



## الفصل الأول : مفاهيم متعلقة بالحموض والقواعد

## ◀ صفات الحموض :

☑ ذات طعم حمضي ☑ كاوية حارقة للجلد ☑ محاليلها موصلة للتيار الكهربائي ☑ تؤثر على ورقة تباع الشمس الزرقاء

## ◀ صفات القواعد :

☑ ذات طعم مر لاذع ☑ كاوية حارقة للجلد ☑ محاليلها موصلة للتيار الكهربائي ☑ تؤثر على ورقة تباع الشمس الحمراء

## أهم تعريفات الحموض والقواعد :

■ مفهوم أرهينيوس .

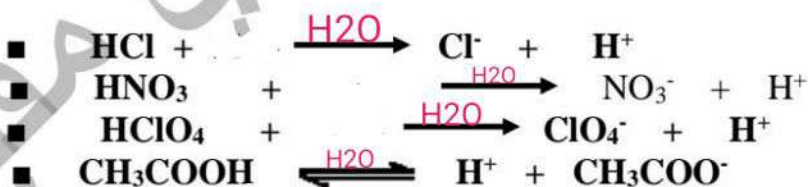
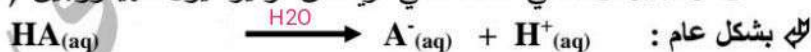
■ مفهوم برونستد - لوري .

■ مفهوم لويس .

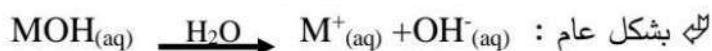
## مفاهيم الحموض والقواعد :

أولاً

**حمض أرهينيوس :** هي المادة التي تزيد من تركيز أيون الهيدروجين ( $H^+$ ) عند إذابتها في الماء .



**قاعدة أرهينيوس :** هي المادة التي تزيد من تركيز أيون الهيدروكسيد ( $OH^-$ ) عند إذابتها في الماء .



⚠ **لاحظ :** الحمض يعمل على زيادة تركيز  $H^+$  عند إذابته في الماء ، والقاعدة تعمل على زيادة تركيز  $OH^-$  عند إذابتها في الماء .

✓ استطاع التمييز بين الحموض القوية والحموض الضعيفة :

**الحموض القوية :** وهي الحموض التي تتأين ( تتفكك كلياً ) عند إذابتها في الماء .

يعبر عن معادلة تأين الحمض القوي بسهم  $\longrightarrow$

□ أمثلة على الحموض القوية :  $\text{HNO}_3, \text{H}_2\text{SO}_4, \text{HBr}, \text{HCl}, \text{HClO}_4, \text{HI}$

**الحموض الضعيفة :** وهي الحموض التي تتأين جزئياً عند إذابتها في الماء  $\rightleftharpoons$

□ أمثلة على الحموض الضعيفة :  $\text{CH}_3\text{COOH}, \text{HCN}, \text{HF}, \text{HCOOH}, \text{H}_2\text{CO}_3$

✓ استطاع التمييز بين القواعد القوية والقواعد الضعيفة :

**القواعد القوية :** وهي القواعد التي تتأين (تتفكك) كلياً عند إذابتها في الماء .

يعبر عن معادلة تأين القاعدة القوية بسهم  $\longrightarrow$

□ أمثلة على القواعد القوية :  $\text{NaOH}, \text{KOH}, \text{LiOH}, \text{Ba}(\text{OH})_2, \text{Ca}(\text{OH})_2$

■ أوجه القصور في مفهوم أرهينيوس :

① اقتصر مفاهيمه للحموض والقواعد على المحاليل المائية فقط .

② لم يفسر السلوك القاعدي للأمونيا ( $\text{NH}_3$ ) .

③ لم يفسر سلوك الأملاح الحمضية أو القاعدية مثل :  $\text{NaNO}_2, \text{NH}_4\text{Cl}, \text{CH}_3\text{COONa}$

والمواد التي لا تحتوي على  $\text{H}^+$  أو  $\text{OH}^-$

أيون الهيدرونيوم  $\text{H}_3\text{O}^+$

☞ لا يوجد أيون الهيدروجين  $\text{H}^+$  منفرداً ؟!

السبب : لأن أيون الهيدروجين متناه الصغر ، ذو كثافة كهربائية موجبة عالية جداً ، لذا يرتبط أيون الهيدروجين مع الماء

برابطة تناسقية مكوناً أيون الهيدرونيوم .



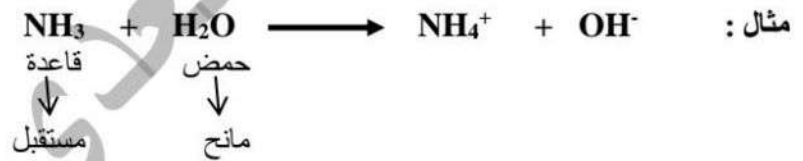
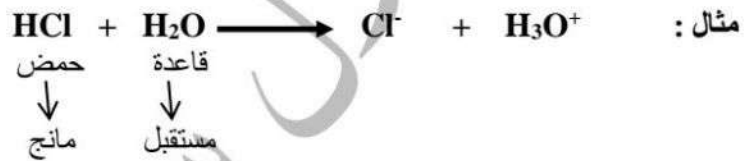
## ثانياً مفهوم برونستد - لوري للحموض والقواعد والازواج المترافقة :

**حمض برونستد - لوري :** هو مادة ( جزيئات أو ايونات ) القادرة على منح بروتون  $H^+$  لمادة أخرى في التفاعل .  
( ( مانح للبروتون ) )

**قاعدة برونستد - لوري :** هي المادة ( جزيئات أو ايونات ) القادرة على استقبال البروتون  $H^+$  عند تفاعلها مع غيرها  
( ( مستقبل للبروتون ) )

لن نقاط هامة :

1 تشمل تفاعلات برونستد- لوري على أحماض وقواعد 2 يتم نقل بروتون واحد فقط من الحمض إلى القاعدة



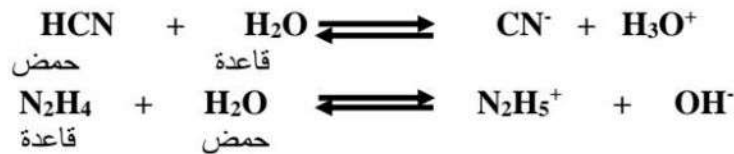
◀ نقاط مهمة جداً :

1 تمثل الأيونات الموجبة ( أحماض ) مثل :  $C_5H_5NH^+$  ,  $CH_3NH_3^+$  ,  $N_2H_5^+$  ,  $NH_4^+$

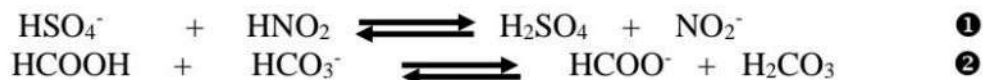
2 تمثل الأيونات السالبة التي لا تحتوي هيدروجين ( قواعد ) مثل :  $PO_4^{3-}$  ,  $S^{2-}$  ,  $CO_3^{2-}$  ,  $SO_4^{2-}$  ,  $Br^-$  ,  $NO_3^-$  ,  $CN^-$

3 بعض المواد تسلك سلوك الحمض في تفاعلات وسلوك القاعدة في تفاعلات أخرى تدعى الامفوتيرية :

أ- الماء

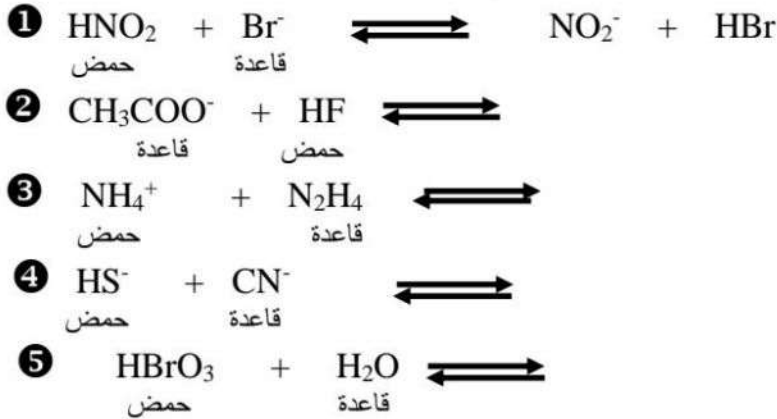


ب- الأيونات السالبة التي تحتوي هيدروجين مثل :  $HS^-$  ,  $HSO_4^-$  ,  $HCO_3^-$  : ما عدا  $HCOO^-$  ( قاعدة )





سؤال : أدرس المعادلات الآتية ، ثم حدد الحمض والقاعدة وفق مفهوم برونستد - لوري ؟



### ◀ الأزواج المترافقة :

☒ لكل قاعدة حمض مرافق

☒ لكل حمض قاعدة مرافقة

☐ الحمض المرافق : هو المادة التي تنتج عن استقبال القاعدة للبروتون .

الحمض المرافق = صيغة القاعدة +  $\text{H}^+$

سؤال : ما الحمض المرافق لكل من قواعد برونستد التالية :  
 $\text{HSO}_4^- / \text{SO}_4^{2-}$  ■  $\text{HNO}_3 / \text{NO}_3^-$  ■  $\text{HClO}_4 / \text{ClO}_4^-$  ■  $\text{CH}_3\text{NH}_3^+ / \text{CH}_3\text{NH}_2$  ■  $\text{NH}_4^+ / \text{NH}_3$  ■

☐ القاعدة المرافقة : هو المادة الناتجة من منح الحمض للبروتون .

القاعدة المرافقة = صيغة الحمض -  $\text{H}^+$

سؤال : ما القاعدة المرافقة لكل من الأحماض التالية :

$\text{H}_2\text{O} / \text{H}_3\text{O}^+$  ■  $\text{SO}_4^{2-} / \text{HSO}_4^-$  ■  $\text{N}_2\text{H}_4 / \text{N}_2\text{H}_5^+$  ■  $\text{NH}_3 / \text{NH}_4^+$  ■  $\text{NO}_3^- / \text{HNO}_3$  ■  $\text{ClO}_4^- / \text{HClO}_4$  ■

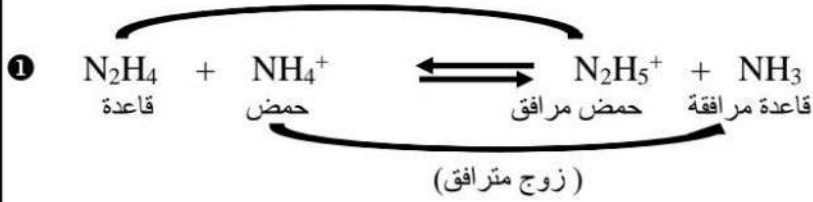
⚠ انتبه للإشارات عند كتابة الأزواج المترافقة لأن عدم وضع الإشارة يجعلك تخسر العلامة .

■ سؤال : ما صيغة القاعدة المرافقة لكل من الأحماض التالية ؟

..... :  $\text{HClO}$  ..... :  $\text{CH}_3\text{COOH}$  ..... :  $\text{HClO}_4$  ..... :  $\text{H}_3\text{PO}_4$

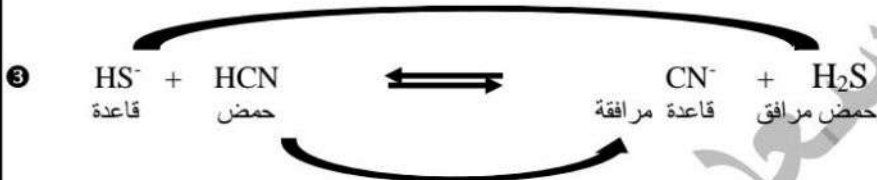
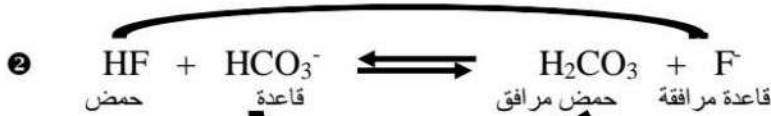
سؤال : حدد الأزواج المترافقة من الحمض والقاعدة في كل من التفاعلات التالية :

( زوج مترافق )

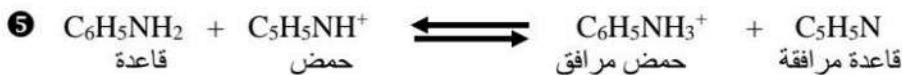
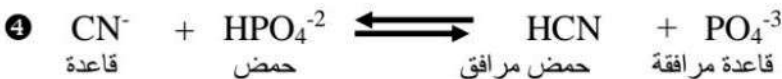
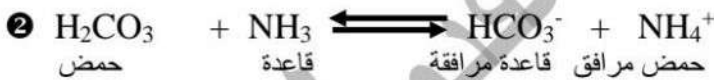
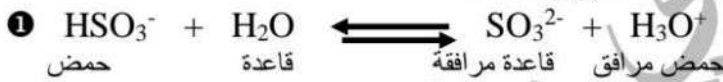


□ طريقة أخرى للحل :

$\text{NH}_3 / \text{NH}_4^+$  زوج مترافق ،  $\text{N}_2\text{H}_5^+ / \text{N}_2\text{H}_4$  زوج مترافق



سؤال : ادرس التفاعلات التالية ثم حدد الأزواج المترافقة من الحمض والقاعدة ؟



# المواد الامفوتيرية هي تلك المواد التي تسلك كحمض او كقاعدة تبعا للظروف الموجودة في التفاعل مثل:



سؤال : اكتب تفاعل  $\text{HSO}_3^-$  كحمض وكقاعدة مع الماء

القوى النسبية للحموض والقواعد :

رابعاً

□ نقاط هامة :

- ✓ الحمض الأقوى يعطي القاعدة المرافقة الأضعف .
- ✓ الحمض الأضعف يعطي القاعدة المرافقة الأقوى .
- ✓ القاعدة الأقوى يعطي الحمض المرافق الأضعف .
- ✓ القاعدة الأضعف تعطي الحمض المرافق الأقوى .

☞ مثال : الجدول التالي يحتوي على أحماض مرتبة حسب قوتها :

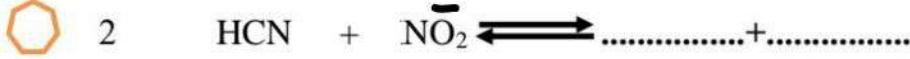
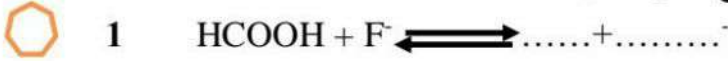
|   |                                |
|---|--------------------------------|
| ↑ | HClO <sub>4</sub>              |
|   | HCl                            |
|   | H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> |
|   | HNO <sub>3</sub>               |
|   | HF                             |
|   | HCOOH                          |
|   | H <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> |

□ اعتمد على الجدول في الإجابة عن الأسئلة الآتية :

- 1- اكتب صيغة الحمض الأقوى؟ ( HClO<sub>4</sub> )
- 2- اكتب صيغة الحمض الأضعف؟ ( H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> )
- 3- اكتب صيغة الحمض الذي قاعدته المرافقة هي الأقوى؟ ( H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> )
- 4- اكتب صيغة الحمض الذي قاعدته المرافقة هي الأضعف؟ ( HClO<sub>4</sub> )
- 5- اكتب صيغة القاعدة المرافقة الأقوى؟ ( HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> )
- 6- اكتب صيغة القاعدة المرافقة الأضعف؟ ( ClO<sub>4</sub><sup>-</sup> )
- 7- أي القواعد ( NO<sub>3</sub><sup>-</sup> أم F<sup>-</sup> ) هي الأقوى؟ ( F<sup>-</sup> )

حب الله و طاعته ثم رضا الوالدين مفتاح السعادة الحقيقية

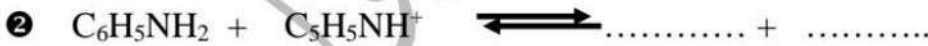
سؤال : اكمل التفاعلات التالية وحدد الأزواج المترافقة :



مثال : بالاعتماد على الجدول التالي الذي يحتوي على محاليل قواعد مرتبة حسب قوتها ، أجب عما يليه :

|  |                                   |
|--|-----------------------------------|
|  | $\text{C}_2\text{H}_5\text{NH}_2$ |
|  | $\text{CH}_3\text{NH}_2$          |
|  | $\text{NH}_3$                     |
|  | $\text{N}_2\text{H}_4$            |
|  | $\text{C}_5\text{H}_5\text{N}$    |
|  | $\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2$ |

- 1- أكتب صيغة القاعدة الأقوى ؟  $(\text{C}_2\text{H}_5\text{NH}_2)$
- 2- أكتب صيغة القاعدة الأضعف ؟  $(\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2)$
- 3- أكتب صيغة الحمض المرافق الأضعف ؟  $(\text{C}_2\text{H}_5\text{NH}_3^+)$
- 4- أكتب صيغة الحمض المرافق الأقوى ؟  $(\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_3^+)$
- 5- اكمل التفاعلات الآتية ثم حدد الأزواج المترافقة وحدد جهة رجحان الاتزان



سؤال : اذا علمت ان موضع الاتزان في التفاعلات التالية يرجح نحو المتفاعلات (التفاعل العكسي)



أكتب صيغة القاعدة المرافقة الأقوى بينها.



## خامساً

### مفهوم لويس :

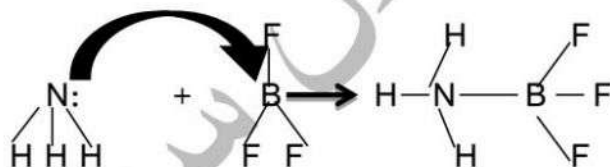
نحن نعلم أن الأساس الذي أعتمدته العالمان برونستد-لوري هو انتقال البروتون  $H^+$  من الحمض للقاعدة وهذا التعريف فسر الكثير من التفاعلات إلا أنه لم يستطيع تفسير بعض التفاعلات التي لا يرافقها انتقال بروتون  $H^+$  مثل تفاعل الأمونيا  $NH_3$  مع  $BF_3$  وكذلك تفاعل  $CO_2$  مع الماء لتكوين حمض  $H_2CO_3$ .

❖ حمض لويس : هي المادة القادرة على استقبال زوج من الإلكترونات غير الرابطة من مادة أخرى لاحتواها افلاك فارغة .  
❖ قاعدة لويس : هي المادة القادرة على منح زوج من الإلكترونات الى مادة أخرى ( لديها أزواج من الإلكترونات غير رابطة)

يمكن توضيح تفاعل الأمونيا  $NH_3$  مع فلوريد البورون  $BF_3$  والتي ترتبط فيما بينها برابطة تناسقية كالتالي :



الرابطة التناسقية : هي رابطة تنشأ بين ذرتين أحدهما يمتلك زوج من الإلكترونات غير الرابطة والذرة الأخرى تمتلك فلك فارغ أو أكثر .



- الجزيء  $NH_3$  يمتلك زوجاً من الإلكترونات غير المرتبطة ، وعليه فإنه يكون قادر على منح زوج من الإلكترونات : لذا يعد قاعدة لويس .  
- الجزيء  $BF_3$  يحتوي على فلك فارغ لذا يستقبل زوج من الإلكترونات : لذا يعد حمض لويس .

## ❖❖ حموض لويس فقط تشمل :

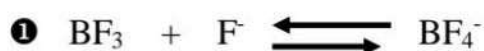
- 1- مركبات عنصر البيريليوم (Be) مثل :  $BeBr_2$ ,  $BeCl_2$ ,  $BeF_2$ ,  $Be(OH)_2$ ,  $BeH_2$
  - 2- مركبات عنصر البورون (B) مثل :  $BCl_3$ ,  $B(OH)_3$ ,  $BH_3$ ,  $BF_3$
  - 3- الأكاسيد اللافلزية :  $CO$ ,  $CO_2$ ,  $NO$ ,  $NO_2$ ,  $SO_2$ ,  $SO_3$
  - 4- الأيونات الفلززية الموجبة :  $Fe^{+3}$ ,  $Zn^{+2}$ ,  $Ag^+$ ,  $Cu^{+2}$ ,  $Au^{+3}$ ,  $Na^+$ ,  $Co^{+3}$
- وكذلك أحماض ارهينيوس وأحماض برونستد لوري تعتبر أيضاً أحماض لويس :  $HBr$ ,  $HClO_4$ ,  $HF$ ... الخ

## ❖❖ قواعد لويس تشمل :

- 1- مركبات الأكسجين : مثل  $Cl_2O$ ,  $OF_2$ ,  $H_2O$
  - 2- مركبات النيتروجين : مثل  $N_2H_4$ ,  $CH_3NH_2$ ,  $NF_3$ ,  $NCl_3$ ,  $NH_3$
  - 3- مركبات الفسفور : مثل  $PBr_3$ ,  $PF_3$ ,  $PCl_3$ ,  $PH_3$
  - 4- الأيونات السالبة :  $O^{2-}$ ,  $I^-$ ,  $Br^-$ ,  $CN^-$ ,  $OH^-$
  - 5- أكاسيد فلزية :  $CaO$ ,  $BaO$ ,  $Na_2O$
- ملاحظات هامة :  
1- الأيونات الموجبة حموض لويس غالباً مثل  $C_6H_5NH_3^+$   
2- الأيونات السالبة تعتبر من قواعد لويس مثل  $CN^-$   
3- الماء يعتبر قاعدة لويس إلا إذا وجد ما ينفي ذلك مثل وجود سالب

4-مركبات  $B(OH)_3$  يعتبر من حموض لويس حتى بوجود الهيدروكسيد

السؤال : حدد حمض وقاعدة لويس في كل من التفاعلات التالية :



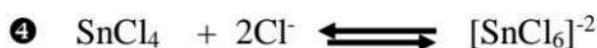
☞ حمض لويس :  $BF_3$  ☞ قاعدة لويس (سالب) :  $F^-$



☞ حمض لويس (موجب) :  $Cu^{+2}$  ☞ قاعدة لويس :  $H_2O$



☞ حمض لويس :  $B(OH)_3$  ☞ قاعدة لويس :  $H_2O$



☞ حمض لويس :  $SnCl_4$  ☞ قاعدة لويس :  $Cl^-$

السؤال : حدد حمض وقاعدة لويس لكل مما يلي :



الحمض :  $Fe^{+3}$  القاعدة :  $CN^-$



الحمض :  $BeCl_2$  القاعدة :  $Cl^-$



الحمض :  $Ag^+$  القاعدة :  $NH_3$



الحمض :  $Cr^{+3}$  القاعدة :  $NH_3$   
هـ-  $Co^{+2} + 4CN^- \rightleftharpoons [Co(CN)_4]^{-2}$   
الحمض :  $Co^{+2}$  القاعدة :  $CN^-$

◀ ملاحظة : عند ذكر سبب تحديد المادة حمضا او قاعدة حسب تعريف عالم يجب التقيد بتعريف ذلك العالم ...

مثال : فسر سلوك الحمض  $HCN$  حسب :

أ - أرهينيوس ب - برونستد - لوري

1- ضع دائرة حول رمز الاجابة الصحيحة :

1- (1997) : المادة التي تسلك سلوكاً حمضياً وفق مفهوم لويس .

(أ)  $\text{Cl}^-$  (ب)  $\text{OH}^-$  (ج)  $\text{B(OH)}_3$  (د)  $\text{NH}_3$

2- (1999) : أي من الآتية يسلك كحمض في تفاعلات وكقاعدة في تفاعلات أخرى حسب مفهوم برونستد-لوري :

(أ)  $\text{CO}_3^{2-}$  (ب)  $\text{H}_2\text{S}$  (ج)  $\text{H}_2\text{SO}_3$  (د)  $\text{HCO}_3^-$

3- (2000) : المادة التي تعد من حموض لويس من المواد الاتية هي : (ع.ذ.ل. :  $\text{H}=1, \text{B}=5, \text{O}=8, \text{F}=9$ ).

(أ)  $\text{H}_2\text{O}$  (ب)  $\text{BF}_3$  (ج)  $\text{OH}^-$  (د)  $\text{NH}_3$

4- (2000/الدورة التكميلية) : إحدى المواد الآتية تسلك كحمض لويس فقط :

(أ)  $\text{NH}_3$  (ب)  $\text{NH}_4^+$  (ج)  $\text{H}_2\text{O}$  (د)  $\text{HCO}_3^-$

5- (2001) : إحدى الصيغ الآتية تسلك سلوك القاعدة فقط :

(أ)  $\text{HCOO}^-$  (ب)  $\text{NH}_4^+$  (ج)  $\text{H}_2\text{O}$  (د)  $\text{HCO}_3^-$

6- (2002) : إحدى المواد الآتية تعتبر قاعدة لويس : (ع.ذ.ل. :  $\text{H}=1, \text{B}=5, \text{O}=8, \text{F}=9$ ).

(أ)  $\text{B(OH)}_3$  (ب)  $\text{BF}_3$  (ج)  $\text{BeF}_2$  (د)  $\text{NF}_3$

7- (2003/ش) : المادة التي تسلك سلوكاً قاعدياً وفق مفهوم لويس :

(أ)  $\text{Ag}^+$  (ب)  $\text{H}_2\text{O}$  (ج)  $\text{B(OH)}_3$  (د)  $\text{SnCl}_4$

8- (2004/ش) : المادة التي تسلك سلوكاً حمضياً وفق مفهوم لويس هي :

(أ)  $\text{Cl}^-$  (ب)  $\text{OH}^-$  (ج)  $\text{NH}_3$  (د)  $\text{Ag}^+$

9- (2004/ص) : يعرف الحمض حسب مفهوم برونستد-لوري على انه قادر على :

(أ) منح زوج إلكترونات أو أكثر . (ب) استقبال زوج إلكترونات أو أكثر (ج) استقبال البروتون (د) منح البروتون

10- (2004/ص) أي من المواد الآتية يسلك كحمض ويسلك كقاعدة :

(أ)  $\text{NH}_4^+$  (ب)  $\text{HCOO}^-$  (ج)  $\text{HCrO}_4^-$  (د)  $\text{CH}_3\text{NH}_3^+$

11- (2005/ش) : أحد الآتية يعد قاعدة لويس :

(أ)  $\text{NH}_3$  (ب)  $\text{HCl}$  (ج)  $\text{BF}_3$  (د)  $\text{Cd}^{2+}$

12- (2005/ص) : المادة التي تعتبر حمضاً حسب تعريف لويس فقط هي :

(أ)  $\text{HNO}_3$  (ب)  $\text{H}_2\text{O}$  (ج)  $\text{HCOOH}$  (د)  $\text{Mn}^{2+}$

13- (2006/ش) : إحدى الصيغ الآتية تسلك كحمض وقاعدة حسب مفهوم برونستد و لوري :

(أ)  $\text{HNO}_3$  (ب)  $\text{NH}_4^+$  (ج)  $\text{H}_2\text{O}$  (د)  $\text{CO}_3^{2-}$

14- (2006/ص) : الأيون الذي يعتبر قاعدة حسب مفهوم لويس هو :

(أ)  $\text{I}^-$  (ب)  $\text{Cd}^{2+}$  (ج)  $\text{Ag}^+$  (د)  $\text{NH}_4^+$

15- (2008/ش) : أحد الآتية يعتبر من حموض لويس :

(أ)  $\text{B(OH)}_3$  (ب)  $\text{NF}_3$  (ج)  $\text{PH}_3$  (د)  $\text{CH}_3\text{NH}_2$

16- (2008/ص): أي من الآتية يمكن أن يسلك كحمض وقاعدة .  
(أ)  $\text{CH}_3\text{NH}_3^+$  (ب)  $\text{HCOO}^-$  (ج)  $\text{HCO}_3^-$  (د)  $\text{SO}_3^{2-}$

17- (2009/ش): المادة التي تعد من حموض لويس من بين المواد الآتية هي:

(أ)  $\text{H}_2\text{O}$  (ب)  $\text{B(OH)}_3$  (ج)  $\text{NH}_3$  (د)  $\text{OH}^-$

18- (2009/ص): إحدى الصيغ الآتية تسلك كحمض وكقاعدة وفق بونستد – لوري :

(أ)  $\text{HCOO}^-$  (ب)  $\text{H}_3\text{O}^+$  (ج)  $\text{O}^{2-}$  (د)  $\text{HSO}_4^-$

19- (2010/ش): المادة التي تزيد من تركيز  $\text{H}^+$  عند إذابتها في الماء تسمى:

(أ) حمض لويس (ب) حمض أرهينوس (ج) قاعدة لويس (د) قاعدة أرهينوس

20- (2010/ص): المادة التي تسلك كحمض وفق مفهوم لويس فقط هي :

(أ)  $\text{NH}_4^+$  (ب)  $\text{HCl}$  (ج)  $\text{BF}_3$  (د)  $\text{HCOOH}$

21- (2011/ش): قاعدة لويس فيما يلي هي :

(أ)  $\text{B(OH)}_3$  (ب)  $\text{NCl}_3$  (ج)  $\text{NH}_4^+$  (د)  $\text{Fe}_3^+$

22- (2011/ص): المادة التي تعد حمضاً حسب مفهوم لويس فقط :

(أ)  $\text{HCl}$  (ب)  $\text{CN}^-$  (ج)  $\text{HCOOH}$  (د)  $\text{Cu}^{2+}$

23- (2011/ص): الحمض القوي من الآتية هو

(أ)  $\text{H}_2\text{CO}_3$  (ب)  $\text{H}_2\text{SO}_4$  (ج)  $\text{HCN}$  (د)  $\text{HF}$

24- (2012/ش): قاعدة لويس فيما يلي هي :

(أ)  $\text{B(OH)}_3$  (ب)  $\text{NCl}_3$  (ج)  $\text{NH}_4^+$  (د)  $\text{Fe}^{3+}$

25- (2012/ص): أي من الآتية تمثل قاعدة لويس ؟

(أ)  $\text{Cu}^{2+}$  (ب)  $\text{CN}^-$  (ج)  $\text{NH}_4^+$  (د)  $\text{HCl}$

26- (2012/ص): الحمض حسب مفهوم بونستد- لوري هو مادة قادرة على:

(أ) استقبال البروتون (ب) منح البروتون (ج) استقبال زوج إلكترونات (د) منح زوج إلكترونات

27- (2013/ش): الحمض وفق مفهوم برونستد-لوري هو مادة :

(أ) مانحة للإلكترون

(ب) مانحة للبروتون

(ج) مستقبلة للإلكترون

(د) مستقبلة للبروتون

سؤال 2017 / شتوي : ادرس المعادلة التالية ثم أجب عن الاسئلة التي تليها:



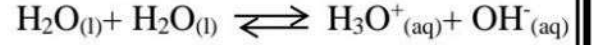
أ- أي المادتين المتفاعلتين تسلك كحمض وفق مفهوم لويس ؟

ب - ما نوع الرابطة المتكونة بين المادتين المتفاعلتين عند تكوين الناتج ؟

الجواب : أ -  $\text{BF}_3$  ب - تناسقية

## التأين الذاتي للماء

- يتأين الماء النقي بدرجة ضئيلة جداً وفق المعادلة التالية :



✓ يطلق على هذا التفاعل : التأين الذاتي للماء حيث تكون أيونات  $\text{H}_3\text{O}^+$  ،  $\text{OH}^-$  في حالة اتزان مع جزيئات الماء غير المتأينة .

يعبر عن ثابت الاتزان للتفاعل على النحو الآتي :

$$\frac{[\text{OH}^-] [\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{H}_2\text{O}]^2} = K_c$$

ولأن الماء يتأين بدرجة ضئيلة جداً فإن تركيزه يعد ثابتاً .

$$[\text{OH}^-] [\text{H}_3\text{O}^+] = [\text{H}_2\text{O}]^2 \times K_c \quad \text{فيصبح القانون:}$$

$$[\text{OH}^-] [\text{H}_3\text{O}^+] = K_w \quad ***$$

\* حيث  $K_w$  ثابت تأين الماء .

$$K_w = 1 \times 10^{-14} \text{ عند درجة حرارة } 25^\circ \text{C}$$

اذن نلاحظ من معادلة التأين الذاتي للماء أن  $[\text{OH}^-] = [\text{H}_3\text{O}^+]$

$$\text{وعليه : } [\text{OH}^-]^2 = [\text{H}_3\text{O}^+]^2 = K_w$$

اذن

$$\sqrt{1 \times 10^{-14}} = [\text{OH}^-] = [\text{H}_3\text{O}^+] = 1 \times 10^{-7} \text{ مول / لتر}$$

← تقسم المحاليل الى ثلاثة أقسام :

1- المحاليل المتعادلة :  $[\text{OH}^-] = [\text{H}_3\text{O}^+] = 1 \times 10^{-7} \text{ مول / لتر}$

2- المحاليل الحمضية :  $[\text{OH}^-] < [\text{H}_3\text{O}^+] < 1 \times 10^{-7} \text{ مول / لتر}$

3- المحاليل القاعدية :  $[\text{OH}^-] > [\text{H}_3\text{O}^+] > 1 \times 10^{-7} \text{ مول / لتر}$

◆ تستعمل معادلة التأين الذاتي للماء في حساب  $[\text{OH}^-]$  أو  $[\text{H}_3\text{O}^+]$  إذا كان أحدهما معلوماً في المحاليل الحمضية والقاعدية .

مثال : إذا كان تركيز  $[\text{OH}^-]$  في محلول ما يساوي  $2 \times 10^{-5} \text{ M}$  . أوجد  $[\text{H}_3\text{O}^+]$  في المحلول

الحل :

$$[\text{OH}^-] = 2 \times 10^{-5} \text{ مول / لتر}$$

$$[\text{OH}^-] [\text{H}_3\text{O}^+] = K_w$$

$$K_w$$

$$2 \times 10^{-5} \times 0,5 = \frac{1 \times 10^{-14}}{2 \times 10^{-5}} = \frac{K_w}{[\text{OH}^-]} = [\text{H}_3\text{O}^+]$$



## ← محاليل الحموض القوية والقواعد القوية :

### ◀ الاحماض القوية

- (1) تتأين كلياً.
- (2) القواعد المرافقة لها ضعيفة (لا تتميه) ، لا تتفاعل مع الماء .
- (3) يكون تركيز أيون الهيدرونيوم مساوياً لتركيز الحمض أو أحد مضاعفاته .

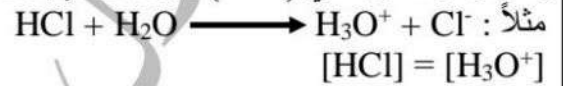
### - تقسم الحموض القوية الى :

#### ① الحموض أحادية البروتون (HA)

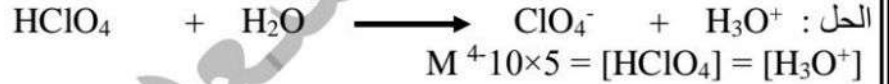


حيث :  $[A^-] = [HA] = [H_3O^+]$

والحموض القوية هي (للحفظ) :  $HI, HCl, HBr, HClO_4, HNO_3$



◀ مثال : إحسب تركيز  $H_3O^+$  و تركيز  $OH^-$  في محلول الحمض  $HClO_4$  بتركيز (  $M 0,0005$  ) ؟



$$M^{10-10 \times 0,2} = \frac{14-10 \times 1}{4-10 \times 5} = \frac{K_w}{[H_3O^+]} = [OH^-]$$

#### ② الحموض ثنائية البروتون ( $H_2A$ ) : (المطلوب في الحل احادية البروتون فقط)



حيث :  $[A^{2-}] = [H_2A] \times 2 = [H_3O^+]$

مثال : إحسب  $[OH^-]$  في محلول حمض  $HNO_3$  (  $M 0,04$  ) ؟  
الحل :

$$0,04 = [H_3O^+]$$

$$M 0,04 =$$

$$12-10 \times 0,25 = \frac{14-10 \times 1}{2-10 \times 4} = [OH^-]$$

سؤال : إحسب تركيز كل من ( $OH^-$  ,  $H_3O^+$ ) في كل من المحلولين الآتيين :

1- محلول  $HCl$  تركيزه  $M^{3-10 \times 2}$  - محلول  $HNO_3$  تركيزه  $M^{2-10 \times 5}$

## القواعد القوية :

- (1) تتأين كلياً .
- (2) الحموض المرافقة لها ضعيفة (لا تتميه) ، لا تتفاعل مع الماء . مثل  $K^+$  ،  $NO_3^-$  ،  $Cl^-$
- (3) يكون تركيز ايون الهيدروكسيد مساوياً لتركيز القاعدة أو أحد مضاعفاتها .

