة هيدروجين بمجموعة ألكيل R في الميثانال، لتصبح HCOH وتكون مجموعة (C=O) في طرف السلسلة.

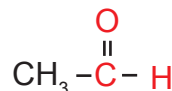
أما الصيغة العامة للكي-tonات فهي  $\text{R}-\text{C}(=\text{O})-\text{R}'$  حيث ترتبط مجموعة الكربونيل في الكي-tonات بمجموعتي ألكيل متماثلتين أو غير متماثلتين (R و R'). وتكون الرابطة الثنائية في مجموعة الكربونيل في كل من الألدهيدات والكي-tonات مستقطبة جزئياً، بسبب الفرق في الكهروسالبية بين ذرتي الأكسجين والكربون.

اكتب الصيغة البنائية لكل من الإيثانال والبروبانون.

مثال (10)



بروبانون



إيثانال

الحل:

## 1. طرق تحضير الألدهيدات والكي-tonات:

يمكن تحضير الألدهيدات بأكسدة الكحولات الأولية، بينما يمكن تحضير الكي-tonات بأكسدة الكحولات الثانوية كما مر معك سابقاً.

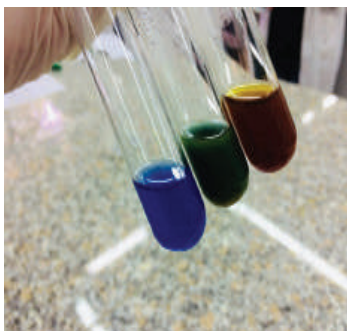
## 2. الخواص الكيميائية للألدهيدات والكي-tonات:

## تفاعلات الأكسدة:

تتأكسد الألدهيدات بسهولة إلى حموض كربوكسيلية في الظروف العادية بمعظم العوامل المؤكسدة، حتى الضعيفة منها، في حين تقاوم الكي-tonات بصورة عامة الأكسدة بالظروف العادية؛ لأنها لا تحوي ذرة هيدروجين مرتبطة بمجموعة الكربونيل. ومن تفاعلات الأكسدة:

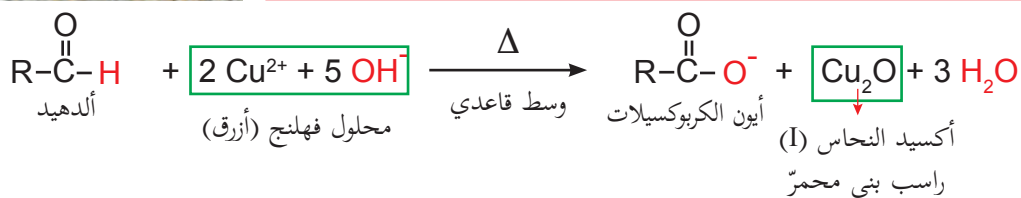
## 1. الأكسدة بواسطة محلول فهلنج (Fehling's solution):

يتكون محلول فهلنج A من (كبريتات النحاس المائية  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ )، ومحلول فهلنج B من (محلول ملح روشل «ترترات الصوديوم والبوتاسيوم المائية» وهيدروكسيد الصوديوم).



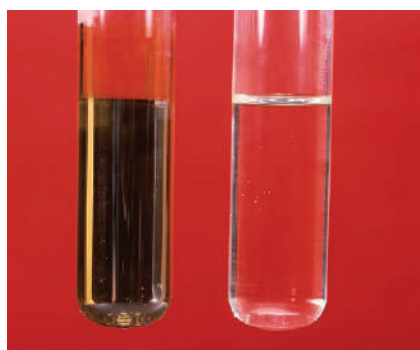
### محلول فهلنج

العامل المؤكسد الفعال في هذا المحلول هو أيون النحاس (II) الأزرق  $\text{Cu}^{2+}$  الذي يختزل إلى أيون  $\text{Cu}^+$ ، ويطرسب على شكل مسحوق بني محمر (أكسيد النحاس (I)  $\text{Cu}_2\text{O}$ )، في حين يتأكسد الألدheid إلى أيون الكربوكسيلات.



يستخدم هذا التفاعل في المختبرات الطبية للكشف عن الجلوكوز، وتقدير كميته في البول؛ لأن جزيء الجلوكوز يحوي على مجموعة ألدheidية تتأكسد، ويستخدم محلول فهلنج للكشف عن السكريات الأحادية.