◀ تقسم القواعد القوية إلى عدة أنواع منها :

1- القواعد أحادية الهيدروكسيد (MOH) :



للـمثل :  $LiOH$  ,  $KOH$  ,  $NaOH$  تعتبر هذه قواعد قوية للحفظ

مثال : احسب  $[OH^-]$  و  $[H_3O^+]$  في محلول هيدروكسيد البوتاسيوم  $KOH$  تركيزه ( 0,005 M ) ؟

الحل :  $KOH \longrightarrow K^+ + OH^-$

$$0,005 = [KOH] = [OH^-] \text{ مول/لتر}$$

$$M^{11-10 \times 2} = \frac{14-10 \times 1}{3-10 \times 5} = [H_3O^+]$$

2- قواعد ثنائية الهيدروكسيد ( للمعرفة وغير مطالب بها بالحل )

◆ تذكر :

$$\frac{\text{الكتلة}}{\text{الكتلة المولية}} = \text{عدد المولات} , \quad \frac{\text{عدد المولات}}{\text{الحجم}} = \text{التركيز}$$

مثال (1) : احسب تركيز أيون  $[OH^-]$  في محلول الحمض  $H_2SO_4$  تركيزه (0,02) M ؟ مثال للمعرفة فقط

الحل :



$$[H_2SO_4] \times 2 = [H_3O^+]$$

$$0,02 \times 2 =$$

$$M \ 0,04 =$$

$$M^{12-10 \times 0,25} = \frac{14-10 \times 1}{2-10 \times 4} = \frac{kw}{[H_3O^+]} = [OH^-]$$

مثال (2) : احسب تركيز  $[OH^-]$  و  $[H_3O^+]$  لمحلول حمض  $HNO_3$  تركيزه (0,001) M ؟

الحل :



$$M^{3-10 \times 1} = [H_3O^+] = [HNO_3]$$

$$M^{11-10 \times 1} = \frac{14-10 \times 1}{3-10 \times 1} = \frac{kw}{[H_3O^+]} = [OH^-]$$

مثال (3): عند اذابه 7,4 g من محلول NaOH في الماء النقي أصبح الحجم 200 ml ، اذا علمت أن الكتلة المولية لـ NaOH = 74 غم /مول أحسب ما يلي :

1- تركيز NaOH الابتدائي ؟ 2- [OH<sup>-</sup>] 3- [H<sub>3</sub>O<sup>+</sup>]

الحل :

$$\begin{array}{l} \text{NaOH} = [\text{OH}^-] \text{ -2} \\ M \text{ 0,5} = \end{array} \quad \text{mol 0,1} = \frac{7,4}{74} = \frac{m}{M_r} = n \text{ -1}$$

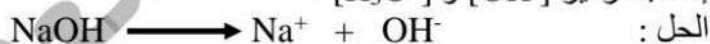
$$M \text{ 0,5} = \frac{0,1}{0,2} = \frac{\text{عدد المولات}}{\text{الحجم (لتر)}} = \text{التركيز}$$

$$M \text{ }^{14-10 \times 2} = \frac{^{14-10 \times 1}}{0,5} = \frac{k_w}{[\text{OH}^-]} = [\text{H}_3\text{O}^+] \text{ -3}$$

مثال (4): تم اذابة 8 g من NaOH في الماء حتى أصبح الحجم 10 L اذا علمت أن الكتلة المولية لـ NaOH = 40 غ/مول إحسب تركيز [OH<sup>-</sup>] و [H<sub>3</sub>O<sup>+</sup>]

$$n = \frac{m}{M} = \frac{8}{40} = 0,2 \text{ Mol}$$

$$M = \frac{n}{V} = \frac{0,2}{10} = 0,02 \text{ M}$$



$$\text{mol 0,2} = \frac{8}{40} = \frac{\text{الكتلة}}{\text{ك.م}} = \text{عدد المولات}$$

$$M \text{ 0,02} = \frac{0,2}{10} = \frac{\text{ع.م}}{\text{ح}} = \text{التركيز}$$

$$M \text{ 0,02} = [\text{KOH}] = [\text{OH}^-]$$

$$M \text{ }^{13-10 \times 5} = \frac{^{14-10 \times 1}}{2-10 \times 2} = [\text{H}_3\text{O}^+]$$

H.W

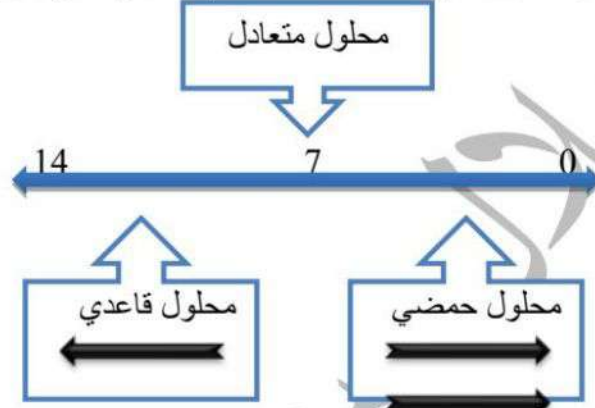
مثال (5): اذيب 18 غم من HCl في الماء حجمه 1 L، الكتلة المولية لـ HCl = 36 غم /مول إحسب [OH<sup>-</sup>]



NO body can destroy your Dream

## الرقم الهيدروجيني PH

◀ هو اللوغاريتم السالب للأساس 10 لتركيز ايون الهيدرونيوم  $H_3O^+$  في المحلول .  
يعبر عن درجة الحموضة بالرقم الهيدروجيني PH يأخذ PH القيم : من (صفر) إلى (14)



يعتبر الرقم الهيدروجيني مقياس لقوة الحمض .  
◆ تزداد قوة الحمض بنقصان قيمة PH ◀ عكسية .  
يعتبر الرقم الهيدروجيني مقياس لقوة القاعدة .  
◆ تزداد قوة القاعدة بزيادة قيمة PH ▶ طردية

ويمكن التعبير رياضياً عن الرقم الهيدروجيني كالتالي :  
 $PH = -\log [H_3O^+]$

مثال من الجدول التالي جد

| المحلول | M | A | B | D  | F | C  |
|---------|---|---|---|----|---|----|
| PH      | 7 | 1 | 6 | 13 | 8 | 11 |

1- محلول KOH

2- محلول HCl

3- محلول HCOOH

4- محلول  $NH_3$

5- محلول فيه تركيز  $H_3O^+$   $1 \times 10^{-6} M$

6- محلول فيه تركيز  $OH^-$   $1 \times 10^{-6} M$

الحل : 1- D لأنه قاعدة قوية

2- A لأنه حمض قوي

3- B لأنه حمض ضعيف

4- F لأنه قاعدة ضعيفة

5- PH =  $-\log [H_3O^+] = -\log (1 \times 10^{-6}) = 6$  لو 6 = 6 إذا الرمز هو B



$$\frac{K_w}{[OH^-]} = [H_3O^+] - 6$$

$$\frac{10^{-14} \times 1}{10^{-6} \times 1} =$$

$$10^{-8} \times 1 = \text{مول / لتر}$$

$$PH = -\log [H_3O^+] = -\log 10^{-8} = 8 \text{ لو 1 إذا الرمز هو F}$$

مثال : لديك حمضين HX الحمض الرقم الهيدروجيني له 2 والحمض HZ الرقم الهيدروجيني له 4 :  
الحمض HX أقوى من HZ

| الحمض HZ                                 | الحمض HX                                 |
|------------------------------------------|------------------------------------------|
| 1- له أقل صفات حمضية                     | 1- له أعلى صفات حمضية                    |
| 2- له أكبر صفات قاعدية                   | 2- له أقل صفات قاعدية                    |
| 3- له أعلى درجة حموضه PH                 | 3- له أقل درجة حموضه PH                  |
| 4- له أقل $[H_3O^+]$                     | 4- له أعلى $[H_3O^+]$                    |
| 5- له أعلى $[OH^-]$                      | 5- أقل $[OH^-]$                          |
| 6- يعطي أقوى قاعدة مرافقة Z <sup>-</sup> | 6- يعطي أضعف قاعدة مرافقه X <sup>-</sup> |

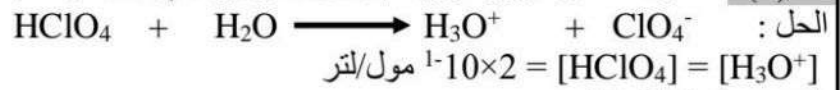
بعض علاقات اللوغاريتمات (للمعرفة فقط)

$$(-1) \text{ لو (س} \times \text{ص)} = \text{لو س} + \text{لو ص}$$

$$(-2) \text{ لو س} = \text{لو س} - \text{لو ص}$$

$$(-3) \text{ لو س ص} = \text{ص لو س} \quad (-4) \text{ إذا كان ص} = \text{لو س فإن س} = 10 \text{ ص} \quad (-5) \text{ لو 1 = صفر ، لو 10 = 1}$$

مثال (1) : محلول حمض البيروكلوريك HClO<sub>4</sub> تركيزه 0,2 M ، احسب قيمة الرقم الهيدروجيني PH ؟  $1092=0.3$



$$10^{-1} \times 2 = [HClO_4] = [H_3O^+] \text{ مول/لتر}$$

$$PH = -\log [H_3O^+] = -\log 10^{-1} \times 2$$

$$= 1 - 1092 = 1 - 0.3 = 0.7$$

مثال (2) : احسب قيمة PH لمحلول الحمض HNO<sub>3</sub> تركيزه (0,004) مول/لتر ؟ (لو 4=0,6)

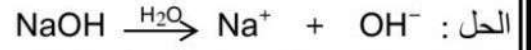


$$10^{-3} \times 4 = [HNO_3] = [H_3O^+] \text{ مول/لتر}$$

$$PH = -\log [H_3O^+] = -\log 10^{-3} \times 4$$

$$= 3 - 1092 = 3 - 0.6 = 2.4$$

مثال (3) : احسب قيمة PH و PoH لمحلول NaOH القاعدة تركيزه (2 × 10<sup>-5</sup>) مول/لتر ؟ (لو 5=0,7)



$[\text{NaOH}] = [\text{OH}^-] = 2 \times 10^{-5} \text{ مول / لتر}$

$\frac{K_w}{[\text{OH}^-]} = [\text{H}_3\text{O}^+]$

$\frac{10^{-14} \times 1}{2 \times 10^{-5}} =$

$5 \times 10^{-10} \text{ مول / لتر}$

$\text{PH} = -\log [\text{H}_3\text{O}^+]$

$\text{PH} = -\log 5 \times 10^{-10} = 9,3$  اذا

مثال (4) : عند اذابه 2,22 غرام من NaOH في الماء النقي أصبح حجم المحلول 300 ml إذا علمت

أن الكتلة المولية = 74 غم/مول ، لو 5 = 0,7 احسب ما يلي :

(1) [NaOH] الابتدائي (2) [OH<sup>-</sup>] (3) [H<sub>3</sub>O<sup>+</sup>] (4) درجة الحموضة pH ؟ (5) احسب POH

الحل :

1- عدد المولات =  $\frac{2,22}{74} = 0,03 \text{ مول}$

[NaOH] =  $\frac{0,03}{0,3} = 0,1 \text{ م.ع.}$

2- [NaOH] = [OH<sup>-</sup>] = 0,1 م

3-  $[\text{H}_3\text{O}^+] = \frac{K_w}{[\text{OH}^-]} = \frac{10^{-14} \times 1}{0,1} = 10^{-13} \text{ م}$

4-  $\text{pH} = -\log [\text{H}_3\text{O}^+] = -\log 10^{-13} = 13$

$13 = -\log 1$

$13 =$

5-  $\text{pOH} = -\log [\text{OH}^-]$  وكذلك

$\text{PoH} + \text{PH} = 14$  لذلك  $\text{PoH} + 13 = 14$  لذلك  $1 = \text{PoH}$

◀ ملاحظة هامة جداً : يمكن معرفة [H<sub>3</sub>O<sup>+</sup>] و [OH<sup>-</sup>] من خلال معرفة قيمة PH :

$[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-\text{pH}}$

او

$[\text{OH}^-] = 10^{-\text{pOH}}$

مثال (1) : أوجد [H<sub>3</sub>O<sup>+</sup>] لمحلول قيمة PH فيه = 3 ؟

او  $[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-\text{pH}}$

اذا  $[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-3}$

الحل :  $\text{pH} = -\log [\text{H}_3\text{O}^+] = 3$

$3 = -\log [\text{H}_3\text{O}^+]$

$3 = -\log [\text{H}_3\text{O}^+]$

$[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-3} \text{ مول / لتر}$



مثال (2) : احسب تركيز الحمض HBr ، علماً بأن قيمة PH له تساوي 5 ؟



$$5 = \text{PH}$$

$$10^{-5} = \text{PH} = [\text{H}_3\text{O}^+]$$

$$10^{-5} \times 1 = [\text{HBr}] = [\text{H}_3\text{O}^+]$$

مثال (3) : احسب  $[\text{H}_3\text{O}^+]$  في كل من الحالات التالية :

$$1- \text{محلول قيمة PH له } 4,3 =$$

$$2- \text{محلول قيمة PH له } 8,4 =$$

$$3- \text{محلول قيمة PH له } 10,53 =$$

الحل :

$$\text{PH} = -\log[\text{H}_3\text{O}^+] \quad (-1)$$

$$4,3 = -\log[\text{H}_3\text{O}^+] \Rightarrow \text{لـو } [\text{H}_3\text{O}^+] \text{ للتخلص من السالب نأخذ المتتم}$$

$$5 - 0,7 = \text{لـو } [\text{H}_3\text{O}^+]$$

$$\Rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-0,7} \times 10^{-5} = 5 \times 10^{-6} \text{ مول/لتر}$$

$$2- \text{لـو } [\text{H}_3\text{O}^+] = \text{PH} =$$

$$8,4 = -\log[\text{H}_3\text{O}^+] \Rightarrow \text{لـو } [\text{H}_3\text{O}^+] \text{ للتخلص من السالب نأخذ المتتم}$$

$$9 - 0,6 = \text{لـو } [\text{H}_3\text{O}^+]$$

$$\Rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-0,6} \times 10^{-9} =$$

$$4 \times 10^{-9} \text{ مول/لتر}$$

$$3- \text{لـو } [\text{H}_3\text{O}^+] = \text{PH} =$$

$$10,53 = -\log[\text{H}_3\text{O}^+] \Rightarrow \text{لـو } [\text{H}_3\text{O}^+] \text{ للتخلص من السالب نأخذ المتتم}$$

$$11 - 0,47 = \text{لـو } [\text{H}_3\text{O}^+]$$

$$\Rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-0,47} \times 10^{-11} =$$

$$3 \times 10^{-11} \text{ مول/لتر}$$

مثال (4) : احسب  $[\text{OH}^-]$  في كل من الحالات التالية :

$$1- \text{محلول قيمة POH له } 4,3 =$$

$$2- \text{محلول قيمة POH له } 8,4 =$$

$$3- \text{محلول قيمة POH له } 10,53 =$$

$$\text{لـو } [\text{OH}^-] = \text{pOH} \quad (-1)$$

$$\Rightarrow [\text{OH}^-] = 10^{-0,7} \times 10^{-5} = 5 \times 10^{-6} \text{ M}$$

$$2- \text{لـو } [\text{OH}^-] = \text{pOH} =$$

$$\Rightarrow [\text{OH}^-] = 10^{-0,6} \times 10^{-9} =$$

$$4 \times 10^{-9} \text{ M}$$

|              |
|--------------|
| لـو 1 = صفر  |
| لـو 2 = 0,3  |
| لـو 3 = 0,47 |
| لـو 4 = 0,6  |
| لـو 5 = 0,7  |
| لـو 6 = 0,78 |
| لـو 7 = 0,84 |
| لـو 8 = 0,9  |
| لـو 9 = 0,95 |
| لـو 10 = 1   |

(3) -  $\text{poH} = -\log [\text{OH}^-]$   
 $10,53 = -\log [\text{OH}^-] \Rightarrow$  للتخلص من السالب نأخذ المتمم  
 $11 - 0,47 = -\log [\text{OH}^-]$   
 $10 = [\text{OH}^-] \times 10^{-11}$   
 $10^{-11} \times 3 = \text{M}$

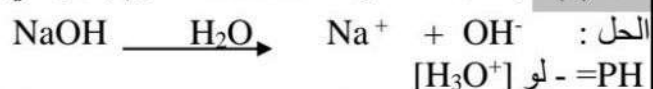
مثال (4) : احسب تركيز NaOH ، علماً بأن قيمة PH له تساوي 12,7 ؟ ( لو 2 = 0,3 ) ؟  
 الحل :

$$\begin{aligned} 10^{-12,7} &= [\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-12,7} \\ 10^{-12,7} &= 10^{-13+0,3} \\ 10^{-12,7} &= 10^{-13} \times 10^{0,3} \\ 10^{-12,7} &= 10^{-13} \times 2 = [\text{H}_3\text{O}^+] \text{ مول/لتر} \end{aligned}$$

$$10^{-12,7} = 10^{-13} \times 2 = [\text{H}_3\text{O}^+] \text{ مول/لتر}$$

$$10^{-12,7} = 10^{-13} \times 2 = [\text{H}_3\text{O}^+] \text{ مول/لتر}$$

مثال (5) : احسب عدد مولات NaOH اللازم إذابتها في الماء ليصبح الحجم 2 لتر وقيمة PH = 13,3 ؟



$$\begin{aligned} 13,3 &= -\log [\text{H}_3\text{O}^+] \Rightarrow 10^{-13,3} = [\text{H}_3\text{O}^+] \\ 10^{-13,3} &= 10^{-14+0,7} \\ 10^{-13,3} &= 10^{-14} \times 10^{0,7} \\ 10^{-13,3} &= 10^{-14} \times 5 = [\text{OH}^-] \end{aligned}$$

$$10^{-13,3} = 10^{-14} \times 5 = [\text{OH}^-] = [\text{NaOH}]$$

عدد مولات NaOH  $V \times M =$   
 $0,4 \text{ mol} = 0,2 \times 2 =$

مثال (6) : احسب كتلة هيدروكسيد البوتاسيوم KOH اللازم إذابتها في 100 مل ماء لينتج محلول PH له تساوي 13 (ك.م = 56) ؟

الحل :

$$M^{13-10} = PH-10 = [H_3O^+]$$

$$M^{1-10 \times 1} = \frac{14-10 \times 1}{13-10 \times 1} = [OH^-]$$

$$M^{1-10 \times 1} = [OH^-] = [NaOH]$$

$$M^{0,01} = 0,1 \times 0,1 = \text{عدد المولات}$$

$$\text{كتلة KOH} = \text{ع.م} \times \text{ك.م}$$

$$56 \times 0,01 =$$

$$= 0,56 \text{ غرام g}$$

مثال (7) : احسب تركيز الحمض LiOH قيمة PH له = 4,4 ؟ (لو 4 = 0,6)

الحل :

$$5-10 \times 4 = 4,4-10 = PH-10 = [H_3O^+]$$

$$5-10 \times 4 = [H_3O^+] = [LiOH]$$

$$5-10 \times 4 = \text{مول/لتر}$$

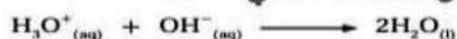
مثال (8) : احسب كتلة HCl المذابة في 500 مل ماء للحصول على PH = 2 ، اذا علمت أن ك.م لـ HCl = 36 غ/مول ؟

الحل:

توكل دائما على الله

### معايرة حمض وقاعدة Acid Base Titration

تعرفُ التفاعلات التي تحدث بين محلول حمض ومحلول قاعدة بتفاعلات التعادل؛ حيث تتعادل أيونات الهيدرونيوم  $H_3O^+$  والهيدروكسيد  $OH^-$  في المحلول، وينتج عن ذلك الماء، كما في المعادلة:



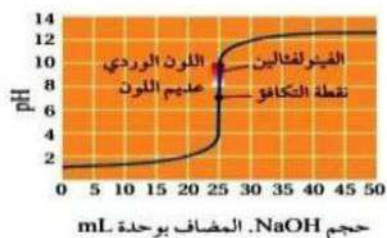
يُستفاد من تفاعل التعادل في تعيين تركيز مجهول من حمض أو تركيز مجهول من قاعدة؛ حيث يجري أولاً تحضير حجم معين من محلول معلوم التركيز من حمض أو قاعدة يسمى المحلول القياسي، ثم يُضاف المحلول القياسي تدريجياً (نقطة بعد نقطة) إلى المحلول مجهول التركيز المُراد تعيين تركيزه. وتسمى هذه العملية المعايرة Titration.

وتستمر عملية الإضافة إلى حين الوصول إلى نقطة معينة يكون عندها عددٌ مولات أيونات الهيدروكسيد  $OH^-$  مكافئاً لعدد مولات أيونات الهيدرونيوم  $H_3O^+$  في المحلول، وتسمى هذه النقطة **نقطة التكافؤ Equivalence Point**، وعند معايرة حمض قوي وقاعدة قوية يُطلق على هذه النقطة اسم **نقطة التعادل Neutralization Point**، وهي النقطة التي تتعادل عندها تماماً أيونات الهيدرونيوم مع أيونات الهيدروكسيد جميعها خلال عملية المعايرة، ويتكوّن الملح، وتكون pH للمحلول تساوي 7.

ويمكن تحديد نهاية عملية المعايرة باستخدام كاشف مناسب يتغير لونه عند وصول المعايرة إلى نقطة التكافؤ، كما تسمى النقطة التي تضاف من المحلول القياسي إلى المحلول مجهول التركيز ويتغير عندها لون الكاشف **نقطة النهاية End Point**، وهي تُحدّد انتهاء عملية المعايرة.

ويُستخدم عادة كاشف الفينولفثالين عند معايرة حمض قوي بقاعدة قوية؛ إذ يتغير لونه من عديم اللون إلى اللون الأحمر الوردي عند مدى من الرقم الهيدروجيني (8.2 - 10)، ولتوضيح تغيرات الرقم الهيدروجيني في أثناء عملية المعايرة تجري قراءة مقياس الرقم الهيدروجيني لمحلول الحمض عند بداية المعايرة وبعد كل إضافة من القاعدة وتسجيلها، ويُنظّم جدولٌ يُسجل فيه حجم القاعدة المضافة والرقم الهيدروجيني للمحلول عند الإضافة إلى حين الوصول إلى ما بعد نهاية المعايرة، ثم يرسم منحنى المعايرة، ويبيّن الشكل (7) منحنى معايرة حمض HCl بالقاعدة NaOH.

في هذا الدرس سوف نتناول معايرة حمض قوي مع قاعدة قوية؛ حيث تصل المعايرة إلى نقطة التعادل ويكون عدد مولات الحمض مكافئاً تماماً لعدد مولات القاعدة، والأمثلة الآتية توضح الحسابات المتعلقة بمعايرة حمض قوي مع قاعدة قوية:



الشكل (7) منحنى معايرة حمض HCl بالقاعدة NaOH.

١- تعادل 400mL من محلول الحمض HCl تماماً مع 250mL من محلول القاعدة KOH تركيزه 0.4M، فإن عدد مولات HCl (mol) يساوي:

(د) 0.1

(ج) 0.4

(ب) 0.25

(أ) 0.62

## المثال 14

أحسب تركيز محلول الجِمْض  $\text{HCl}$  إذا تعادل  $250 \text{ mL}$  منه تمامًا مع  $200 \text{ mL}$  من محلول القاعدة  $\text{NaOH}$  تركيزها  $0.02 \text{ M}$



وفق المعادلة الآتية:

تحليل السؤال:

حجم الجِمْض  $\text{HCl}$   $0.25 \text{ L} = 250 \text{ mL}$

حجم القاعدة  $\text{NaOH}$   $0.2 \text{ L} = 200 \text{ mL}$

تركيز القاعدة  $0.02 \text{ M}$

المطلوب: أحسب تركيز الجِمْض.

الحل:

أحسب عدد مولات القاعدة

$$n_{(\text{NaOH})} = [\text{NaOH}] \times V = 0.02 \times 0.2 = 0.004 \text{ mol}$$

عند التعادل يكون عدد مولات الجِمْض مكافئًا لعدد مولات القاعدة؛ أي أن:

عدد مولات الجِمْض يساوي عدد مولات القاعدة، كما يأتي:

$$n_{(\text{HCl})} = n_{(\text{NaOH})}$$

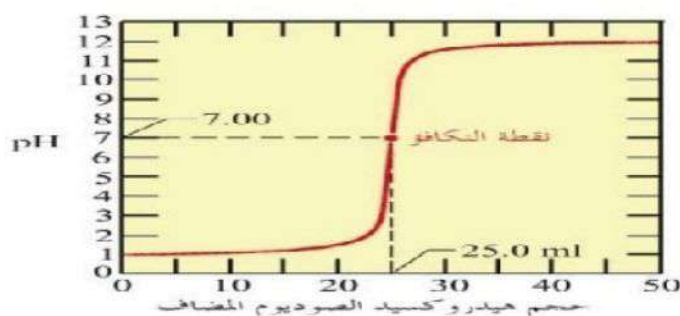
$$[\text{HCl}] \times V = 0.004 \text{ mol}$$

$$[\text{HCl}] \times 0.25 \text{ L} = 0.004 \text{ mol}$$

$$[\text{HCl}] = \frac{0.004}{0.25} = 0.016 \text{ M}$$

6. أذيب  $1.12 \text{ g}$  من القاعدة  $\text{KOH}$  في كمية من الماء حتى أصبح حجم المحلول  $1 \text{ L}$ ، فإذا لزم  $14 \text{ mL}$  من هذا المحلول للتعادل مع  $20 \text{ mL}$  من محلول الحمض  $\text{HCl}$ ، احسب تركيز محلول  $\text{HCl}$  (Mr) للقاعدة  $\text{KOH} = 56 \text{ g/mol}$  :  
 (أ) 0.03 (ب) 0.014 (ج) 0.02 (د) 0.04

7. من الشكل المجاور احسب تركيز القاعدة المضاف إلى  $100 \text{ mL}$  من الحمض  $\text{HClO}_4$  للوصول للتعادل (أ) 0.3 (ب) 0.2 (ج) 0.6 (د) 0.4







استخدم، بالتعاون

مع بعض زملائي، الكاميرا الرقمية لتصوير فلم يُسجّل مراحل تجربة معايرة حمض قوي مع قاعدة قوية، وكيفية حساب التركيز المجهول في التجربة، ثم أشاركه معلّمي وزملائي.

#### الكواشف: Indicators

يستخدم الكيميائيون الكواشف لتحديد نقطة التكافؤ في أثناء عملية المعايرة، ومن ثم معرفة انتهائها، **فالكواشف Indicators** مواد كيميائية يتغير لونها حسب الرقم الهيدروجيني للوسط الذي توجد فيه، فهي تتكوّن من حموض عضوية ضعيفة أو قواعد عضوية ضعيفة يتغير لونها في مدى معيّن من الرقم الهيدروجيني، فإذا رمزنا للكاشف الجُمضي بالرمز HIn فإنه يتأين في المحلول، كما في المعادلة الآتية:



وعند إضافة محلول الكاشف HIn إلى محلول جُمض يحتوي على تركيز مرتفع من أيونات  $\text{H}_3\text{O}^{+}$  مقارنةً بمحلول الكاشف، فإن التفاعل -وفقاً لمبدأ لوتشاتلييه- سوف يندفع بالاتجاه العكسي في محلول الكاشف للتقليل من تركيز  $\text{H}_3\text{O}^{+}$  ممّا يقلّل من تركيز الأيون  $\text{In}^{-}$  ويختفي لونه (2)، في حين يزداد تركيز الكاشف HIn غير المتأين ويظهر لونه (1) في المحلول.

أمّا عند إضافة محلول الكاشف إلى محلول قاعدة يحتوي على تركيز عالٍ من أيونات  $\text{OH}^{-}$  فإن أيونات  $\text{H}_3\text{O}^{+}$  ستستهلك في محلول الكاشف، ووفقاً لمبدأ لوتشاتلييه سوف يندفع التفاعل بالاتجاه الأمامي لتعويض النقص في تركيز  $\text{H}_3\text{O}^{+}$  في معادلة الكاشف؛ ممّا يزداد من تركيز الأيون  $\text{In}^{-}$  ويظهر لونه (2) في المحلول، بينما يقلّ تركيز الكاشف HIn غير المتأين ويختفي لونه (1) من المحلول.

يتغير لون الكاشف في مدى معيّن من الرقم الهيدروجيني يعتمد على النسبة بين تركيز ما يتأين منه إلى نسبته الأصلية. ويبين الجدول (7) مدى الرقم الهيدروجيني الذي يتغير عنده لون بعض الكواشف.

الجدول (7): مدى الرقم الهيدروجيني لتغير ألوان بعض الكواشف.

|                     | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 |
|---------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|
| البروموفينول الأزرق |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |
| الميثيل البرتقالي   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |
| الميثيل الأحمر      |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |
| الفينولفثالين       |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |
| الآليزارين الأصفر   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |

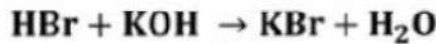
تعتمد دقة نتائج المعايرة على اختيار الكاشف المناسب؛ حيث يجري اختيار كاشف يتغير لونه عند رقم هيدروجيني قريب جداً لنقطة التعادل أو التكافؤ. فمثلاً، عند معايرة الجُمض HCl وقاعدة NaOH يُستخدم كاشف الفينولفثالين أو الميثيل الأحمر؛ حيث يتغير لونهما في مدى قريب من نقطة التعادل. كما تُستخدم الكواشف لمعرفة فيما إذا كان المحلول جُمضياً أم قاعدياً. فمثلاً، يكون الفينولفثالين عديم اللون في المحلول الجُمضي بينما يعطي لوناً وردبياً في المحلول القاعدي.

## اقسام المعايرة :

- 1- معايرة دون الوصول للتعاادل ويتم حساب عدد مولات الحمض او القاعدة الزائدة ثم حساب الرقم الهيدروجيني
  - 2- معايرة يتم الوصول للتعاادل
  - 3- معايرة تزداد وتصبح فوق التعاادل ويتم حساب عدد مولات الحمض او القاعدة الزائدة ثم حساب الرقم الهيدروجيني
  - 4- يتم استخدام المعايرة لمعرفة درجة حمضية او قاعدية المحلول
- سؤال : اضيف 40 ml من محلول KOH تركيزه 0.4 M الى 20ml من حمض HBr تركيزه 0.5 M احسب قيمة PH للمحلول الناتج ؟  
الحل يتم حساب عدد مولات الحمض والقاعدة

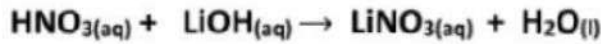
## أسئلة ضغ دائرة

- 1- احسب [KOH] إذا تعادل 20 ml منها تماماً مع 30 ml من محلول الحمض HBr تركيزه 0.2 M وفق المعادلة الآتية :



- (أ) 0.5 (ب) 0.3 (ج) 0.1 (د) 0.02

- 2- احسب حجم الحمض  $\text{HNO}_3$  (بوحدة ml) الذي تركيزه 0.4 M إذا تعادل تماماً مع 20 ml من محلول القاعدة LiOH تركيزه 0.2 M وفق المعادلة الآتية :



- (أ) 15 (ب) 20 (ج) 10 (د) 5

- 3- حجم محلول حمض HBr تركيزه 0.2 M اللازم للتعاادل مع 0.56 g من KOH ( $\text{Mr} = 56 \text{ g/mol}$ ) :
- (أ) 0.5 (ب) 0.05 (ج) 0.2 (د) 0.02

- 4- كتلة القاعدة KOH اللازمة لمعادلة 500 ml من حمض HCl تركيزه 0.2 M ( $\text{Mr KOH} = 56 \text{ g/mol}$ ) :

- (أ) 5.6 (ب) 56 (ج) 0.56 (د) 1.12

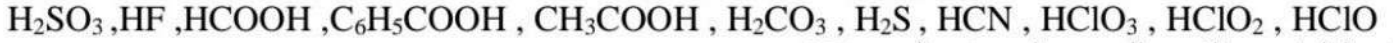
- 5- أذيب 1.12 g من القاعدة KOH في كمية من الماء حتى أصبح حجم المحلول 1 L , فإذا لزم 14 ml من هذا المحلول للتعاادل مع 20 ml من محلول الحمض HCl , احسب تركيز محلول HCl ( $\text{Mr}$  للقاعدة KOH = 56 g/mol) :
- (أ) 0.03 (ب) 0.014 (ج) 0.02 (د) 0.04

## الفصل الثاني : الإتزان في محاليل الأحماض والقواعد الضعيفة:

### الإتزان في محاليل الأحماض الضعيفة

□ الحموض الضعيفة تتأين بشكل جزئي .

□ الحموض الضعيفة تتأين بشكل جزئي هي :



اتفق العلماء عن التعبير للحمض الضعيف بالرمز HA :



$$\text{و ثابت التأين للحمض الضعيف } K_a = \frac{[\text{A}^-][\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{HA}]} = \frac{[\text{A}^-]}{[\text{HA}]} \cdot \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{H}_2\text{O}]} = \frac{[\text{A}^-]}{[\text{HA}]} \cdot \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{H}_2\text{O}]} = K_a$$

الجدول التالي يبين صيغ بعض الحموض الضعيفة وقيم ثابت التأين  $K_a$  :

| صيغة الحمض                        | اسم الحمض         | ثابت التأين $K_a$    |
|-----------------------------------|-------------------|----------------------|
| $\text{H}_2\text{SO}_3$           | حمض الكبريتوز     | $1,7 \times 10^{-2}$ |
| HF                                | حمض الهيدروفلوريك | $6,8 \times 10^{-4}$ |
| $\text{HNO}_2$                    | حمض النيتروز      | $4,5 \times 10^{-4}$ |
| HCOOH                             | حمض الميثانويك    | $1,8 \times 10^{-4}$ |
| $\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}$ | حمض البنزويك      | $6,3 \times 10^{-5}$ |
| $\text{CH}_3\text{COOH}$          | حمض الايثانويك    | $1,8 \times 10^{-5}$ |
| $\text{H}_2\text{CO}_3$           | حمض الكربونيك     | $4 \times 10^{-7}$   |

ملاحظات هامة جدا :

① كلما زادت قيمة  $K_a$  زادت قوة الحمض

② كلما زادت قيمة  $K_a$  زاد التأين في الماء

③ أعلى قيمة  $K_a$  أقل رقم هيدروجيني PH

◀◀ الحمض القوي : له أكبر  $K_a$  ، أكبر تأين ، أعلى  $[\text{H}_3\text{O}^+]$  أقل  $[\text{OH}^-]$  ، أقل PH

سؤال : أكتب قانون ثابت الاتزان  $K_a$  للأحماض التالية ؟



$$\frac{[\text{CN}^-] \cdot [\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{HCN}]} = K_a$$

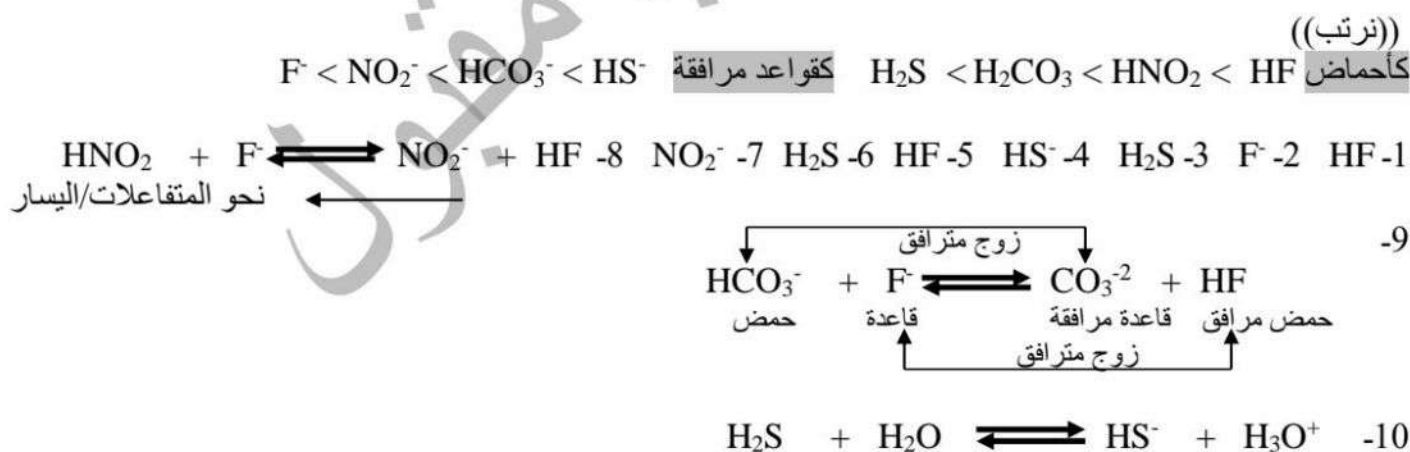


$$\frac{[\text{HSO}_3^-] \cdot [\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{H}_2\text{SO}_3]} = K_a$$

مثال (1): من خلال دراستك للجدول التالي الذي يبين قيم ثابت تأين بعض الحموض الضعيفة  $K_a$  المتساوية في التركيز :

| الحمض                   | $K_a$                |
|-------------------------|----------------------|
| $\text{H}_2\text{CO}_3$ | $4 \times 10^{-7}$   |
| $\text{H}_2\text{S}$    | $1 \times 10^{-7}$   |
| $\text{HNO}_2$          | $4.5 \times 10^{-4}$ |
| $\text{HF}$             | $6.8 \times 10^{-4}$ |

- 1- ما هي صيغة أقوى حمض ؟
  - 2- ما هي صيغة أضعف قاعدة مرافقة ؟
  - 3- ما هي صيغة الحمض الذي له أكبر قيمة PH ؟
  - 4- ما صيغة القاعدة المرافقة للحمض  $\text{H}_2\text{S}$  ؟
  - 5- أي هذه الحموض أكبر تأينا في الماء ؟
  - 6- أي المحلولين  $\text{H}_2\text{CO}_3$  أم  $\text{H}_2\text{S}$  يكون فيه  $[\text{OH}^-]$  أكبر ؟
  - 7- أيهما له أكثر صفات قاعدية  $\text{NO}_2^-$  أم  $\text{F}^-$  ؟
  - 8- أكمل المعادلة التالية ، ثم حدد الجهة التي يرجحها الإتزان :
- $$\text{HNO}_2 + \text{F}^- \rightleftharpoons \dots + \dots$$
- 9- حدد الأزواج المترافقة من الحمض والقاعدة في التفاعل التالي :
- $$\text{HCO}_3^- + \text{F}^- \rightleftharpoons \text{CO}_3^{2-} + \text{HF}$$
- 10- أكتب معادلة تأين  $\text{H}_2\text{S}$  في الماء ؟
- الحل :



مثال (2): يبين الجدول الآتي محاليل حموض ضعيفة متساوية التركيز وقيم  $K_a$  لها ، أجب عن الأسئلة الآتية اعتماداً على

| صيغة الحمض | $K_a$              |
|------------|--------------------|
| HX         | $1 \times 10^{-7}$ |
| HY         | $1 \times 10^{-5}$ |

10-10×1 HZ

المعلومات في الجدول :

- 1- ما صيغة الحمض الأقوى ؟
- 2- ما صيغة القاعدة المرافقة الأقوى ؟
- 3- أيهما يكون  $[H_3O^+]$  في محلوله أعلى HX أم HZ ؟
- 4- أيهما لمحلوله أعلى رقم هيدروجيني HY أم HZ ؟
- 5- حدد الزوجين المترافقين من الحمض والقاعدة في المعادلة :



الحل :

- 1- HY 2-  $Z^-$  3- HX 4- HZ 5- الأزواج المترافقة :  $X^- / HX$  ،  $Y^- / HY$

حمض قاعدة مرافقة حمض مرافق قاعدة مرافقة

مثال (3) : لديك أربعة محاليل مائية لبعض الحموض الضعيفة متساوية التركيز ( 0,1 مول/لتر ) لكل منها ، معتمداً على المعلومات الواردة في الجدول المجاور ، أجب عن الأسئلة الآتية :

| الرقم الهيدروجيني<br>PH | الحمض |
|-------------------------|-------|
| 5,3                     | HA    |
| 2                       | HB    |
| 6                       | HM    |
| 1,3                     | HZ    |

- 1- رتب الاحماض حسب قوتها تنازلياً ؟



- 2- رتب القواعد المرافقة حسب قوتها ؟



- 3- أي الاحماض التالية يعتبر :

أ. الأضعف ؟ (HM)

ب - يمتلك أعلى ؟  $[H_3O^+]$  (HZ)

ج - أقل تأين في الماء ؟ (HM)

د- قاعدته المرافقة هي الأضعف ؟ (HZ)

هـ - له أقل  $K_a$  ؟ (HM)

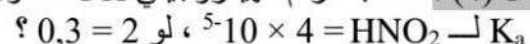
و- يمتلك أعلى  $[OH^-]$  ؟ (HZ)

- 4- أكتب قانون ثابت الاتزان للحمض HM ؟  $K_a = \frac{[M^-] \cdot [H_3O^+]}{[HM]}$

- 5- أكتب معادلة تفاعل الحمض HZ مع  $B^-$  ثم حدد الجهة التي يرجحها الاتزان ؟



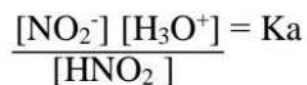
مثال (4) : احسب الرقم الهيدروجيني PH لمحلول الحمض  $HNO_2$  تركيزه  $10 \times 10^{-3}$  مول/لتر علماً بأن



التركيز الابتدائي  
التركيز عند الاتزان

$10^{-3}$   
 $10^{-3} \times 1$

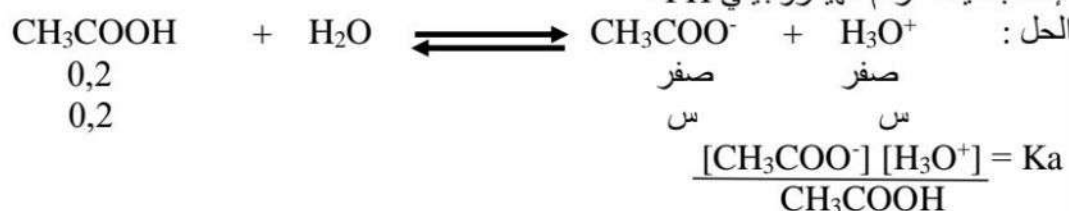
تُهْمَل



$$4 \times 10^{-5} = [H_3O^+] = x \Leftrightarrow \frac{x^2}{10^{-3} - x} = 4 \times 10^{-5}$$



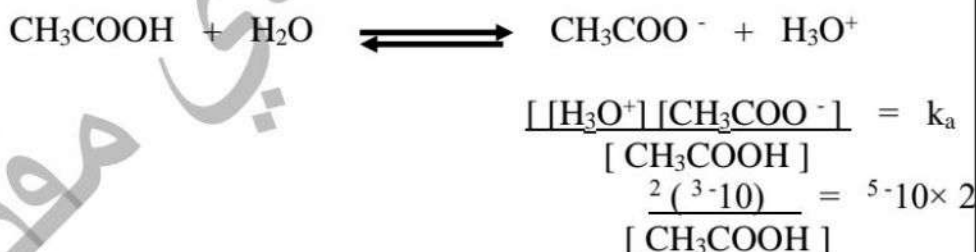
$3-10 \times 1$   
 $\text{PH} = -\log [\text{H}_3\text{O}^+] = 3,7$   
 $\text{PH} = -\log 2 \times 10^{-4} = 4 - 0,3 = 3,7 \leftarrow$   
**مثال (5):** محلول حمض الايثانويك  $\text{CH}_3\text{COOH}$  تركيزه 0,2 مول/لتر اذا علمت أن  $K_a = 2 \times 10^{-5}$  ، لو  $2 = 0,3$  ، احسب قيمة الرقم الهيدروجيني PH ؟



$2 \times 10^{-5} = \frac{2 \text{ س}}{0,2} \leftarrow \text{س} = 2 \times 10^{-3} \text{ مول/لتر}$   
 $\text{PH} = -\log [\text{H}_3\text{O}^+] = 2,7$   
 $= -\log 2 \times 10^{-3} = 3 - 0,3 = 2,7$

**مثال (6):** محلول من الحمض  $\text{CH}_3\text{COOH}$  حجمه (1) لتر ، و PH له (3) ، احسب كتلة الحمض في المحلول ( $K_a$  للحمض  $\text{CH}_3\text{COOH} = 2 \times 10^{-5}$  ، الكتلة المولية للحمض = 60 غم / مول ) ؟

**الحل :**  
 $[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-\text{PH}} = 10^{-3} \text{ مول / لتر}$



$[\text{CH}_3\text{COOH}] = 0,05 \text{ مول / لتر}$

عدد المولات = التركيز × حجم المحلول =  $0,05 \times 1 = 0,05 \text{ مول}$

الكتلة = عدد المولات × الكتلة المولية =  $0,05 \times 60 = 3 \text{ غم}$

**مثال (7):** احسب قيمة  $K_a$  للحمض الافتراضي HX تركيزه (0,001) مول / لتر و PH لمحلوله (5) ؟

**الحل :**  
 $\text{PH} = 5 \Rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+] = 1 \times 10^{-5} \text{ مول / لتر}$   

$$\frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{X}^-]}{[\text{HX}]} = k_a$$

$1 \times 10^{-7} = \frac{2 \times (1 \times 10^{-5})}{[\text{HX}]} = k_a$

$10^{-3}$

\*\*ملاحظات هامة جداً (علاقات مهمة في الحل)

طردي مع

# Ka (الحمض) ----- 1- قوة الحمض

2-  $[H_3O^+]$

3- درجة التاين في الماء

عكسي مع

1-  $[OH^-]$

PH-2

Kb (القاعدة) ----- 1- قوة القاعدة

2-  $[OH^-]$

3- درجة التاين

PH-4

طردي مع

عكسي مع

1-  $[H_3O^+]$

سؤال (8) : ادرس المعلومات التالية لعدد من الاحماض الضعيفة المتساوية في التركيز ثم أجب عما يليها من اسئلة :

منطقة التجهيز :

•  $HF > HCOOH$

•  $HNO_2 > H_2CO_3$

•  $H_2CO_3 > HF$

إذاً :  $HNO_2 > H_2CO_3 > HF > HCOOH$

كقواعد مرافقة :

$HCOO^- > F^- > HCO_3^- > NO_2^-$

\*\*\*HF اكبر تاين في الماء من  $HCOOH$

$HNO_2$  اقل تركيز هيدروكسيد في محلوله من  $H_2CO_3$

$H_2CO_3$  له اعلى قيمة Ka من HF

1- رتب محاليل الاحماض تصاعدياً حسب قوتها ؟

2- ما صيغة الحمض الذي له اقل Ka ؟

3- ايهما أقوى كقاعدة ( $HCO_3^-$  أم  $NO_2^-$ ) ؟

4- ايهما له أكبر  $[OH^-]$  : HF أم  $HCOOH$  ؟

5- أكتب تفاعل الأيون  $HCO_3^-$  كحمض في الماء و تفاعل اخر كقاعدة؟

6- عند تفاعل  $HCOO^-$  مع HF اكمل التفاعل وحدد الازواج المترافقة؟

الحل:

1-  $HNO_2 > H_2CO_3 > HF > HCOOH$

2-  $HCOOH$

3-  $HCO_3^-$

4-  $HCOOH$

5-  $HCO_3^- + H_2O \rightleftharpoons CO_3^{2-} + H_3O^+$  كحمض

$HCO_3^- + H_2O \rightleftharpoons H_2CO_3 + OH^-$  كقاعدة

### مثال (9) :

أدرس المعلومات التالية جيداً التي تمثل احماض ضعيفة افتراضية ، ثم أجب عن الأسئلة التي تليها :  
(HX أقل تاين من HY)، (HD أقل تركيز هيدرونيوم من HZ)، (HZ أعلى PH من HX)

- 1- أي الحموض : له أعلى قيمة  $K_a$  ؟
- 2- أي القواعد :  $Y^-$  أم  $D^-$  هي الأقوى ؟
- 3- أي الحموض يكون  $[H_3O^+]$  هو الأقل ؟
- 4- أي الحموض يكون  $[OH^-]$  هو الأعلى ؟
- 5- إذا علمت أن قيمة PH لمحلول الحمض  $HX = 4,3$  ، وأن تركيزه  $(0,1 \text{ مول / لتر})$  أوجد قيمة  $K_a$  له ؟ (لو  $5=7,0$ )

الحل:

### ◀◀ ورقة عمل ▶▶

سؤال ① :

احسب قيمة PH و PoH لمحلول حمض البنزويك  $C_6H_5COOH$  الذي تركيزه  $(0,01 \text{ M})$  .  
علماً بأن  $K_a \text{ لـ } C_6H_5COOH = 6,4 \times 10^{-5} \text{ (} 10^{-5} = 0,00001 \text{)}$  ؟

سؤال ② :

يمثل الجدول التالي قيم PH لعدد من المحاليل تركيز كل منها  $(0,1 \text{ M})$  ، ادرسه ثم أجب عما يليه :

| المحلول | M | HA  | HB | D  | F   | C  |
|---------|---|-----|----|----|-----|----|
| PH      | ٧ | ٢,٧ | ٣  | ١٣ | ٩,٣ | ١١ |

١- أي المحاليل يمثل :

ب- ملح متعادل مثل  $NaCl$

أ- قاعدة قوية مثل  $NaOH$

٢- احسب قيمة  $K_a$  للحمض  $HA$  ( لو  $2 = 10^{-3}$  ) ؟

٣- أكمل التفاعل التالي ثم حدد الزوجين المترافقين من الحمض والقاعدة :



٤- حدد الجهة التي يرجحها الإتزان في التفاعل السابق ؟

سؤال ③ :

أوجد كتلة الأمونيا  $NH_3$  اللازمة إذابتها في الماء لتحضير محلول حجمه 400 مل ورقمه الهيدروجيني يساوي 12  
( الكتلة المولية لـ  $NH_3 = 17 \text{ غ / مول}$  ،  $K_b \text{ لـ } NH_3 = 1,8 \times 10^{-5}$  ) ؟

سؤال 4 :

تمثل الصيغ الافتراضية التالية عددا من الحموض الضعيفة : HB ، HZ ، HY ، HX  
فإذا علمت أن : - ( X<sup>-</sup> ) أقوى من ( Y<sup>-</sup> )

- HX اكبر درجة تأين في الماء من HZ

- قيمة PH للحمض HB أعلى من الحمض HZ

أجب عما يلي :

1- ما صيغة الحمض الذي له أعلى قيمة Ka ؟

2- أكمل المعادلة التالية ثم حدد الأزواج المترافقة من الحمض والقاعدة :



3- أكتب معادلة تفاعل KB مع HX ثم حدد الأزواج المترافقة ؟

سؤال 5 :

محلول الحمض الضعيف HZ تركيزه 0,049 مول/لتر اذا كانت  $Ka = 1 \times 10^{-5}$  ، احسب PH و PoH ؟ ( لو  $7 = 0,84$  )  
الحل:

سؤال 6 :

500 مل من الحمض HX قيمة PH له = 4 و قيمة  $Ka = 1 \times 10^{-5}$  ، احسب كتلة HX ( ك.م لـ HX = 200 غ/مول )  
الحل:

### الإتزان في محاليل القواعد الضعيفة

القواعد الضعيفة :

❖ تتأين جزئياً .

نفرض أن B قاعدة ضعيفة ، يكون الصيغة العامة لتأين القواعد الضعيفة كالتالي :



$$\frac{[BH^+][OH^-]}{B} = Kb$$

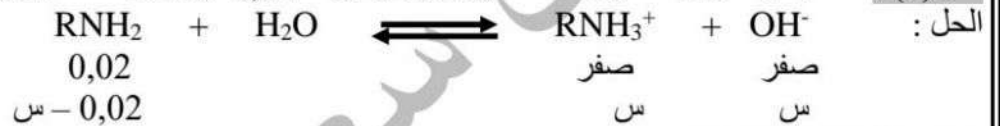
الجدول التالي يوضح صيغ بعض القواعد الضعيفة مع قيم ثابت التأين Kb لكل منها :

| اسم القاعدة   | صيغة القاعدة | ثابت التآين Kb |
|---------------|--------------|----------------|
| إيثيل أمين    | $C_2H_5NH_2$ | $10^{-6.4}$    |
| ميثيل أمين    | $CH_3NH_2$   | $10^{-4.4}$    |
| أمونيا        | $NH_3$       | $10^{-1.8}$    |
| هيدرازين      | $N_2H_4$     | $10^{-1.3}$    |
| هيدروكسي أمين | $NH_2OH$     | $10^{-1}$      |
| بيريدين       | $C_5H_5N$    | $10^{-1.7}$    |
| أنيلين        | $C_6H_5NH_2$ | $10^{-4.3}$    |

ملاحظات هامة جداً :

- 1 Kb يتناسب طردياً مع  $[OH^-]$  وعكسياً مع  $[H_3O^+]$ .
- 2 كلما زادت Kb زادت قوة القاعدة وزادت قيمة PH (علاقة طردية).
- 3 القاعدة القوية لها أكبر تأين في الماء.

مثال (1) : احسب قيمة PH لمحلول القاعدة  $RNH_2$  تركيزها 0,02 مول/لتر، علماً بأن  $K_b$  لـ  $RNH_2$   $10^{-6} \times 2$  ؟



$$\frac{[OH^-][RNH_3^+]}{[RNH_2]} = K_b$$

$$\frac{2 \times 10^{-6} \times 0,02}{0,02} = [OH^-] = 2 \times 10^{-6} \text{ مول/لتر}$$

$$\frac{K_w}{[OH^-]} = [H_3O^+]$$

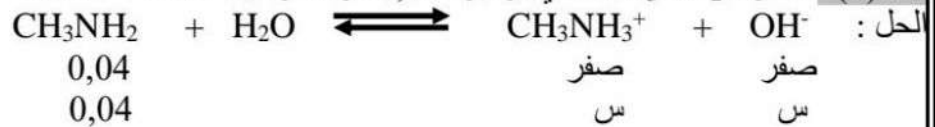
$$\frac{10^{-14}}{2 \times 10^{-6}} = 5 \times 10^{-9} \text{ مول/لتر}$$

$$PH = -\log [H_3O^+] = 8,7$$

$$\begin{aligned}
 &= -\log (5 \times 10^{-9}) \\
 &= 11 - \log 5 \\
 &= 11 - 0,7 \\
 &= 10,3
 \end{aligned}$$

عزيزي الطالب المرهق !!! :  
الراحة عند الشعور بالتعب  
تؤدي إلى استعادة النشاط  
الجسمي والذهني...  
وبفضل الوضوء والصلاة

مثال (2) : محلول  $CH_3NH_2$  الذي تركيزه 0,04 مول/لتر قيمة  $K_b$  له  $10^{-4} \times 4$  احسب قيمة PH ؟ لو  $2,5 = 0,4$



$$\frac{[CH_3NH_3^+][OH^-]}{[CH_3NH_2]} = K_b$$



$$\frac{2}{0,04} = 4 \times 10^{-4} \text{ س} \leftarrow \text{س} = [\text{OH}^-] = 4 \times 10^{-3} \text{ مول/لتر}$$

$$12 \times 10^{-12} \times 2,5 = \frac{14 \times 10^{-14}}{3 \times 10^{-4}} = \frac{K_W}{[\text{OH}^-]} = [\text{H}_3\text{O}^+]$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = \text{PH}$$

$$12 \times 10^{-12} \times 2,5 =$$

$$2,5 - 12 =$$

$$11,6 = 0,4 - 12 =$$

مثال (3): أوجد قيمة ثابت التايين  $K_b$  لمحلول القاعدة الضعيفة  $\text{N}_2\text{H}_4$  تركيزها (0,1) مول/لتر . علماً بأن قيمة الرقم الهيدروجيني PH تساوي 10؟

الحل :



$$10 = \text{PH}$$

$$10 - 10 = \text{PH} - 10 \quad [\text{H}_3\text{O}^+]$$

$$\frac{K_W}{[\text{H}_3\text{O}^+]} = [\text{OH}^-]$$

$$\frac{14 \times 10^{-14} \times 1}{10^{-10} \times 1} =$$

$$4 \times 10^{-4} \text{ مول/لتر} =$$

$$\frac{[\text{N}_2\text{H}_5^+][\text{OH}^-]}{[\text{N}_2\text{H}_4]} = K_b$$

$$\frac{2(4 \times 10^{-4})}{0,1} = K_b$$

$$7 \times 10^{-4} = K_b$$

مثال (4): أوجد كتلة القاعدة X اللازمة لتحضير محلول حجمه 2 لتر ، وقيمة PH له تساوي 12,7 من القاعدة الافتراضي X علماً بأن الكتلة المولية لـ X = 52 غ/مول و  $K_b = x \times 10^{-2}$  (لو 2 = 0,3)



$$12,7 = \text{PH}$$

$$12,7 - 10 = \text{PH} - 10 \quad [\text{H}_3\text{O}^+]$$

$$13 - 10 \times 2 = 0,3 + 0,3 - 12,7 - 10 =$$

$$\frac{K_W}{[\text{H}_3\text{O}^+]} = [\text{OH}^-]$$

$$\frac{14 \times 10^{-14} \times 1}{13 - 10 \times 2} =$$

$$2 \times 10^{-2} \text{ مول/لتر} =$$

$$\frac{(2 \times 10^{-2} \times 5)(2 \times 10^{-2} \times 5)}{[X]} = 2 \times 10^{-2} \times 1$$

$$[X]$$

$$[X] = 0,25 \text{ مول/لتر}$$

$$\text{ع.م} \times \text{ح} \times \text{ت}$$

$$= 0,5 \text{ مول} = 2 \times 0,25$$

$$\text{ك} = \text{ع.م} \times \text{ك.م}$$

$$= 52 \times 0,5$$

$$= 26 \text{ غرام}$$

مثال (5): يبين الجدول المجاور قيم  $K_b$  التقريبية لعدد من محاليل القواعد متساوية التركيز، ادرسه وأجب عن الأسئلة الآتية :

| صيغة القاعدة | $K_b$              |
|--------------|--------------------|
| $N_2H_4$     | $1 \times 10^{-6}$ |
| $C_5H_5N$    | $2 \times 10^{-9}$ |
| $C_2H_5NH_2$ | $6 \times 10^{-4}$ |
| $NH_3$       | $2 \times 10^{-5}$ |

1- ما صيغة القاعدة الأضعف ؟

2- ما صيغة القاعدة التي لمحلولها أعلى pH ؟

3- ما صيغة الحمض المرافق الأقوى ؟

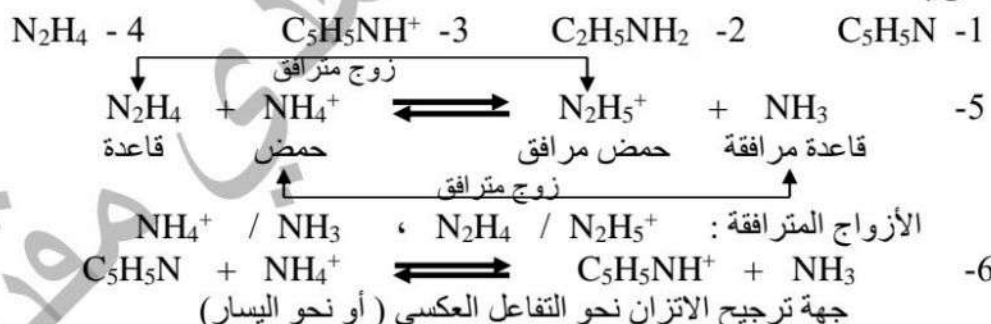
4- في أي من المحلولين  $N_2H_4$  أم  $C_2H_5NH_2$  يكون  $[H_3O^+]$  أعلى ؟

5- أكمل المعادلة الآتية ثم حدد الأزواج المترافقة من الحمض والقاعدة :



6- حدد الجهة التي يرجحها الاتزان عند تفاعل  $C_5H_5N$  مع  $NH_4^+$  ؟

الحل :



مثال (6): اعتمادا على المعلومات الموضحة في الجدول التالي الذي يبين قيم ثابت التأيين  $K_b$  لبعض القواعد الضعيفة الذي تركيز كل منها ( 0,01 مول/لتر ) ، أجب عما يلي :

| صيغة القاعدة | $C_5H_5N$          | $N_2H_4$           | $NH_2OH$           | $NH_3$              |
|--------------|--------------------|--------------------|--------------------|---------------------|
| $K_b$        | $2 \times 10^{-9}$ | $1 \times 10^{-7}$ | $1 \times 10^{-8}$ | $2 \times 10^{-10}$ |

أجب عما يلي :

1- ما صيغة الحمض المرافق الأضعف ؟

2- ما صيغة القاعدة التي لها أقل  $[H_3O^+]$  ؟

3- أكتب معادلة تفاعل  $NH_2OH$  مع الماء ؟

4- أيهما له أكبر قيمة PH : محلول  $N_2H_4$  أم محلول  $C_5H_5N$  ؟

5- احسب قيمة PH لمحلول  $NH_2OH$  ؟

6- احسب قيمة  $[N_2H_5^+]$  في محلول  $N_2H_4$  ؟

٧- أكمل التفاعل التالي ثم حدد الأزواج المترافقة من الحمض والقاعدة :



٨- أيهما له أقل درجة حموضة  $\text{NH}_2\text{OH}$  أم  $\text{NH}_3$  ؟

٩- أيهما له أكبر  $[\text{H}_3\text{O}^+]$  الأيون  $\text{NH}_4^+$  أم الأيون  $\text{N}_2\text{H}_5^+$  ؟

مثال (7) :

لديك عدد من القواعد الضعيفة الافتراضية المتساوية في التركيز وقيم PH لكل منها كما هو موضح بالجدول التالي :

| القاعدة | A   | B | C   | D    | G |
|---------|-----|---|-----|------|---|
| PH      | 8,6 | 8 | 7,5 | 11,3 | 9 |

١ أي القواعد يعتبر :

أ- اقوى قاعدة

ب - تمتلك أقل  $[\text{OH}^-]$

ج - أقل تأين في الماء

د- حمضها المرافق الاضعف

هـ - لها أكبر  $K_b$

و - لها أقل  $[\text{H}_3\text{O}^+]$

٢ أكتب معادلة تفاعل القاعدة D مع الحمض المرافق من C ثم حدد الأزواج المترافقة ؟

الحل :

(1

أ- D ب- C ج- C د- D هـ- D و- D

(2



مثال (8) : لديك أربعة محاليل مائية لبعض القواعد الضعيفة بتركيزات متساوية (0,1 مول/لتر) لكل منها بالاعتماد على المعلومات الواردة في الجدول أجب عما يلي :

| المعلومات                              | القاعدة |
|----------------------------------------|---------|
| $10 \times 4 = K_b$                    | Y       |
| $10 = \text{PH}$                       | Q       |
| $10 \times 2 = [\text{XH}^+]$          | X       |
| $10 \times 1 = [\text{H}_3\text{O}^+]$ | T       |

1- رتب محاليل القواعد حسب قوتها ؟

2- ما قيمة  $K_b$  لمحلول القاعدة X ؟

3- احسب PH لمحلول القاعدة Y ؟ ( لو  $5 = 0,7$  )

4 - أي القواعد لها أعلى PH ؟

5- أكتب معادلة تفاعل Q مع  $\text{TH}^+$  ثم حدد الجهة التي يرجحها الاتزان ؟

الحل:

## الخواص الحمضية والقاعدية لمحاليل الأملاح

أولاً : الأملاح :

**الملح :** مركب أيوني ينتج من تفاعل حمض مع قاعدة  $\text{HCl} + \text{NaOH} \longrightarrow \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$

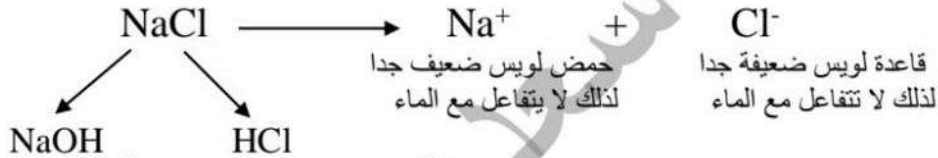
فعلى سبيل المثال: ملح  $\text{NaCl}$  ناتج من تفاعل حمض  $\text{HCl}$  مع القاعدة  $\text{NaOH}$  ومحاليل الأملاح المائية تقسم حسب قوة الحمض وقوة القاعدة المكونة لها إلى ثلاثة أقسام :

- 1- ملح مكون حمض قوي وقاعدة قوية (محلولة متعادل)
- 2- ملح مكون من حمض قوي وقاعدة ضعيفة (محلولة حمضي)
- 3- ملح مكون من حمض ضعيف وقاعدة قوية (محلولة قاعدي)

### 1 - ملح مكون من حمض قوي وقاعدة قوية (محلولة متعادل) :

أمثلة :  $(\text{NaCl}, \text{KNO}_3, \text{NaI}, \text{Na}_2\text{SO}_4, \text{Li}_2\text{SO}_4, \text{KBr}, \text{BaCl}_2, \text{LiNO}_3)$

سؤال : فسر محلول الملح  $\text{NaCl}$  (ملح متعادل) ؟



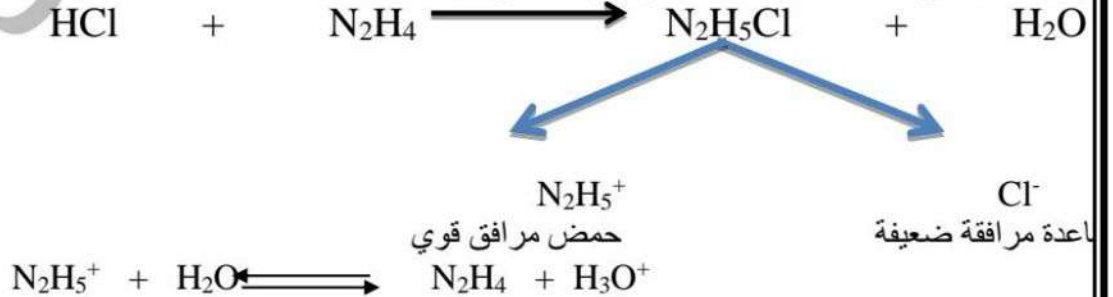
← والأيونات  $(\text{Na}^+, \text{Cl}^-)$  الناتجة تمثل حمض مرافق ضعيف جداً وقاعدة مرافقة ضعيفة جداً، لذلك فهي لا تتفاعل مع الماء ويبقى المحلول متعادلاً ، وهذا ما يسمى **بالذوبان** .

← **الذوبان :** تفكك الملح إلى أيونات وتقوم جزيئات الماء بالإحاطة بالأيونات الناتجة دون تغيير في تركيز  $\text{H}_3\text{O}^+$  أو  $\text{OH}^-$

### 2- ملح مكون من حمض قوي وقاعدة ضعيفة (الملح الحمضي) :

ملح ينتج من حموض قوية وقاعدة ضعيفة مثل:  $\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_3\text{NO}_3, \text{N}_2\text{H}_5\text{NO}_3, \text{NH}_4\text{Cl}, \text{NH}_4\text{NO}_3, \text{N}_2\text{H}_5\text{Cl}$  تتأين هذه الأملاح في الماء إلا أن أيونها الموجب قوي يتميه في الماء معطياً أيون الهيدرونيوم والذي يبدي اثر حمضي في الماء ، أما أيونها السالب فهو يعطي ضعيف لا يتميه في الماء وعليه يكون PH لهذه الأملاح  $7 >$  .

♦ ولتوضيح ذلك بالمعادلات نأخذ أي ملح حمضي وليكن  $\text{N}_2\text{H}_5\text{Cl}$



لنأخذ مثال : فسر الأثر الحمضي للملح  $\text{NH}_4\text{Cl}$  بمعادلات ؟  
الحل :





**ملاحظة :** محاليل الأملاح المشتقة من حموض قوية وقواعد ضعيفة تكون :

1- حمضية الأثر 2- PH لها > 7 3- يحدث التمييه للأيون الموجب

ما المقصود بالتمييه ؟

هو عبارة عن تفاعل أيون الملح مع الماء لإنتاج او زيادة تراكيز (H<sub>3</sub>O<sup>+</sup>) أو (OH<sup>-</sup>).

**\*\* ملاحظة :** 1- الملح المتعادل لا يتمييه انا يذوب فقط

2- الملح الحمضي يتمييه وينتج هيدرونيوم والملح القاعدي ايضا يتمييه وينتج هيدروكسيد

### 3- ملح مكون من حمض ضعيف وقاعدة قوية (ملح قاعدي) :

ملح ينتج من تفاعل قاعدة قوية وحمض ضعيف مثل : KCN, NaF, NaNO<sub>2</sub>, Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, CH<sub>3</sub>COONa, HCOOK, NaOCl, CH<sub>3</sub>COOK تتأين هذه الأملاح في الماء إلا أن أيونها السالب قوي يتمييه في الماء معطياً أيون الهيدروكسيد OH<sup>-</sup> والذي يبدي اثر قاعدي في الماء ، أما أيونها الموجب فهو ضعيف لا يتمييه في الماء وعليه يكون PH لهذه الأملاح < 7 .

**ملاحظة :** محاليل الأملاح المشتقة من قواعد قوية وحموض ضعيفة تكون :

1- قاعدية الأثر 2- PH لها < 7 3- الأيون السالب يتمييه

سؤال : رتب الأملاح التالية تصاعدياً حسب قيمة PH لها ؟

( KCl , NaCN , NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub> )

الحل : NaCN > KCl > NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub>

سؤال : أي مما يلي يذوب في الماء وأي منها يتمييه ؟

( KCN , CH<sub>3</sub>COONa , CH<sub>3</sub>NH<sub>3</sub>Cl , KBr )

يذوب يتمييه يتمييه يتمييه

سؤال : هل المحلول N<sub>2</sub>H<sub>5</sub>Br حمضي أم قاعدي أم متعادل ؟

هل المحلول Ba(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> حمضي أم قاعدي أم متعادل ؟

الحل : المحلول المكون من N<sub>2</sub>H<sub>5</sub>Br ناتج عن حمض HBr قوي وقاعدة N<sub>2</sub>H<sub>4</sub> ضعيف أكتب معادلة تمييه الأيون الموجب وتأين الملح :



المحلول حمضي بسبب تركيز أيون H<sub>3</sub>O<sup>+</sup>

المحلول Ba(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> ناتج من Ba(OH)<sub>2</sub> قاعدة قوية ، HNO<sub>3</sub> حمض قوي

\* ملح متعادل حيث أيونات الحمض القوي والقاعدة القوية لا تتمييه .



\*\* تكتب معادلة التمييه باخذ الايون القادم من الضعيف ومفاعلتها مع الماء  
 انظر لاحظ الجدول التالي :

| الملاح                             | صفته   | الأيون الذي تمييه                            | معادلة التمييه للأيون القوي                                                                                                       |
|------------------------------------|--------|----------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| CH <sub>3</sub> NH <sub>3</sub> I  | حمضي   | CH <sub>3</sub> NH <sub>3</sub> <sup>+</sup> | CH <sub>3</sub> NH <sub>3</sub> <sup>+</sup> + H <sub>2</sub> O ⇌ CH <sub>3</sub> NH <sub>2</sub> + H <sub>3</sub> O <sup>+</sup> |
| KNO <sub>3</sub>                   | متعادل | لا يوجد                                      | لا يوجد                                                                                                                           |
| CH <sub>3</sub> COOK               | قاعدي  | CH <sub>3</sub> COO <sup>-</sup>             |                                                                                                                                   |
| NaNO <sub>2</sub>                  | قاعدي  | NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>                 |                                                                                                                                   |
| NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>    | .....  | .....                                        |                                                                                                                                   |
| RCOOLi                             | .....  | .....                                        |                                                                                                                                   |
| C <sub>5</sub> H <sub>5</sub> NHBr | .....  | .....                                        |                                                                                                                                   |

ملاحظة : معظم أسئلة الوزارة ما طبيعة تأثير الملاح ( حمضي ، قاعدي ، متعادل ) ؟؟؟

سؤال : ما طبيعة تأثير كل من الاملاح التالية : ( حمضي ، قاعدي ، متعادل ) ؟  
 KNO<sub>2</sub> ، BaSO<sub>3</sub> ، NaNO<sub>3</sub> ، RNH<sub>3</sub>CL

سؤال : ما هو أثر اضافة كل من الاملاح على قيمة PH : ( تزداد ، تقل ، تبقى ثابتة )

- 1- اضافة ملح NH<sub>4</sub>CL الى محلول NH<sub>3</sub> ( تقل )
- 2- اضافة ملح HCOONa الى محلول NaOH ( تزداد )
- 3- اضافة ملح NaCL الى محلول HCN ( تبقى ثابتة )
- 4- اضافة ملح C<sub>5</sub>H<sub>5</sub>NHBr الى محلول HI ( تقل )
- 5- اضافة ملح NaNO<sub>2</sub> الى محلول N<sub>2</sub>H<sub>4</sub> ( تزداد )



مثال (1) : من خلال دراستك للجدول التالي الذي يتضمن ثلاثة أملاح ( 0,1 مول / لتر ) أجب عما يلي :-

| المعلومات                              | الملح |
|----------------------------------------|-------|
| $[OH^-] = 10^{-2} \times 1$ مول/لتر    | KA    |
| $pH = 11$                              | KB    |
| $[H_3O^+] = 10^{-13} \times 1$ مول/لتر | KC    |

1- ما هي صيغة أقوى حمض ؟

2- ما هي صيغة أضعف حمض ؟

3- ما هي صيغة الملح الذي له أعلى صفات قاعدية

4- أيهما أقوى كقاعدة مرافقة :

(  $A^-$  أم  $B^-$  ) ؟

5- من خلال دراستك للمعادلة التالية :  $HB + C^- \rightleftharpoons HC + B^-$

أ- حدد الأزواج المترافقة من الحمض والقاعدة ؟

ب - حدد الجهة التي يرحبها الاتزان ؟

6- أكتب معادلة تفاعل الملح KC مع الحمض HA ، ثم حدد الجهة التي يرحبها الاتزان ؟

الحل :

منطقة التجهيز :  
 املاح :  $KC > KA > KB$   
 احماض :  $HB > HA > HC$   
 قواعد مرافقة :  $C^- > A^- > B^-$



ب - نحو النواتج

6-  $KC + HA \rightleftharpoons KA + HC$  ( نحو النواتج )

مثال (2) : في الجدول المجاور ستة محاليل تركيز كل منها ( 0,1 مول/لتر ) ادرسه ثم أجب عما يليه :

| المعلومات                      | المحلول   |
|--------------------------------|-----------|
| $[AH^+] = 2 \times 10^{-3}$    | القاعدة A |
| $[OH^-] = 1 \times 10^{-10}$   | الحمض HC  |
| $Kb = 4 \times 10^{-7}$        | القاعدة B |
| $Ka = 9 \times 10^{-4}$        | الحمض HD  |
| $PH = 12$                      | الملح KX  |
| $[H_3O^+] = 1 \times 10^{-13}$ | الملح KZ  |

1- أيهما أقوى كقاعدة  $X^-$  أم  $Z^-$  ؟

2- أيهما أقوى كحمض مرافق  $AH^+$  أم  $BH^+$  ؟

3- أيهما له أكثر قدرة على التأين في الماء الحمض

HC أم HD ؟

4- احسب قيمة  $Ka$  للحمض HC ؟

5- أكتب معادلة الحمض HD مع الملح KC ثم حدد الجهة التي

يرحبها الإتزان ؟

6- احسب قيمة PH للقاعدة B ؟

| المحلول                       | معلومات                        |
|-------------------------------|--------------------------------|
| CH <sub>3</sub> COOH          | $5 \cdot 10^{-1,8} = K_a$      |
| HCN                           | $5 \cdot 10^{-2} = [H_3O^+]$   |
| HNO <sub>2</sub>              | $2 \cdot 10^{-2,2} = [NO_2^-]$ |
| NH <sub>3</sub>               | $5 \cdot 10^{-1,8} = K_b$      |
| N <sub>2</sub> H <sub>4</sub> | $3 \cdot 10^{-1} = [OH^-]$     |
| NaX                           | 8,3 = PH                       |
| NaY                           | 9,2 = PH                       |

سؤال 2016 شتوي : ( 16 علامة )  
يبين الجدول المجاور محاليل مائية لحموض وقواعد وأملاح عند نفس التركيز ( 1 مول/لتر ) ومعلومات عنها ، أجب عما يليه :

- 1- أي الحمضين هو الأقوى ( HX أم HY ) ؟
- 2- أي الحمضين هو الأضعف ( CH<sub>3</sub>COOH أم HNO<sub>2</sub> ) ؟
- 3- أي المحلولين يكون فيه [OH<sup>-</sup>] أعلى ( HCN أم HNO<sub>2</sub> ) ؟
- 4- أي القاعدتين المرافقتين أقوى ( CH<sub>3</sub>COO<sup>-</sup> أم CN<sup>-</sup> ) ؟
- 5- أي المحلولين له أقل ( PH ) ( NH<sub>3</sub> أم N<sub>2</sub>H<sub>4</sub> ) ؟
- 6- حدد اتجاه الاتزان عند تفاعل X<sup>-</sup> مع HY ؟
- 7- حدد الأزواج المترافقة عند تفاعل NH<sub>4</sub><sup>+</sup> مع N<sub>2</sub>H<sub>4</sub> ؟
- 8- ما طبيعة تأثير الملح CH<sub>3</sub>COONa ( حمضي ، قاعدي ، متعادل )

◀ الحل :

1- HX 2- CH<sub>3</sub>COOH 3- HCN 4- CN<sup>-</sup> 5- N<sub>2</sub>H<sub>4</sub> 6- نحو التفاعل العكسي



مثال (3) : لديك عدد المحاليل الموضحة بالجدول متساوية التركيز ( 1 مول/لتر ) ادرسه جيدا ثم أجب عما يلي من اسئلة :

|                           |        |          |                            |                          |                              |
|---------------------------|--------|----------|----------------------------|--------------------------|------------------------------|
| HC                        | HD     | الملح KX | الملح KY                   | B                        | NH <sub>3</sub>              |
| $5 \cdot 10^{-2,5} = K_a$ | 5 = PH | 9 = PH   | $6 \cdot 10^{-1} = [OH^-]$ | $8 \cdot 10^{-10} = K_b$ | $9 \cdot 10^{-3} = [H_3O^+]$ |

أجب عما يلي :

- 1- أيهما أضعف كقاعدة ( D<sup>-</sup> أم C<sup>-</sup> ) ؟
- 2- أيهما أقوى كحمض ( HX أم HY ) ؟
- 3- احسب قيمة K<sub>a</sub> للحمض HD ؟
- 4- احسب قيمة PH للقاعدة B ؟
- 5- فسر سلوك الملح KY بمعادلات ؟
- 6- أكتب معادلة تفاعل HD مع C<sup>-</sup> ثم حدد اتجاه الاتزان ؟

## ثانياً الأيون المشترك :

الأيون المشترك : الأيون الناتج عن تأين الحمض الضعيف وملحه أو الأيون الذي ينتج من تأين القاعدة الضعيفة وملحها .

■ حدد الأيون المشترك بين حمض  $(CH_3COOH)$  وملح إيثانوات الصوديوم  $(CH_3COONa)$  ؟

الحل : لتحديد الأيون المشترك نكتب معادلة تأين الحمض ومعادلة ذوبان الملح في الماء .



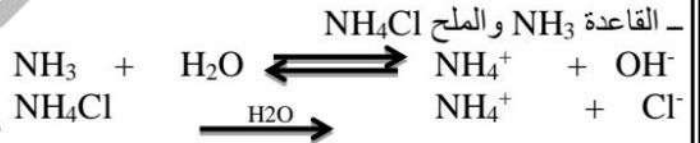
إذن الأيون المشترك هو أيون الإيثانوات  $(CH_3COO^-)$  لأنه الأيون المشترك لكل من  $(CH_3COOH)$  و  $(CH_3COONa)$

لملاحظة : إضافة الأيون المشترك إلى محلول الأحماض الضعيفة يؤدي إلى زيادة قيمة PH لمحلول الحمض

لم سؤال : ما صيغة الأيون المشترك لكل من المحاليل التالية :



❖ الأيون المشترك :  $\text{HCOO}^-$



❖ الأيون المشترك :  $\text{NH}_4^+$

لم ما صيغة الأيون المشترك لكل من المحاليل التالية ؟

- 1-  $(\text{RCOOH} / \text{RCOOK})$  -2  $(\text{H}_2\text{CO}_3 / \text{KHCO}_3)$  -3  $(\text{N}_2\text{H}_4 / \text{N}_2\text{H}_5\text{Br})$  -4  $(\text{NH}_3 / (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4)$   
5-  $(\text{CH}_3\text{NH}_2 / \text{CH}_3\text{NH}_3\text{Cl})$  -6  $(\text{HX} / \text{KX})$  -7  $(\text{B} / \text{BHCl})$

☑ ملاحظات مهمة :

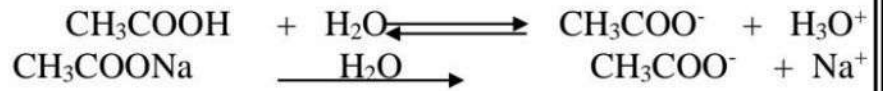
- 1 تركيز الأيون المشترك يساوي تركيز الملح
- 2 عند إضافة ملح وتشكل أيون مشترك فإن التفاعل يتجه نحو التفاعل العكسي ← حسب مبدأ لوتشاتليه
- 3 دائماً الملح القاعدي يضاف للمحلول الحمضي ، والملح الحمضي يضاف للمحلول القاعدي

مثال (1) : محلول حمض  $\text{CH}_3\text{COOH}$  تركيزه  $(0,002 \text{ مول/لتر})$  والملح  $\text{CH}_3\text{COONa}$  تركيزه  $(0,1 \text{ مول/لتر})$  وقيمة  $K_a$  لـ  $\text{CH}_3\text{COOH} = 2 \times 10^{-5}$  ، لو  $2 = 0,3$  ، لو  $4 = 0,6$  :

1- ما صيغة الأيون المشترك ؟

2- احسب قيمة PH للمحلول ؟

الحل :



1-  $\text{CH}_3\text{COO}^-$  (الإشارة ضرورية)

$$\frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-][\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]} = K_a \quad 2-$$

$$0,002 \leftarrow [\text{H}_3\text{O}^+] = \frac{0,1 \times [\text{H}_3\text{O}^+]}{0,002} = 5 \times 10^{-5} \quad 7-10 \times 4 \text{ مول/لتر}$$

$$\text{PH} = -\log [\text{H}_3\text{O}^+]$$

$$= -\log 5 \times 10^{-5}$$

$$= 4,7 \quad 7-10 \times 4$$

$$K_a = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]^2}{[\text{CH}_3\text{COOH}]}$$

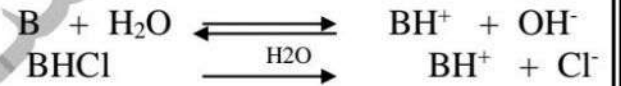
$$2 \times 10^{-5} = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]^2}{0,0007}$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = 4 \times 10^{-5} \text{ M}$$

$$\begin{aligned} \text{PH} &= -\log 4 \times 10^{-5} \\ &= 5 - \log 4 = 5 - 0,6 \\ &= 4,4 \end{aligned}$$

مثال (2)

حضر محلول مكون من قاعدة ضعيفة B (0,3 مول/لتر) وملح BHC1 بنفس التركيز إذا علمت أن  $K_b = 2 \times 10^{-4}$  لو 5 = 0,7 ، إحسب قيمة PH ؟  
الحل :



$$\frac{[\text{BH}^+][\text{OH}^-]}{[\text{B}]} = K_b$$

$$\frac{0,3 \times [\text{OH}^-]}{0,3} = 2 \times 10^{-4}$$

$$[\text{OH}^-] = 2 \times 10^{-4} \text{ مول/لتر}$$

$$\frac{K_w}{[\text{OH}^-]} = [\text{H}_3\text{O}^+]$$

$$\frac{10^{-14}}{2 \times 10^{-4}} =$$

$$5 \times 10^{-11} = [\text{H}_3\text{O}^+] \quad 11-10 \times 5$$

$$\text{PH} = -\log [\text{H}_3\text{O}^+]$$

$$= -\log 5 \times 10^{-11} \quad 11-10 \times 5$$



مثال (3) :

محلول حجمه (1) لتر مكون من القاعدة  $\text{NH}_3$  تركيزها (0,4 مول/لتر) والملح  $\text{NH}_4\text{Cl}$  مجهول التركيز  
فإذا علمت أن  $\text{PH}$  للمحلول = (9) ، وأن  $\text{Kb} \text{ لـ } \text{NH}_3 = 2 \times 10^{-5}$  فأجب عما يلي :

- 1- ما صيغة الأيون المشترك ؟
- 2- احسب تركيز الملح  $\text{NH}_4\text{Cl}$  ؟

مثال (4) : كم غرام يجب إضافتها من الملح  $\text{N}_2\text{H}_5\text{Br}$  إلى محلول  $\text{N}_2\text{H}_4$  تركيزه 0,2 مول/لتر ليصبح الحجم 1 لتر وقيمة  $\text{PH} = 7,7$  ، علماً بأن قيمة  $\text{Kb}$  للقاعدة  $= 1 \times 10^{-6}$  ، الكتلة المولية لـ  $\text{N}_2\text{H}_5\text{Br} = 113$  غم/مول ، لو  $2 = 0,3$  ؟  
الحل :

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-\text{PH}} = 10^{-7,7} \Leftrightarrow [\text{H}_3\text{O}^+] = 2 \times 10^{-8} \text{ مول/لتر}$$

$$[\text{OH}^-] = 10^{-14} / [\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-14} / (2 \times 10^{-8}) = 5 \times 10^{-7} \text{ مول/لتر}$$

$$\text{Kb} = \frac{[\text{N}_2\text{H}_5^+][\text{OH}^-]}{[\text{N}_2\text{H}_4]} \Leftrightarrow \frac{[\text{N}_2\text{H}_5^+] \times 5 \times 10^{-7}}{0,2} = 1 \times 10^{-6}$$

$$\leftarrow [\text{N}_2\text{H}_5^+] = 0,4 \text{ مول/لتر (تركيز الملح)}$$

$$\text{ع.م} \times \text{ح} = \text{ت}$$

$$0,4 = 0,4 \times 1 = \text{ت}$$

$$\text{ك} = \text{ع.م} \times \text{ك.م}$$

$$45,2 = 113 \times 0,4 = \text{ك}$$

سؤال 2011 صيفي : محلول ( 0,1 مول/لتر ) من الحمض  $\text{HX}$  حجمه 2 لتر وقيمة  $\text{PH}$  لهذا المحلول تساوي 3  
أضيفت بلورات صلبة من ملح  $\text{NaX}$  فتغيرت قيمة  $\text{PH}$  بمقدار 2 درجة ،  $\text{Ka} \text{ لـ } \text{HX} = 1 \times 10^{-5}$  :

- 1- ما صيغة الأيون المشترك ؟
- 2- احسب عدد مولات  $\text{NaX}$  التي أضيفت للمحلول ( اهمل التغير في الحجم ) ؟

مثال ( 5 ) : كم غرام من  $\text{HCOONa}$  يجب إضافتها إلى 500 مل من محلول 0,1 مول/لتر  $\text{HCOOH}$  ليتغير رقمه الهيدروجيني بمقدار 1,6 ،  $\text{Ka}(\text{HCOOH}) = 1,7 \times 10^{-4}$  ، ك.م للملح  $\text{HCOONa} = 56$  غم/مول ، لو  $4,1 = 0,6$  ؟

الحل :

نجد PH قبل إضافة الملح

$$\frac{[\text{HCOO}^-][\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{HCOOH}]} = K_a$$

$$\frac{2 \times 10^{-4} \times 1,7}{0,1} = 10^{-4}$$

$$2 \times 10^{-4} \times 1,7 = [\text{H}_3\text{O}^+] \leftarrow 3,4 \times 10^{-4} \text{ مول/لتر}$$

$$\text{PH} = -\log [\text{H}_3\text{O}^+] = 3,47$$

$$= -\log 3,4 \times 10^{-4} = 3,47$$

$$3 - 4,1 \leftarrow 2,4$$

وعند إضافة الملح سوف تزداد قيمة PH بمقدار 1,6 أي أن PH بعد إضافة الملح = 2,4 + 1,6 = 4

$$\frac{[\text{HCOO}^-][\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{HCOOH}]} = K_a$$

$$\frac{[\text{HCOO}^-] \times 10^{-4} \times 1,7}{[\text{HCOOH}]} = 10^{-4}$$

$$[\text{الملح}] = 0,17 \text{ مول/لتر}$$

$$\text{ع.م. الملح} = \text{ح} \times \text{ت}$$

$$0,5 \times 0,17 =$$

$$= 0,085 \text{ مول}$$

$$\text{ك.م. الملح} = \text{ع.م.} \times \text{ك.م.}$$

$$56 \times 0,085 =$$

$$= 4,76 \text{ غ}$$

سؤال ( 6 ) : ما تركيز الملح NaB اللازم اضافتها الى محلول الحمض HB ( 0,1 مول/لتر ) ،  $k_a = 10^{-5}$  لكي تزداد قيمة PH بمقدار درجة واحد ؟

سؤال ( 7 ) : محلول القاعدة  $\text{NH}_3$  رقمه الهيدروجيني = 11 ، تركيزه 0,2 مول/لتر ، احسب تركيز المحل  $\text{NH}_4\text{I}$  اللازم اضافته لتتغير PH بمقدار درجتين ؟

السؤال الرابع :

في الجدول المجاور محاليل تركيز كل منها ( 0,1 مول/لتر ) اعتماداً عليه ، أجب عن الاسئلة التالية :

| المعلومات                      | المحلول   |
|--------------------------------|-----------|
| $4 \times 10^{-6} = K_a$       | الحمض HA  |
| $1 \times 10^{-9} = K_b$       | القاعدة E |
| $2 \times 10^{-3} = [B^-]$     | الحمض HB  |
| $1 \times 10^{-12} = [H_3O^+]$ | القاعدة D |
| $3 = PH$                       | الحمض HC  |
| $9 = PH$                       | الملح KX  |
| $1 \times 10^{-3} = [OH^-]$    | الملح KZ  |