## 2. الأكسدة بواسطة محلول تولن (Tollen's Solution):



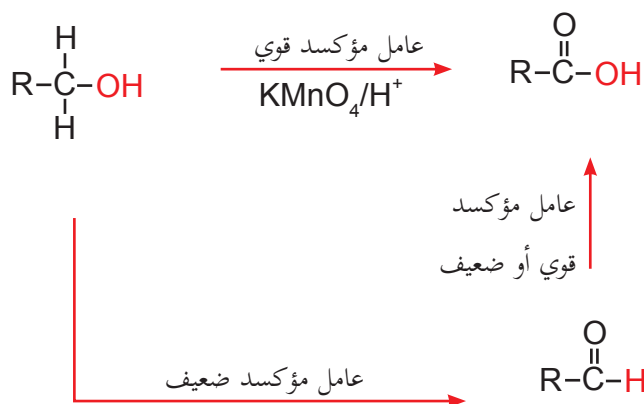
يتألف محلول تولن من محلول نترات الفضة النشادرية، وهو معقد لأيون الفضة، والعامل المؤكسد في هذا المحلول أيون الفضة، الذي يُختزل إلى معدن الفضة، عند تسخين مزيج منه مع الألدheid، حيث يترسب على جدران وعاء التفاعل مكوناً مرآة فضية، في حين يتأكسد الألدheid إلى الحمض الكربوكسيلي المناظر:



تتميز الحموض الكربوكسيلية بوجود مجموعة الكربوكسيل  $\text{-COOH}$ ، التي تتكون من مجموعتي الهيدروكسيل  $\text{-OH}$  والكربونيل  $\text{(C=O)}$  والصيغة العامة لها هي:  $\text{RCOOH}$ .

### 1. طرق تحضير الحموض الكربوكسيلية:

تحضر الحموض الكربوكسيلية بعدة طرق منها أكسدة الكحولات الأولية والألدهيدات كما مر معك سابقاً، كما هو موضح في المخطط الآتي:

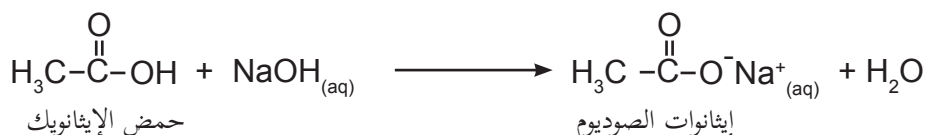


### 2. الخواص الكيميائية للحموض الكربوكسيلية:

#### أ- تفاعل الحموض الكربوكسيلية مع القواعد:

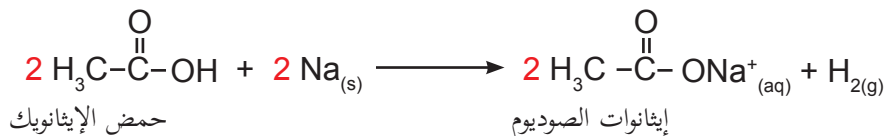
تتفاعل الحموض الكربوكسيلية (جميعها حموض ضعيفة) مع القواعد القوية والضعيفة مكونة أملاحها كما في الأمثلة الآتية:

#### 1. تفاعلها مع القواعد القوية:

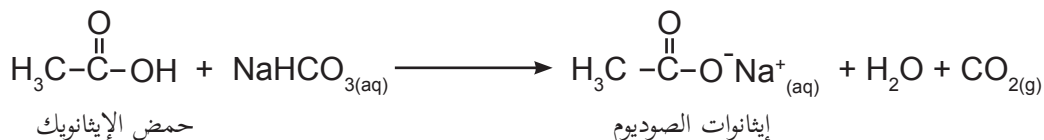


## 2. تفاعلها مع الفلزات النشطة.

تتفاعل الحموض الكربوكسيلية مع الفلزات النشطة مثل الصوديوم، ويعزى ذلك إلى وجود H الحمضية في مجموعة الكربوكسيل، حيث يتصاعد غاز الهيدروجين كدلالة على حدوث التفاعل.