- 1- حدد القاعدة التي حمضها المرافق هو الأقوى ؟
- 2- أكتب صيغة القاعدة المرافقة للحمض الأضعف ؟
- 3- أي الحموض المذكورة أكثر تأيناً في الماء .
- 4- أي القواعد لها أقل قيمة PH ؟
- 5 - إحسب قيمة PH للقاعدة E ؟
- 6 - أي الحموض أقوى HX أم HZ ؟
- 7- أكتب معادلة تفاعل HB مع الملح NaC ثم حدد الأزواج المترافقة ؟

#### السؤال الخامس :

- محلول حجمه 2 لتر مكون من القاعدة  $NH_3$  بتركيز ( 0,4 مول/لتر ) والملح  $NH_4Br$  ، وقيمة PH للمحلول (9,6) إذا علمت أن  $(K_b \text{ لـ } NH_3 = 2 \times 10^{-5})$  ، أجب عما يلي :
- 1- اكتب معادلة تأين  $N_2H_4$  في الماء ؟
  - 2- إحسب تركيز الملح  $NH_4Br$  ؟

#### السؤال السادس :

يمثل الجدول التالي بعض المواد ( أحماض ، قواعد ، أملاح ) ، أدرسه جيداً ثم أجب عن الاسئلة التي تليه :

|                               |                     |                               |                                    |
|-------------------------------|---------------------|-------------------------------|------------------------------------|
| HCOOH                         | Ba(OH) <sub>2</sub> | HCOONa                        | CH <sub>3</sub> NH <sub>3</sub> CL |
| N <sub>2</sub> H <sub>4</sub> | NaHS                | HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> | B(OH) <sub>3</sub>                 |

- 1- أكتب المادة التي تعبر عن :  
أ- حمض لويس  
ب- قيمة PH لها  $\gamma$   
ج- تسلك سلوك الحمض والقاعدة
- 2- حدد المادتين اللتين تمثلان ملحا قاعديا؟
- 3- فسر بمعادلات سلوك محلول الملح  $CH_3NH_3CL$  ؟
- 4- أكمل التفاعل التالي ، ثم حدد الأزواج المترافقة من الحمض والقاعدة :  
 $HCOOH + N_2H_4 \rightleftharpoons \dots + \dots$
- 5- احسب قيمة PH لمحلول NaOH حجمه 4 لتر مذاب فيه 0,4 مول ؟
- 6- فسر سلوك الحمض HCOOH حسب مفهوم برونستد- لوري ؟

السؤال السابع : إحسب تركيز الملح KCN اللازم إضافتها الى محلول مكون من حمض HCN بتركيز 0,05 مول/لتر حتى تتغير قيمة PH بمقدار 0,3 ،  $K_a \text{ لـ } HCN = 5 \times 10^{-10}$  ؟ (لو  $5 = 0,7$ ) (لو  $2,5 = 0,4$ )

الحل:

**السؤال الثامن :**

محلول حجمه 2 لتر من الحمض  $H_2CO_3$  والملح  $NaHCO_3$  ، فإذا علمت أن تركيز الملح يساوي ( 5 )  
أضعاف تركيز الحمض وأن قيمة PH لهذا المحلول = 7,1 ، ك.م  $H_2CO_3 = 40$  غم/مول : ( أهمل التغير في الحجم )

أ- احسب قيمة Ka للحمض  $H_2CO_3$  ؟

1- احسب تركيز الحمض  $H_2CO_3$  في بداية التفاعل اذا علمت انه تم اذابة 20 غ منه فقط في المحلول ؟

2- احسب تركيز الملح  $NaHCO_3$  الابتدائي ؟

الحل:

**السؤال التاسع :** محلول مكون من القاعدة  $C_5H_5N$  ومن الملح  $C_5H_5NHI$  احسب نسبة الحمض الى القاعدة اذا كان PH للمحلول يساوي 4,7 وان  $ka$  للحمض يساوي  $10^{-5} \times 10^{-10}$   
الحل :

**السؤال العاشر :** محلول مكون من حمض  $HOCl$  له  $PH = 3$  تم اضافة بلورات من ملح  $KOCl$  فتغير الرقم الهيدروجيني بمقدار درجتين احسب تركيز الملح المضاف ؟  
الحل:

شالبا

### أنواع المحاليل :

|                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| محلول منظم قاعدي<br>مكون من قاعدة ضعيفة وملحها الحمضي                                                                                                                                                | محلول منظم حمضي<br>مكون من حمض ضعيف وملحه القاعدي                                                                                                  |
| $\text{CH}_3\text{NH}_2 / \text{CH}_3\text{NH}_3\text{Cl}$<br>$\text{NH}_3 / \text{NH}_4\text{Br}$<br>$\text{C}_5\text{H}_5\text{N} / \text{C}_5\text{H}_5\text{NHCl}$<br>$\text{B} / \text{BHNO}_3$ | $\text{HCOOH} / \text{HCOONa}$<br>$\text{HCN} / \text{KCN}$<br>$\text{H}_2\text{SO}_3 / \text{KHSO}_3$<br>$\text{H}_2\text{CO}_3 / \text{NaHCO}_3$ |

48

- 1- احسب الرقم الهيدروجيني PH للمحلول ؟  
 2- قيمة PH للمحلول المنظم عند إضافة 0,1 مول من الحمض HCl إلى لتر من المحلول ؟  
 الحل :



$$\frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{CH}_3\text{COO}^-]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]} = K_a - 1$$

$$\frac{0,5 \times [\text{H}_3\text{O}^+]}{0,5} = 5 \cdot 10^{-5} \times 1,8$$

$$5 \cdot 10^{-5} \times 1,8 = [\text{H}_3\text{O}^+] \text{ مول/لتر}$$

$$\text{PH} = -\log [\text{H}_3\text{O}^+]$$

$$5 - 1,8 = \text{PH} \leftarrow 5 - 0,27 = 4,73$$

-2

$$\frac{([\text{HCl}] - [\text{CH}_3\text{COO}^-]) [\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{HCl}] + [\text{CH}_3\text{COOH}]} = K_a$$

$$\frac{(0,1 - 0,5) [\text{H}_3\text{O}^+]}{0,1 + 0,5} = 5 \cdot 10^{-5} \times 1,8$$

$$5 \cdot 10^{-5} \times 2,7 = [\text{H}_3\text{O}^+] \text{ مول/لتر}$$

$$\text{PH} = -\log 5 \cdot 10^{-5} \times 2,7 = 4,57$$

$$\text{ت HCl} = \frac{\text{م.ع}}{\text{ح}} = 0,1 \text{ مول/لتر}$$

$$0,4 = 0,1 - 0,5 = [\text{CH}_3\text{COO}^-]$$

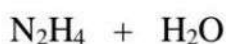
$$0,6 = 0,1 + 0,5 = [\text{CH}_3\text{COOH}]$$

مثال (2) : محلول منظم حجمه 1 لتر مكون من  $\text{N}_2\text{H}_4$  بتركيز 0,1 مول/لتر وملح  $\text{N}_2\text{H}_5\text{Br}$  بتركيز 0,2 مول/لتر فإذا علمت أن  $K_b(\text{N}_2\text{H}_4) = 1 \cdot 10^{-6}$  : (أهمل التغير في الحجم)

1- أكتب معادلة تأين  $\text{N}_2\text{H}_4$  في الماء؟

2- أكتب صيغة الأيون المشترك ؟

3- أحسب قيمة PH بعد إضافة 2 غ NaOH الصلب لمحلول المنظم، ك.م. (NaOH) = 40 غ/مول ؟  
 الحل :



$$\text{عدد المولات NaOH} = \frac{\text{الكتلة}}{\text{الكتلة المولية}} = \frac{2}{40} = 0,05 \text{ مول}$$

$$\text{التركيز NaOH} = \frac{\text{عدد المولات}}{\text{الحجم}} = \frac{0,05}{1} = 0,05 \text{ مول/لتر}$$

$$\frac{([\text{NaOH}] - [\text{N}_2\text{H}_5^+]) [\text{OH}^-]}{[\text{NaOH}] + [\text{N}_2\text{H}_4]} = K_a - 3$$

$$\frac{(0,05 - 0,2) [\text{OH}^-]}{0,05 + 0,1} = 1 \cdot 10^{-6}$$

$$1 \cdot 10^{-6} \times 1 = [\text{OH}^-] \text{ مول/لتر}$$

$$\frac{1 \cdot 10^{-6} \times 1}{1 \cdot 10^{-6}} = [\text{H}_3\text{O}^+]$$

$$8 = \text{PH} \leftarrow -\log 1 \cdot 10^{-8} = -\log [\text{H}_3\text{O}^+] \text{ مول/لتر}$$



مثال (3) : محلول منظم مكون من القاعدة  $C_5H_5N$  (0,4 مول/لتر) والملح  $C_5H_5NHBr$  (0,2 مول/لتر) اذا علمت أن  $K_b = 10^{-8}$  ،  $pK_b = 5,7$  ،  $K_w = 10^{-14}$  ، أجب عما يلي : (أهمل التغير في الحجم)

1- ما صيغة الايون المشترك ؟

2- احسب PH للمحلول المنظم ؟

3- احسب عدد مولات الحمض  $HBr$  التي يجب اضافتها الى 500 مل من المحلول لتصبح  $PH = 6$  ؟

الحل :

1-  $C_5H_5NH^+$

|                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                         |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $PH - 10 = [H_3O^+]$ $10^{-6} = [H_3O^+]$ $\frac{10^{-14}}{10^{-6}} = [OH^-]$ $10^{-8} = [OH^-]$ | $([HBr] + [C_5H_5NH^+]) [OH^-] = K_b - 3$ $\frac{[HBr] - [C_5H_5N]}{(س + 0,2)} \times 10^{-8} = 10^{-8}$ $س - 0,4$ $س = [HBr] = 0,1 \text{ مول/لتر}$ $ع.م لـ HBr = ح \times ت$ $0,1 \times 0,5 =$ $0,05 \text{ مول}$ | $\frac{[C_5H_5NH^+][OH^-]}{[C_5H_5N]} = K_b - 2$ $\frac{10^{-8} \times 2}{[C_5H_5N]} = 10^{-8}$ $[C_5H_5N] = 2 \text{ مول/لتر}$ $PH = -\log [H_3O^+] = 5,7$ $7 - 5 = 2$ |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

مثال (4) : محلول منظم حجمه 2 لتر مكون من الحمض  $H_2CO_3$  تركيزه 0,4 مول/لتر والملح  $NaHCO_3$  تركيزه 0,8 مول/لتر اذا علمت أن قيمة  $K_a$  لـ  $H_2CO_3$   $4 \times 10^{-7}$  ،  $pK_a = 6,4$  :

1- ما هي صيغة الايون المشترك ؟

2- احسب  $[OH^-]$  في المحلول ؟

3- احسب عدد مولات الحمض  $HCl$  اللازم اضافتها للمحلول السابق لتصبح قيمة  $PH = 6,4$  ؟ (أهمل التغير في الحجم)

الحل :

|                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $PH - 10 = [H_3O^+]$ $10^{-6,4} = [H_3O^+]$ $10^{-6,4} \times 10^{-7} = [H_3O^+]$ $10^{-13,4} = [H_3O^+]$ | $([HCl] - [HCO_3^-]) [H_3O^+] = K_a - 3$ $\frac{[HCl] + [H_2CO_3]}{(س - 0,8)} \times 10^{-13,4} = 4 \times 10^{-7}$ $س + 0,4$ $س = [HCl] = 0,2 \text{ مول/لتر}$ $عدد المولات = ح \times ت$ $0,2 \times 2 =$ $0,4 \text{ مول}$ | $HCO_3^- - 1$ $\frac{[HCO_3^-][H_3O^+]}{[H_2CO_3]} = K_a - 2$ $\frac{0,8 \times [H_3O^+]}{[H_2CO_3]} = 4 \times 10^{-7}$ $[H_2CO_3] = 0,4$ $[H_3O^+] = 2 \times 10^{-7} \text{ مول/لتر}$ $[OH^-] = \frac{10^{-14}}{2 \times 10^{-7}} = 5 \times 10^{-8} \text{ مول/لتر}$ |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

مثال (5) : محلول منظم حجمه 1 لتر من حمض  $HCOOH$  تركيزه 0,5 مول/لتر والملح  $HCOONa$  تركيزه 0,6 مول/لتر اذا كانت  $K_a$  لـ  $HCOOH$   $2 \times 10^{-4}$  احسب قيمة PH للمحلول بعد اضافته 0,2 مول/لتر من  $Ba(OH)_2$  ؟

مثال (6) :

محلول منظم مكون من الحمض  $\text{RCOOH}$  (0,4 مول/لتر) والملح  $\text{RCOONa}$  (0,8 مول/لتر) اذا كانت قيمة  $\text{PH}$  للمحلول = 5 ، أجب عما يلي : (أهمل التغير في الحجم)

1- ما صيغة الايون المشترك ؟

2- احسب قيمة  $K_a$  ؟

3 - احسب  $[\text{H}_3\text{O}^+]$  اذا اضيف الى لتر منه 0,2 مول من  $\text{KOH}$  ؟

مثال (7) :

محلول منظم يتكون من  $\text{N}_2\text{H}_4$  والملح  $\text{N}_2\text{H}_5\text{Br}$  بنفس التركيز اذا علمت أن  $[\text{H}_3\text{O}^+] = 1 \times 10^{-8}$  مول/لتر أوجد ما يلي :

1- ما هي صيغة الأيون المشترك ؟

2- احسب قيمة النسبة  $\frac{[\text{القاعدة}]}{[\text{الملح}]}$  للحصول على محلول قيمة الرقم الهيدروجيني فيه تساوي ( 9 ) ؟

مثال (8) :

محلول منظم حجمه 2 لتر مكون من  $\text{CH}_3\text{NH}_2$  (0,2 مول/لتر) وبلورات صلبة من الملح  $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{Br}$  (0,4 مول/لتر) اذا علمت أن قيمة  $\text{Kb}$  لـ  $\text{CH}_3\text{NH}_2 = 10^{-4}$  ، الكتلة المولية لـ  $\text{NaOH} = 40$  غم / مول ، لو  $0,4 = 2,5$  :

- 1- ما صيغة الأيون المشترك ؟
- 2- احسب قيمة الرقم الهيدروجيني للمحلول ؟
- 3- كم غراما يجب إضافتها من  $\text{NaOH}$  لتتغير  $\text{PH}$  بمقدار 0,3 درجة ؟

مثال (9) :

محلول مكون من  $\text{CH}_3\text{COOH}$  ( $\text{Ka} = 2 \times 10^{-5}$ ) وتركيزه (0,4 مول/لتر) وملح  $\text{CH}_3\text{COONa}$  تركيزه (0,5 مول/لتر) ، (أهمل التغير في الحجم)

أجب عما يلي :

- 1) أكتب صيغة الأيون المشترك ؟ (2) احسب  $[\text{H}_3\text{O}^+]$  في المحلول ؟
- 3) كم غراما من  $\text{NaOH}$  يجب إضافتها الى لتر من المحلول المنظم لتصبح قيمة  $\text{PH} = 5$  ؟ (الكتلة المولية لـ  $\text{NaOH} = 40$  غم / مول)

مثال (10) : 2015 / شتوي

محلول منظم حجمه (1) لتر يتكون من الحمض HX وملحه KX لهما نفس التركيز فإذا كانت قيمة PH للمحلول (5) وعند إضافة (0,1) مول من HCL الى لتر من المحلول المنظم أصبحت قيمة PH للمحلول (4,85) علما بأن (لو  $1,4 = 0,15$ ) احسب :

- 1-  $K_a$  للحمض HX ؟
- 2- التركيز الابتدائي للملح ( مع اهمال التغير في حجم المحلول )
- 3- ما طبيعة تأثير محلول الملح KX ( حمضي ، متعادل ، قاعدي ) ؟ (أهمال التغير في الحجم)

مثال (11) :

محلول منظم مكون من الحمض  $H_2CO_3$  بتركيز 0,3 مول/لتر والملح  $KHCO_3$  بتركيز 0,3 مول/لتر إذا علمت أن  $K_a$  للحمض  $= 4 \times 10^{-7}$  لو  $2 = 0,3$  لو  $4 = 0,6$  : (أهمال التغير في الحجم)

- 1- ما صيغة الأيون المشترك ؟
- 2- احسب PH للمحلول ؟
- 3- احسب PH للمحلول بعد إضافة محلول القاعدة  $Ba(OH)_2$  بتركيز 0,05 مول/لتر الى لتر من المحلول السابق ؟
- 4- ما طبيعة تأثير محلول الملح  $KHCO_3$  ؟

يُتضمن الجدول المجاور معلومات لمحاليل حموض ضعيفة وأملاحها تركيز كل منها ( 0.1 M ) ادرسه جيدا ثم أجب عن الفقرات من (1-5) :

| المعلومات                                                                                                      | محلول الحمض |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| قيمة pOH لمحلول الملح KA<br>أعلى من قيمة pOH لمحلول<br>الملح KB                                                | HA          |
| عند إضافة الحمض HCl<br>بتركيز 0.02 M تصبح قيمة<br>pH للمحلول المنظم المكون<br>من HC و C <sup>-</sup> تساوي (2) | HC          |
| الملح KD أكثر قدرة على<br>التميه من الملح KB                                                                   | HB          |
| عند تفاعل الحمض HD مع<br>القاعدة المرافقة C <sup>-</sup> يندفع<br>الاتزان نحو اليمين                           | HD          |
| [OH <sup>-</sup> ]=1×10 <sup>-11</sup> M                                                                       | HE          |

1. محلول الحمض الذي ملحه له أقل قدرة على التمييه:

(أ) HA (ب) HB (ج) HC (د) HD

2. محلول القاعدة المرافقة التي لها أقل pOH:

(أ) B<sup>-</sup> (ب) E<sup>-</sup> (ج) C<sup>-</sup> (د) A<sup>-</sup>

3. ثابت تأين الحمض HC يساوي:

(أ) 6×10<sup>-3</sup> (ب) 1.85×10<sup>-1</sup> (ج) 0.53×10<sup>-1</sup> (د) 1×10<sup>-1</sup>

4. محلول الحمض الذي يكون فيه تركيز الأيونات الناتجة أقل :

(أ) HE (ب) HB (ج) HC (د) HD

5. يكون ترتيب محاليل أملاح البوتاسيوم وفق قدرتها على التمييه:

(أ) KA>KB>KD>KC>KE

(ب) KC>KE>KD>KB>KA

(ج) KE>KC>KD>KA>KB

(د) KE>KC>KD>KB>KA

■ تمثل ( X و Y ) رمزان افتراضيان لمركبين كيميائيين ، فإذا علمت أن:

- عند إذابة X في الماء تزداد قيمة pOH للمحلول

- يتميه الأيون الموجب من المحلول X وينتج المحلول Y

- لا يتفاعل الأيون السالب من المحلول X مع الماء

أجب عن الفقرات ( 6 و 7 و 8 ) :

6. أي من الاتية صحيح فيما يتعلق في المحلول X:

(أ) يصلح أن يكون محلول منظم حمضي مع الرمز Y (ب) يصلح أن يكون محلول منظم قاعدي مع الرمز Y

(ج) قد يكون KNO<sub>2</sub> (د) قيمة pH له أكبر من 7

7. يشير الرمز Y إلى:

(أ) قاعدة قوية (ب) قاعدة ضعيفة (ج) حمض قوي (د) ملح حمضي

8. ينتج المركب X من تفاعل Y مع:

(أ) HCl (ب) NaOH (ج) HCN (د) NH<sub>3</sub>

### السؤال الثاني :

محلول منظم حجمه 1 لتر يتكون من الحمض  $\text{CH}_3\text{COOH}$  وملحه  $\text{CH}_3\text{COONa}$  بنفس التركيز أضيف إليه 0,1 مول من حمض  $\text{HCl}$  فنقصت PH بمقدار 0,2 ، احسب تركيز الحمض  $\text{CH}_3\text{COOH}$  ،  $\text{Ka} = 2 \times 10^{-5}$  ؟  
الحل :

$$[\text{CH}_3\text{COONa}] = [\text{CH}_3\text{COOH}] = \text{س}$$

$$\frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-][\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]} = \text{Ka}$$

$$2 \times 10^{-5} = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+] \times \text{س}}{\text{س}} \Rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+] = 2 \times 10^{-5} \text{ مول/لتر}$$

$$\text{PH} = -\log[\text{H}_3\text{O}^+] = 4,7$$

$$5 - 2 = 3$$

$$\text{PH} = \Delta\text{PH} + \text{PH} \text{ للمحلول بعد إضافة HCl}$$

$$4,5 = 4,7 + \text{PH} \text{ بعد إضافة HCl}$$

$$\text{PH} = 4,5$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-4,5} = 3,16 \times 10^{-5} \text{ مول/لتر}$$

$$\frac{2 \times 10^{-5} \times \text{س}}{0,1 + \text{س}} = 3,16 \times 10^{-5}$$

$$\text{س} = [\text{CH}_3\text{COOH}] = 0,5 \text{ مول/لتر}$$

### السؤال الثالث :

محلول منظم حجمه 500 مل مكون من القاعدة  $\text{N}_2\text{H}_4$  (0,2 م) والملح  $\text{N}_2\text{H}_5\text{Cl}$  (0,2 م) إذا علمت أن قيمة  $\text{Kb}$  لـ  $\text{N}_2\text{H}_4$   $1 \times 10^{-6}$  :

1- ما صيغة الأيون المشترك ؟

2- احسب  $[\text{OH}^-]$  في المحلول المنظم ؟

3- احسب  $[\text{NaOH}]$  الذي يجب إضافتها الى المحلول لعمل محلول رقمه الهيدروجيني ( 8 ) ؟  
(أهمل التغير في الحجم)

### السؤال الرابع :

في الجدول المجاور محاليل تركيز كل منها (0,1 مول/لتر) إعتماًداً عليه ، أجب عن الاسئلة التالية :

| المحلول   | المعلومات                                    |
|-----------|----------------------------------------------|
| الحمض HA  | $\text{Ka} = 6,4 \times 10^{-4}$             |
| القاعدة E | $\text{Kb} = 1 \times 10^{-9}$               |
| الحمض HB  | $[\text{B}^-] = 2 \times 10^{-3}$            |
| القاعدة D | $[\text{H}_3\text{O}^+] = 1 \times 10^{-12}$ |
| الحمض HC  | $\text{PH} = 3$                              |
| الملح KX  | $\text{PH} = 9$                              |
| الملح KZ  | $[\text{OH}^-] = 1 \times 10^{-3}$           |

1- حدد القاعدة التي حمضها المرافق هو الأقوى ؟

2- أكتب صيغة القاعدة المرافقة للحمض الأضعف ؟

3- أي الحموض المذكورة أكثر تأيناً في الماء .

4- أي القواعد لها أقل قيمة PH ؟

5 - احسب قيمة PH للقاعدة E ؟

6 - أي الحموض أقوى HX أم HZ ؟

7- أكتب معادلة تفاعل HB مع الملح NaC ثم حدد الجهة التي يرجحها

الإتزان ؟



### السؤال الخامس :

- محلول منظم حجمه 2 لتر مكون من القاعدة  $\text{NH}_3$  بتركيز ( 0,4 مول/لتر ) والملح  $\text{NH}_4\text{Br}$  ، وقيمة  $\text{PH}$  للمحلول (9,6) إذا علمت أن  $(\text{K}_b \text{ لـ } \text{NH}_3 = 2 \times 10^{-5})$  ، أجب عما يلي :
- 1- اكتب معادلة تأين  $\text{N}_2\text{H}_4$  في الماء ؟
  - 2- احسب تركيز الملح  $\text{NH}_4\text{Br}$  ؟
  - 3- احسب كتلة  $\text{KOH}$  اللازم إضافتها الى المحلول السابق للحصول على  $\text{PH} = 10$  ( الكتلة المولية لـ  $\text{KOH} = 56$  غم/مول ) ( أهمل التغير في الحجم )

### السؤال السادس :

يمثل الجدول التالي بعض المواد ( أحماض ، قواعد ، أملاح ) ، أدرسه جيداً ثم أجب عن الاسئلة التي تليه :

|                        |                   |                  |                                   |
|------------------------|-------------------|------------------|-----------------------------------|
| $\text{HCOOH}$         | $\text{Ba(OH)}_2$ | $\text{HCOONa}$  | $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{Cl}$ |
| $\text{N}_2\text{H}_4$ | $\text{NaHSO}_4$  | $\text{HCO}_3^-$ | $\text{B(OH)}_3$                  |

- 1- اكتب المادة التي تعبر عن :  
أ- حمض لويس  
ب- الاقل قيمة  $\text{PH}$   
ج- تسلك سلوك الحمض والقاعدة
- 2- حدد المادتين اللتين تمثلان محلولاً منظماً ؟
- 3- فسر بمعادلات سلوك محلول الملح  $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{Cl}$  ؟
- 4- أكمل التفاعل التالي ، ثم حدد الأزواج المترافقة من الحمض والقاعدة :  
 $\text{HCOOH} + \text{N}_2\text{H}_4 \rightleftharpoons \dots + \dots$
- 5- احسب قيمة  $\text{PH}$  لمحلول  $\text{Ca(OH)}_2$  حجمه 2 لتر مذاب فيه 0,01 مول ؟
- 6- فسر سلوك الحمض  $\text{HCOOH}$  حسب مفهوم برونستد- لوري ؟

السؤال السابع : احسب تركيز الحمض  $\text{HBr}$  اللازم إضافتها الى محلول مكون من حمض  $\text{HCN}$  بتركيز 0,1 مول/لتر والملح  $\text{KCN}$  بتركيز 0,1 مول/لتر حتى تتغير قيمة  $\text{PH}$  بمقدار 0,3 ،  $\text{K}_a \text{ لـ } \text{HCN} = 5 \times 10^{-10}$  ؟

### السؤال الثامن :

- محلول منظم حجمه 2 لتر من الحمض  $\text{H}_2\text{CO}_3$  والملح  $\text{NaHCO}_3$  ، فإذا علمت أن تركيز الملح يساوي ( 5 ) أضعاف تركيز الحمض وأن قيمة  $\text{PH}$  لهذا المحلول = 7,1 ، ك.م  $\text{NaOH} = 40$  غم/مول : ( أهمل التغير في الحجم )
- أ- احسب قيمة  $\text{K}_a$  للحمض  $\text{H}_2\text{CO}_3$  ؟
  - ب- عند اضافة 8 غرام من  $\text{NaOH}$  الى المحلول المنظم أصبحت قيمة  $\text{PH} = 7,4$  :  
أجب عما يلي :  
1- احسب تركيز الحمض  $\text{H}_2\text{CO}_3$  في بداية التفاعل ؟  
2- احسب تركيز الملح  $\text{NaHCO}_3$  الابتدائي ؟

امتحان ٢٠٢٤ صيفي

لتر

- ٤- محلولان لمليحين من أملاح الصوديوم (NaX, NaY)، لهما التركيز نفسه للحمضين الضعيفين (HX, HY)، فإذا كانت قيمة pH لمحلول NaX=9، وتركيز أيونات OH<sup>-</sup> في محلول الملح NaY=1×10<sup>-4</sup>M، فإن العبارة الصحيحة: (علمًا بأن K<sub>w</sub> = 1×10<sup>-14</sup>)
- (أ) القاعدة المرافقة للحمض HX أقوى من القاعدة المرافقة للحمض HY
- (ب) الأيون Y<sup>-</sup> أكثر قدرة على التفاعل مع الماء من الأيون X<sup>-</sup>
- (ج) يزداد [H<sub>3</sub>O<sup>+</sup>] عند إضافة بلورات الملح NaY إلى محلول الحمض HY
- (د) [Y<sup>-</sup>] في محلول HY أكبر من [X<sup>-</sup>] في محلول HX، المحلولان HX وHY لهما التركيز نفسه
- ٥- محلول الحمض HCl تركيزه 0.2M، يتعادل 200mL منه تمامًا مع محلول القاعدة القوية (X)، فإذا كانت كتلة القاعدة (X) تساوي 2.24g، فإن الكتلة المولية (g/mol) للقاعدة (X) تساوي:
- (أ) 89 (ب) 56 (ج) 48 (د) 40

- يُبين الجدول المجاور محاليل قواعد ضعيفة ومحاليل أملاحها، جميعها لها التركيز نفسه ويساوي 0.01M ومعلومات متعلقة بها، ادرسه، ثم أجب عن الفقرات (٧، ٨، ٩، ١٠).

| المعلومات                                                                       | المحلول |
|---------------------------------------------------------------------------------|---------|
| تركيز أيونات H <sub>3</sub> O <sup>+</sup> في محلول AHCl أعلى منه في محلول BHCl | A       |
| محلول مكوّن من القاعدة B ومحلول ملحها BHCl فيه قيمة pH تساوي 9.2                | B       |
| قيمة pOH في محلول ZHCl أعلى منه في محلول AHCl                                   | Z       |
| [YH <sup>+</sup> ] = 2.17×10 <sup>-3</sup> M في المحلول Y                       | Y       |

(علمًا بأن log6.3= 0.8، K<sub>w</sub>=1×10<sup>-14</sup>)

- ٧- الترتيب الصحيح للحموض المرافقة للقواعد وفقًا لقيمة pH:

- (أ) YH<sup>+</sup> < BH<sup>+</sup> < AH<sup>+</sup> < ZH<sup>+</sup>
- (ب) ZH<sup>+</sup> < AH<sup>+</sup> < BH<sup>+</sup> < YH<sup>+</sup>
- (ج) BH<sup>+</sup> < AH<sup>+</sup> < YH<sup>+</sup> < ZH<sup>+</sup>
- (د) BH<sup>+</sup> < ZH<sup>+</sup> < YH<sup>+</sup> < AH<sup>+</sup>

- ٨- محلول القاعدة التي لها أعلى تركيز عند الاتزان:

- (أ) A (ب) B (ج) Y (د) Z

- ٩- قيمة K<sub>b</sub> للقاعدة Y تساوي:

- (أ) 4.7×10<sup>-6</sup> (ب) 4.7×10<sup>-5</sup> (ج) 4.7×10<sup>-4</sup> (د) 4.7×10<sup>-3</sup>

- ١٠- معادلة التفاعل الصحيحة التي تُعثل انزياح موضع الاتزان نحو المواد الناتجة، هي:

- (أ) A + BH<sup>+</sup> ⇌ AH<sup>+</sup> + B
- (ب) AH<sup>+</sup> + Z ⇌ ZH<sup>+</sup> + A
- (ج) Z + BH<sup>+</sup> ⇌ ZH<sup>+</sup> + B
- (د) Y + AH<sup>+</sup> ⇌ YH<sup>+</sup> + A

- محلول مُنظّم يتكوّن من الحمض HNO<sub>2</sub> تركيزه (0.1M) والملح KNO<sub>2</sub>، فإذا كانت نسبة الحمض إلى الملح تساوي 5×10<sup>-2</sup>، وقيمة pH للمحلول المُنظّم تساوي 4.65، أجب عن الفقرتين (١١، ١٢).

- ١١- تركيز أيونات H<sub>3</sub>O<sup>+</sup> (M) في محلول الحمض قبل إضافة الملح KNO<sub>2</sub> يساوي:

(علمًا بأن log2.24 = 0.35، أهمل التغير في الحجم)

- (أ) 2.24×10<sup>-7</sup> (ب) 6.69×10<sup>-3</sup> (ج) 2.24×10<sup>-5</sup> (د) 6.69×10<sup>-5</sup>

- ١٢- عند إضافة 0.01mol من محلول القاعدة KOH إلى 1L من المحلول المُنظّم، أصبح [H<sub>3</sub>O<sup>+</sup>] يساوي

2.1 × 10<sup>-5</sup>M، فإن تركيز الملح (M) يساوي: (أهمل التغير في الحجم)

- (أ) 1.91 (ب) 1.96 (ج) 2.29 (د) 2.31

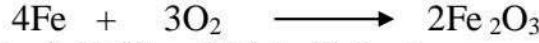
- ١٣- أحد محاليل الأملاح متساوية التركيز، له قيمة pOH أقل من 7، هو:

- (أ) NaCN (ب) NaCl (ج) NH<sub>4</sub>Cl (د) NaNO<sub>3</sub>

## التأكسد والاختزال / الفصل الأول

## ◀ أولاً : مفهوم التأكسد والإختزال :

بداية تم تعريف التأكسد بأنه تفاعل المادة مع الأكسجين :

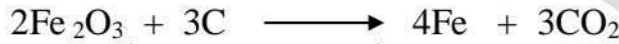


أما الاختزال فهو عملية نزع الأكسجين من مركب كما في استخلاص الفلزات الحرة من خاماتها مثل استخلاص



النحاس

كذلك استخلاص الحديد ، حيث يتم نزع الأكسجين من الحديد من خام الهيماتيت (  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  ) باستخدام الكربون ( C ) داخل الفرن اللاص كما في المعادلة الآتية :



أما حديثاً فالتأكسد : هو عملية فقد المادة للإلكترونات أي الزيادة في عدد التأكسد .

أما الاختزال : فهو عملية اكتساب المادة للإلكترونات أي النقص في عدد التأكسد .

## ثانياً : عدد التأكسد :

عدد التأكسد للذرة (على شكل ايون) : هو الشحنة الفعلية لأيون الذرة ، أما في المركبات الجزيئية فلا يحدث انتقال كامل للإلكترونات بل يتم المشاركة بها لذلك يعرف عدد التأكسد : بأنه الشحنة التي ستكتسبها الذرة فيما لو أعطيت الإلكترونات الرابطة كلياً للذرة الأعلى كهربية فيكون عدد تأكسد الذرة الأعلى كهربية سالبا والأقل كهربية موجبا :

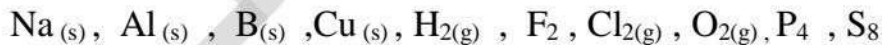


وهنا تحمل ذرة ( H ) شحنة جزئية موجبة (  $\delta+$  ) وذرة ( Cl ) شحنة جزئية سالبة (  $\delta-$  ) لان كهربية ( Cl ) أعلى منها للهيدروجين H ( HCl مادة جزيئية ) .

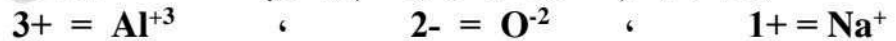
## ◀ قواعد أعداد التأكسد :

تعتبر أعداد التأكسد عن عدد الإلكترونات التي يتم فقدانها أو اكتسابها أو المشاركة بها ، وقد يكون عدد التأكسد موجبا أو سالبا أو صفرا ، ولحساب عدد التأكسد قواعد عامة وهي :

1. يكون عدد تأكسد العنصر الحر (المنفرد) يساوي صفرا ( ذرات منفردة أو جزيئات ثنائية الذرات أو متعددة الذرات ) :



2. عدد تأكسد الأيون البسيط ( المكون من ذرة واحدة ) يساوي شحنة ذلك الايون :



3. عدد تأكسد عناصر المجموعة الأولى ( القلوية : I A ) يكون مساويا (  $1+$  ) مثل :  $\text{K}^+, \text{Na}^+, \text{Li}^+$

4. عدد تأكسد عناصر المجموعة الثانية (القلوية II A ) يكون مساويا (  $2+$  ) مثل :  $\text{Ba}^{+2}, \text{Ca}^{+2}, \text{Mg}^{+2}, \text{Be}^{+2}$

5. عدد تأكسد عناصر المجموعة الثالثة ( III A ) يكون مساويا (  $3+$  ) مثل :  $\text{Al}^{+3}, \text{B}^{+3}, \dots$

6. عدد تأكسد عناصر المجموعة السابعة ( الهالوجينات VIIA ) مثل (  $\text{I}^-, \text{Br}^-, \text{Cl}^-$  ) يكون مساويا (  $1-$  ) مع الفلزات فقط مثل :  $\text{NaCl}, \text{KI}, \text{AlBr}_3, \text{MgI}_2$  ، ماعدا الفلور (  $\text{F}^-$  ) يكون دائما (  $1-$  ) في جميع المركبات .

7. عدد تأكسد الهيدروجين يساوي (  $1+$  ) في جميع مركباته باستثناء هيدريدات الفلزات ( IA ، IIA ، IIIA ) فيكون عدد تأكسده يساوي (  $1-$  ) مثل :  $\text{NaH}, \text{BaH}_2, \text{AlH}_3, \text{NaBH}_4, \dots$

8. عدد تأكسد الأكسجين في مركباته يساوي (  $2-$  ) باستثناء :

( أ ) فوق الاكاسيد يكون عدد تأكسده (  $1-$  ) مثل :  $\text{K}_2\text{O}_2, \text{Li}_2\text{O}_2, \text{BaO}_2, \text{MgO}_2, \text{Na}_2\text{O}_2, \text{H}_2\text{O}_2$

( ب ) مع الفلور يكون عدد تأكسده (  $2+$  ) وذلك لان F أعلى كهربية من O فتحمل F شحنة سالبة بينما O يحمل شحنة موجبة : مثل  $\text{F}_2\text{O}$  أو  $\text{OF}_2$  .

9. في المركبات المتعادلة يكون مجموع أعداد التأكسد لجميع الذرات = صفر مثل :  $\text{CuSO}_4, \text{H}_3\text{PO}_4$  .

10. مجموع أعداد التأكسد لجميع الذرات في الأيون متعدد الذرات يساوي شحنة الأيون مثل  $\text{CrO}_4^{2-}$  .

\*\*\* مما يعني :

الشحنة الكلية = (عدد تأكسد العنصر الاول × عدد ذراته) + (عدد تأكسد العنصر الثاني × عدد ذراته) + ..... = 0

مثال : في التفاعل الآتي :

يلاحظ بان أكسيد المغنيسيوم MgO يتكون نتيجة فقد (Mg) الإلكترونين ، فيتكون الايون الموجب ( $\text{Mg}^{2+}$ ) ، أما الأوكسجين فيكسب هذين الإلكترونين ، فيتكون الايون السالب ( $\text{O}^{2-}$ ) ، ويمكن تمثيل ذلك بنصفي التفاعل :

نصف تفاعل التأكسد :  $\text{Mg} \longrightarrow \text{Mg}^{+2} + 2\text{e}^-$  ( $\text{e}^-$  تظهر في المواد الناتجة)  
نصف تفاعل الاختزال :  $\text{O}_2 + 2\text{e}^- \longrightarrow \text{O}^{2-}$  ( $\text{e}^-$  تظهر في المواد المتفاعلة)

مثال : ما عدد تأكسد Fe في كل من :

**FeO 1** ← ( عدد ذرات O × عدد تأكسده ) + ( عدد ذرات Fe × عدد تأكسده ) = صفر

(  $1 \times 2 + \text{Fe} \times \text{عدد تأكسد Fe} = 0$  )

**Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>** ← ( عدد ذرات O × عدد تأكسده ) + ( عدد ذرات Fe × عدد تأكسده ) = صفر

(  $3 \times 2 + \text{Fe} \times 2 = 0$  )

مثال : ما عدد تأكسد As في المركب :  $\text{AsO}_4^{3-}$  ؟

(  $4 \times 2 + \text{As} \times 1 = 3$  )

مثال : ما عدد تأكسد ما تحته خط في كل مما يأتي :

$\underline{\text{V}}$  :  $\text{VO}_3^-$  (  $3 \times 2 + \text{V} \times 1 = 1$  )

$\underline{\text{Mn}}$  :  $\text{MnO}_4^-$  (  $4 \times 2 + \text{Mn} \times 1 = 1$  )

$\underline{\text{P}}$  :  $\text{P}_2\text{O}_5$  (  $5 \times 2 + \text{P} \times 2 = 0$  )

$\underline{\text{C}}$  :  $\text{Li}_4\text{C}$  (  $4 \times 1 + \text{C} \times 1 = 0$  )

مثال : ما عدد تأكسد عنصر الكروم في كل مما يأتي :

$\text{Cr}$  :  $\text{CrO}_2^-$  (  $2 \times 2 + \text{Cr} \times 1 = 1$  )

$\text{Cr}$  :  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$  (  $7 \times 2 + \text{Cr} \times 2 = 2$  )

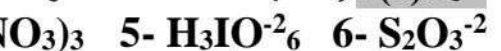
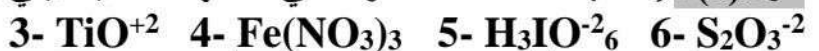
$\text{Cr}$  :  $\text{CrO}_3$  (  $3 \times 2 + \text{Cr} \times 1 = 0$  )

مثال : ما عدد تأكسد عنصر اليود في كل مما يأتي :

$\text{I}$  :  $\text{IO}_3^-$  (  $3 \times 2 + \text{I} \times 1 = 1$  )

$\text{I}$  :  $\text{KI}$  (  $1 \times 1 + \text{I} \times 1 = 0$  )

$\text{I}_2$  : عدد تأكسد I = صفر

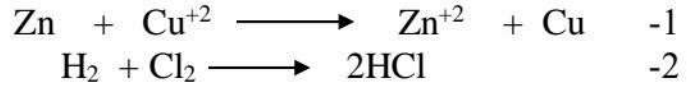
سؤال (1) : احسب عدد تأكسد للذرة التي تحتها خط فيما يلي :



◀◀ ثالثاً : علاقة عدد التأكسد بكل من التأكسد والإختزال والعامل المؤكسد والعامل المختزل :

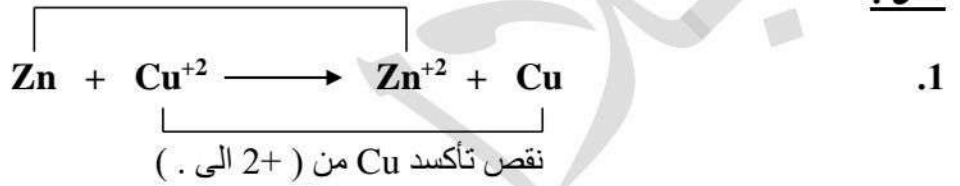
**التأكسد** : هو فقد الإلكترونات ← زيادة في عدد التأكسد ← وتسمى المادة التي تأكسدت عامل مختزل لأنها تختزل المادة الأخرى . أما **الإختزال** : فهو كسب الإلكترونات ← نقص في عدد التأكسد ← وتسمى المادة التي اختزلت عامل مؤكسد

لأنها تؤكسد المادة الأخرى . ويعد المركب كاملاً أو الأيون عاملاً مؤكسداً أو عاملاً مختزلاً وليس الذرة فقط .  
**مثال :** حدد الذرة التي تأكسدت والذرة التي اختزلت في المعادلات الآتية :

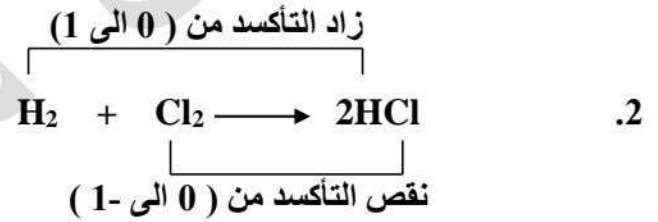


زاد تأكسد Zn من ( 0 الى + 2 )

**الحل :**



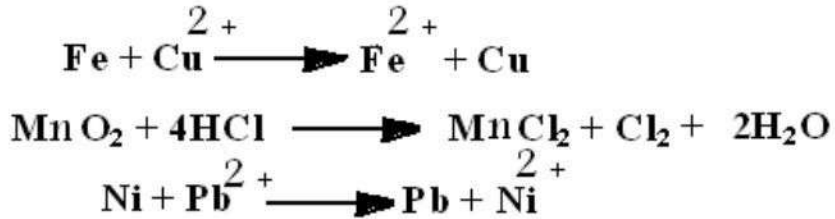
■ Zn تأكسد أي انه عامل مختزل ، ■  $\text{Cu}^{+2}$  اختزل أي انه عامل مؤكسد



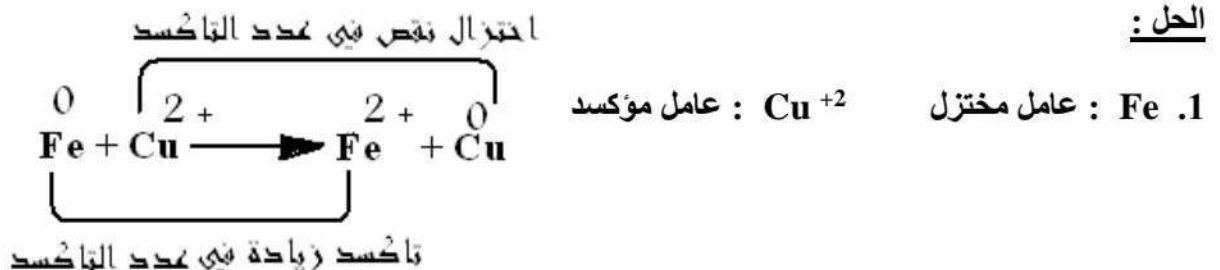
■  $\text{H}_2$  تأكسد أي انه عامل مختزل ، ■  $\text{Cl}_2$  اختزل أي انه عامل مؤكسد

ملاحظة : اذا ذكر عامل مؤكسد او مختزل توضع الصيغة كاملة كما في المعادلة اما اذا ذكر ذرة تاكسدت او اختزلت يوضع رمز الذرة فقط

**سؤال (2) :** حدد الذرة التي تأكسدت والتي اختزلت ، ثم حدد العامل المؤكسد والعامل المختزل في المعادلات الآتية :



**الحل :**

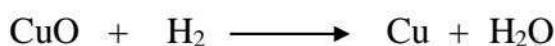


2.

إختزال نقص في عدد التأكسد

عامل مؤكسد :  $\text{MnO}_2$   
عامل مختزل :  $\text{HCl}$ 

إختزال نقص في عدد التأكسد

3.  $\text{Pb}^{2+}$  : عامل مؤكسد .  $\text{Ni}$  : عامل مختزل .

سؤال(3): في معادلة التفاعل الآتية :

2. حدد العامل المختزل .

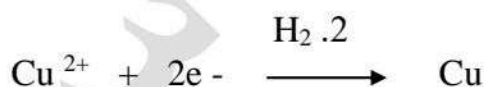
1. أي المواد المتفاعلة تأكسدت .

4. اكتب معادلة نصف تفاعل الإختزال.

1. ما عدد تأكسد Cu في CuO

الحل:

3. (2+)

1.  $\text{H}_2$ 

4.

سؤال(4): حدد صيغة العامل المؤكسد والعامل المختزل في كل من التفاعلات التالية :





سؤال (5) : ما هو مقدار التغير في عدد التأكسد للذرة التي تحتها خط فيما يلي :



الحل :

1- مقدار التغير ( 3 )

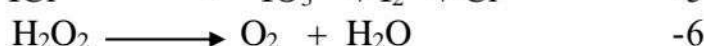
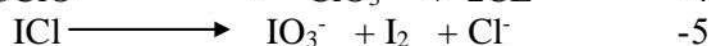
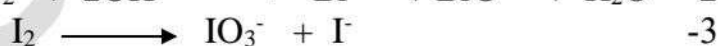
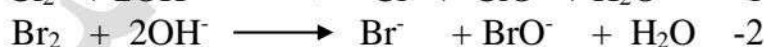
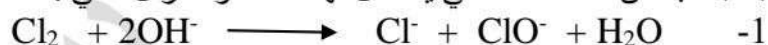
2- مقدار التغير ( 4 )

3- مقدار التغير ( 1 )

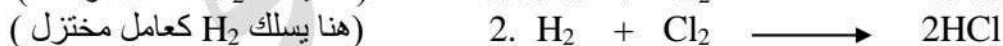
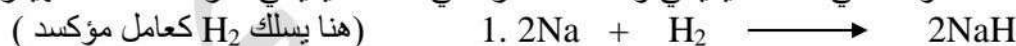
## التأكسد والإختزال الذاتي

هو وجود مواد تسلك في بعض الحالات كعامل مؤكسد وعامل مختزل في نفس التفاعل .

◀◀ بعض التفاعلات التي يحصل لها تأكسد واختزال ذاتي :



وهناك مواد قد تسلك كعامل مؤكسد في تفاعل كيميائي وكعامل مختزل في تفاعل كيميائي آخر، مثال ذلك الهيدروجين :

كذلك هناك مواد تسلك كعوامل مؤكسدة قوية أو كعوامل مختزلة قوية في معظم تفاعلاتها ، كما في الجدول الآتي :  
بعض العوامل المؤكسدة والعوامل المختزلة الشائعة ( ليست للحفظ )

| عوامل مختزلة                                                           | عوامل مؤكسدة                                                                                                                                                                                                                 |
|------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| الفلزات النشيطة مثل :<br>$\text{Zn}, \text{Mg}, \text{Al}, \text{Na}$  | جزيئات العناصر ذات الكهرسلبية العالية<br>مثل: $\text{Cl}_2, \text{O}_2, \text{F}_2, \text{O}_3$                                                                                                                              |
| بعض هيدرات الفلزات وأشباه الفلزات :<br>$\text{NaBH}_4, \text{LiAlH}_4$ | المركبات والأيونات متعددة الذرات والتي تحتوي<br>على ذرات ذات أعداد تأكسد عالية مثل :<br>$\underline{\text{MnO}_4^-}, \underline{\text{CrO}_4^{2-}}, \underline{\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}}$<br>$\text{HClO}_4, \text{HNO}_3$ |

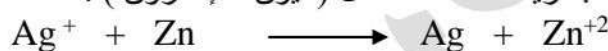
## المعادلة الكيميائية الموزونة

تحقق المعادلة الموزونة قانونين هما :

1. قانون حفظ المادة : أعداد الذرات وأنواعها في المواد المتفاعلة = أعداد الذرات وأنواعها المواد الناتجة
2. قانون حفظ الشحنة : المجموع الجبري للشحنات الكهربائية للمتفاعلات = المجموع الجبري للشحنات الكهربائية للنواتج.

## موازنة المعادلات بطريقة نصف التفاعل ( أيون - إلكترون ) :

سؤال(6): وازن المعادلة الآتية بطريقة نصف التفاعل ( أيون - إلكترون ) :

**الحل :**

1. بمقارنة المواد المتفاعلة والناتجة نقسم التفاعل إلى نصفين تفاعل هما :

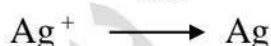
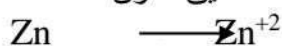
( نصف تفاعل تأكسد )



( نصف تفاعل اختزال )



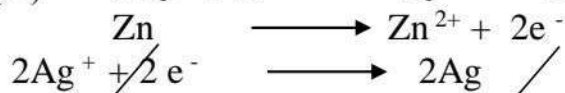
2. نوازن أعداد الذرات في نصف التفاعل ، وذلك لتحقيق قانون حفظ المادة :



3. نوازن الشحنة الكهربائية بإضافة الإلكترونات للطرف المناسب في كل معادلة ( الأكبر شحنة ) ، لذلك نضيف  $2e^-$  إلى المواد الناتجة في نصف التفاعل الأول ، ونضيف  $e^-$  للمواد المتفاعلة في نصف التفاعل الثاني (تحقيق قانون حفظ الشحنة)



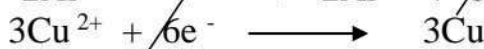
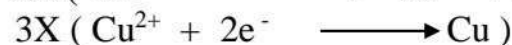
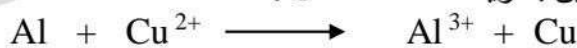
4. للحصول على المعادلة الكلية الموزونة ، نسوي عدد الإلكترونات المفقودة في نصف تفاعل التأكسد بعدد الإلكترونات المكتسبة في نصف تفاعل الاختزال ، لذا نضرب نصف تفاعل الاختزال بالعدد ( 2 ) ثم نقوم بجمع المعادلتين :

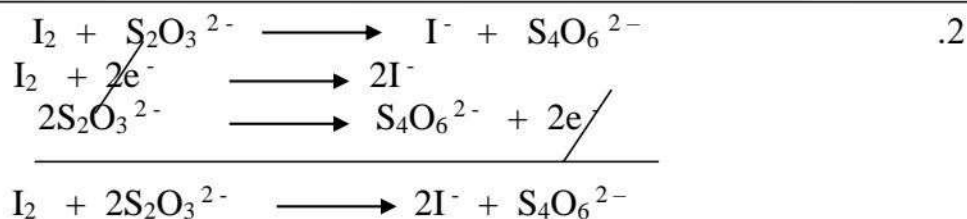


المعادلة النهائية الموزونة



سؤال(7): وازن المعادلتين الآتيتين بطريقة نصف التفاعل :

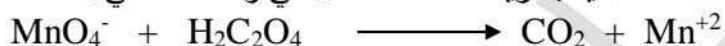




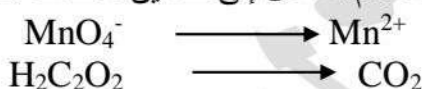
### موازنة المعادلات في وسط حمضي بطريقة نصف التفاعل :

خطوات الموازنة في وسط حمضي تكون كما هي موضحة في المثال الآتي :

**سؤال(8):** وازن المعادلة الآتية بطريقة نصف التفاعل في وسط حمضي :



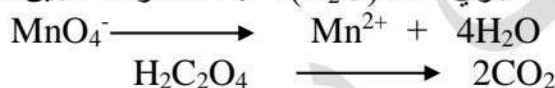
1. بمقارنة المواد المتفاعلة والنواتجة ، نقسم التفاعل إلى نصفين ، نصف تفاعل تأكسد ، ونصف تفاعل اختزال :



2. نوازن ذرات العناصر ما عدا الهيدروجين والأكسجين :



3. نوازن ذرات الأكسجين وذلك بإضافة جزيء ماء (H<sub>2</sub>O) مقابل كل ذرة أكسجين ناقصة إلى طرف النقص :

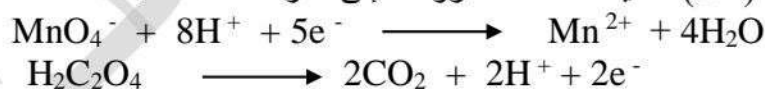


4. نوازن ذرات الهيدروجين ، وذلك بإضافة أيون هيدروجين (H<sup>+</sup>) مقابل كل ذرة هيدروجين إلى طرف النقص



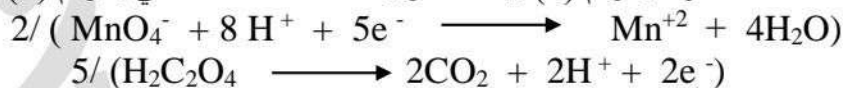
5. نوازن الشحنة الكهربائية ، وذلك بإضافة عدد من الإلكترونات إلى أحد طرفي المعادلة ( الأكبر شحنة ) ،

ليصبح المجموع الجبري للشحنات متساوياً على الطرفين ، وبما أن مجموع الشحنات الكهربائية للمواد المتفاعلة (7+) وللمواد الناتجة (2+) نضيف خمسة إلكترونات إلى المواد المتفاعلة :

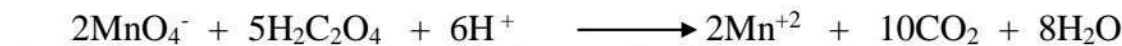
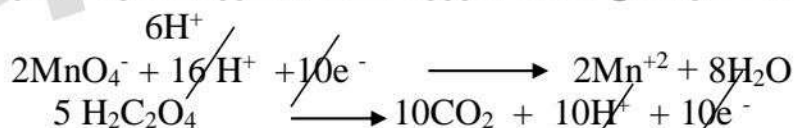


6. مساواة عدد الإلكترونات المفقودة في نصف تفاعل التأكسد بعدد الإلكترونات المكتسبة في نصف تفاعل الاختزال ،

وهنا نضرب نصف التفاعل الأول بالرقم (2) بينما نضرب نصف التفاعل الثاني بالرقم (5).



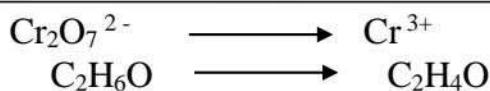
7. نجمع نصفي التفاعل للحصول على المعادلة الموزونة بحذف الإلكترونات المشتركة في طرفي المعادلة



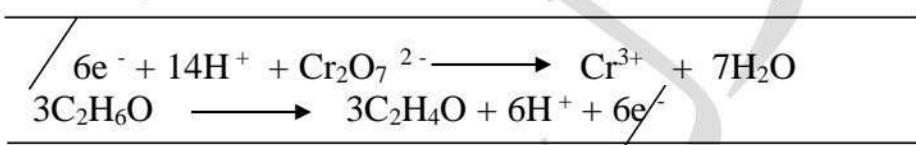
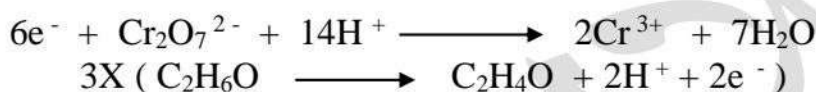
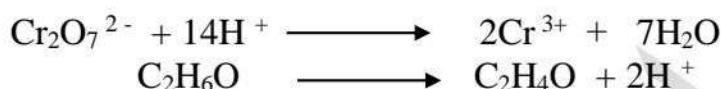
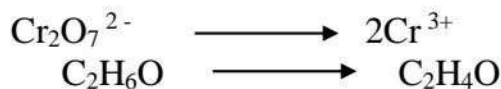
**سؤال(9):** وازن المعادلات الآتية بطريقة نصف التفاعل في وسط حمضي ، وحدد العامل المؤكسد و المختزل



**الحل :**



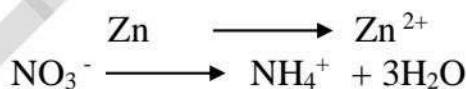
ذرات H O e



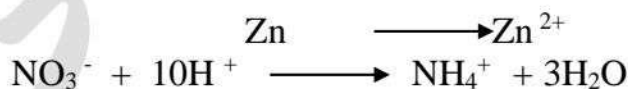
نقسم التفاعل إلى نصفين :

نوازن ذرات العناصر : والذرات هنا موزونة

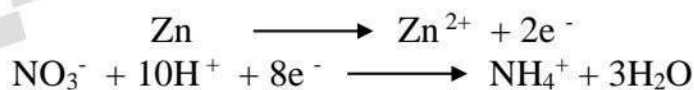
نوازن ذرات الأكسجين :



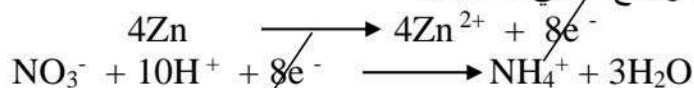
نوازن ذرات الهيدروجين :



نوازن الشحنة الكهربائية :



مساواة عدد الإلكترونات ، وجمع نصفي التفاعل :



العامل المختزل : Zn

العامل المؤكسد :  $\text{NO}_3^-$ 

سؤال (10) : وزن المعادلة الآتية بطريقة نصف التفاعل ، وحدد العامل المؤكسد والعامل المختزل :



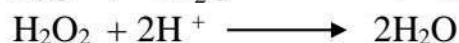
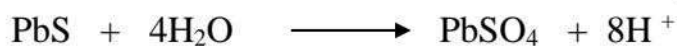
نقسم التفاعل إلى نصفين ووزن الذرات :



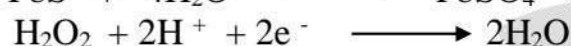
نوازن ذرات الأكسجين :



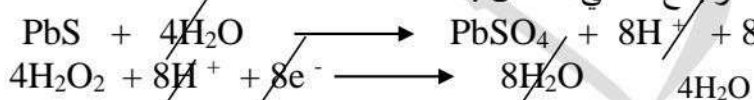
نوازن ذرات الهيدروجين :



نوازن الشحنة الكهربائية :



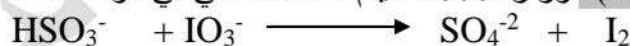
مساواة عدد الإلكترونات ، وجمع نصفي التفاعل :



العامل المختزل : PbS

العامل المؤكسد : H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>

سؤال (11) : وزارة 2000 : يتم التفاعل التالي في الوسط الحمضي :



أ- وازن هذه المعادلة بطريقة (أيون - إلكترون) ؟

ب- حدد صيغة كل من العامل المؤكسد والعامل المختزل ؟

سؤال (12) : وزارة 2003 : وازن معادلة التفاعل التالي الذي يتم في الوسط الحمضي ثم حدد العامل المؤكسد والمختزل :



سؤال (13) : وازن المعادلة التالية في الوسط الحمضي :



سؤال (14): وازن المعادلة التالية في الوسط الحمضي :



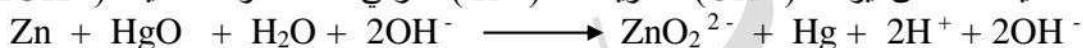
## موازنة المعادلات في وسط قاعدي بطريقة نصف التفاعل

خطوات الموازنة في وسط قاعدي تكون كما هي موضحة في المثال الآتي :

سؤال (15): وازن المعادلة التالية بطريقة نصف التفاعل في وسط قاعدي :



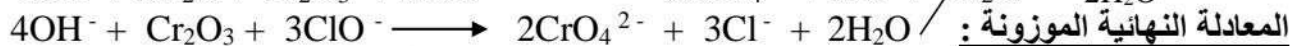
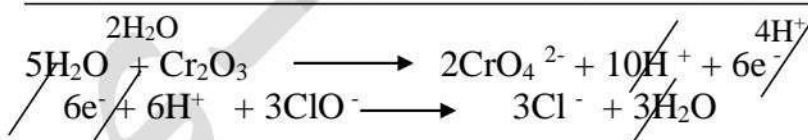
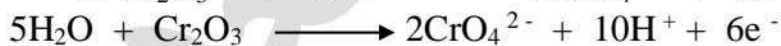
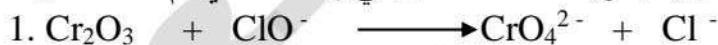
1. نزن المعادلة في الوسط الحمضي كما بالخطوات السابقة نفسها لنحصل على المعادلة الكلية الموزونة :

2. نضيف عدد من أيونات ( $\text{OH}^-$ ) مساوياً لعدد ( $\text{H}^+$ ) لطرفي المعادلة وهنا نضيف ( $2\text{OH}^-$ ) :3. جمع أيونات ( $\text{H}^+$  و  $\text{OH}^-$ ) الموجودة في الطرف نفسه من المعادلة للحصول على جزيئات الماء ( $\text{H}_2\text{O}$ ) :

4. حذف جزيئات الماء المشتركة بين الطرفين للحصول على المعادلة الكلية الموزونة في وسط قاعدي :



سؤال (16) : وازن المعادلة الآتية بطريقة نصف التفاعل في وسط قاعدي ثم حدد العامل المؤكسد والعامل المختزل :

العامل المختزل:  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ العامل المؤكسد:  $\text{ClO}^-$ 

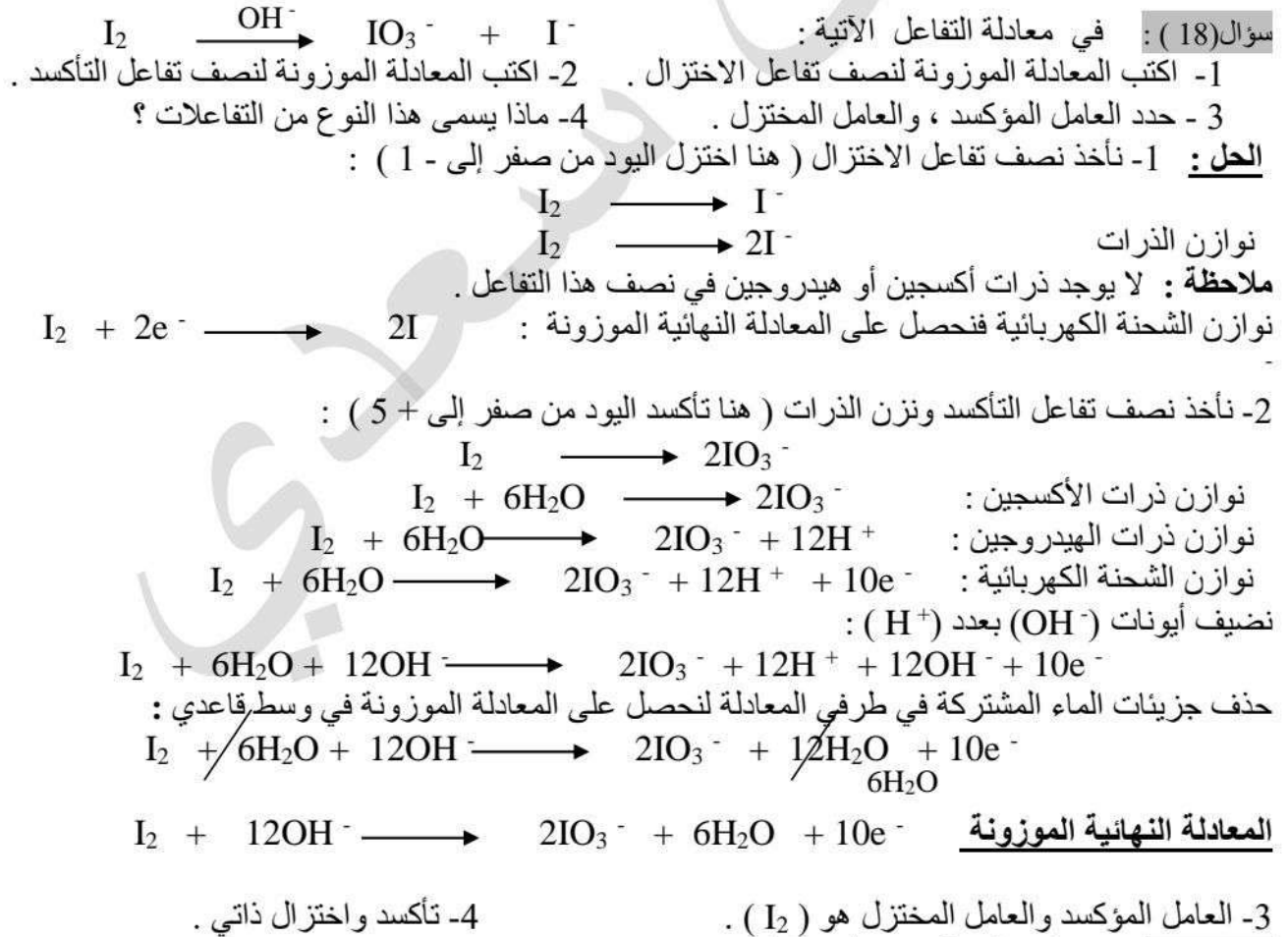
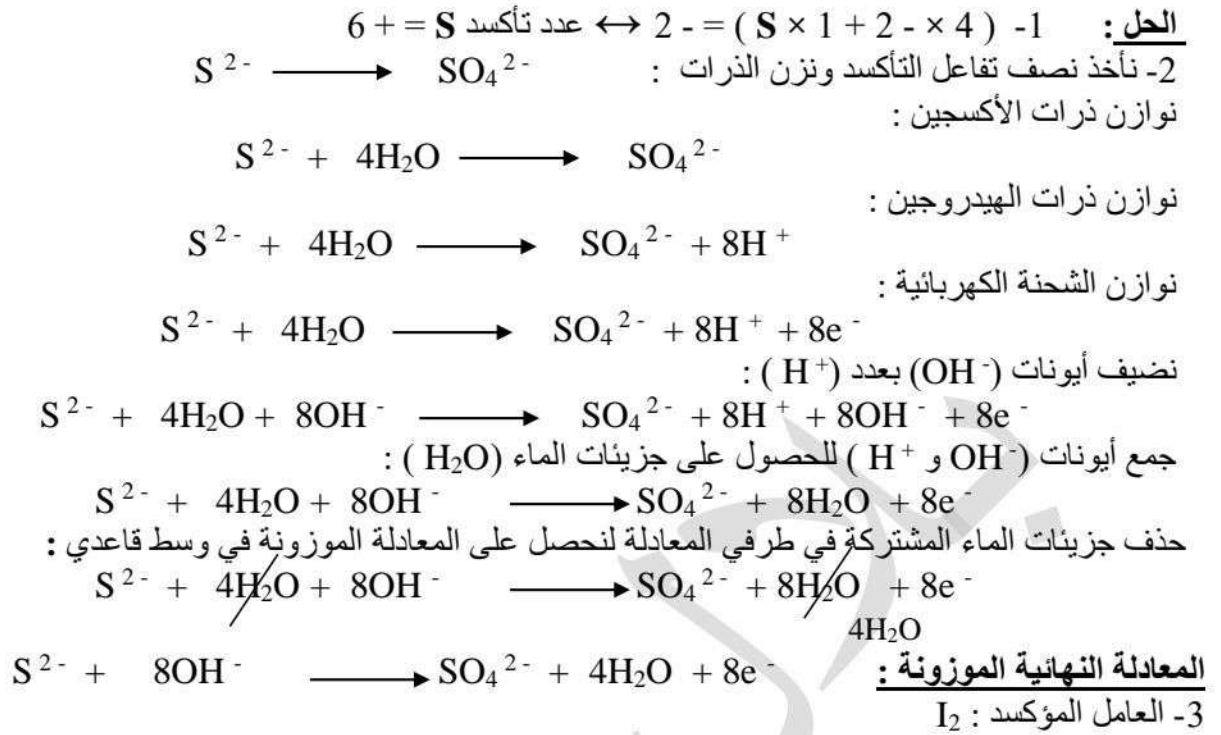
سؤال (17) : إذا علمت أن التفاعل الآتي يتم في وسط قاعدي ، أجب عن الأسئلة التي تليه :

1- ما عدد تأكسد S في الأيون  $\text{SO}_4^{2-}$  .

2- اكتب المعادلة الموزونة لنصف تفاعل التأكسد.

3- اكتب صيغة العامل المؤكسد .





**سؤال ( 19 ) :** وازن المعادلة الآتية في الوسط القاعدي :



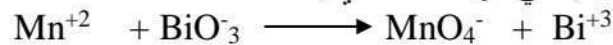
سؤال ( 20 ) : وازن المعادلة الآتية في الوسط القاعدي :



سؤال ( 21 ) : وزارة 2004 / وازن المعادلة التالية في الوسط القاعدي :



سؤال ( 22 ) : وازن المعادلة الآتية في الوسط القاعدي :



سؤال ( 23 ) : شتوية 2001 : يتم التفاعل التالي في الوسط الحمضي :



وازن المعادلة بطريقة نصف التفاعل ، ثم حدد العامل المؤكسد والعامل المختزل في التفاعل ؟

سؤال ( 24 ) : وازن المعادلة الآتية في الوسط القاعدي :



سؤال ( 25 ) : وازن التفاعل التالي في وسط حمضي :

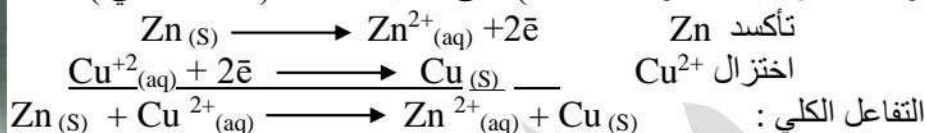


التأكسد والاختزال / الفصل الثاني

**( الخلية الكهروكيميائية )**

**الخلايا الغلفانية ::** هي خلايا تحدث فيها تفاعلات تأكسد واختزال تلقائي لإنتاج طاقة كهربائية ، ومن التطبيقات العملية للخلايا الغلفانية البطاريات بأنواعها المختلفة والتي تنتج طاقة كهربائية من تفاعل تأكسد واختزال . ومن أمثلة التفاعلات الكيميائية على الخلايا الغلفانية :

**التفاعل في وعاء واحد** ( كما في الشكل المجاور ) حيث يلاحظ عند غمس صفيحة خارصين Zn في وعاء يحتوي على محلول كبريتات النحاس CuSO<sub>4</sub> تكون طبقة سوداء (ترسب ذرات نحاس نتيجة اختزال Cu<sup>2+</sup>) على صفيحة Zn ، ( تفاعل تلقائي ) :



**مثال:** مما تتكون الخلية الغلفانية ؟

مثال ذلك خلية غلفانية مكونة من قطبي ( Zn / Cu ) في وعائين منفصلين ( للحصول على طاقة كهربائية ) حيث يلاحظ من أحد الشكلين أدناه أن الخلية الغلفانية مكونة من : أ. وعائين منفصلين : كل وعاء يحتوي على قطب فلزي مغموس في محلول كهربي يحتوي على نفس نوع أيونات الفلز .

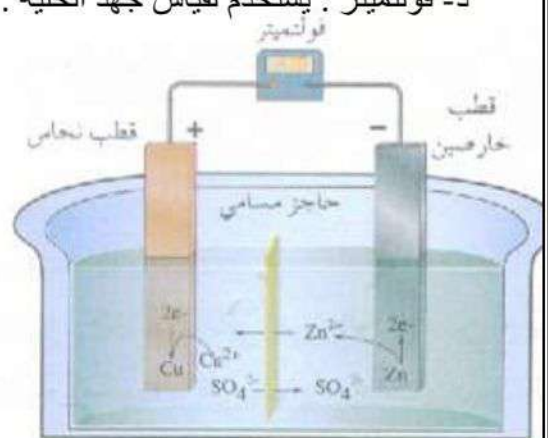
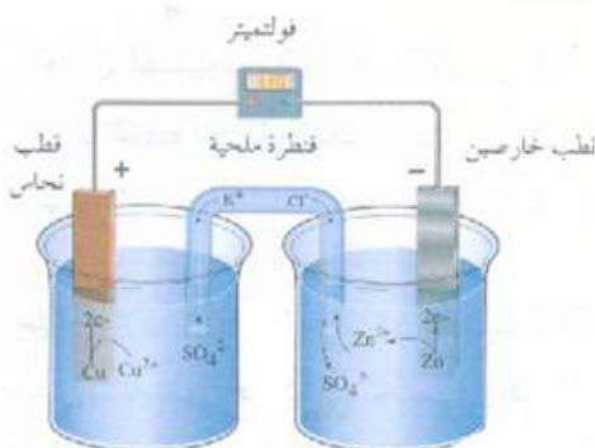
ب. أسلاك توصيل (موصل خارجي) تسمح للإلكترونات بالانتقال بين القطبين .

جـ. قنطرة ملحية : وهي عبارة عن أنبوب زجاجي على شكل حرف U يحتوي على محلول مشبع لأحد الأملاح مثل KNO<sub>3</sub> أو KCl ( يمكن استبدال القنطرة الملحية بحاجز مسامي ) حيث تعمل القنطرة الملحية على :

1. إكمال الدارة الكهربائية عن طريق انتقال الأيونات في المحاليل دون اختلاطها

2. موازنة الشحنات الكهربائية في المحاليل

د- فولتميتر : يستخدم لقياس جهد الخلية .



هـ = **المصعد** : وهو القطب السالب الذي يحدث عنده تأكسد وتقل كتلته ويفقد الإلكترونات اذ تخرج منه عبر الاسلاك الى المهبط وتنتج الايونات السالبة من القنطرة الملحية الى وعائه.

و- **المهبط** : وهو القطب الموجب الذي يحدث عنده اختزال وتزداد كتلته ويستقبل الإلكترونات من المصعد وتنتج الايونات الموجبة الى وعائه

**مثال:** من خلال الخلية الغلفانية في الشكل أعلاه وبعد إغلاق الخلية الغلفانية ، وُجد أن معادلة التفاعل الكلي للخلية هي :



1. اكتب معادلة أنصاف التفاعل عند كل قطب .  

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

$$\text{Cu}^{+2}(\text{aq}) + 2\bar{e} \longrightarrow \text{Cu(s)}$$

نصف تفاعل التأكسد / المصعد  
نصف تفاعل الاختزال / المهبط
2. حدد المصعد والمهبط في الخلية ، وشحنة كل منهما .  
 المصعد هو قطب الخارصين ( Zn ) وشحنته سالبة ، أما المهبط فهو قطب النحاس ( Cu ) وشحنته موجبة .
3. ماذا يحدث لكتلة كل من النحاس والخارصين بعد فترة من الزمن ؟  
 تزداد كتلة النحاس ( المهبط ) ، وتقل كتلة الخارصين ( المصعد ) .
4. ماذا يحدث لتركيز كل من الأيونات  $\text{Zn}^{2+}$  و  $\text{Cu}^{2+}$  وتركيز  $\text{SO}_4^{2-}$  ( في نصف خلية النحاس ) ؟  
 يزداد تركيز كل من الأيونات  $\text{Zn}^{2+}$  و  $\text{SO}_4^{2-}$  ، ويقل تركيز  $\text{Cu}^{2+}$  .
5. ما اتجاه حركة الإلكترونات عبر الدارة الخارجية ( الأسلاك ) ؟  
 تتحرك الإلكترونات من قطب الخارصين ( المصعد ) إلى قطب النحاس ( المهبط ) .

### ♦♦ ملاحظات هامة جداً ♦♦

1. تكون دائما حركة الإلكترونات عبر الدارة الخارجية ( عبر الأسلاك ) من قطب المصعد إلى قطب المهبط ، وتكون عكس حركة الأيونات السالبة في القنطرة الملحقة .
2. في الخلايا الغلفانية يحدث التأكسد على المصعد (شحنته سالبة) فيزداد تركيز الأيونات في نصف خلية المصعد وتقل كتلة المصعد ، أما الاختزال فيحدث على المهبط (شحنته موجبة) فيقل تركيز الأيونات في نصف خلية المهبط وتزداد كتلة المهبط
3. حركة الأيونات السالبة عبر القنطرة الملحقة تكون إلى نصف وعاء خلية المصعد لمعادلة الزيادة في الشحنات الموجبة ، أما الأيونات الموجبة فتتجه إلى نصف وعاء خلية المهبط لمعادلة الزيادة في الشحنات السالبة .

سؤال (25) : إذا علمت أن التفاعل الآتي يحدث بصورة تلقائية :



1. أكتب أنصاف التفاعلات عند كل قطب .
2. حدد الأقطاب وما شحنة كل قطب .
3. حدد اتجاه حركة الإلكترونات عبر الدارة الخارجية .
4. ماذا يحدث لتركيز  $\text{Sn}^{2+}$  بعد فترة من الزمن .
5. ما اتجاه حركة الأيونات السالبة عبر القنطرة الملحقة .
6. ماذا تتوقع أن يحدث لكتلة كل من قطبي Ag / Sn .

**الحل :**

1. نصف تفاعل التأكسد / المصعد  

$$\text{Sn(s)} \longrightarrow \text{Sn}^{2+}(\text{aq}) + 2\bar{e}$$
2. نصف تفاعل الاختزال / المهبط  

$$\text{Ag}^{+}(\text{aq}) + 2\bar{e} \longrightarrow \text{Ag(s)}$$
3. المصعد هو قطب ( Sn ) وشحنته سالبة ، أما المهبط فهو قطب ( Ag ) وشحنته موجبة .
4. تتحرك الإلكترونات من قطب ( Sn ) ( المصعد ) إلى قطب ( Ag ) ( المهبط ) .
5. يزداد تركيز  $\text{Sn}^{2+}$  .
6. تتحرك الأيونات السالبة عبر القنطرة الملحقة إلى نصف خلية القصدير ( Sn ) .
6. تزداد كتلة ( Ag ) ( المهبط ) ، وتقل كتلة ( Sn ) ( المصعد ) .

اللهم أنت ربي لا اله الا انت خلقتني وانا  
عبدك وانا على عهدك ووعدك ما استطعت  
أعوذ بك من شر ما صنعت أبوء لك بنعمتك  
على وأبوء بذنبي فأغفر لي فإنه لا يغفر  
الذنوب الا انت ...

سؤال ( 26 ) : اذا علمت أن التفاعل التالي يمثل خلية غلفانية تلقائية الحدوث ، أجب عما يلي :



- 1- أكتب معادلة نصف تفاعل التأكسد ؟
- 2- أكتب معادلة نصف تفاعل الاختزال ؟
- 3- ما هي شحنة المصعد والمهبط ؟
- 4- وضح اتجاه حركة الإلكترونات في الدارة الخارجية ( الأسلاك ) ؟
- 5- بين اتجاه حركة الأيونات السالبة في القنطرة الملحية ؟
- 6- بين اتجاه حركة الأيونات الموجبة في القنطرة الملحية ؟
- 7- ماذا تتوقع أن يحدث لكتلة كل من Fe , Cd ؟

### جهد الخلية الغلفانية

ينتج التيار الكهربائي في الخلية الغلفانية نتيجة دفع الإلكترونات للتحرك من القطب السالب ( المصعد ) إلى القطب الموجب

( المهبط ) عبر الأسلاك ، والقوة التي تدفع الإلكترونات تسمى القوة الدافعة الكهربائية للخلية وهي أكبر فرق لقيمة الجهد الكهربائي بين القطبين في الخلية الغلفانية وتقاس بوحدة الفولت ( v ) .  
ويعتبر جهد الخلية الغلفانية ( E ) مقياساً للقوة الدافعة للتفاعل فيها وهو يتأثر بعدة عوامل لذلك يقاس في ظروف معيارية وهي :

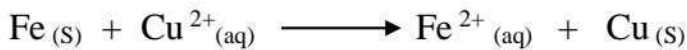
- أ. تركيز الأيونات (1مول / لتر )
  - ب. درجة الحرارة (25 س°)
  - ج. ضغط الغاز إن وجد (1ض . ج )
- ويرمز لجهد الخلية المعياري بالرمز ( E° ) ويقاس بوحدة الفولت ، وعليه يمكن إيجاد جهد القطب للخلية :

$$E_{\text{خلية}}^{\circ} = E^{\circ} \text{تأكسد (مصعد)} + E^{\circ} \text{اختزال (مهبط)}$$

أن ميل نصف تفاعل التأكسد للحدوث في قطب معين هو عكس ميل نصف تفاعل الاختزال للقطب نفسه، لذا فإن جهد الاختزال

( E° اختزال ) لنفس القطب تساوي جهد التأكسد ( E° تأكسد ) ولكن تعاكسها في الإشارة لذلك يمكن تمثيل جهد الخلية كالآتي :

$$E_{\text{خلية}}^{\circ} = E^{\circ} \text{اختزال (مهبط)} - E^{\circ} \text{اختزال (مصعد)}$$



سؤال (27) : في التفاعل الآتي :



احسب جهد الخلية المعياري (  $E^\circ$  ) علما بأن جهد الاختزال المعياري لقطب النحاس (0.34 فولت) والحديد ( - 0.44 فولت ) ؟

من المعادلة أعلاه نلاحظ تأكسد ذرات Fe (المصعد) واختزال أيونات  $\text{Cu}^{2+}$  (المهبط)

$$E^\circ_{\text{خلية}} = E^\circ_{\text{اختزال مهبط}} - E^\circ_{\text{اختزال مصعد}}$$

$$0.78 = (0.44) - (-0.34) \text{ فولت}$$

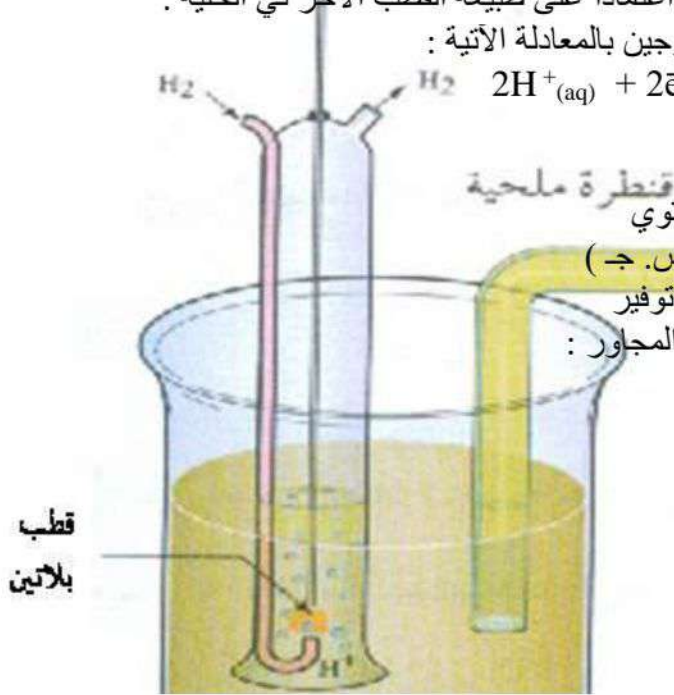
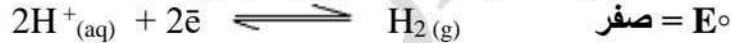
سؤال (28) : في التفاعل الآتي  $\text{Cd(s)} + \text{Ni}^{2+}(\text{aq}) \longrightarrow \text{Cd}^{2+}(\text{aq}) + \text{Ni(s)}$  إذا علمت أن جهد الخلية  $E^\circ_{\text{cd}} = -0.40 \text{ V}$  وجهد الخلية  $E^\circ_{\text{Ni}} = -0.25 \text{ V}$  احسب  $E^\circ$  للخلية ؟

$$E^\circ_{\text{خلية}} = E^\circ_{\text{اختزال مهبط}} - E^\circ_{\text{اختزال مصعد}}$$

$$-0.15 = (-0.40) - (-0.25) \text{ فولت}$$

### قطب الهيدروجين المعياري

تم استخدام قطب الهيدروجين كقطب مرجعي لاستخدامه مع قطب آخر لتكوين خلية غلفانية وحساب جهد القطب الآخر بعد قياس جهد الخلية , ويعود اختيار قطب الهيدروجين كقطب معياري لموقعه الوسط بين العناصر في نشاطه الكيميائي مما يسهل استخدامه كمصعد أو مهبط اعتمادا على طبيعة القطب الآخر في الخلية . ويمثل التفاعل الذي يحدث في القطب المعياري للهيدروجين بالمعادلة الآتية :



◀◀ مم يتكون قطب الهيدروجين المعياري ؟

يتكون من قطب بلاتين مغموس في محلول حمضي يحتوي

أيونات  $\text{H}^+$  بتركيز (1 مول / لتر) وتحت ضغط (1. ص. ج.)