## 3. تفاعلها مع الأملاح القاعدية مثل كربونات الصوديوم الهيدروجينية

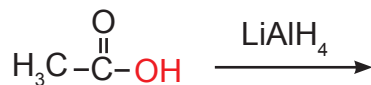


## ب. اختزال الحموض الكربوكسيلية:

تُختزل الحموض الكربوكسيلية بسهولة إلى الكحولات الأولية المناظرة مباشرة باستخدام هيدريد ليثيوم ألومنيوم (LiAlH<sub>4</sub>) الذي يعدُّ عاملاً مختزلاً قوياً:



**تمرين (10):** اكتب الناتج العضوي في التفاعل الآتي:



## أسئلة الفصل

السؤال الأول  
ضع دائرة حول رمز الإجابة الصحيحة في كل مما يأتي:

1. ماذا ينتج عن أكسدة الميثانال في ظروف مناسبة؟  
أ. ميثانول      ب. إيثان      ج. أسيتون      د. حمض الميثانويك
2. ماذا ينتج عن أكسدة الكحولات الأولية باستخدام بيرمنغنات البوتاسيوم، وإضافة حمض معدني قوي؟  
أ. ألدهيد      ب. حمض كربوكسيلي      ج. كيتون      د. هاليد ألكيل
3. ما المركب الذي يختزل كاشف تولن؟  
أ. البروبانول      ب. الإيثانال      ج. الإيثانول      د. حمض الإيثانويك
4. ماذا ينتج عن أكسدة الكحول الثانوي باستخدام بيرمنغنات البوتاسيوم، وإضافة حمض معدني قوي؟  
أ. هاليد ألكيل      ب. كيتون      ج. حمض كربوكسيلي      د. ألدهيد
5. ما المجموعة التي تميز الألدهيد والكيتون؟  
أ.  $\text{C}=\text{O}$       ب.  $-\text{NH}_2$       ج.  $-\text{COOH}$       د.  $-\text{OH}$
6. ما المجموعة الوظيفية في الحموض الكربوكسيلية؟  
أ.  $-\text{OH}$       ب.  $\text{H}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-$       ج.  $-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-$       د.  $-\text{COOH}$
7. ما المادة التي تختزل الحموض الكربوكسيلية إلى الكحولات الأولية مباشرة؟  
أ.  $\text{O}_2$       ب.  $\text{LiAlH}_4$       ج.  $\text{MnO}_4^-$       د.  $\text{P}_2\text{O}_5$
8. ما نوع المركب العضوي  $\text{CH}_3\text{COOH}$ ؟  
أ. حمض كربوكسيلي      ب. كحول      ج. إستر      د. كيتون

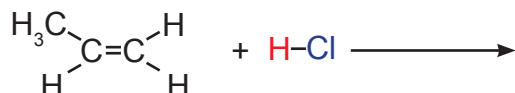
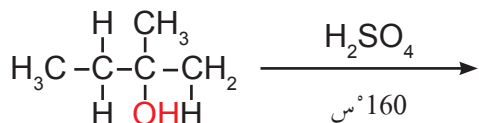
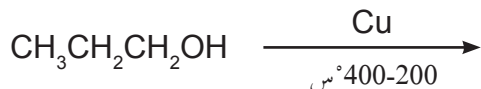
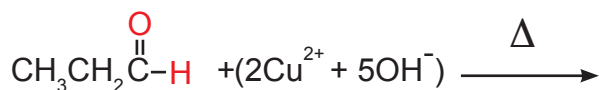
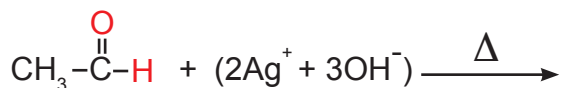
السؤال الثاني  
عبر بالمعادلات الكيميائية عن كل من التفاعلات الآتية، وسم المركبات العضوية الناتجة:

1. أكسدة 1- بروبانول باستخدام دايكرومات البوتاسيوم في وسط حمضي أكسدة تامة.

2. اختزال حمض الإيثانويك باستخدام هيدريد ليثيوم ألومنيوم (LiAlH<sub>4</sub>).

3. تفاعل كلورو إيثان مع NaOH في وسط كحولي.

السؤال الثالث  
أكمل المعادلات الآتية بكتابة الناتج العضوي المناسب:





# الخلايا الكهروكيميائية

## Electrochemical Cells

### الخلايا الجلفانية (Galvanic cells)

1-2-3

يقوم مبدأ عمل الخلايا الجلفانية على تفاعلات التأكسد والاختزال، وتنتقل الإلكترونات في هذه التفاعلات من العوامل المختزلة إلى العوامل المؤكسدة، ويتم هذا الانتقال إذا اختلطت المواد المتفاعلة في وعاء واحد. ويمكن الحصول على تيار كهربائي من تفاعلات التأكسد والاختزال، إذا توفر نظام ملائم، وأمکن فصل نصف تفاعل التأكسد عن نصف تفاعل الاختزال باستخدام وعاءين منفصلين، دون السماح باختلاط المواد المتفاعلة، كما هو مبين في النشاط (2-3).

### تركيب الخلايا الجلفانية وعملها:

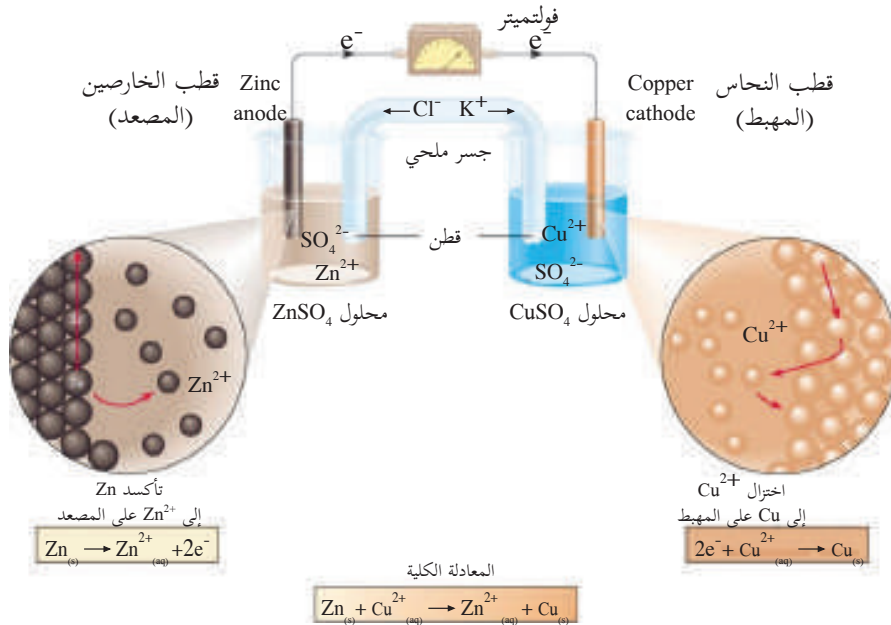
نشاط (2-3):

**المواد والأدوات اللازمة:** كأس زجاجي سعة 200 مل عدد (2)، ومحلل كبريتات النحاس (II) تركيزه (1 مول/لتر)، ومحلل كبريتات الخارصين تركيزه (1 مول/لتر)، وصفيحة من النحاس، وصفيحة من الخارصين، وأنبوب على شكل U، ومحلل مشبع من كلوريد البوتاسيوم، وفولتميتر، وأسلاك توصيل، وقطن، ومخبر مدرج.



### خطوات العمل:

1. ضع 100 مل من محلل كبريتات النحاس (II) في الكأس الأولى، واغمس بها صفيحة النحاس.
2. ضع 100 مل من محلل كبريتات الخارصين في الكأس الثانية، واغمس بها صفيحة الخارصين.
3. املا الأنبوب على شكل U بمحلل كلوريد البوتاسيوم وسد طرفيه بقطن (تأكد من عدم وجود فقاعات هوائية في الأنبوب).
4. ركب الجهاز كما في الشكل (1-3).
5. أغلق الدارة الكهربائية، ثم راقب مؤشر الفولتميتر وسجل قراءته.



شكل (1-2-3): تركيب الخلية الجلفانية

والآن أجب عن الأسئلة الآتية:

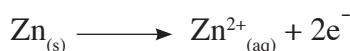
1. ما دلالة انحراف مؤشر الفولتميتر؟

2. ما مقدار القوة الدافعة الكهربائية (الفولتية) التي قاسها الفولتميتر؟

3. قم بإزالة الجسر الملحي، ماذا تلاحظ؟ فسّر إجابتك.

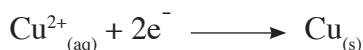
يُدل انحراف مؤشر الفولتميتر على سريان التيار الكهربائي من صفيحة الخارصين نحو صفيحة النحاس عبر أسلاك

التوصيل، ويستدل من ذلك أن تفاعل التأكسد الآتي قد حدث على صفيحة الخارصين:



إذ فقدت ذرات الخارصين إلكترونات، وتحولت إلى أيونات موجبة تنتشر في المحلول، وتسمى صفيحة الخارصين

(المصعد)، وتكون شحنته سالبة (القطب السالب)، أما على صفيحة النحاس فيتوقع أن يحدث تفاعل الاختزال الآتي:



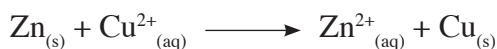
وتسمى صفيحة النحاس (المهبط)، وتكون شحنته موجبة (القطب الموجب).