من غاز الهيدروجين ، حيث تعمل قطعة البلاتين على توفير

مساحة سطح كبيرة لحدوث التفاعل ، وكما في الشكل المجاور :

(  $E^\circ$  ) لعنصر باستخدام قطب الهيدروجين المعياري :

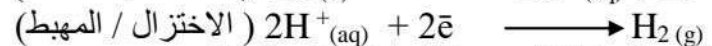
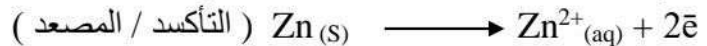
سؤال (29) الشكل المجاور يمثل خلية غلفانية قطباها من الخارصين

والهيدروجين ، ادرس الشكل ثم أجب عما يلي : قـ

1. حدد المصعد والمهبط في الخلية .

المصعد هو قطب ( Zn ) ، والمهبط قطب (  $\text{H}_2$  ) .

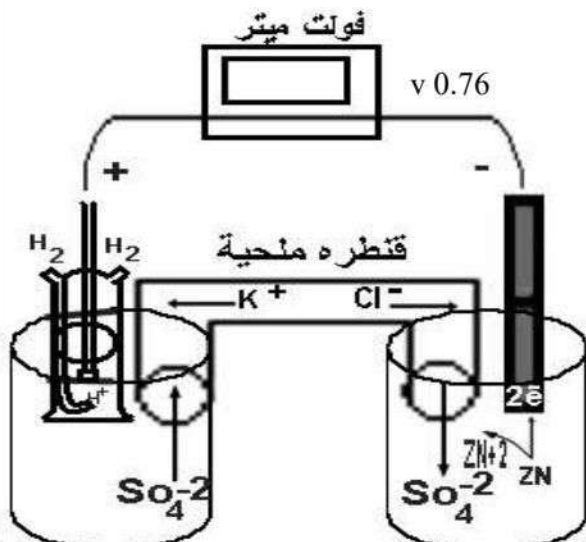
2. أكتب معادلات أنصاف التفاعل عند كل قطب .



3. اكتب المعادلة الموزونة للتفاعل الكلي للخلية



4. احسب جهد الاختزال المعياري للخارصين .







تم معرفة جهود اختزال معياري لأقطاب كثيرة اعتماداً على قطب الهيدروجين المعياري وتم وضعها في جدول على شكل أنصاف تفاعلات اختزال ، مرتبة تصاعدياً وفق تزايد جهود الإختزال المعيارية يسمى جدول جهود الإختزال المعيارية :

زيادة قوة العامل المؤكسد

| نصف تفاعل الاختزال                                                                                              | E°    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| $\text{Li}^+ + \bar{e} \rightleftharpoons \text{Li}$                                                            | 3.04- |
| $\text{K}^+ + \bar{e} \rightleftharpoons \text{K}$                                                              | 2.92- |
| $\text{Ca}^{+2} + 2\bar{e} \rightleftharpoons \text{Ca}$                                                        | 2.87- |
| $\text{Na}^+ + \bar{e} \rightleftharpoons \text{Na}$                                                            | 2.71- |
| $\text{Mg}^{+2} + 2\bar{e} \rightleftharpoons \text{Mg}$                                                        | 2.37- |
| $\text{Al}^{+3} + 3\bar{e} \rightleftharpoons \text{Al}$                                                        | 1.66- |
| $\text{Mn}^{+2} + 2\bar{e} \rightleftharpoons \text{Mn}$                                                        | 1.18- |
| $2\text{H}_2\text{O} + 2\bar{e} \rightleftharpoons \text{H}_2(\text{g}) + 2\text{OH}^-$                         | 0.83- |
| $\text{Zn}^{+2} + 2\bar{e} \rightleftharpoons \text{Zn}$                                                        | 0.76- |
| $\text{Cr}^{+2} + 2\bar{e} \rightleftharpoons \text{Cr}$                                                        | 0.74- |
| $\text{Fe}^{+2} + 2\bar{e} \rightleftharpoons \text{Fe}$                                                        | 0.44- |
| $\text{Cr}^{+3} + 3\bar{e} \rightleftharpoons \text{Cr}$                                                        | 0.41- |
| $\text{Cd}^{+2} + 2\bar{e} \rightleftharpoons \text{Cd}$                                                        | 0.40- |
| $\text{Co}^{+2} + 2\bar{e} \rightleftharpoons \text{Co}$                                                        | 0.28- |
| $\text{Ni}^{+2} + 2\bar{e} \rightleftharpoons \text{Ni}$                                                        | 0.25- |
| $\text{Sn}^{+2} + 2\bar{e} \rightleftharpoons \text{Sn}$                                                        | 0.14- |
| $\text{Pb}^{+2} + 2\bar{e} \rightleftharpoons \text{Pb}$                                                        | 0.13- |
| $\text{Fe}^{+3} + 3\bar{e} \rightleftharpoons \text{Fe}$                                                        | 0.04- |
| $2\text{H}^+ + 2\bar{e} \rightleftharpoons \text{H}_2(\text{g})$                                                | 0.00  |
| $\text{Cu}^{+2} + 2\bar{e} \rightleftharpoons \text{Cu}$                                                        | 0.34  |
| $\text{I}_2 + 2\bar{e} \rightleftharpoons 2\text{I}^-$                                                          | 0.54  |
| $\text{Fe}^{+3} + \bar{e} \rightleftharpoons \text{Fe}^{+2}$                                                    | 0.77  |
| $\text{Ag}^+ + \bar{e} \rightleftharpoons \text{Ag}$                                                            | 0.80  |
| $\text{Br}_2 + 2\bar{e} \rightleftharpoons 2\text{Br}^-$                                                        | 1.06  |
| $\text{O}_2(\text{g}) + 4\text{H}^+ + 4\bar{e} \rightleftharpoons 2\text{H}_2\text{O}$                          | 1.23  |
| $\text{Cr}_2\text{O}_7^{-2} + 14\text{H}^+ + 6\bar{e} \rightleftharpoons 2\text{Cr}^{+3} + 7\text{H}_2\text{O}$ | 1.33  |
| $\text{Cl}_2 + 2\bar{e} \rightleftharpoons 2\text{Cl}^-$                                                        | 1.36  |
| $\text{Au}^{+3} + 3\bar{e} \rightleftharpoons \text{Au}$                                                        | 1.50  |
| $\text{MnO}_4^- + 8\text{H}^+ + 5\bar{e} \rightleftharpoons \text{Mn}^{+2} + 4\text{H}_2\text{O}$               | 1.52  |
| $\text{S}_2\text{O}_8^{-2} + 2\bar{e} \rightleftharpoons 2\text{SO}_4^{-2}$                                     |       |
| $\text{F}_2 + 2\bar{e} \rightleftharpoons 2\text{F}^-$                                                          | 2.87  |

زيادة قوة العامل المختزل

◀ ملاحظات عامة على جدول جهود الإختزال المعيارية ▶▶ \*\*مهمة جدا\*\*

1. من الأسفل الى الاعلى في الجدول تزداد جهود الاختزال أي يزداد الميل للاختزال فتزداد قوة المواد كعوامل مؤكسدة.
2. من الاعلى للأسفل في الجدول تقل جهود الاختزال أي يقل الميل للاختزال فتزداد قوة المواد كعوامل مختزلة.
3. كل نصف تفاعل في الجدول يحتوي على عامل مؤكسد وعامل مختزل :  

$$\text{Li}^+ (\text{aq}) + \text{e}^- \longrightarrow \text{Li} (\text{s})$$

$$\text{Li} (\text{s}) + \text{e}^- \longrightarrow \text{Li}^+ (\text{aq})$$

(  $\text{Li}^+$  اختزل فهو عامل مؤكسد )  
 (  $\text{Li}$  تأكسد فهو عامل مختزل )
4. **العنصر الذي له جهد اختزال سالب يتفاعل مع الحمض المخفف مثل  $\text{HCl}$  ويطلق غاز الهيدروجين**
5. اذا ذكر حفظ (نترات او كبريتات او املاح او ايونات) مادة في وعاء مادة اخرى فاذا كان **جهد اختزال (الوعاء او ملحقة ) اكبر من المادة الاخرى فانه يمكن الحفظ**

**6- اذا ذكر فلزين نستثنى ( $\times 2$ ) او نأخذ العناصر الموجبة فقط**  
**7-التفاعل التلقائي هو الذي تكون فيه جهد الخلية موجب**

### مقارنة قوة العوامل المؤكسدة والعوامل المختزلة :

بزيادة قيمة جهود الاختزال المعياري للأقطاب يزداد الميل للاختزال فتزداد قوتها كعوامل مؤكسدة ، وكلما قلت قيمة جهود الاختزال يقل الميل للاختزال فتزداد قوتها كعوامل مختزلة.

**مثال :** مستعينا بجدول جهود الاختزال المعياري أجب عما يلي :

1. حدد العبارات الصحيحة فيما يلي :  
 أ.  $\text{H}_2$  يستطيع اختزال  $\text{Ag}^+$  ( عبارة صحيحة : جهد اختزال  $\text{Ag}^+ <$  من جهد اختزال  $\text{H}^+$  ).  
 ب.  $\text{Au}$  يستطيع اختزال  $\text{Cu}^{+2}$  ( عبارة خاطئة : جهد اختزال  $\text{Au} <$  جهد اختزال  $\text{Cu}^{+2}$  ).  
 ج.  $\text{Pb}^{+2}$  يستطيع أكسدة  $\text{Ni}$  ( عبارة صحيحة : جهد اختزال  $\text{Pb}^{+2} <$  جهد اختزال  $\text{Ni}^{+2}$  ).  
 2. ما العنصر الذي يستطيع أكسدة النحاس  $\text{Cu}$  ولا يستطيع أكسدة أيونات الحديد  $\text{Fe}^{+2}$  ؟  
 حتى يستطيع العنصر أكسدة النحاس يجب أن يكون جهد اختزاله أكبر من جهد اختزال النحاس ، وكذلك حتى لا يستطيع أكسدة أيونات  $\text{Fe}^{+3}$  إلى  $\text{Fe}^{+2}$  فإن جهد اختزال العنصر يجب أن يكون أقل من جهد اختزال الحديد إذا **الإجابة هي ( $\text{I}_2$ )**.  
 3. رتب المواد التالية تصاعديا حسب قوتها كعوامل مؤكسدة :  $\text{Cr}^{+2}$  ,  $\text{Al}^{+3}$  ,  $\text{Ag}^+$  ,  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{-2}$  ,  $\text{Sn}^{+2}$

أقوى عامل مؤكسد الأكثر ميلا للاختزال أي الأعلى جهد اختزال :



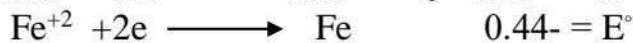
4. أي العناصر الآتية ( $\text{Cl}_2$  ,  $\text{F}_2$  ,  $\text{Br}_2$ ) أقواها كعوامل مؤكسدة ؟

أقوى عامل مؤكسد هو الأكثر ميلا للاختزال والأعلى جهد وهو ( $\text{F}_2$ )

5. أي الفلزات الآتية : ( $\text{Zn}$  ,  $\text{Ni}$  ,  $\text{Al}$ ) أقواها كعامل مختزل ؟

أقوى عامل مختزل : أقل ميلا للاختزال أي الأقل جهد اختزال وهو ( $\text{Al}$ )

**معلومات هامة :** حول أنصاف التفاعلات في حالة الاختزال ، طبعاً عزيزي الطالب بعد الترتيب من الأعلى  $\text{E}^\circ$  الى الأقل  $\text{E}^\circ$  :



**\*\*\*\*الترتيب كعوامل مؤكسدة /مهبط/اختزال هو  $\text{Al} < \text{Mn} < \text{Fe}$**



حالة رقم (2)

حالة رقم (1)

◀ حالة رقم (1) : أي أن العنصر Mn يختزل الذي فوقه  $\text{Fe}^{+2}$  ولا يختزل الذي تحته  $\text{Al}^{+3}$

◀◀  $\text{Al}^{+3} < \text{Mn}^{+2} < \text{Fe}^{+2}$  أما كعوامل مؤكسده

♦ حالة رقم (2) : أي أن الأيون  $\text{Mn}^{+2}$  يؤكسد الذي تحته Al ولا يؤكسد الذي فوقه Fe

سؤال (31) : إذا علمت أن العنصر A يختزل  $\text{B}^{+2}$  ولا يستطيع اختزال  $\text{C}^{+2}$  فما هو ترتيب هذه العناصر كعوامل مختزلة وكعوامل مؤكسدة؟ كعوامل مختزلة  $(\text{B} < \text{A} < \text{C})$  وكعوامل مؤكسدة  $(\text{C} < \text{A} < \text{B})$

سؤال (32) : إذا علمت أن الأيون  $\text{B}^{+2}$  يؤكسد D ولا يستطيع أكسده C ، رتب العناصر كعوامل مختزلة ؟  $(\text{C} < \text{B} < \text{D})$

## تذكر

الكلمات التالية لها نفس المعنى :

- 1- العنصر A يختزل العنصر B من محاليل مركباته .
- 2- العنصر A يذوب في محلول العنصر B .
- 3- العنصر A يستخرج العنصر B من محاليل مركباته .
- 4- العنصر A يرسب العنصر B من محاليل مركباته .
- 5- العنصر A يحل محل العنصر B من محاليل مركباته .

جميع الكلمات تعني : جهد اختزال (A) أقل من جهد اختزال (B) .

## تلقائية تفاعلات التأكسد و الاختزال

إذا كانت قيمة  $(E^\circ \text{ خلية})$  موجبة فإن التفاعل يحدث تلقائياً ، وإذا كانت قيمة  $(E^\circ \text{ خلية})$  سالبة فإن التفاعل يكون غير تلقائي وبازدياد القيمة الموجبة لجهد الخلية تزداد القوة الدافعة لحدوث التفاعل .

سؤال (34) : هل يحدث التفاعل الآتي بصورة تلقائية أم لا ؟ وإذا كان التفاعل غير تلقائي ، اكتب معادلة التفاعل التلقائي .



$E^\circ \text{ خلية} = E^\circ \text{ اختزال الخارصين} - E^\circ \text{ اختزال الكروم} = -0.76 - (-0.41) = -0.35$  فولت ، بما أن  $E^\circ \text{ خلية}$  سالبة يكون التفاعل غير تلقائي ( التفاعل العكسي يكون تلقائي ) كما في المعادلة الآتية :



**ملاحظة :** إن قيمة  $E^\circ$  تعتمد على نوع المادة في التفاعل وليس على كميتها ( لا تتأثر قيمة  $E^\circ$  بمعامل المادة )

سؤال (35) : هل تحدث التفاعلات الآتية بصورة تلقائية أم لا ؟ وضح إجابتك بحساب قيمة  $E^\circ$  ( استعن بجدول جهود الاختزال )



$E^\circ_{\text{خلية}} = E^\circ_{\text{اختزال مهبط}} - E^\circ_{\text{اختزال مصعد}}$   
 $E^\circ_{\text{خلية}} = -0.28 - 1.06 = -1.34$  فولت  
 إذا التفاعل غير تلقائي ( $E^\circ_{\text{خلية}} \text{ سالبة}$ )

2.  $2\text{Au}^{3+}(\text{aq}) + 3\text{Fe}(\text{s}) \longrightarrow 2\text{Au}(\text{s}) + 3\text{Fe}^{3+}(\text{aq})$   
 $E^\circ_{\text{خلية}} = E^\circ_{\text{اختزال مهبط}} - E^\circ_{\text{اختزال مصعد}}$   
 $E^\circ_{\text{خلية}} = -1.5 - (0.04) = -1.54$  فولت  
 إذا التفاعل تلقائي ( $E^\circ_{\text{خلية}} \text{ موجبة}$ )

**ملاحظة :**

عند السؤال هل يمكن حفظ أو هل يمكن تحريك محلول A (A تتواجد على شكل أيونات فيحدث لها اختزال) في وعاء أو سلك أو ملعقة من B (توجد على شكل ذرات وتمثل الفلز فيحدث لها تأكسد)، نجد  $E^\circ_{\text{خلية}}$  :  
 فإذا كانت  $E^\circ_{\text{خلية}} \text{ موجبة} \rightarrow$  يحدث تفاعل إذا لا يمكن حفظه أو لا يمكن التحريك.  
 وإذا كانت  $E^\circ_{\text{خلية}} \text{ سالبة} \rightarrow$  لا يحدث تفاعل إذا يمكن حفظه أو يمكن التحريك.

**اختصار : إذا كان جهد الوعاء أو الملعقة أكبر فإنه يمكن الحفظ**

سؤال (36): هل يمكن حفظ محلول كبريتات الألمنيوم في وعاء من الخارصين؟ وضح إجابتك (استعن بجداول جهود الاختزال) الحل الخارصين جهده أكبر إذا يمكن الحفظ  
 أو (هنا محلول كبريتات الألمنيوم يحدث له اختزال، ووعاء الخارصين يحدث له تأكسد)

$E^\circ_{\text{خلية}} = E^\circ_{\text{اختزال مهبط}} - E^\circ_{\text{اختزال مصعد}}$   
 $E^\circ_{\text{خلية}} = -1.66 - (0.76) = -0.90$  فولت  
 إذا يمكن حفظ المحلول ( $E^\circ_{\text{خلية}} \text{ سالبة}$ )

سؤال (37): هل يمكن تحريك محلول نترات الفضة بملعقة من النيكل؟ وضح إجابتك.  
 جهد النيكل أقل إذا لا يمكن

$E^\circ_{\text{خلية}} = E^\circ_{\text{اختزال مهبط}} - E^\circ_{\text{اختزال مصعد}}$   
 $E^\circ_{\text{خلية}} = -0.80 - (0.25) = -1.05$  فولت  
 إذا لا يمكن حفظ المحلول ( $E^\circ_{\text{خلية}} \text{ موجبة}$ )

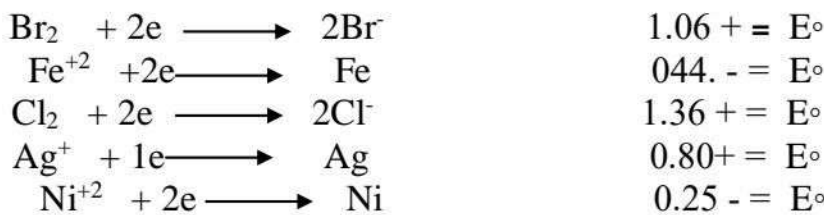
**ملاحظة :**

الفلزات التي تتفاعل مع محاليل الحموض (يتأكسد الفلز ويختزل الحمض) وتطلق غاز  $\text{H}_2$  هي الفلزات التي لها جهد اختزال سالب، أما الفلزات التي لا تتفاعل مع محاليل الحموض ولا تطلق غاز  $\text{H}_2$  فهي التي لها جهد اختزال موجب،  
 بمعنى آخر إذا كانت  $E^\circ_{\text{خلية}} \text{ موجبة}$  فإن الفلز يتفاعل مع الحمض ويطلق غاز  $\text{H}_2$ ، أما إذا كانت  $E^\circ_{\text{خلية}} \text{ سالبة}$  فلا يتفاعل الفلز مع الحمض ولا يطلق غاز  $\text{H}_2$ .

**◀ تعميم مهم جداً جداً : بعد الترتيب كما تعودنا دائماً فإنه :**

- 1- لا يجوز حفظ أي أيون موجب بأي وعاء يأتي فوقه .
- 2- لا يجوز تحريك أي أيون موجب (محلول) بأي عنصر يأتي فوقه .

سؤال (38) : من خلال دراستك لأنصاف تفاعلات الاختزال المعيارية التالية أجب عما يلي :



- 1- هل يجوز حفظ محلول كبريتات النيكل  $\text{NiSO}_4$  في وعاء مصنوع من الفضة Ag؟
- 2- هل يجوز حفظ أيونات الفضة  $\text{Ag}^+$  في وعاء مصنوع من الحديد Fe؟



- 3- هل يجوز تحريك محلول نترات الفضة  $AgNO_3$  بواسطة ملعقة مصنوعة من Ni ؟  
 4- هل يجوز استخدام غاز الكلور  $Cl_2$  في تحضير البروم  $Br_2$  من خاماته ؟  
 5- هل المعادلة التالية تمثل خلية غلفانية تلقائية الحدوث :  $2Cl^- + Br_2 \rightarrow Cl_2 + 2Br^-$   
 6- هل يجوز استخدام عنصر الحديد Fe في تحضير عنصر الفضة Ag من املاحه ؟  
 7- هل يجوز استخدام البروم  $Br_2$  في تحضير غاز الكلور  $Cl_2$  من خاماته ؟

الحل : الترتيب اختزال / عامل مؤكسد / مهبط  $Fe < Ni < Ag < Br_2 < Cl_2$

- 1- نعم  $Fe^{+2} + 2e \rightarrow Fe$   $0.44 = E^\circ$   
 2- لا  $Ni^{+2} + 2e \rightarrow Ni$   $0.25 = E^\circ$   
 3- لا  $Ag^+ + 1e \rightarrow Ag$   $0.8 = E^\circ$   
 4- نعم ( انتبه )  $Br_2 + 2e \rightarrow 2Br^-$   $1.06 = E^\circ$   
 أي أن  $Cl_2$  يستطيع أن يؤكسد  $Br^-$  أي يحضر  $Br_2$   
 5- نعم  $Cl_2 + 2e \rightarrow 2Cl^-$   $1.036 = E^\circ$   
 6- نعم  
 7- لا ( انتبه )

س) رتب المعلومات التالية بوقت قليل جداً حتى لا يترك لك الوقت  
 ①  $A^{+2}$  يؤكسد B ولا يؤكسد C  
 ② G يختزل Q ولا يختزل W  
 ③ تترسب ذرات M في خلية (Z, M)  
 ④ A يذوب في HCl ولا يذوب في حمض الكبريتيك أما B فلا يذوب  
 ⑤ عند حفظ A في وعاء B  
 ⑥ لا يذوب - ٧ - تحرك D لمعلقة Q

٧) الأيونات السالبة تتحرك نحو وعاء G في خلية G, D

الحل : تتحرك الأيونات السالبة نحو العنصر المؤكسد (G < D)

⑧ التفاعل الذي تلقائي  $W + Z^{+2} \rightarrow W^{+2} + Z$

بما التفاعل التلقائي  $Z + Q^{+2} \rightarrow Z^{+2} + Q$

الحل : تلقائي هرط  $W < Z$

غير تلقائي  $Z < Q$

وبالتالي يصبح  $(W < Z < Q)$  اقل  
 على مؤكده  
 على مختزل

⑨ تترسب وتخرج وتضطر B في خلية (W, B)  
 لخصي  $(W < B)$   
 ٢٣

سؤال (39): اعتماداً على قيم جهود الاختزال المعيارية لأنصاف

التفاعلات في الجدول أدناه أجب عما يلي :

1. حدد أقوى عامل مؤكسد وأقوى عامل مختزل .

أقوى عامل مؤكسد ( $\text{Br}_2$ ) ، أقوى عامل مختزل ( $\text{Al}$ )1. حدد الفلزات التي تتفاعل مع محلول حمض  $\text{HCl}$  . $\text{Al}, \text{Ni}, \text{Zn}$ 

2. رتب الفلزات حسب تزايد قوتها كعوامل مختزلة .

 $\text{Al} > \text{Zn} > \text{Ni} > \text{Ag}$ ( ملاحظة لم نختار  $\text{Br}_2$  لأنه لافلز أي لا يكون أيون موجب )

3. حدد الفلزين الذين يكونان خلية غلفانية لها أعلى فرق جهد

 $\text{Al}$  و  $\text{Ag}$  ( كذلك هنا لم نختار  $\text{Br}_2$  لأنه لافلز )

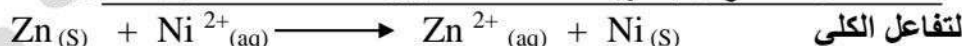
4. وضح إمكانية حدوث التفاعل الآتي في الظروف المعيارية

 $E^\circ_{\text{خلية}} = E^\circ_{\text{اختزال مهبط}} - E^\circ_{\text{اختزال مصعد}}$  $E^\circ_{\text{خلية}} = (0.80) - 1.06 = 0.26$  فولت إذاً التفاعل يمكن حدوثه تلقائياً ( $E^\circ_{\text{خلية موجبة}}$ )5. هل يمكن حفظ البروم  $\text{Br}_2 \text{(l)}$  في وعاء من النيكل ؟ $E^\circ_{\text{خلية}} = E^\circ_{\text{اختزال مهبط}} - E^\circ_{\text{اختزال مصعد}}$  $E^\circ_{\text{خلية}} = (0.25 - ) - 1.06 = 1.31$  فولت إذاً لا يمكن حفظ البروم ( $E^\circ_{\text{خلية موجبة}}$ )7. عند بناء خلية غلفانية مكونة من القطبين ( $\text{Zn}, \text{Ni}$ ) :

أ. حدد المصعد والمهبط وشحنة كل منهما

المصعد هو قطب ( $\text{Zn}$ ) وشحنته سالبة ، أما المهبط فهو قطب ( $\text{Ni}$ ) وشحنته موجبة .

ب. أكتب أنصاف التفاعل عند كل قطب ، ثم التفاعل الكلي في الخلية .



ج. احسب جهد الخلية المعياري .

 $E^\circ_{\text{خلية}} = E^\circ_{\text{اختزال مهبط}} - E^\circ_{\text{اختزال مصعد}}$  $E^\circ_{\text{خلية}} = -0.25 - (0.76) = 0.51$  فولتد . ماذا يحدث لكتلة القطب ( $\text{Zn}$ ) وتركيز ( $\text{Ni}^{2+}$ ) بعد فترة من الزمن ؟تقل كتلة  $\text{Zn}$  ( المصعد ) ، ويقل تركيز ( $\text{Ni}^{2+}$ )هـ . إذا كانت القنطرة الملحية تحتوي على محلول  $\text{KNO}_3$  ، إلى أي الوعائين تنتج الأيونات السالبة ؟تنتج الأيونات السالبة عبر القنطرة الملحية إلى نصف خلية القصدير ( $\text{Zn}$ ) .8. حدد اتجاه سريان الإلكترونات في الدارة الخارجية للخلية الغلفانية المكونة من قطبي ( $\text{Ag} / \text{Al}$ ) .تنتج الإلكترونات في الدارة الخارجية من قطب ( $\text{Al}$ ) إلى قطب ( $\text{Ag}$ )

لا تحسبن المجد تمراً أنت آكله

لن تبلغ الغلا حتى تلعق الصبار

سؤال (40): لديك الفلزات ذات الرموز الافتراضية الآتية ، وجميعها تكون أيونات ثنائية موجبة ( A , B , C , D ) وجد انه :

- ♦ عند وصل نصف الخلية A مع نصف الخلية B أن الالكترونات تنتقل من B إلى A .
- ♦ أيونات  $B^{2+}$  تؤكسد العنصر C .
- ♦ العنصر C أقوى كعامل مؤكسد من العنصر D .

أجب عن الأسئلة الآتية :

1. رتب أيونات الفلزات حسب قوتها كعوامل مؤكسدة .
2. حدد الفلزين اللذين يكونان خلية غلفانية لها أكبر فرق جهد .
3. اكتب التفاعل الكلي للخلية الغلفانية المكونة من A و C ؟
4. حدد الفلز الذي يختزل  $C^{2+}$  .
5. أي القطبين يمثل المهبط في الخلية الغلفانية المكونة من B و D ؟

**الحل :**

1. تزداد قوة العامل المؤكسد A , B , C , D

2. الفلزان هما A و D



5. القطب B

4. الفلز D

سؤال (41): إذا علمت أن التفاعلات الآتية تميل للحدوث تلقائياً :



أ. رتب الفلزات حسب قوتها كعوامل مختزلة.

Sn

ج . اختر فلزين يكونان خلية غلفانية بأعلى فولتية .

د. عند عمل خلية غلفانية من قطبي Ni و Pb :

- 1- حدد المهبط والمصعد .
- 2- أكتب نصف التفاعل عند كل قطب .
- 3- ماذا يحدث لكتلة Pb بعد فترة من الزمن .

**الحل :** أ. Cu , Pb , Sn , Ni تقل قوة العامل المختزل

ج. الفلزين هما Ni و Cu

ب. الأيونات هي  $Pb^{2+}$  و  $Cu^{2+}$

د. 1. المهبط هو قطب Pb ، المصعد هو قطب Ni .

2. نصف تفاعل التأكسد :  $Ni \longrightarrow Ni^{2+} + 2e^{-}$

نصف تفاعل الاختزال :  $Pb^{2+} + 2e^{-} \longrightarrow Pb$

3. تزداد كتلة Pb .

مثال ٦ :

ث- أوجد مقدار جهد الخلية ( $E^0$  الخلية) ؟

١٦- بين إمكانية حدوث التفاعل التلقائي الآتي :



١٧- اكتب نصف تفاعل التأكسد في الخلية المكونة من

العنصرين ( Sn و Al ) ؟

١٨- خلية غلفانية قطباها ( Ni ، Ag ) أي القطبين تزداد

كتلته أثناء عمل الخلية ؟

◆ الحل :

(١)  $\text{Hg}^{2+}$  الذي له أعلى جهد اختزال

(٢) Al الذي له أقل جهد اختزال

(٣)  $\text{Al}^{3+}$  الذي له أقل جهد اختزال

(٤) Hg الذي له أعلى جهد اختزال

(٥) Ni , Al , Sn العناصر التي لها جهد اختزال سالبة .

(٦) Ag , Hg العناصر التي لها جهد اختزال موجبة

(٧)  $\text{Ag}^+$  و  $\text{Hg}^{2+}$ 

(٨) Al و Ni

(٩) Hg و Al

(١٠) Hg و Ag

(١١) لا يمكن

(١٢) نعم يمكن

(١٣) Al

(١٤) نعم يمكن

(١٥)

أ- المصعد : النيكل

المهبط : الفضة



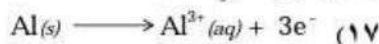
ت- باتجاه وعاء النيكل

ث-  $E^0$  الخلية  $E^0 = E^0$  الاختزال (المهبط) -  $E^0$  الاختزال (المصعد)

$$= 0.80 - (-0.25) =$$

$$= 1.05 \text{ فولت}$$

(١٦) غير تلقائي .



(١٨) Ag

اعتماداً على الجدول المجاور ، والذي يمثل أنصاف تفاعلات

إختزال لبعض العناصر ، وقيم جهود الإختزال لها :

| نصف تفاعل الإختزال                                | $E^0$ (فولت) |
|---------------------------------------------------|--------------|
| $\text{Ni}^{2+} + 2e^- \longrightarrow \text{Ni}$ | -0.25        |
| $\text{Al}^{3+} + 3e^- \longrightarrow \text{Al}$ | -1.66        |
| $\text{Ag}^+ + e^- \longrightarrow \text{Ag}$     | +0.80        |
| $\text{Hg}^{2+} + 2e^- \longrightarrow \text{Hg}$ | +0.85        |
| $\text{Sn}^{2+} + 2e^- \longrightarrow \text{Sn}$ | -0.14        |

أجب عن الأسئلة التالية :

١- اختر أقوى عامل مؤكسد .

٢- اختر أقوى عامل مختزل .

٣- اختر أضعف عامل مؤكسد .

٤- اختر أضعف عامل مختزل .

٥- أي الفلزات يتفاعل مع محلول HCl المخفف ، ويطلق

غاز الهيدروجين .

٦- أي الفلزات لا يتفاعل مع محلول HCl المخفف ، ويطلق

غاز الهيدروجين .

٧- ما الأيونات التي يستطيع Sn إختزالها .

٨- ما العناصر التي يستطيع أيون  $\text{Sn}^{2+}$  أكسدتها .

٩- اختر فلزين : لتكوين خلية غلفانية لها أعلى فولتية ؟

١٠- اختر فلزين : لتكوين خلية غلفانية لها أقل فولتية ؟

١١- هل يمكن حفظ محلول نترات الفضة ( $\text{AgNO}_3$ ) في وعاء

من القصدير Sn ؟

١٢- هل يمكن تحريك محلول كلوريد النيكل ( $\text{NiCl}_2$ ) بعلقة من

الفضة (Ag) ؟

١٣- ما الفلز الذي يمكن أن يستخدم لاستخراج بقية الفلزات من

خاماتها .

١٤- هل يمكن استخدام الألومنيوم (Al) للحصول على النيكل

(Ni) من محلول  $\text{NiSO}_4$  ؟

١٥- إذا تم تركيب خلية غلفانية قطباها (Ag) و (Ni) حدد؟

أ- المصعد والمهبط ؟

ب- اكتب معادلة نصف تفاعل الإختزال ؟

ت- بين اتجاه حركة الأيونات السالبة عبر القنطرة

الملحية ؟



\*\*\*\*\*لديك الفلزات الآتية (A, O, L, N, R, S, U) وجميعها تكون أيونات ثنائية موجبة، إذا علمت أن :

- العنصر S أضعف كعامل مختزل من العنصر L .
- عند وصل نصف الخلية U مع نصف الخلية L أن الإلكترونات تنتقل من L إلى U .
- في الخلية التي قطبها (U, S) تزداد كتلة القطب S .
- يمكن تحريك محلول يحتوي أيونات العنصر S بمنعقة من العنصر R .
- أيونات العنصر L تؤكسد العنصر O ولا تؤكسد العنصر U .
- تترسب ذرات O عند تفاعل أيوناتها مع العنصر N بينما تترسب N عند تفاعل أيوناتها مع العنصر A .
- M يطلق غاز الهيدروجين عند تفاعله مع حمض قوي مخفف أما A لا يطلق غاز الهيدروجين ولا يتفاعل بناءً على دراستك للمعلومات أجب عما يلي :

20) الفلزان اللذان يكونان خلية باعنى فرق جهد  
R/A (أ) R/M (ب) S/U (ج) O/A (د)

27) أي مما يلي يصلح أن يكون وعاء لحفظ محاليل U  
L (أ) N (ب) A (ج) R (د)

- استخدم كل فلز من الفلزات الآتية لها الرموز الافتراضية (M, Z, Y, X) مع محلول أحد أملاحه المائية بتركيز (1M)، لعمل خلية جلفانية مع الفلز A، وكانت النتائج كما في الجدول المجاور، ادرسه، ثم أجب عن الفقرات

| الخلية | المعلومات                                                 | $E^{\circ}_{(Cell)}$<br>(V) |
|--------|-----------------------------------------------------------|-----------------------------|
| A-X    | يزداد تركيز أيونات A في نصف خلية القطب A                  | 0.51                        |
| A-Y    | تتحرك الأيونات السالبة في القطرة الملحية باتجاه القطب Y   | 0.47                        |
| A-Z    | ترسبت ذرات Z عند وضع قطعة من الفلز A في محلول ملح الفلز Z | 0.43                        |
| A-M    | جهد تأكسد الفلز M أكبر من جهد تأكسد الفلز A               | 1.07                        |

(18, 17, 16)

16- يمكن حفظ محلول أحد أملاح الفلز (Z) في وعاء مصنوع من الفلز:

(أ) A (ب) M  
(ج) Y (د) X

17- قيمة جهد الخلية الجلفانية المعياري  $E^{\circ}_{(cell)}$

للخلية المكونة من الفلزين Y, Z بوحدة الفولت، هي:

(أ) 0.10 (ب) 0.90  
(ج) 1.10 (د) 0.04

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

سؤال 7: يبين الجدول المجاور القيم المطلقة لجهود الاختزال المعيارية  $E^{\circ}$

للعناصر (A, B, C, D, M). إذا علمت أن ترتيب العناصر حسب قوتها بوصفها عوامل مختزلة، هو:  $D > B > M > A > C$ ، وأنه عند وصل القطب M بقطب الهيدروجين المعياري تتحرك الإلكترونات من M إلى قطب الهيدروجين؛ أجب -مستعيناً بالمعلومات السابقة- عن الأسئلة الآتية:

أ - أكتب إشارة قيم جهود الاختزال المعيارية  $E^{\circ}$  للعناصر A, B, C, D, M.

ب - أستنتج: ما العنصر الذي يمكن استخدامه وعاء مصنوع منه لحفظ محلول يحتوي على أيونات  $A^{+}$ ؟

ج - أستنتج: ما العامل المؤكسد الذي يؤكسد D ولا يؤكسد M؟

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

8. أدرس المعادلات والمعلومات المبينة في الجدول، ثم أجب

عن الأسئلة التي تليها:

أ - أحدد أقوى عامل مؤكسد.

ب - أرتب العوامل المختزلة تصاعدياً حسب قوتها.

ج - أستنتج: هل تؤكسد أيونات الكاديوم  $Cd^{2+}$  أيونات البروم  $Br^{-}$ ؟

د - أقرن: ما العنصران اللذان يكونان خلية جلفانية لها أعلى جهد خلية معياري؟

هي خلايا يحدث فيها تفاعل تأكسد واختزال بتأثير تيار كهربائي ( غير تلقائي ) لإحداث تغيير كيميائي ، وقد يكون التحليل لمحلول أو مصهور مادة أيونية وهما في الحالتين يوصلان التيار الكهربائي بسبب وجود أيونات حرة الحركة ، فعند مرور

تيار كهربائي في محلول أو مصهور مادة أيونية ، تتحرك الأيونات باتجاه الأقطاب المخالفة لها في الشحنة .

### التحليل الكهربائي لمصاهير المواد الأيونية :

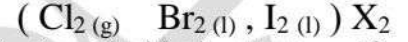
في خلايا التحليل الكهربائي يكون المهبط هو القطب السالب

ويحدث عليه الاختزال ، أما المصعد فهو القطب الموجب

ويحدث عليه التأكسد ، وفي التحليل الكهربائي لأي مصهور

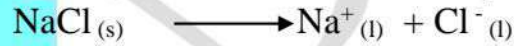
فإن الفلز ( الأيون الموجب ) هو الذي يُختزل ، والأيون السالب

( هالوجين  $(X^-)$  :  $Cl^-$  ,  $Br^-$  ,  $I^-$  ) هو الذي يتأكسد إلى



**مثال :** ما نواتج التحليل الكهربائي لمصهور NaCl ؟

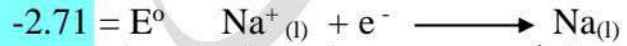
**المصهور** يعني تفكك المادة الأيونية إلى أيونات بالحرارة :



يلاحظ من الشكل المجاور :

1. تتحرك أيونات  $Na^+$  نحو القطب السالب ( المهبط ) حيث

تختزل وتتحول إلى ذرات Na متعادلة :



2. تتحرك أيونات  $Cl^-$  نحو القطب الموجب ( المصعد ) حيث تتأكسد إلى غاز الكلور  $Cl_2$  :



3. التفاعل الكلي : يجمع أنصاف التفاعلات بعد ضرب معادلة ( اختزال  $Na^+$  بـ (2) فإن :



$E^0$  خلية =  $E^0$  اختزال  $Na^+ + E^0$  تأكسد  $Cl^- = (2.71 -) + (1.36 -) = -4.07$  فولت

( عدد مولات  $Cl_2$  الناتجة = 1 مول : 2 مول من Na )

يلاحظ أن  $E^0$  للخلية سالبة أي أن التفاعل غير تلقائي لذلك يستخدم تيار كهربائي لدفع الإلكترونات في الدارة الخارجية وتحريك الأيونات المختلفة نحو الأقطاب المخالفة لها في الشحنة مما يتسبب في حدوث تفاعل التأكسد والاختزال .

**نواتج التحليل الكهربائي لمصهور NaCl ( كلوريد الصوديوم ) هي :**

أ. تكون الصوديوم ( Na ) على المهبط .

ب. انطلاق غاز الكلور ( $Cl_2$ ) على المصعد .

**سؤال (50) :** ما نواتج التحليل الكهربائي لمصهور بروميد البوتاسيوم KBr ؟ وضح إجابتك مستعيناً بالمعادلات



نصف تفاعل الاختزال / المهبط



نصف تفاعل التأكسد / المصعد

**النواتج :** تكون البوتاسيوم على المهبط ، وتكون البروم على المصعد .

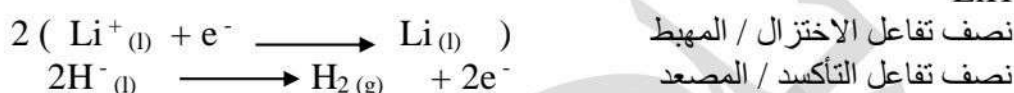
**سؤال (51) :** قارن بين الخلية الغلفانية وخلية التحليل الكهربائي حيث :



| خلايا غلفانية                                    | خلايا تحليل كهربائي                             |
|--------------------------------------------------|-------------------------------------------------|
| تحويلات الطاقة : من كيميائية إلى كهربائية        | من كهربائية إلى كيميائية                        |
| تلقائية التفاعل: تلقائي                          | غير تلقائي                                      |
| $E^\circ$ جهد الخلية : موجبة (+)                 | سالبة (-)                                       |
| قطب المصعد شحنته سالبة ، قطب المهبط شحنته موجبة. | قطب المصعد شحنته موجبة ، قطب المهبط شحنته سالبة |

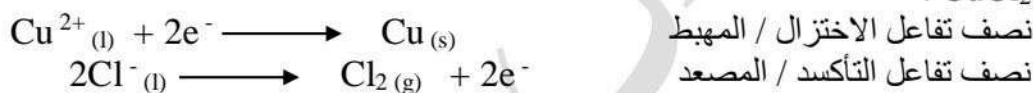
سؤال ( 52 ) : ما نواتج التحليل الكهربائي لمصاهير كل من  $\text{CuCl}_2$  ,  $\text{LiH}$  ؟ اكتب معادلة التفاعل الكلي .