ويقوم الجسر الملحي (القنطرة الملحية) بإغلاق الدارة الكهربائية عبر السماح بانتقال

أيونات الكلور السالبة نحو نصف خلية الخارصين لمعادلة أيونات الخارصين الزائدة هناك،

أما أيونات البوتاسيوم فتنقل من الجسر الملحي نحو نصف خلية النحاس لمعادلة أيونات الكبريتات الزائدة، وبذلك يتم

الحفاظ على اتزان الخلية الكهربائي، وتكون المعادلة الكلية للتفاعل الذي تم في تلك الخلية الكهروكيميائية:



يسمى هذا النوع من الخلايا الكهروكيميائية الذي تتحول فيه الطاقة الكيميائية إلى طاقة كهربائية الخلايا الجلفانية أو

الخلايا الفولتية. وتمثل قراءة الفولتميتر التي سجلتها جهد الخلية الجلفانية، وهي القوة الدافعة الكهربائية (الفولتية) التي

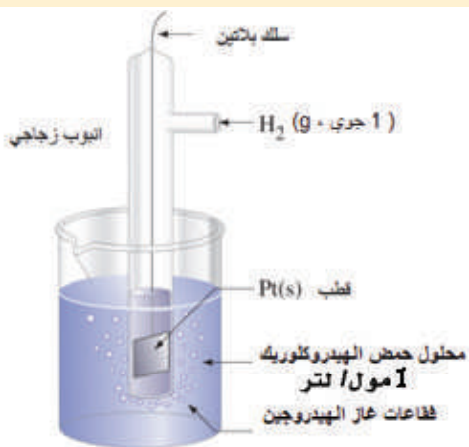
تسبب انتقال الإلكترونات في سلك التوصيل.



ماذا يحدث لكل من: كتلة صفيحة الخارصين، وكتلة صفيحة النحاس؟ فسّر إجابتك.

## جهد القطب القياسي (E°)

2-2-3

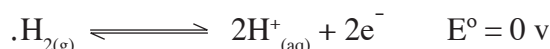
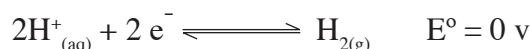


اتفق العلماء أن جهد الاختزال وجهد التأكسد القياسي لهذا القطب

(ويرمز لهذا الجهد بالرمز E°) يساوي صفرًا في الظروف المعيارية

(تركيز 1 مول/لتر للأيونات، و 1 ضغط جوي للغازات ودرجة حرارة

25°س)، انظر للمعادلتين الآتيتين:



تمعّن الشكل (2-3) ولاحظ أجزاء القطب القياسي.

شكل (2-2-3): قطب الهيدروجين القياسي

تمكن العلماء في تجارب مشابهة من حساب جهد الاختزال للعديد من أنصاف التفاعلات في الظروف القياسية، وتم ترتيب أنصاف التفاعلات وجهود اختزالها القياسية في جدول يعرف باسم (السلسلة الكهروكيميائية)، ويظهر جزء منها في جدول (1-3).

نصف تفاعل الاختزال	$E^{\circ}$ (فولت)
$F_2 + 2e^- \rightarrow 2F^-$	+2.87
$H_2O_2 + 2H^+ + 2e^- \rightarrow 2H_2O$	+1.78
$MnO_4^- + 8H^+ + 5e^- \rightarrow Mn^{2+} + 4H_2O$	+1.51
$PbO_2 + 4H^+ + 2e^- \rightarrow Pb^{2+} + 2H_2O$	+1.46
$Cl_2 + 2e^- \rightarrow 2Cl^-$	+1.36
$Cr_2O_7^{2-} + 14H^+ + 6e^- \rightarrow 2Cr^{3+} + 7H_2O$	+1.33
$O_2 + 4H^+ + 4e^- \rightarrow 2H_2O$	+1.23
$Br_2 + 2e^- \rightarrow 2Br^-$	+1.06
$Ag^+ + e^- \rightarrow Ag$	+0.80
$I_2 + 2e^- \rightarrow 2I^-$	+0.54
$O_2 + 2H_2O + 4e^- \rightarrow 4OH^-$	+0.40
$Cu^{2+} + 2e^- \rightarrow Cu$	+0.34
$2H^+ + 2e^- \rightarrow H_2$	0.00
$Pb^{2+} + 2e^- \rightarrow Pb$	- 0.13
$Sn^{2+} + 2e^- \rightarrow Sn$	- 0.14
$Ni^{2+} + 2e^- \rightarrow Ni$	- 0.25
$PbSO_4 + 2e^- \rightarrow Pb + SO_4^{2-}$	- 0.36
$Fe^{2+} + 2e^- \rightarrow Fe$	- 0.44
$Cr^{3+} + 3e^- \rightarrow Cr$	- 0.74
$Zn^{2+} + 2e^- \rightarrow Zn$	- 0.76
$2H_2O + 2e^- \rightarrow H_2 + 2OH^-$	- 0.83
$Mn^{2+} + 2e^- \rightarrow Mn$	-1.03
$Al^{3+} + 3e^- \rightarrow Al$	-1.67
$Mg^{2+} + 2e^- \rightarrow Mg$	-2.38
$Na^+ + e^- \rightarrow Na$	-2.71
$Ca^{2+} + 2e^- \rightarrow Ca$	-2.84
$Ba^{2+} + 2e^- \rightarrow Ba$	-2.90
$K^+ + e^- \rightarrow K$	-2.92
$Li^+ + e^- \rightarrow Li$	-3.05