LiH . 1



النواتج : تكون الليثيوم على المهبط ، وتصاعد غاز الهيدروجين على المصعد .

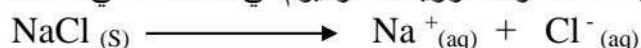
2.  $\text{CuCl}_2$



النواتج : ترسب النحاس على المهبط ، وتصاعد غاز الكلور على المصعد .

### ◀◀ التحليل الكهربائي لمحاليل المواد الأيونية :

سؤال (53): ما نواتج التحليل الكهربائي لمحلول كلوريد الصوديوم  $\text{NaCl}$  ؟  
يتفكك محلول كلوريد الصوديوم في الماء كما في المعادلة الآتية :



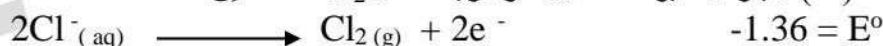
وعند إمرار تيار كهربائي في المحلول باستخدام أقطاب غرافيت فإن :

1- المهبط ( - ) : يتواجد أيونات  $\text{Na}^+$  ، وجزيئات  $\text{H}_2\text{O}$  ، لذا فإن تفاعلات الاختزال المحتملة هي :

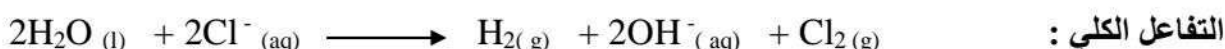
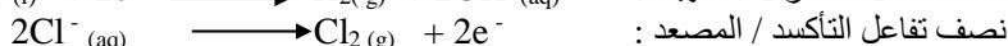
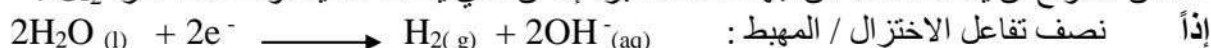


التفاعل الأكثر قابلية للحدوث هو : اختزال الماء ( لأن جهد اختزاله أكبر من جهد اختزال الصوديوم )

2- المصعد ( + ) : يتواجد أيونات  $\text{Cl}^-$  وجزيئات  $\text{H}_2\text{O}$  ، لذا فإن تفاعلات التأكسد المحتملة هي :



لذا من المتوقع أن يتأكسد الماء لأن جهد تأكسده أكبر ، إلا أن الذي يحدث عملياً هو تصاعد غاز  $\text{Cl}_2$  :

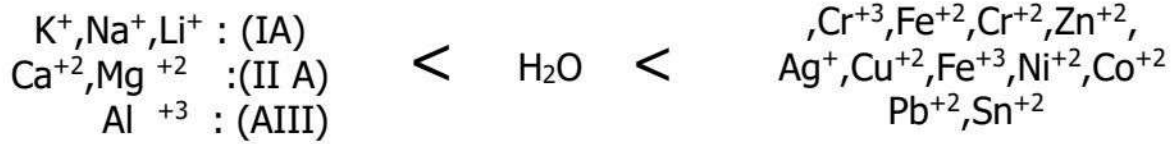


نواتج التحليل :

1. عند المصعد تصاعد غاز  $\text{Cl}_2$  2. عند المهبط تصاعد غاز  $\text{H}_2$  3. تكون محلول قاعدي من  $\text{OH}^-$   $\text{Na}_{(aq)}$

**ملاحظات :** عند التحليل الكهربائي لمحاليل المواد المتأينة نتبع القواعد الآتية :

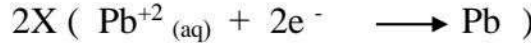
1. يكون الاختزال عند المهبط لقيمة ( $E^0$  اختزال) الأكبر ، وبشكل عام يكون ترتيب الاختزال كما يلي :  
اختزال أيونات فلزات العناصر الانتقالية ثم اختزال الماء ثم اختزال أيونات فلزات المجموعة



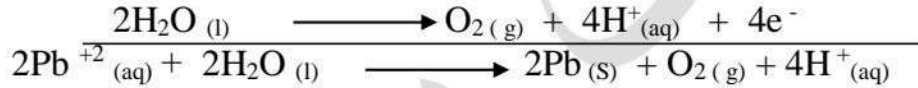
2. يكون التأكسد عند المصعد للأسهل تأكسداً ، وبشكل عام يكون ترتيب التأكسد كما يلي :  
تأكسد  $F^-$ ,  $NO_3^-$ ,  $SO_4^{2-}$  <  $H_2O$  <  $I^-$ ,  $Br^-$ ,  $Cl^-$ ,  $H^-$

**التحليل الكهربائي لمحلول نترات الرصاص  $Pb(NO_3)_2$  ( شجرة الرصاص ) :**

1. المهبط (-) : يتواجد الماء وأيون  $Pb^{+2}$  ، لكن الذي يختزل هو  $Pb^{+2}$  لأن جهد اختزاله أكبر من جهد اختزال الماء :



2. المصعد (+) : يتواجد الماء وأيون  $NO_3^-$  ، لكن الذي يتأكسد هو الماء لأن تأكسده أسهل من تأكسد النترات :



**إذاً نواتج التحليل :**

1. ترسب Pb عند المهبط (شجرة الرصاص) 2. تصاعد غاز  $O_2$  على المصعد تكون محلول حمضي هو  $HNO_3$

**التحليل الكهربائي لمحلول كبريتات الصوديوم ( $Na_2SO_4$ ) :**

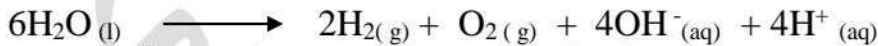
- المهبط (-) : يتواجد  $Na^+ / H_2O$  الذي يختزل هو الماء (جهد اختزاله أكبر من جهد اختزال الصوديوم) :



- المصعد (+) : يتواجد  $SO_4^{2-} / H_2O$  الذي يتأكسد هو الماء لأن تأكسده أسهل من تأكسد  $SO_4^{2-}$  :



**التفاعل الكلي**



يلاحظ تكون  $H^+$  عند المصعد وكما هو عند المهبط ومع مرور الوقت ونتيجة لحركة الأيونات يحدث التعادل بينهما لذلك تصبح معادلة التفاعل على الخلية الكلية



2. انطلاق غاز  $O_2$

1. انطلاق غاز  $H_2$

**نواتج التحليل هي :**

يلاحظ أن التحليل الكهربائي لمحلول  $Na_2SO_4$  هي تحليل كهربائي للماء فلم يحدث تغير على أيونات  $Na^+$  و  $SO_4^{2-}$

**سؤال :** ما نواتج التحليل الكهربائي لمحاليل كل من المركبات الآتية ؟ وضح إجابتك بالمعادلات  
1. محلول KI :



**النواتج :** تصاعد غاز الهيدروجين على المهبط ، وتكون اليود على المصعد ، تكون محلول قاعدي من KOH

2. محلول  $\text{CuBr}_2$  :

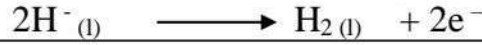
نصف تفاعل الاختزال / المهبط



نصف تفاعل التأكسد / المصعد

**النواتج :** ترسب النحاس على المهبط ، وتكون البروم على المصعد .3. محلول  $\text{NaH}$  :

نصف تفاعل الاختزال / المهبط



نصف تفاعل التأكسد / المصعد



التفاعل الكلي :

**النواتج :** تصاعد غاز الهيدروجين على المهبط والمصعد ، تكون محلول قاعدي من  $\text{NaOH}$  .

## التطبيقات العملية للتحليل الكهربائي

1. **الطلاء الكهربائي :** هو طلاء مادة كهربائياً بطبقة من مادة أخرى باستخدام موصل كهربائي ، حيث تترسب طبقة رقيقة من الفلز المراد الطلاء به على المادة المراد طلاؤها خلال عملية التحليل الكهربائي لحمايتها من التآكل وإعطائها منظرًا جميلاً .

فمثلاً لطلاء شوكة من الحديد  $\text{Fe}$  بطبقة من الفضة  $\text{Ag}$

يتم ربط المادة المراد طلاؤها ( $\text{Fe}$ ) بالقطب السالب

للبطارية ( المهبط ) وربط المادة المراد الطلاء بها

( $\text{Ag}$ ) بالقطب الموجب للبطارية ( المصعد )

ويغمس قطبي الخلية بمحلول يحتوي على أيونات

مادة الطلاء ( أيونات  $\text{Ag}^+$  ) كما في الشكل المجاور ،

وعند إغلاق الدارة الكهربائية تحدث التفاعلات الآتية:

1. عند المهبط : تختزل أيونات الفضة إلى

ذرات تترسب على الشوكة :



2. عند المصعد : تتأكسد ذرات الفضة إلى

إلى أيونات ( أسهل من تأكسد الماء ) :



قطب من الفضة

لذلك لا يتوقع حدوث تغير على تركيز أيونات  $\text{Ag}^+$

خلال عملية التحليل الكهربائي ، لأن أيونات  $\text{Ag}^+$  التي

تترسب عند المهبط على شكل ذرات  $\text{Ag}$  يتم تعويضها

بتأكسد ذرات الفضة المكونة للمصعد .

**ملاحظات :**

1. الأقطاب المستخدمة في التحليل الكهربائي لمصهور أو لمحلول مادة أيونية هي

أقطاب خاملة (مثل الغرافيت أو البلاتين) لا تشترك في تفاعلات خلايا التحليل الكهربائي

بل توفر السطح المناسب لحدوث تفاعلات التأكسد والاختزال عليها.

2. في تطبيقات التحليل الكهربائي تستخدم أقطاب فعالة ، كما في عملية الطلاء الكهربائي أو في تنقية الفلزات

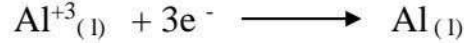
(( في سؤال الطلاء استخدم الحيط والدهان !! ))

## 2. استخلاص الألمنيوم :



من أهم خامات الألمنيوم البوكسيت ( أكسيد الألمنيوم المائي )  $Al_2O_3 \cdot 2H_2O$  ، حيث تمكن العالمان هول وهيروليت من استخلاص Al بالتحليل الكهربائي لمصهور أكسيد الألمنيوم  $Al_2O_3$  وذلك بخلطه مع الكريوليت (  $Na_3AlF_6$  ) لخفض درجة الانصهار العالية لـ  $Al_2O_3$  ( 2050 س° ) وكذلك لتقليل الكلفة الاقتصادية .  
**كيف تتم عملية استخلاص Al ؟**

تستخدم خلية من الحديد مبطنة من الداخل بطبقة من الغرافيت كمهبط ، أما المصعد فهو عدة قضبان من الغرافيت متصلة مع بعضها ومغمورة في مصهور أكسيد الألمنيوم ، وتحدث في الخلية التفاعلات الآتية :  
**عند المهبط :** يختزل  $Al^{+3}$  ليتكون مصهور Al في أسفل الخلية ويتم سحبه من مخرج خاص :



**عند المصعد :** ينطلق غاز  $O_2$  ويتفاعل جزء منه مع قضبان الغرافيت فينتج غاز  $CO_2$  ويؤدي ذلك إلى تآكل قضبان الغرافيت تدريجياً ، لذا تستبدل هذه القضبان دورياً ، **والتفاعل الكلي للخلية هو :**



والألمنيوم الناتج نقي بدرجة عالية لكنه يحتاج لكمية هائلة من الطاقة الكهربائية لاستخلاصه ، لذلك يتم إعادة تدوير علب المشروبات والأشياء المصنوعة من الألمنيوم .

### ملاحظة :

لايمكن الحصول على الألمنيوم والمغنيسيوم بالتحليل الكهربائي لمحلول أحد لأملأحها ، وذلك لأن الذي يختزل هو الماء وليس Al أو Mg ، وينطلق غاز  $H_2$  ، لذلك لا يمكن الحصول على Al ، Mg .

### 3. تنقية الفلزات :

تتواجد الفلزات في الطبيعة على شكل خامات يتم معالجتها بطرق كيميائية للحصول على فلزات شبه نقية ، ثم تنقى من الشوائب بعد ذلك بالتحليل الكهربائي كما في استخلاص النحاس .

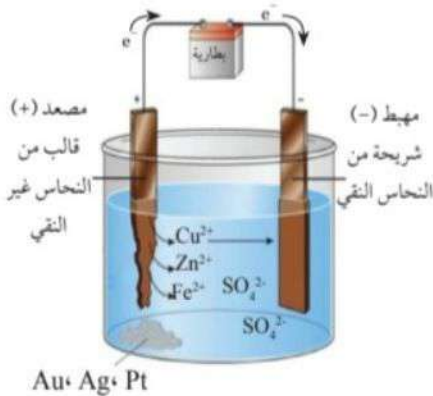
### تنقية الفلزات Purification of Metals

تحتاج بعض استخدامات الفلزات إلى أن تكون نقيّة تماماً. فمثلاً، يجب أن يكون النحاس المستخدم في التمديدات الكهربائية نقيّاً؛ لذا تُستخدم عملية التحليل الكهربائي في تنقية الفلزّات، مثل النحاس، بعد عمليات استخلاصه من خاماته؛ إذ يحتوي على شوائب، مثل الخارصين والحديد والذهب والفضّة والبلاتين. وحتى تتم تنقيته، يُشكّل النحاس غير النقي على شكل قوالب تمثل المصعد في خلية التحليل الكهربائي، ويوصل المهبط بشريحة رقيقة من النحاس النقي، ثم يُغمران في محلول كبريتات النحاس  $CuSO_4$ .

وعند تمرير تيار كهربائي في الخلية تحدث التفاعلات الآتية:



ومع استمرار تأكسد النحاس واختزاله تنتقل ذراته من المصعد إلى المهبط، أنظر الشكل (20)، وتتأكسد ذرات الفلزّات (الشوائب) التي لها جهد اختزال أقلّ من النحاس، كالخارصين والحديد، مُكوّنة أيونات  $Zn^{2+}$  و  $Fe^{2+}$  على الترتيب، وتبقى هذه الأيونات ذائبة في المحلول، أما الذهب والفضّة والبلاتين فإنّ جهد اختزالها أعلى من جهد الخلية المستخدم؛ لذلك لا تتأكسد ذراتها، وتتجمّع في قاع الخلية، وتكون درجة نقاوة النحاس الناتج نحو 99.9%



الشكل (20): تنقية النحاس  
بالتحليل الكهربائي.

## ( أسئلة إضافية على وحدة التأكسد والاختزال / الخلايا الغلفانية ) ( اختيار من متعدد )

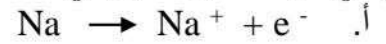
- (1) العبارة التي تتفق وخلية التحليل الكهربائي :  
أ. شحنة المهبط موجبة  
ب. التفاعل الكلي تلقائي  
ج. تفاعل الاختزال يحدث عند المصعد  
د. عند التحليل الكهربائي لمحلول يوديد البوتاسيوم KI باستخدام أقطاب غرافيت، فإن ما يحدث عند المهبط هو :  
أ. ترسب اليود  
ب. ترسب البوتاسيوم  
ج. انطلاق غاز الهيدروجين  
د. انطلاق غاز الأكسجين
- (2) إذا تم تحليل مصهور هيدريد الليثيوم (LiH) كهربائياً باستخدام أقطاب بلاتين، فإن تفاعل المصعد هو :  
أ.  $Li^+ + e^- \rightarrow Li$   
ب.  $Li \rightarrow Li^+ + e^-$   
ج.  $2H^- \rightarrow H_2 + 2e^-$   
د.  $2H^+ + 2e^- \rightarrow H_2$
- (3) السالب الذي تحدث عنده عملية التأكسد  
أ. السالب الذي تحدث عنده عملية التأكسد  
ب. السالب التي تحدث عنده الاختزال  
ج. الموجب التي تحدث عنده عملية التأكسد  
د. الموجب الذي تحدث عنده الاختزال
- (4) إذا كان التفاعل الآتي يحدث في إحدى الخلايا الغلفانية :  
 $Mn^{2+}(aq) + Cd(s) \rightarrow Mn(s) + Cd^{2+}(aq)$   
أ. كتلة القطب Mn تزداد  
ب. الإلكترونات تسري من القطب Cd إلى القطب Mn  
ج. تركيز أيونات  $Mn^{2+}(aq)$  يزداد  
د. القطب Cd هو القطب السالب
- (5) عند التحليل الكهربائي لمحلول كلوريد الصوديوم باستخدام أقطاب غرافيت تكون النواتج كما يأتي :  
أ. هيدروجين وأكسجين  
ب. هيدروجين وكلور  
ج. صوديوم وأكسجين  
د. صوديوم وكلور
- (6) عند التحليل الكهربائي لمحلول NaI تركيزه (1 مول/ لتر) باستخدام أقطاب بلاتين، فإن نواتج التحليل هي :  
أ.  $O_2 + I_2$   
ب.  $Na + I_2$   
ج.  $O_2 + H_2$   
د.  $H_2 + I_2$
- (7) إحدى العبارات الآتية غير صحيحة فيما يتعلق بخلية التحليل الكهربائي وهي :  
أ. شحنة المصعد موجبة  
ب. جهد الخلية ( $E^0$ ) له قيمة سالبة  
ج. يحدث تفاعل اختزال عند المهبط  
د. تتجه الأيونات الموجبة نحو المصعد
- (8) العنصر A يختزل أيونات  $B^{2+}$  ولا يختزل أيونات  $C^{2+}$ ، أن ترتيب العناصر وفق قوتها كعوامل مختزلة هو :  
أ.  $C < B < A$   
ب.  $C < A < B$   
ج.  $B < A < C$   
د.  $A < B < C$
- (9) في الخلية الغلفانية يكون :  
أ. المهبط سالب  
ب. الاختزال على المصعد  
ج. الأكسجين من خام الهيماتيت  $Fe_2O_3$  بواسطة :  
د. جهد الخلية سالب
- (10) الكربون  
أ. عند حساب قيمة ( $E$ ) للخلية باستخدام معادلة نيرنست يصل التفاعل للاتزان عندما :  
ب. الألومنيوم  
ج. الحديد  
د. الفضة
- (11) الأيون الذي يختزل عند التحليل الكهربائي لمحلوله المائي هو :  
أ.  $Mg^{2+}$   
ب.  $K^+$   
ج.  $Al^{3+}$   
د.  $Ag^+$
- (12) يتم الحصول على فلز الألومنيوم بالتحليل الكهربائي لـ :  
أ. محلول  $AlCl_3$   
ب. مصهور  $Al_2O_3$   
ج. مصهور  $Al(OH)_3$   
د. محلول  $AlBr_3$
- (13) العبارة التي تنطبق على خلية التحليل الكهربائي :  
أ. يحدث التأكسد على المهبط .  
ب. إشارة المصعد سالبة .

(2012/ شتوى)



ج. التفاعل يحدث تلقائياً

(2) في خلية التحليل الكهربائي لمصهور NaBr (أقطاب بلاتين) ، فإن التفاعل الحادث على المهبط هو :



(3) عند الطلاء الكهربائي لمعلقة من الحديد بطبقة من الفضة فإن :

أ. المحلول المستخدم يحتوي على أيونات الحديد .

ج. تربط معلقة الحديد على القطب الموجب .

ب. تختزل أيونات الفضة على المهبط .

د. يربط قضيب الفضة على القطب السالب .

( 20 علامة )

(2012/ شتوي ) :

الجدول الآتي يبين عدد من أنصاف التفاعلات وقيم جهود الاختزال المعيارية لها ،اعتماداً عليه أجب عن الأسئلة الآتية :

| نصف تفاعل الاختزال                                   | $E^0$ فولت |
|------------------------------------------------------|------------|
| $\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Cu}$ | 0.34       |
| $\text{Cd}^{+2} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Cd}$ | 0.40-      |
| $\text{Ag}^+ + \text{e}^- \rightarrow \text{Ag}$     | 0.80       |
| $\text{Zn}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Zn}$ | 0.76 -     |
| $\text{Ni}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Ni}$ | 0.25 -     |
| $\text{Cl}_2 + 2\text{e}^- \rightarrow 2\text{Cl}^-$ | 1.36       |

1. حدد العامل المختزل الأقوى .
2. حدد المصعد في الخلية الغلفانية التي قطباها ( Ni ، Cd ) .
3. أيهما يستطيع تحرير الهيدروجين من محلول حمض HCl المخفف ( Cu أم Ni ) ؟
4. حدد الفلزين اللذين يكونان خلية غلفانية لها أكبر فرق جهد.
5. ما قيمة جهد الخلية المعياري للخلية الغلفانية التي قطباها ( Zn و Cd ) ؟
6. أي القطبين تقل كتلته في الخلية الغلفانية المكونة من قطبي ( Cu و Ag ) ؟
7. هل يمكن تحريك محلول  $\text{CdSO}_4$  بمعلقة من Cu ؟
8. هل تستطيع أيونات  $\text{Cd}^{+2}$  أكسدة Ag ؟
9. حدد القطب الذي تتجه نحوه الإلكترونات في الخلية الغلفانية التي قطباها ( Zn و Ag ) .
10. اكتب معادلة المصعد في التحليل الكهربائي لمصهور AgCl .

الإجابة النموذجية :

1. Zn 2. Cd 3. Ni 4. الفلزين هما ( Zn و Ag ) ( علامتان لكل فرع )

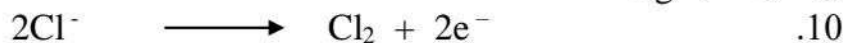
5.  $E^0_{\text{خلية}} = E^0_{\text{اختزال مهبط}} - E^0_{\text{اختزال مصعد}}$   
 $= -0.40 - (0.76 -) = 0.36$  فولت

6. قطب Cu

7. نعم

8. لا

9. نحو قطب Ag



10.

## (أسئلة إضافية)

## السؤال الأول:

خلية غلفانية يحدث فيها التفاعل الآتي :  $\text{Ni}_{(s)} + \text{Cu}^{2+}_{(aq)} \longrightarrow \text{Ni}^{2+}_{(aq)} + \text{Cu}_{(s)}$

فإذا علمت أن جهد هذه الخلية ( $E^\circ$ ) يساوي ( 0.60 فولت) أجب عما يلي :

1. حدد القطب الذي يمثل المهبط، والقطب الذي يمثل المصعد، وما شحنة كل منها.
2. حدد اتجاه سريان الإلكترونات في الدارة الخارجية لهذه الخلية.
3. إذا علمت أن جهد اختزال النحاس ( $E^\circ = +0.34$  فولت). احسب جهد اختزال النيكل.

## الإجابة النموذجية :

1. قطب Cu هو المهبط ، وشحنته موجبة ، قطب Ni هو المصعد ، وشحنته سالبة .
2. تنتقل الإلكترونات من قطب Ni إلى قطب Cu .
3.  $E^\circ_{\text{خلية}} = E^\circ_{\text{اختزال مهبط}} - E^\circ_{\text{اختزال مصعد}}$   
 $\text{Ni } E^\circ - 0.34 = 0.60$   
 $\text{Ni } E^\circ = 0.26 - \text{ فولت}$

## السؤال الثاني :

ادرس الجدول الآتي ، ثم أجب عن الأسئلة التي تليه :

| المادة           | $\text{I}_2$ | $\text{Cu}^{2+}$ | $\text{Al}^{3+}$ | $\text{Zn}^{2+}$ | $\text{Ni}^{2+}$ | $\text{Ag}^+$ | $\text{H}_2\text{O}$ | $\text{Fe}^{2+}$ |
|------------------|--------------|------------------|------------------|------------------|------------------|---------------|----------------------|------------------|
| $E^\circ$ (فولت) | +0.54        | +0.34            | -1.66            | -0.76            | -0.25            | +0.80         | -0.83                | -0.44            |

1. حدد العامل المؤكسد الأقوى .
2. أيهما يستطيع تحرير الهيدروجين من محلول HCl المخفف ( Ni أم Cu ) ؟
3. هل يمكن حفظ محلول  $\text{CuSO}_4$  في وعاء من الخارصين ؟
4. حدد الفلزين اللذين يكونان خلية غلفانية لها أكبر فرق جهد .
5. هل تستطيع أيونات الألمنيوم أكسدة النيكل ؟
6. اكتب التفاعل الكلي للخلية الغلفانية المكونة من Ni و Zn .
7. ما قيمة جهد الخلية المعياري للخلية المكونة من Cu و Ag ؟
8. أي القطبين تزداد كتلته في الخلية الغلفانية المكونة من Cu و Al ؟
9. اكتب التفاعل الكلي في خلية التحليل الكهربائي لمحلول AgI .
10. اكتب تفاعل المصعد في عملية طلاء شوكة حديدية بالنيكل .

## الإجابة النموذجية :

1.  $\text{Ag}^+$  تستطيع
2. Ni
3. لا يمكن
4. الفلزين هما ( Ag و Al )
5. لا
6.  $\text{Ni}^{2+} + \text{Zn} \longrightarrow \text{Ni} + \text{Zn}^{2+}$
7.  $E^\circ_{\text{خلية}} = E^\circ_{\text{اختزال مهبط}} - E^\circ_{\text{اختزال مصعد}}$   
 $= 0.34 - 0.80 = -0.46$  فولت
8. قطب Cu
9.  $2\text{Ag}^+ + 2\text{I}^- \longrightarrow 2\text{Ag} + \text{I}_2$
10.  $\text{Ni} \longrightarrow \text{Ni}^{2+} + 2\text{e}^-$

## السؤال الثالث :

اعتمادا على الجدول المجاور الذي يبين جهود الاختزال المعيارية لعدد من أنصاف التفاعلات اجب عما يلي:

| نصف التفاعل / الاختزال                         | $E^\circ$ (فولت) |
|------------------------------------------------|------------------|
| $X^{3+}_{(aq)} + 3e^- \longrightarrow X_{(s)}$ | 1.66 -           |
| $Y_{2(l)} + 2e^- \longrightarrow 2Y^-_{(aq)}$  | 1.06+            |
| $Z^{2+}_{(aq)} + 2e^- \longrightarrow Z_{(s)}$ | ?                |
| $M^+_{(aq)} + e^- \longrightarrow M_{(s)}$     | 0.80+            |

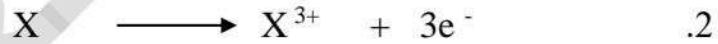
- أ. رتب (  $M, X, Y^-$  ) تنازليا حسب قوتها كعوامل مختزلة  
 ب. تم بناء خلية غلفانية مكونة من القطبين (  $X, Z$  ) ، فكانت قيمة  $E$  للخلية  $= +1.26$  فولت إذا علمت أن  
 العنصر  $Z$  أقوى كعامل مؤكسد من العنصر  $X$  ، فأجب عما يلي :

- احسب جهد الاختزال المعياري للعنصر  $Z$  ؟
- اكتب معادلة نصف التفاعل الذي يحدث عند المصعد
- أي القطبين يمثل المهبط وما إشارته ؟
- وضح اتجاه حركة الأيونات السالبة عبر القنطرة الملحية.

## الإجابة النموذجية :

أ.  $Y^- , M, X$  ← تقل قوة العامل المختزل

- ب. 1.  $E^\circ_{\text{خلية}} = E^\circ_{\text{اختزال مهبط}} - E^\circ_{\text{اختزال مصعد}}$   
 $1.26 + = E^\circ_Z - (-1.66)$   
 $E^\circ_Z = -0.40$  فولت



3. العنصر  $Z$  هو المهبط ، وإشارته موجبة .  
 4. إلى نصف وعاء خلية العنصر  $X$  ، لمعادلة الزيادة في تركيز أيونات  $X^{3+}$  .

سوال : من التفاعلات التالية

## السؤال الرابع :

يبين الجدول المجاور القيم المطلقة لجهود الاختزال المعيارية للعناصر (  $M, A, C, B$  ) إذا علمت أن ترتيب  
 العناصر

حسب قوتها كعوامل مختزلة هو :  $B, M, A, C$  ← تزداد قوة العامل المختزل ، وأن إشارة  $E^\circ$  لنصف تفاعل  
 اختزال العنصر  $M$  سالبة ، فأجب عما يلي :

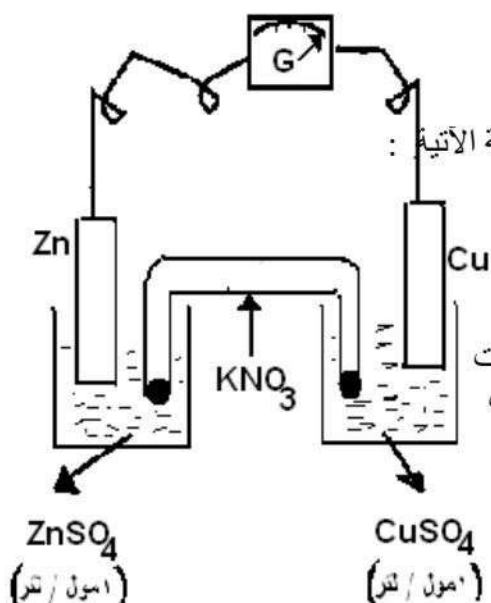
| نصف التفاعل / الاختزال                           | $E^{\circ}$ (فولت) |
|--------------------------------------------------|--------------------|
| $A^{+}_{(aq)} + e^{-} \longrightarrow A_{(s)}$   | 0.80               |
| $B^{3+}_{(aq)} + 3e^{-} \longrightarrow B_{(s)}$ | 1.80               |
| $C^{3+}_{(aq)} + 3e^{-} \longrightarrow C_{(s)}$ | 1.47               |
| $M^{2+}_{(aq)} + 2e^{-} \longrightarrow M_{(s)}$ | 0.28               |

1. اكتب إشارة  $E^{\circ}$  لكل نصف من أنصاف تفاعلات الاختزال للعناصر (C, B, A).
2. حدد العنصرين اللذين يكونان خلية غلفانية لها أعلى قيمة فولتية ، ثم احسب قيمة  $E^{\circ}$  لهذه الخلية .
3. حدد العناصر الذي تذوب في محلول حمض HCl ( تحرير الهيدروجين من مركباته ) .

## الإجابة النموذجية :

1.  $E^{\circ}_A = +0.80$  ،  $E^{\circ}_B = -1.80$  ،  $E^{\circ}_C = +1.47$
2. B و C
3.  $E^{\circ}_{\text{خلية}} = E^{\circ}_{\text{اختزال مهبط}} - E^{\circ}_{\text{اختزال مصعد}} = -1.47 - (-1.80) = 0.33$  فولت

## السؤال الخامس :



اعتماداً على الشكل المجاور والذي يمثل خلية غلفانية ، أجب عن الأسئلة الآتية :

- أ. ما وظيفة القنطرة الملحية ؟
- ب. ماذا يحدث لكتلة قطب النحاس ؟
- ج. اكتب معادلة نصف التفاعل الحاصل على القطب ( Zn )
- د. احسب (  $E^{\circ}$  ) للخلية الغلفانية ، إذا علمت أن :  
 $Cu^{2+}_{(aq)} + 2e^{-} \longrightarrow Cu$   $E^{\circ} = +0.34$  فولت  
 $Zn^{2+}_{(aq)} + 2e^{-} \longrightarrow Zn_{(s)}$   $E^{\circ} = -0.76$  فولت
- هـ. حدد اتجاه حركة الإلكترونات في الدارة الخارجية .
- و. حدد المصعد والمهبط ، وما إشارة كل منهما ؟
- ز. حدد اتجاه حركة الايونات الموجبة في القنطرة الملحية .

## الإجابة النموذجية :

1. إكمال الدارة الكهربائية عن طريق انتقال الأيونات في المحاليل دون اختلاطها .
2. موازنة الشحنات الكهربائية في المحاليل .
- ب. تزداد .



د.  $E^{\circ}_{\text{خلية}} = E^{\circ}_{\text{اختزال مهبط}} - E^{\circ}_{\text{اختزال مصعد}}$

$$= 0.34 - (-0.76) = 1.10 \text{ فولت}$$

- هـ. تنتقل الإلكترونات من قطب Zn إلى قطب Cu .
- و. قطب Zn هو المصعد ، وشحنته سالبة ، قطب Cu هو المهبط ، وشحنته موجبة .
- ز. إلى نصف وعاء خلية العنصر Cu ، لمعادلة الزيادة في تركيز أيونات  $SO_4^{2-}$  .

## السؤال السادس :

| نصف تفاعل الإختزال                                       | E° (فولت) |
|----------------------------------------------------------|-----------|
| $\text{Ag}^+ + \bar{e} \rightleftharpoons \text{Ag}$     | 0.80      |
| $\text{Br}_2 + 2\bar{e} \rightleftharpoons 2\text{Br}^-$ | 1.06      |
| $\text{Al}^{3+} + 3\bar{e} \rightleftharpoons \text{Al}$ | 1.66 -    |
| $\text{Zn}^{2+} + 2\bar{e} \rightleftharpoons \text{Zn}$ | 0.76 -    |
| $\text{Cu}^{2+} + 2\bar{e} \rightleftharpoons \text{Cu}$ | 0.34      |

أ. يمثل الجدول الآتي جهود الإختزال المعيارية لعدد من أنصاف التفاعلات ، ادرسه وأجب عن الأسئلة التي تليه :

1. حدد اضعف عامل مختزل .
2. حدد فلزان يكونان خلية غلفانية لها أعلى جهد ممكن
3. حدد العناصر التي تستطيع تحرير الهيدروجين من مركباته
- ب. بالاعتماد على نفس الجدول ، إذا تم تشكيل خلية غلفانية قطباها من ( Cu ، Al ) في الظروف المعيارية :

1. حدد المهبط وإشارته .
2. حدد اتجاه سريان الإلكترونات في الدارة الخارجية للخلية .
3. حدد العامل المؤكسد
4. اكتب التفاعل الكلي للخلية .
5. احسب جهد الخلية المعياري
6. ماذا يحدث لكتلة قطب الألمنيوم مع مرور الزمن ؟
7. إذا كانت الفنترة الملحية تحتوي محلول  $\text{KNO}_3$  فإلى أي من الوعائين تتجه ايونات  $\text{NO}_3^-$  ؟

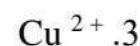
8. هل يمكن حفظ البروم في وعاء من الخارصين Zn ؟ وضح إجابتك بالمعادلات .

ج. وضح مدى إمكانية حدوث التفاعل الآتي في الظروف المعيارية :



## الإجابة النموذجية :

- أ. 1.  $\text{Br}^-$  . 2. Ag و Al . 3. Zn و Al .  
ب. 1. المهبط هو قطب Cu ، وشحنته موجبة . 2. تنتقل الإلكترونات من قطب Al إلى قطب Cu .



$$E^\circ_{\text{خلية}} = E^\circ_{\text{اختزال مهبط}} - E^\circ_{\text{اختزال مصعد}}$$

$$2 \text{ فولت} = (1.66 -) - 0.34 =$$

6. تقل كتلة قطب الألمنيوم . 7. إلى نصف وعاء خلية الألمنيوم ( Al ) .

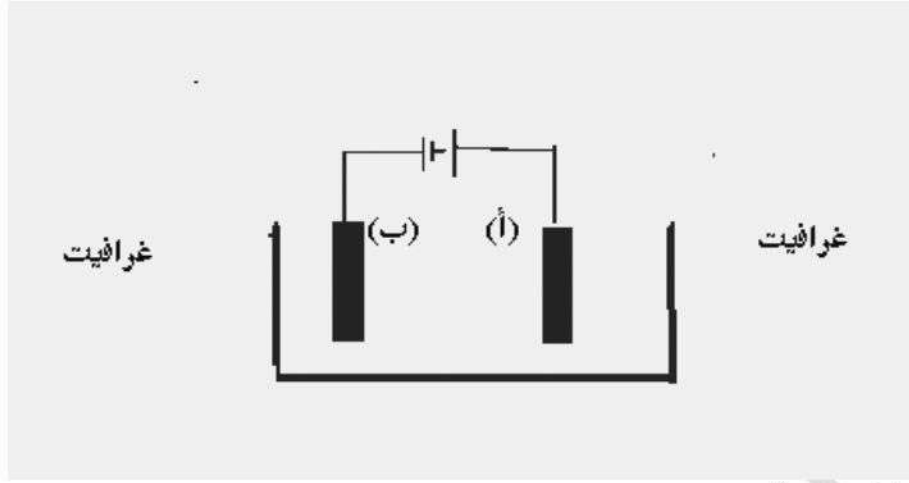
$$E^\circ_{\text{خلية}} = E^\circ_{\text{اختزال مهبط}} - E^\circ_{\text{اختزال مصعد}}$$

$$1.06 - (0.76 -) = 1.82 + \text{ فولت} \quad (\text{لا يمكن الحفظ لأن قيمة } E^\circ_{\text{خلية}} \text{ موجبة})$$

$$E^\circ_{\text{خلية}} = E^\circ_{\text{اختزال مهبط}} - E^\circ_{\text{اختزال مصعد}}$$

$$0.34 - 1.06 = 1.40 + \text{ فولت} \quad (\text{يحدث تفاعل تلقائي لأن قيمة } E^\circ_{\text{خلية}} \text{ موجبة})$$



**السؤال السابع :**

اعتمادا على الشكل المجاور الذي يبين خلية تحليل كهربائي لمصهور كلوريد المغنيسيوم  $MgCl_2$  ، أجب عما يلي :

1. أي القطبين ( أ أم ب ) يمثل المصعد ؟ وما إشارته ؟
2. اكتب معادلة التفاعل الذي يحدث عند المهبط.

**الإجابة النموذجية :**

1. قطب ( أ ) هو المصعد ، وإشارته موجبة .
2.  $Mg^{2+} + 2e^{-} \longrightarrow Mg$

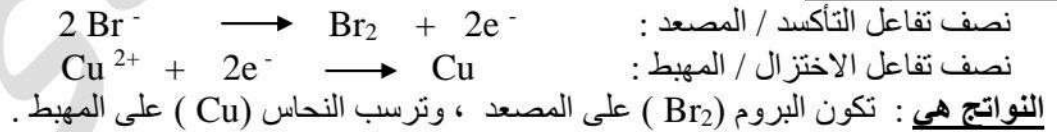
**السؤال الثامن :**

اكتب معادلة التفاعل الكلي عند التحليل كهربائي لمصهور كلوريد الصوديوم (  $NaCl$  ) .

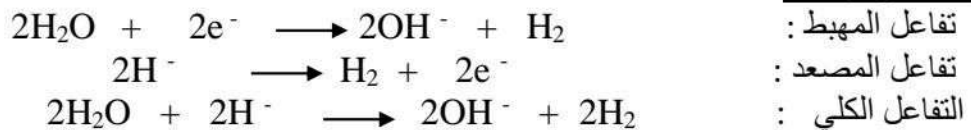
**الإجابة النموذجية :****السؤال التاسع :**

ما نواتج التحليل الكهربائي على كل من المصعد والمهبط عند التحليل كهربائي لمحلول بروميد النحاس II (  $CuBr_2$  ) ؟

اكتب معادلة التفاعل على كل قطب .

**الإجابة النموذجية :****السؤال العاشر :**

عند التحليل الكهربائي لمحلول هيدريد البوتاسيوم  $KH$  ، اكتب التفاعل الذي يحدث عند كل من المهبط والمصعد ، ثم اكتب التفاعل الكلي .

**الإجابة النموذجية :****السؤال الحادي عشر :**

عند إجراء عملية طلاء كهربائي لمعلقة من الحديد بمادة النيكل :

1. حدد مادة المصعد .
  2. حدد مادة المهبط .
  3. اكتب صيغة المحلول السابق.
  4. اكتب معادلة التفاعل الذي يحدث عند القطب الموجب.
- الإجابة النموذجية :**
1. النيكل (Ni)
  2. ملعقة الحديد (Fe)
  3.  $Ni^{2+}$  أو  $Ni(NO_3)_2$
  4.  $Ni \longrightarrow Ni^{2+} + 2e^-$

**السؤال الثاني عشر :**

يستخلص الألمنيوم ( Al ) بالتحليل الكهربائي لمصهور  $Al_2O_3$  ، أجب عما يلي :

- (1) حدد مادة المهبط
- (2) ما سبب إضافة مادة الكريوليت للمصهور ؟
- (3) اكتب معادلة التفاعل الكلي التي توضح استخلاصه .