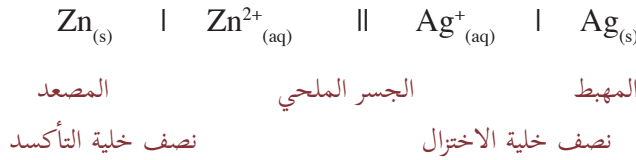
يزداد الميل للاختزال

جدول (1-3): جهود الاختزال القياسية عند درجة حرارة 25 °س (ليست للحفظ)

## تمرين (1):

1. ارسم خلية جلفانية يقرن فيها قطب الهيدروجين القياسي مع نصف خلية خارصين:
  - حدّد عليها : المصعد ، والمهبط ، واتجاه سريان التيار الكهربائي في السلك الخارجي.
  - استخدم الجدول (1-3) السابق للتنبؤ بقراءة الفولتميتر.
  - اكتب معادلة نصف تفاعل التأكسد، ومعادلة نصف تفاعل الاختزال.
  - اكتب المعادلة الكلية للتفاعل في الخلية الجلفانية.
2. ارسم خلية جلفانية يكون قطباها من الخارصين والفضة، وحدّد على الرسم : المصعد ، والمهبط ، واتجاه سريان التيار الكهربائي فيها.

يستخدم مخطط الخلية الاصطلاحي الآتي للتعبير عن الخلية الجلفانية (خارصين- فضة) التي قمت برسمها :



## تمرين (2):

عبّر عن الخلية الجلفانية ( خارصين - هيدروجين) بمخطط اصطلاحي.

### حساب جهد الخلايا الجلفانية $E^{\circ}$

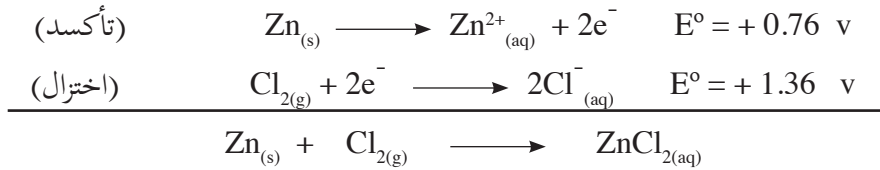
3-2-3

يمكن حساب جهد الخلايا الجلفانية باستخدام جهود الاختزال القياسية، كما هو موضح في الأمثلة الآتية:

**مثال (1):** يجري حالياً تطوير خلية جلفانية لاستخدامها في السيارات الكهربائية بطارية (خارصين - كلور)، والتفاعل الكلي في الخلية:  $\text{Zn}_{(s)} + \text{Cl}_{2(g)} \longrightarrow \text{ZnCl}_{2(aq)}$  ما جهد الخلية القياسي  $E^{\circ}$ ؟

**الحل:**

عرفت من المعادلة الكلية للتفاعل أن الخارصين تأكسد والكلور اختزل ، ومن الجدول (1-6) نأخذ جهد الاختزال للكلور، ونستنتج جهد تأكسد الخارصين.

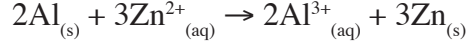


$E^{\circ}$  للخلية = جهد اختزال الكلور + جهد تأكسد الخارصين

$$= 0.76 + 1.36 = 2.12 \text{ فولت}$$

ويمكن إيجاد جهد الخلية بطرح جهد اختزال الخارصين من جهد اختزال الكلور كالاتي:  
 $E^{\circ}$  للخلية = جهد اختزال الكلور - جهد اختزال الخارصين =  $1.36 - (0.76) = 2.12$  فولت  
 وأيضاً يمكن إيجاد جهد الخلية بطرح جهد تأكسد الكلور من جهد تأكسد الخارصين.

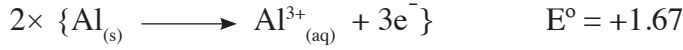
**مثال (2):** تمثل المعادلة الآتية التفاعل التلقائي الذي يحدث في إحدى الخلايا الجلفانية:



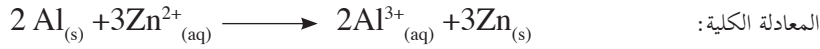
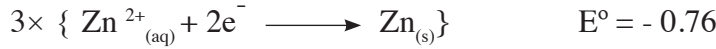
احسب جهد هذه الخلية بالإعتماد على البيانات الواردة في الجدول (1-3).

**الحل:**

يتأكسد الألمنيوم في الخلية الجلفانية حسب المعادلة الآتية:



أما أيونات الخارصين فإنها تختزل حسب المعادلة الآتية:



$E^{\circ}$  للخلية = جهد تأكسد الألمنيوم + جهد اختزال الخارصين

$$= 0.76 - 1.67 = 0.91 \text{ فولت.}$$

**تمرين (3):**

احسب جهد الخلية الجلفانية في الحالتين الآتيتين:



لاحظت أن جهد الخلايا الجلفانية التي درستها موجب دائماً، ويدل ذلك على أن تفاعلات التأكسد والاختزال التي تتم في الخلايا الجلفانية تحدث دائماً بشكل تلقائي.

**تمرين (4):** اعتمداً على جدول (1-3) أي تفاعلات التأكسد والاختزال الآتية تتم بشكل تلقائي؟

1. تفاعل الخارصين مع كبريتات المغنيسيوم.

2. تفاعل القصدير مع كبريتات النحاس II.

**هل يمكن حفظ محلول كبريتات المغنيسيوم في وعاء من الخارصين؟**



## أسئلة الفصل

السؤال الأول: ضع دائرة حول رمز الإجابة الصحيحة في كل مما يأتي:

1 أي تفاعلات التأكسد والاختزال الآتية تتم بشكل تلقائي؟



2 أي العبارات الآتية صحيحة فيما يخص المصعد في الخلية الجلفانية؟

أ. قطب سالب، ويحدث عنده تفاعل التأكسد. ب. قطب سالب، ويحدث عنده تفاعل الاختزال.

ج. قطب موجب، ويحدث عنده تفاعل التأكسد. د. قطب موجب، ويحدث عنده تفاعل الاختزال.

3 أي المواد الآتية تصلح للاستخدام كقطب في قطب الهيدروجين القياسي؟

أ. البلاتين ب. الألمنيوم ج. الخارصين د. المغنيسيوم

4 ما جهد الخلية الجلفانية التي تكون معادلة التفاعل الكلية فيها:  $\text{Sn}_{(s)} + 2\text{Ag}^{+}_{(aq)} \longrightarrow 2\text{Ag}_{(s)} + \text{Sn}^{2+}_{(aq)}$

أ. 0.66 فولت ب. 0.94 فولت ج. 1.46 فولت د. 1.74 فولت

السؤال الثاني: ما المقصود بكل من: المصعد، والمهبط، والقطب القياسي، والجسر الملحي.

السؤال الثالث: ارسم الخلية الجلفانية التي تعتمد على المعادلة الكيميائية الكلية الآتية:



1. حدّد على الرسم: المصعد، والمهبط، والجسر الملحي، واتجاه سريان التيار الكهربائي في الدارة الخارجية.

2. اكتب التعبير الاصطلاحي للخلية السابقة.

3. احسب قيمة جهد الخلية القياسي  $E^{\circ}$ .

السؤال الرابع: أ. اكتب معادلة التفاعل الكلية للخلية الجلفانية الآتية:



ب. احسب جهد الخلية الجلفانية السابقة في الظروف القياسية.

السؤال الخامس: علّل العبارات الآتية:

1. تقل كتلة المصعد في الخلية الجلفانية.

2. استخدام الجسر الملحي في الخلايا الجلفانية.

## اختبار الفترة الثالثة

### الكيمياء العضوية والخلايا الجلفانية

مجموع العلامات: 30

يتكون الامتحان من ثلاثة أسئلة وعلى المشترك الإجابة عنها جميعا

#### السؤال الأول

اختر رمز الإجابة الصحيحة فيما يلي وانقلها إلى دفتر الإجابة: (12 علامة)

- 1 ما المادة التي تختزل الحموض الكربوكسيلية إلى كحولات أولية؟  
أ)  $LiAlH_4$  (ب)  $KMnO_4$  (ج)  $K_2Cr_2O_7$  (د)  $H_2SO_4$
- 2 أي المواد الآتية تستخدم للتمييز بين حمض الإيثانويك والإيثانول في المختبر؟  
أ)  $Na$  (ب)  $NaHCO_3$  (ج) محلول فهلنج (د) كاشف غرينيارد
- 3 ما ناتج أكسدة الكحولات الثانوية بوجود محلول ديكرومات البوتاسيوم في وسط حمضي؟  
أ) كحول ثالثي (ب) الدهيد (ج) كيتون (د) حمض كربوكسيلي
- 4 ما ناتج تسخين الإيثانول مع حمض الكبريتيك  $H_2SO_4$  المركز؟  
أ) الإيثان (ب) الإيثين (ج) حمض الإيثانويك (د) الإيثانال
- 5 ما صيغة المركب الذي يتفاعل مع محلول تولن ويكون راسب فضي لامع؟  
أ)  $CH_3CHO$  (ب)  $CH_3CH_2OH$  (ج)  $CH_3COCH_3$  (د)  $CH_3CH_2Cl$
- 6 أي من المركبات العضوية الآتية يتفاعل مع كاشف فهلنج ويكون راسب احمر؟  
أ) 1- بروبانول (ب) 2- بروبانول (ج) بروبانال (د) بروبانون
- 7 ما تصنيف المركب 2- ميثيل -2- بروبانول؟  
أ) كحول أولي. (ب) كحول ثانوي (ج) كحول ثالثي (د) كيتون ثانوي
- 8 أي المواد الآتية تصلح للاستخدام كقطب في قطب الهيدروجين القياسي؟  
أ) البلاتين (ب) المغنيسيوم (ج) النيكل (د) الألمنيوم

السؤال الثاني (6 علامة)

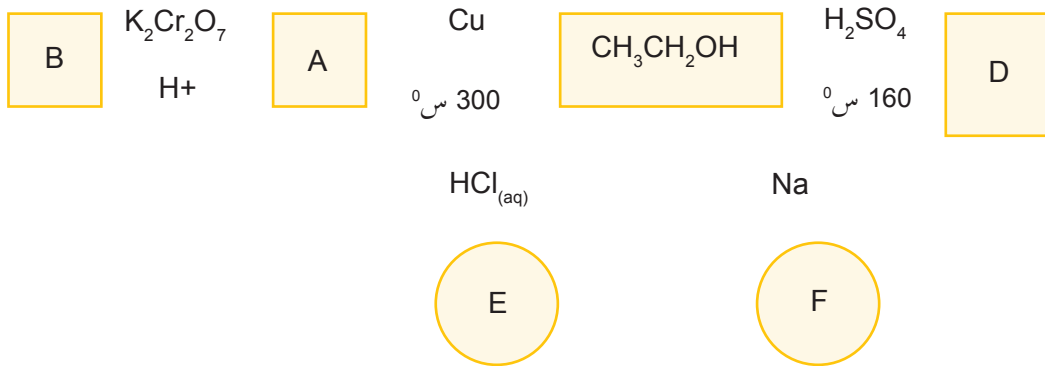
أ) ما المقصود بكل من: قاعدة ماركوفنيكوف، الجسر الملحي

ب) علل لما يلي:

1 - تزيد كتلة المهبط في الخلايا الجلفانية. 2 - تمتاز الكحولات بصفات أمفوتيرية.

السؤال الثالث (12 علامة)

أ) اكتب صيغ المركبات العضوية المشار إليها بالرموز {A,B,D,E,F} في المخطط الاتي:



ب) لديك التفاعلات نصف الخلووية الآتية، أجب عن الأسئلة التي تليها:

نصف التفاعل الخلوي	$E^\circ$
$A^+_{(aq)} + e^- \rightarrow A_{(s)}$	0.4 فولت
$B^+_{(aq)} + e^- \rightarrow B_{(s)}$	-0.5 فولت
$C^{+2}_{(aq)} + 2 e^- \rightarrow C_{(s)}$	-0.7 فولت

- 1- أيُّ من المادتين A أم B قادر على تحرير غاز الهيدروجين من محلوله الحمضي في الظروف المعيارية؟  
 2- عند بناء خلية جلفانية قطباها C، B؛ أكتب تفاعل المهبط، وتفاعل المصعد، ثم احسب  $E^\circ$  للخلية.

انتهت الأسئلة