**الإجابة النموذجية :**

1. خلية من الحديد مبطنة بطبقة من الغرافيت .
2. لخفض درجة الانصهار العالية لـ  $Al_2O_3$  وذلك لتقليل الكلفة الاقتصادية .
3.  $2Al_2O_3(l) + 3C(s) \longrightarrow 4Al(l) + 3CO_2(g)$

**( الأسئلة الوزارية المتعلقة بوحدة التأكسد والاختزال / الفصل الأول )****( اختيار من متعدد )**

**ملاحظة :** الإجابة الصحيحة هي الرمز الذي تحته خط . ( علامتان لكل )

**دائرة )****( 2008 / شتوي )**

عدد تأكسد الكلور في المركب  $HClO_4$  يساوي :

- أ. - 1      ب. + 1      ج. + 5      د. + 7

**( 2008 / صيفي )**

رقم تأكسد ( Sb ) في  $NaSbO_2$  هو :

- أ. - 3      ب. - 1      ج. + 1      د. + 3

**( 2009 / شتوي )**

عدد تأكسد الكبريت ( S ) يساوي ( 2+ ) في :

- أ.  $HSO_3^-$       ب.  $S_2O_3^{2-}$       ج.  $HS^-$       د.  $Na_2S$

**( 2009 / صيفي )**

في التفاعل الآتي :  $Zn + 2AgNO_3 \longrightarrow 2Ag + Zn(NO_3)_2$  العامل المختزل هو :

- أ.  $AgNO_3$       ب.  $Zn(NO_3)_2$       ج. Ag      د. Zn

**( 2010 / شتوي )**

عدد تأكسد الهيدروجين في المركب  $(AlH_3)$  هو :

- أ. - 3      ب. + 3      ج. + 1      د. - 1

**( 2010 / صيفي )**

المركب الذي يكون فيه عدد تأكسد الهيدروجين يساوي (- 1) هو :

د. LiHج.  $\text{HNO}_3$ ب.  $\text{HCl}$ أ.  $\text{H}_2\text{O}$ 

(2011/ شتوي)

عدد تأكسد ذرة Cr في الأيون  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$  يساوي :ب. 6+

أ. 7+

ج. 4+

د. 3+

(2011/ صيفي)

أي التحويلات الآتية يمثل تأكسداً ؟

أ.  $\text{CO} \longrightarrow \text{CO}_2$ ج.  $\text{Fe}_2\text{O}_3 \longrightarrow \text{Fe}$ ب.  $\text{IO}_3^- \longrightarrow \text{I}^-$   
د.  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} \longrightarrow \text{Cr}^{+3}$ 

(2012/ شتوي)

(1) عدد تأكسد ذرة الهيدروجين في المركب  $\text{H}_2\text{O}_2$  هو :ب. 1+

أ. 1-

(2) في المعادلة

 $\text{Mg} + \text{CuCl}_2 \longrightarrow \text{MgCl}_2 + \text{Cu}$ ب.  $\text{MgCl}_2$ أ. Mgد. 2+  
فإن العامل المختزل هو  
د. Cuج. 2-  
ج.  $\text{CuCl}_2$ 

(2008/ شتوي)

(أ) وازن المعادلة الكيميائية الآتية بطريقة نصف التفاعل (أيون - إلكترون) ، موضحاً ذلك بخطوات محددة ، علماً

أن

التفاعل يتم في وسط حمضي :

(8 علامات)

 $\text{ClO}_3^- + \text{HNO}_2 \longrightarrow \text{Cl}^- + \text{NO}_3^-$ 

(4 علامات)

(ب) في المعادلة الآتية :

 $\text{Mn} + \text{Cr}^{2+} \longrightarrow \text{Mn}^{2+} + \text{Cr}$ 

2- اكتب رمز العامل المختزل .

1- أي المواد المتفاعلة تأكسدت ؟

3- اكتب معادلة نصف تفاعل الاختزال .

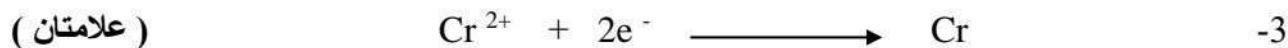
الإجابة النموذجية :

(أ) يتم موازنة المعادلة بطريقة نصف التفاعل في وسط الحمضي كما يلي :

(3 علامات)  $3 / \text{HNO}_2 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{NO}_3^- + 3\text{H}^+ + 2\text{e}^-$ (3 علامات)  $\text{ClO}_3^- + 6\text{H}^+ + 6\text{e}^- \longrightarrow \text{Cl}^- + 3\text{H}_2\text{O}$  $3 \text{HNO}_2 + 3\text{H}_2\text{O} \longrightarrow 3 \text{NO}_3^- + 9\text{H}^+ + 6\text{e}^-$ (مساواة  $\text{e}^-$  علامة) $\text{ClO}_3^- + 6\text{H}^+ + 6\text{e}^- \longrightarrow \text{Cl}^- + 3\text{H}_2\text{O}$  $\text{ClO}_3^- + 3\text{HNO}_2 \longrightarrow \text{Cl}^- + 3\text{NO}_3^- + 3\text{H}^+$ 

(علامة) Mn -2

(علامة) Mn -1 (ب)



(2008/ صيفي)

( 4 علامات ) (أ) وضح التأكسد والاختزال الذاتي ، ثم حدد العامل المؤكسد و العامل المختزل في التفاعل الآتي :



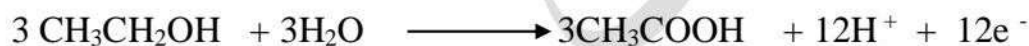
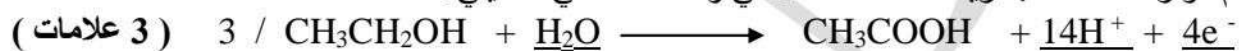
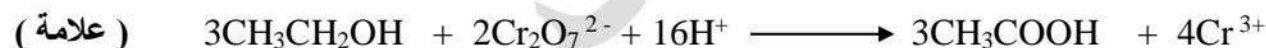
( 8 علامات ) (ب) وازن المعادلة الآتية بطريقة نصف التفاعل في وسط حمضي :

الإجابة النموذجية :

( علامتان ) (أ) تأكسد الكلور (Cl) من +1 إلى +5 / اختزال الكلور (Cl) من +1 إلى صفر

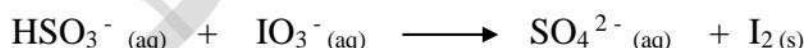
( علامتان ) العامل المؤكسد هو  $\text{ClO}^-$  / العامل المختزل  $\text{ClO}^-$ 

(ب) يتم موازنة المعادلة بطريقة نصف التفاعل في وسط الحمضي كما يلي :

( مساواة  $e^-$  علامة )

(2009/ شتوي)

( 12 علامة ) يتم التفاعل الآتي في وسط حمضي، انقله الى دفتر إجابتك ، ثم أجب عن الأسئلة التي تليه :

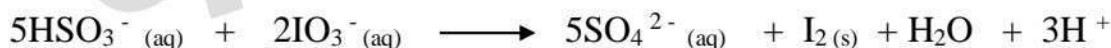


2- حدد العامل المختزل .

1- وازن معادلة التفاعل بطريقة نصف التفاعل .

3- ما عدد تأكسد الكبريت في الأيون  $\text{HSO}_3^-$  .الإجابة النموذجية :

1- المعادلة النهائية الموزونة بطريقة نصف التفاعل حسب خطوات الوسط الحمضي هي : ( 8 علامات )

2- العامل المختزل هو  $\text{HSO}_3^-$  ( علامتان )3- عدد تأكسد (S) في  $\text{HSO}_3^-$  = +4 ( علامتان )

(2009/ صيفي)

( 8 علامات ) (أ) وازن المعادلة الآتية بطريقة نصف التفاعل في وسط حمضي :



(ب) في معادلة التفاعل الآتي ( غير موزونة ) :

1. ماذا يسمى هذا النوع من التفاعلات ؟  
2. حدد عدد تأكسد البروم في الأيون  $\text{BrO}_3^-$   $\text{Br}_2 \longrightarrow \text{Br}^- + \text{BrO}_3^-$

**الإجابة النموذجية :**

( أ ) المعادلة النهائية الموزونة بطريقة نصف التفاعل حسب خطوات الوسط الحمضي هي : ( 8 علامات )



( ب ) 1- يسمى تفاعل تأكسد واختزال ذاتي .  
2- عدد تأكسد Br في الأيون  $\text{BrO}_3^-$  (  $3 \times -2 + \text{س} = 1-$  إذن  $\text{س} = +5$  ) . ( علامتان )

**( 2010 / شتوي )**

( أ ) التفاعل الآتي يتم في وسط حمضي :

( 10 علامات )



أجب عن الأسئلة الآتية :

1- وازن معادلة التفاعل بطريقة نصف التفاعل .  
( ب ) ما المقصود بالتأكسد والاختزال الذاتي .  
2- حدد العامل المؤكسد . ( علامتان )

**الإجابة النموذجية :**

( أ ) 1- المعادلة النهائية الموزونة بطريقة نصف التفاعل حسب خطوات الوسط الحمضي هي :  
( 8 علامات )



2- العامل المؤكسد هو  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$  . ( علامتان )

( ب ) التأكسد والاختزال الذاتي هو سلوك المادة كعامل مؤكسد وكعامل مختزل في نفس التفاعل . ( علامتان )

**( 2010 / صيفي )**

التفاعل الآتي يتم في وسط حمضي :

( 12 علامة )



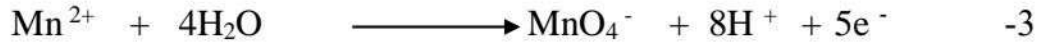
- 1- ما عدد تأكسد Bi في الأيون  $\text{BiO}_3^-$  .
- 2- اكتب المعادلة الموزونة لنصف تفاعل الاختزال .
- 3- اكتب المعادلة الموزونة لنصف تفاعل التأكسد .
- 4- اكتب صيغة العامل المؤكسد .
- 5- اكتب صيغة العامل المختزل .

**الإجابة النموذجية :**

( علامتان )

1- عدد تأكسد Bi  $= +5$





4- العامل المؤكسد هو  $\text{BiO}_3^-$  (علامتان)

5- العامل المختزل هو  $\text{Mn}^{2+}$  (علامتان)

(2011/ شتوي)

(10 علامات)

(أ) يتم التفاعل الآتي في وسط حمضي :



أجب عن الأسئلة الآتية :

1. اكتب المعادلة الموزونة لنصف تفاعل التأكسد.

2. اكتب المعادلة الموزونة لنصف تفاعل الاختزال .

3. ما العامل المختزل ؟

4. ما رقم تأكسد Mn في  $\text{MnO}_4^-$  .

(علامتان)

(ب) ما المقصود بالتأكسد والاختزال الذاتي ؟

الإجابة النموذجية :

(3 علامات)

(أ) 1. معادلة نصف تفاعل التأكسد الموزونة هي :



(3 علامات)

2. معادلة نصف تفاعل الاختزال الموزونة هي :



(علامتان)

3- العامل المختزل هو  $\text{CH}_3\text{CHO}$

(علامتان)

4 - رقم تأكسد Mn = +7

(علامتان)

(ب) التأكسد والاختزال الذاتي هو سلوك المادة كعامل مؤكسد وكعامل مختزل في نفس التفاعل

(2011/ صيفي)

(11 علامة)

يتم التفاعل الآتي في وسط حمضي :



أجب عن الأسئلة الآتية :

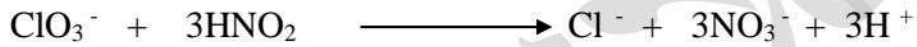
1. وازن المعادلة بطريقة نصف التفاعل .

2. ما رقم تأكسد ذرة ( N ) في  $\text{NO}_3^-$  ؟

3. ما صيغة العامل المؤكسد في التفاعل ؟

الإجابة النموذجية :

1- المعادلة النهائية الموزونة بطريقة نصف التفاعل حسب خطوات الوسط الحمضي هي : (7 علامات)



(علامتان)

2- رقم تأكسد ذرة ( N ) = 5 +

(علامتان)

3- العامل المؤكسد هو  $(\text{ClO}_3^-)$ 

(2012/ شتوي)

(علامتان)

(8 علامات)

(أ) ما المقصود بالتأكسد والاختزال الذاتي ؟

(ب) التفاعل الآتي يحدث في وسط حمضي :

2. ما عدد تأكسد النيتروجين في  $\text{NH}_4^+$  ؟

4- اكتب المعادلة الموزونة لنصف تفاعل

1. ما صيغة العامل المؤكسد في التفاعل ؟

3- اكتب المعادلة الموزونة لنصف تفاعل الاختزال.

التأكسد.

الإجابة النموذجية :

(علامتان)

(أ) التأكسد والاختزال الذاتي هو سلوك المادة كعامل مؤكسد وكعامل مختزل في نفس التفاعل

(علامتان)

(ب) 1. العامل المؤكسد هو  $(\text{NO}_3^-)$ 

(علامتان)

2. عدد تأكسد النيتروجين = -3

3. معادلة نصف تفاعل الاختزال الموزونة هي :

(علامتان)



4. معادلة نصف تفاعل التأكسد الموزونة هي :

(علامتان)



**سؤال :** يبين الجدول (1) عدد من الأقطاب الفلزية ومحاليلها المائية (1مول/لتر) المستخدمة في (4) خلايا غلفانية في الظروف المعيارية، كما يبين الجدول (2) جهود الإختزال المعيارية لعدد من أنصاف التفاعلات :

| الجدول (٢)   |                                     | الجدول (١) |           |           |
|--------------|-------------------------------------|------------|-----------|-----------|
| $E^0$ (فولت) | نصف تفاعل الإختزال                  | رقم الخلية | القطب (A) | القطب (B) |
| -0.76        | $Zn^{2+} + 2e^- \longrightarrow Zn$ | ١          | Mn        | Zn        |
| -1.18        | $Mn^{2+} + 2e^- \longrightarrow Mn$ | ٢          | Cu        | Ag        |
| +0.34        | $Cu^{2+} + 2e^- \longrightarrow Cu$ | ٣          | Zn        | Cu        |
| +0.80        | $Ag^+ + e^- \longrightarrow Ag$     | ٤          | Ni        | Mn        |
| -0.25        | $Ni^{2+} + 2e^- \longrightarrow Ni$ |            |           |           |

اعتماداً على الجدولين (1) و (2) أجب عن الأسئلة الآتية:

- (1) أي القطبين A أم B يمثل المصعد في الخلية رقم 1 ؟
- (2) حدد عنصرين يستطيعان تحرير الهيدروجين من محلول حمض  $HCl$  المخفف.
- (3) ماذا يحدث لكتلة القطب B في الخلية رقم 3 (تزداد ، تقل ، تبقى ثابتة)؟
- (4) أي الأيونات ( $Mn^{2+}$  ،  $Ni^{2+}$  ،  $Ag^+$ ) الأقوى كعامل مؤكسد؟
- (5) اختر من الجدول (2) الفلزين اللذين يكونا خلية غلفانية لها أعلى فرق جهد.

الاجابة النموذجية :

- (1) المصعد Mn (A) Zn ، Mn ، Ni (2) تزداد (3)
- (4)  $Ag^+$  (5) Mn و Ag

**سؤال** وزارة 2015 : التفاعل التالي يحدث في الوسط الحمضي :



1-وازن معادلة نصف التفاعل  $PbS \longrightarrow PbSO_4$

2-وازن معادلة نصف التفاعل  $H_2O_2 \longrightarrow H_2O$

3-اكتب المعادلة الكلية الموزونة ؟

4-ما عدد تأكسد ذرة الأكسجين في  $H_2O_2$  ؟

5-حدد العامل المختزل في التفاعل ؟

• يتضمن الجدول المجاور خلايا غلفانية في الظروف المعيارية، أقطابها فلزات لها رموز افتراضية (X,Y,Z,W)

| الخلية           | المعلومات                                                            | جهد الخلية المعيارية (E° فولت) |
|------------------|----------------------------------------------------------------------|--------------------------------|
| Y/Z              | يمكن حفظ أيونات Y <sup>2+</sup> في وعاء مصنوع من Z                   | ١,٠٤                           |
| X/H <sub>2</sub> | يتصاعد غاز H <sub>2</sub>                                            | ٠,٤٠                           |
| X/Z              | ترسبت ذرات Z عند وضع قطعة من الفلز X في محلول أيونات Z <sup>2+</sup> | ٠,٢٦                           |
| X/W              | W أضعف كعامل مختزل من X                                              | ٠,٧٤                           |

والتي تكون ثنائية الشحنة الموجبة في مركباتها، بالإضافة إلى قطب الهيدروجين المعيارية.

علماً أن جهد الاختزال المعيارية للهيدروجين يساوي صفراً، أجب عن الفقرات (٢٣ ، ٢٤ ، ٢٥)

٢٣- في الخلية الغلفانية قطبها ( Y/Z ) ، فإن العبارة الصحيحة:

(أ) القطب Y يمثل القطب الموجب

(ب) يمكن تحريك محلول أيونات Z بملقعة من Y

(ج) يستطيع العنصر Y اختزال أيونات Z من محاليله

(د) تتحرك الإلكترونات عبر الأسلاك من Z إلى Y

٢٤- الأيون الذي يستطيع أكسدة عنصر الهيدروجين H<sub>2</sub>:

(أ) Z<sup>2+</sup>

(ب) X<sup>2+</sup>

(ج) Y<sup>2+</sup>

(د) W<sup>2+</sup>

٢٥- المعادلة التي تمثل التفاعل غير التلقائي:

(أ) W<sup>2+</sup> + Z → Z<sup>2+</sup> + W

(ج) Y<sup>2+</sup> + X → Y + X<sup>2+</sup>

(ب) Y + W<sup>2+</sup> → W + Y<sup>2+</sup>

(د) Z + 2H<sup>+</sup> → Z<sup>2+</sup> + H<sub>2</sub>

• يُبين الجدول المجاور عدداً من التفاعلات التي تتم في عدد من الخلايا الغلفانية أقطابها فلزات لها رموز افتراضية مع قيم (E°) الخلية، ادرسه، ثم أجب عن الفقرتين (١٩ ، ٢٠)

| التفاعلات الخلية                          | E° (فولت) |
|-------------------------------------------|-----------|
| A + X <sup>2+</sup> ⇌ X + A <sup>2+</sup> | ٠,٣٢      |
| A + Y <sup>2+</sup> ⇌ Y + A <sup>2+</sup> | ٠,٦٢      |
| Z <sup>2+</sup> + A ⇌ A <sup>2+</sup> + Z | ٠,٤٨      |

١٩- الترتيب الصحيح للرموز الافتراضية لعناصر فلزية وفقاً لقوتها كعوامل مختزلة:

(أ) A < X < Z < Y

(ب) Y < Z < X < A

(ج) Z < Y < X < A

(د) A < Z < X < Y

٢٠- إذا علمت أن الفلز الذي له الرمز الافتراضي M يستطيع اختزال أيونات الفلز Y ولا يستطيع اختزال أيونات الفلز Z فإن العبارة الصحيحة:

(أ) يمكن تحريك محلول الفلز Y بملقعة مصنوعة من M

(ب) يمكن حفظ محلول M في وعاء مصنوع من Z

(ج) في الخلية Y/M نقل كتلة القطب M

(د) Z عامل مختزل أضعف من M

• ادرس المعلومات الآتية، ثم أجب عن الفقرتين (٢١ ، ٢٢):

- (C ، D ، W) فلزات لها رموزاً افتراضية.

- (E° تكس = ٠,٢٣ فولت) C → C<sup>2+</sup> + 2e<sup>-</sup>

- (E° تكس = ٠,٢٤ فولت) D → D<sup>2+</sup> + 2e<sup>-</sup>

- قيمة جهد الاختزال المعيارية للهيدروجين تساوي صفراً.

- W هو القطب الموجب في الخلية الغلفانية قطبها ( W/H<sub>2</sub> ) ، قيمة جهد الخلية المعيارية (E°) = ١,٥ فولت.

٢١- الخلية الغلفانية التي لها أقل جهد معيارية (E°):

(أ) D/C

(ب) D/H<sub>2</sub>

(ج) C/H<sub>2</sub>

(د) C/W

٢٢- قيمة جهد الخلية المعيارية (E° فولت) للخلية الغلفانية قطبها W/D ، يساوي:

(أ) ١,٨٤

(ب) ١,١٦

(ج) ١,٢٤

(د) ١,٦١

## سؤال (5) :

يبين الجدول المجاور القيم المطلقة لجهود الاختزال المعيارية للعناصر : A , B , C وقد لوحظ عند وصل نصف الخلية (A) مع نصف الخلية (B) أن الإلكترونات تنتقل من B إلى A كما لوحظ عند وصل نصف الخلية A مع قطب الهيدروجين المعياري ، أن الإلكترونات تنتقل من الخلية (A) إلى قطب الهيدروجين. وأن أيونات (  $C^{2+}$  ) تؤكسد العنصر (B) ، أجب عما يلي :

| نصف تفاعل الاختزال                               | $E^{\circ}$ (فولت) |
|--------------------------------------------------|--------------------|
| $A^{2+}_{(aq)} + 2e^{-} \longrightarrow A_{(s)}$ | 0,14               |
| $B^{2+}_{(aq)} + 2e^{-} \longrightarrow B_{(s)}$ | 0,40               |
| $C^{2+}_{(aq)} + 2e^{-} \longrightarrow C_{(s)}$ | 0,85               |

- 1- اكتب إشارة ( $E^{\circ}$ ) لكل نصف من أنصاف تفاعلات الاختزال ؟
- 2- اكتب التفاعل الكلي الذي يحدث في الخلية الغلفانية المكونة من القطبيين A, C ، ثم احسب ( $E^{\circ}$ ) لهذه الخلية ؟
- 3- رتب العناصر ( A , B , C ) حسب قوتها كعوامل مختزلة ؟

## سؤال (6) :

إعتمادا على قيم جهود الاختزال المعيارية بالفولت لإنصاف التفاعلات الموضحة بالجدول أجب عما يلي :

| نصف تفاعل الاختزال                  | $E^{\circ}$ (فولت) |
|-------------------------------------|--------------------|
| $Zn^{2+} + 2e^{-} \rightarrow Zn$   | 0.76 -             |
| $Ag^{+} + e^{-} \rightarrow Ag$     | 0.8                |
| $Pb^{2+} + 2e^{-} \rightarrow Pb$   | 0.13 -             |
| $Cu^{2+} + 2e^{-} \rightarrow Cu$   | 0.34               |
| $Ni^{2+} + 2e^{-} \rightarrow Ni$   | 0.25 -             |
| $Cl_2 + 2e^{-} \rightarrow 2Cl^{-}$ | 1.36               |

- 1- حدد أقوى عامل مختزل
- 2- أضعف عامل مؤكسد
- 3- حدد الفلز الذي يختزل  $Pb^{2+}$  ولا يختزل  $Zn^{2+}$
- 4- حدد الفلزات التي يمكن أن تتأكسد بأيون  $Cu^{2+}$
- 5- حدد الفلزات التي لا تذوب في محلول HCl المخفف
- 6- هل يمكن حفظ محلول كبريتات الخارصين في وعاء من النيكل
- 7- حدد فلزين يكونان خلية غلفانية بأعلى فولتية
- 8- عند عمل خلية غلفانية من قطبي ( Zn, Pb ) :  
أ- حدد المصعد والمهبط ب- اكتب معادلة التفاعل الكلي  
ج- ماذا يحدث لكتلة Pb بعد فترة من الزمن  
د- ماذا يحدث لتركيز  $Zn^{2+}$  ؟
- هـ - ما اتجاه حركة الإلكترونات عبر الدارة الخارجية و- احسب جهد الخلية المعياري ؟
- 9- في التحليل الكهربائي لمصهور (  $CuCl_2$  ) اكتب التفاعل الحاصل على المهبط ؟
- 10- ما اسم الغاز المتصاعد عند قطب المصعد في التحليل الكهربائي لمحلول  $Zn(NO_3)_2$  باستخدام أقطاب بلاتين ؟

(( تم بحمد الله ))

" اللهم علمنا ما ينفعنا وزدنا يا مولانا علما "



السؤال الرابع : (٢٢ علامة)

(أ) تم دراسة الفلزات ذات الرموز الافتراضية (A , D , R , G , M) والتي تشكل أيونات ثنائية موجبة

في محاليلها المائية حيث تبين ما يلي: (١٨ علامة)

- عند وضع قطعة من الفلز A في محلول الحمض المخفف HCl يتصاعد غاز  $H_2$ .
- تتحرك الإلكترونات من القطب D إلى القطب A في الدارة الخارجية في الخلية الغلفانية المكونة من الفلزين (A , D).
- تتجه الأيونات السالبة في القنطرة الملحبة إلى وعاء العنصر M في الخلية الغلفانية المكونة من الفلزين (G , M).
- يمكن حفظ محلول أحد أملاح العنصر A في وعاء من العنصر M.
- نقل كتلة القطب R عند تكوين خلية غلفانية من القطبين (D , R).

بناءً على هذه المعلومات أجب عن الأسئلة الآتية:

- ١- حدد أقوى عامل مختزل.
- ٢- في الخلية الغلفانية المكونة من القطبين (D , G):  
- حدد المصعد وإشارته.  
- لكتب معادلة التفاعل الكلي.
- ٣- هل يمكن تحريك محلول أحد أملاح الفلز M بملعقة من الفلز R ؟
- ٤- حدد اتجاه حركة الإلكترونات في الدارة الخارجية للخلية الغلفانية المكونة من القطبين (A , G).
- ٥- إذا تم طلاء ملعقة من العنصر D بالعنصر M ، لكتب معادلة التفاعل الحادث على المهبط.
- ٦- أي القطبين نقل كتلته عند تكوين خلية غلفانية من الفلزين (D , M) ؟
- ٧- هل يحدث التفاعل الآتي تلقائياً ؟



٨- حدد فلزاً يستطيع اختزال أيونات  $G^{2+}$  ولا يستطيع اختزال أيونات  $A^{2+}$ .

(ب) في المعادلة الموزونة الآتية والتي تمثل تفاعلاً مترناً في خلية غلفانية.



إذا علمت أن جهد الاختزال المعياري للخلية  $E^\circ = 0,12$  فولت. لحسب ثابت الاتزان K. (٤ علامات)

(اعتبر قيمة ثابت نيرنست = 0,06)

رقم الصفحة  
في الكتاب

السؤال الرابع :- (٢٢ علامة)

١٢٦ علامتان

P - A - R

١١٨ علامتان

٢- المصدر D ، إشارة سالبة

١٩٨ علامتان



١٢٩ علامتان

٢- لا

١٩٨ علامتان

٤- من  $AT$  إلى  $G$  التخليق

١٤٠ علامتان



١١٨ علامتان

٦- D

١٤٨ علامتان

٧- نعم

١٢٦ علامتان

٨- M

١٢١ علامتان

$$F^0 = 0.092 \text{ لو } K \text{ ①}$$

$$0.7 \text{ لو } K$$

$$0.2 \text{ ① } K \text{ لو } = 0.2$$

$$K \text{ لو } = 4$$

$$K = 1 \text{ ①}$$

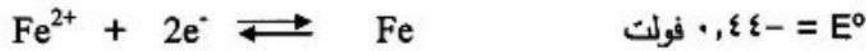
السؤال الرابع: (٢٢ علامة)

أ) يبين الجدول الآتي بيانات للخلايا الغلفانية لفلزات افتراضية (X ، Y ، Z) أيوناتها ثنائية موجبة. ادرس البيانات في الجدول ثم أجب عن الأسئلة التي تليه: (١٦ علامة)

| الخلية الغلفانية   | جهد الخلية (فولت) | المصدر |
|--------------------|-------------------|--------|
| Y - X              | ٠,٦               | X      |
| Z - Y              | ٢,١٢              | Y      |
| H <sub>2</sub> - Z | ٠,٢٥              | Z      |

- ١- حدّد العامل المختزل الأقوى.
- ٢- ما قيمة جهد الاختزال المعياري للفلز (Y) ؟
- ٣- حدّد العامل المؤكسد في الخلية الغلفانية (Z - Y).
- ٤- ما قيمة جهد الخلية المعياري للخلية الغلفانية (X - Z) ؟
- ٥- هل يمكن حفظ محلول أحد أملاح الفلز (Y) في وعاء من الفلز (X) ؟
- ٦- حدّد الفلزين اللذين يكوّنان خلية غلفانية لها أكبر فرق جهد.
- ٧- أي القطبين نقل كتلته في الخلية الغلفانية (Y - X) ؟
- ٨- حدّد اتجاه حركة الأيونات الموجبة في الخلية الغلفانية (Z - X).

ب) ادرس معادلتى نصفى التفاعل وجهود الاختزال المعيارية لكل منها ثم أجب عن الأسئلة التي تليها: (٦ علامات)



- ١- احسب جهد الخلية الغلفانية E عندما يكون  $[\text{Fe}^{2+}] = [\text{Ag}^+] = 0,1 \text{ مول/لتر}$  (اعتبر قيمة ثابت نيرنست = ٠,٠٦)

٢- اكتب معادلة التفاعل الذي يحدث عند المهبط عند طلاء قطعة من الحديد بطبقة من الفضة.

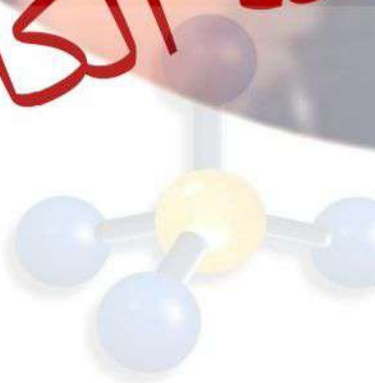


السؤال الرابع (٢٢ علامة)

| رقم الصفحة<br>في الكتاب | العلامة |                                                                                          |
|-------------------------|---------|------------------------------------------------------------------------------------------|
| ١٢٦-١٢٧                 | ٢       | X                                                                                        |
| ١٢١-١٢٢                 | ٢       | ١- (P) X                                                                                 |
| ١٢٧-١٢٦                 | ٢       | ٢- ٣٧, ٢ فون                                                                             |
| ١٢١-١٢٠                 | ٢       | ٣- Z أو $Z^{2+}$                                                                         |
| ١٢٩-١٢٠                 | ٢       | ٤- ٧٢, ٢ فون                                                                             |
| ١٢٧-١٢٠                 | ٢       | ٥- V                                                                                     |
| ١٢٩-١٢٠                 | ٢       | ٦- Z-X                                                                                   |
| ١٢٩-١٢١                 | ٢       | ٧- X                                                                                     |
| ١٢٢-١٢٠                 | ٢       | ٨- تتحرك الايونات الموجبة الى نصف خلية Z                                                 |
| ١٢٢-١٢٠                 | ٢       | ٩- (C) ١- $Q = \frac{[Fe^{2+}]}{[Ag^+]}$ او $1.0 = \frac{[Fe^{2+}]}{[Ag^+]}$             |
|                         |         | ٢- $E^\circ_{\text{الخلية}} = \frac{E^\circ_{\text{القطب}}}{n} = \frac{0.79}{2} = 0.395$ |
|                         | ٢       | ٣- $(1.84 + 0.395) = 2.235$ او $1.0 = \frac{[Fe^{2+}]}{[Ag^+]}$                          |
|                         | ١       | ٤- $1.84 - 1.3 = 0.54$ او $1.84 - 1.3 = 0.54$                                            |
| ١٢٩-١٢٠                 | ٢       | ٥- $Ag^+ + e^- \rightarrow Ag$                                                           |

البسيط في الكيمياء  
الأستاذ بلال مقبول  
0797106370

سرعة التفاعل  
والكيمياء العضوية  
تشامل أسئلة الوزارة  
انت قد العلامة الكاملة





☑ الوحدة الأولى : سرعة التفاعل الكيميائي

سرعة التفاعل الكيميائي : هي مقياس لتحول المواد المتفاعلة الى مواد ناتجة في وحدة الزمن .

التغير في تركيز إحدى المواد المتفاعلة أو الناتجة

أما معدل سرعة التفاعل =

التغير في الزمن

$$R = \frac{M \Delta}{t \Delta}$$

وقد تكون M: إما كتلة أو تركيز أو حجم أو عدد مولات اما R السرعة..

للمعدل سرعة التفاعل =  $\frac{\text{القيمة النهائية} - \text{القيمة الابتدائية}}{\text{الزمن النهائي} - \text{الزمن الابتدائي}}$

☐ ملاحظة : يشار الى المواد المتفاعلة بكلمات تدل على تناقص تركيزها مع الزمن : إستهلاك ، إختفاء ، تحلل

ويشار الى المواد الناتجة بكلمات تدل على تزايد تركيزها مع الزمن : إنتاج ، ظهور ، تكوين

للمثال :  $Mg(s) + H_2SO_{4(aq)} \longrightarrow MgSO_{4(aq)} + H_{2(g)}$   
يمكن قياس سرعة التفاعل بقياس التغير في إحدى الكميات التالية مع الزمن :

| العلاقة                              | وحدة السرعة                   | وحدة الزمن | الوحدة       | التغير في الكمية                 |
|--------------------------------------|-------------------------------|------------|--------------|----------------------------------|
| $\frac{\Delta -K}{\Delta n}$         | غ / ث<br>g/s<br>غ/د           | ث أو دقيقة | غ<br>g       | كتلة Mg المستهلكة                |
| $\frac{[H_2SO_4]\Delta -}{\Delta n}$ | مول/لتر.ث<br>M/s<br>مول/لتر.د | ث أو دقيقة | مول/لتر<br>M | تركيز الحمض المستهلك             |
| $\frac{\Delta -H}{\Delta n}$         | مل / ث<br>ml/s<br>مل /د       | ث أو دقيقة | مل<br>ml     | حجم غاز الهيدروجين الناتج        |
| $\frac{[MgSO_4]\Delta}{\Delta n}$    | مول/لتر.ث<br>M/s<br>مول/لتر.د | ث أو دقيقة | مول/لتر<br>M | تركيز كبريتات المغنيسيوم الناتجة |

■ ملاحظات على الجدول السابق :

1- يمكن حساب معدل سرعة التفاعل الكيميائي بشكل عام وفق العلاقة :  
معدل سرعة التفاعل الكيميائي =  $\frac{\text{التغير في تركيز إحدى المواد المتفاعلة أو الناتجة}}{\text{التغير في الزمن}}$

2- تعتمد وحدة قياس سرعة التفاعل على وحدة الكمية المقاسة ووحدة الزمن

3- الإشارة السالبة في العلاقتين الاولى والثانية تدل على تناقص تركيز Mg و H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> مع الزمن كموا متفاعلة .

مثال (1) : ما معدل استهلاك  $H_2SO_4$  في التفاعل السابق إذا تغير تركيزها من (0,8M) الى (0,2M) في زمن مقداره دقيقة بوحدة :

ب- M/s

أ- M/min

الحل : أ

$$\text{Rate} = - \frac{[H_2SO_4] \Delta}{t \Delta}$$

$$\text{rate} = \frac{(0,2 - 0,8)}{1} = \text{معدل سرعة الاستهلاك} = 0,6 \text{ M/min}$$

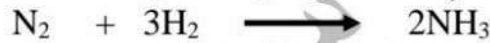
$$R = \frac{0,6}{60} = 0,01 \text{ M/s}$$

ب

❖ ملاحظة :

- يشير التغير  $\Delta$  ( التغير ) الى ( القيمة النهائية - القيمة الابتدائية )
- \*\*\*\*\* ويمكن كتابة وحدة السرعة بعدة اشكال منها M/s او  $M.s^{-1}$  او mol/L.s ويمكنك استنتاج الوحدة .
- يضرب التغير في كمية المواد المتفاعلة بإشارة سالبة للحصول على معدل سرعة موجب .

( العلاقات بين سرعات المواد " متفاعلات ونواتج " )



س: □ كم مولاً من  $N_2$  و  $H_2$  يستهلك لإنتاج 2mol من  $NH_3$  ؟

✓ يتطلب إنتاج 2 mol من  $NH_3$  استهلاك (1mol  $N_2$ ) و (3mol  $H_2$ )

س: □ ما العلاقة بين سرعة استهلاك وانتاج المواد المشتركة في التفاعل ؟

✓ سرعة استهلاك  $N_2 = \frac{1}{3}$  سرعة استهلاك  $H_2 = \frac{1}{2}$  سرعة انتاج  $NH_3$

س: □ عبر عن العلاقة السابقة بدلالة التغير في التراكيز مع الزمن ؟

$$\frac{[NH_3] \Delta}{t \Delta} \frac{1}{2} = \frac{[H_2] \Delta}{t \Delta} \frac{1}{3} = \frac{[N_2] \Delta}{t \Delta}$$

مثال (2) :

مادة مثل X تغير تركيزها من 0,2M وأصبح 0,1M في زمن مقداره 10 s، أجب عما يلي :

أ- هل المادة X متفاعلة أم ناتجة ؟

ب- احسب معدل السرعة للمادة X (مول/لتر.ث) ؟

الحل :

$$\text{rate} = \frac{[X] \Delta}{t \Delta} = - \frac{(0,1-0,2)}{10-0} = 0,01 \text{ M/s}$$

أ- مادة متفاعلة ب-

مثال (3) :

في التفاعل التالي :  $2H_2 + O_2 \longrightarrow 2H_2O$  إذا تغير تركيز غاز الهيدروجين من 0,5M الى 0,1M

في زمن (2 ثانية) احسب معدل سرعة استهلاك  $H_2$  ؟

$$\text{rate} = \frac{[H_2] \Delta}{t \Delta} = \text{معدل سرعة استهلاك } H_2 = - \frac{(0,1-0,5)}{2} = 0,2 \text{ M/s}$$

للـمثال (4) :

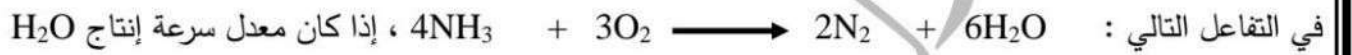


في التفاعل التالي :

إذا علمت أن تركيز الاكسجين في بداية التفاعل (M0,35) وبعد (40ثانية) أصبح التركيز (M0,15) احسب معدل سرعة الاكسجين ؟

$$\text{الحل : معدل سرعة استهلاك } \text{O}_2 = \frac{[\text{O}_2]\Delta}{t\Delta} = \frac{(0,35-0,15)}{40} = 0,005 \text{ M/s}$$

للـمثال (5) :



0,6 مول/لتر.ث ، احسب :

1- معدل سرعة استهلاك  $\text{NH}_3$  ؟  
2- معدل سرعة إنتاج  $\text{N}_2$  ؟

الحل :

$$1- \frac{1}{6} \text{ معدل سرعة إنتاج } \text{H}_2\text{O} = \frac{1}{4} \text{ معدل سرعة استهلاك } \text{NH}_3$$

$$\frac{1}{4} \text{ معدل سرعة استهلاك } \text{NH}_3 = 0,6 \times \frac{1}{6}$$

$$\hookrightarrow \text{معدل سرعة استهلاك } \text{NH}_3 = 0,4 \text{ M/s}$$

2- الحل

$$\frac{1}{6} \text{ معدل سرعة إنتاج } \text{H}_2\text{O} = \frac{1}{2} \text{ معدل سرعة إنتاج } \text{N}_2$$

$$\frac{1}{2} \text{ معدل سرعة إنتاج } \text{N}_2 = 0,6 \times \frac{1}{6}$$

$$\hookrightarrow \text{معدل سرعة إنتاج } \text{N}_2 = 0,2 \text{ M/s}$$

للـسؤال 2014 :



إذا علمت أن معدل سرعة استهلاك  $\text{H}_2$  0,3M/s، فما معدل سرعة إنتاج  $\text{NH}_3$  ؟

للـسؤال 2017 ش : في معادلة التفاعل :  $\text{N}_2 + 3\text{H}_2 \longrightarrow 2\text{NH}_3$  إذا علمت أن معدل سرعة استهلاك

H<sub>2</sub> تساوي 0,006 M/s ، احسب معدل سرعة إنتاج NH<sub>3</sub> ؟

للمثال (6) :

من خلال دراستك للتفاعل الافتراضي التالي :



إذا علمت انه خلال (٤٠ ث) تغير تركيز المادة B من (0,8M) وأصبح (0,4M) ، أجب عما يلي :

- 1- احسب معدل سرعة اختفاء المادة B في تلك الفترة الزمنية ؟
- 2- احسب معدل إنتاج المادة C في نفس الفترة الزمنية ؟
- 3- أكتب العلاقة بين معدل سرعة تكون المادة D ومعدل سرعة اختفاء A بدلالة التغير في التركيز لكل منهما ؟

الحل:

$$\text{rate B} = \frac{[B]\Delta-}{t\Delta} = \frac{-(0,4-0,8)}{40} = 0,01\text{M/s}$$

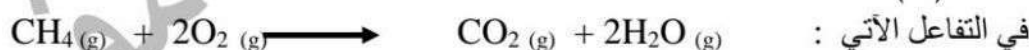
$$(2) \quad \frac{1}{2} \text{ معدل سرعة اختفاء B} = \frac{1}{4} \text{ معدل سرعة إنتاج C}$$

$$\frac{1}{4} \text{ معدل سرعة إنتاج C} = 0,01 \times \frac{1}{2}$$

↪ معدل سرعة إنتاج C = 0,02 مول/لتر.ث

$$(3) \quad \frac{[D]\Delta}{t\Delta} \frac{1}{5} = \frac{[A]\Delta}{t\Delta} \frac{1}{3}$$

للمثال (7) :



في التفاعل الآتي : إذا كان معدل سرعة استهلاك O<sub>2</sub> يساوي 0,28 M/s ، احسب معدل سرعة إنتاج CO<sub>2</sub> ؟

الحل :

$$\text{معدل سرعة إنتاج CO}_2 = \frac{1}{2} \text{ معدل استهلاك O}_2 = 0,28 \times \frac{1}{2} = 0,14\text{M/s}$$

للمثال (8) :



في التفاعل : إذا كان معدل سرعة تكون NO<sub>2</sub> (0,04M/s) ، احسب معدل إختفاء N<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ؟

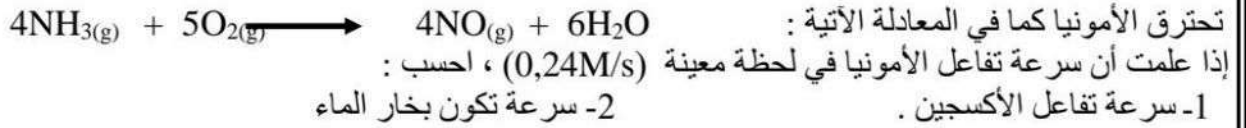
(1- احسب معدل إختفاء N<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ؟

(2- ما العلاقة بين سرعة تكون O<sub>2</sub> وسرعة إختفاء N<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ؟

(3- أكتب العلاقة التي تعبر عن معدل سرعة استهلاك N<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ومعدل سرعة إنتاج NO<sub>2</sub> بدلالة التغير في تراكيز كل منها مع الزمن ؟

الحل:

للمثال (9) :



الحل :

للمثال (10) :



| الزمن (دقيقة) | $[\text{N}_2\text{O}_5]$ |
|---------------|--------------------------|
| 0             | $2,13 \times 10^{-2}$    |
| 6             | $1,43 \times 10^{-2}$    |
| 14            | $6,3 \times 10^{-3}$     |

الحل :

$$\text{س } \text{N}_2\text{O}_5 = \frac{[\text{N}_2\text{O}_5]_{\Delta} - [\text{N}_2\text{O}_5]_{\text{بداية}}}{t_{\Delta}} = \frac{(3 \times 10^{-3} - 1,43 \times 10^{-2})}{14 - 6} = \frac{-1,13 \times 10^{-2}}{8} = -1,41 \times 10^{-3} \text{ M/s}$$

للمثال (12) :



1- معدل سرعة استهلاك  $\text{A}_2\text{B}_3$  ؟

2- معدل سرعة إنتاج B ؟

الحل :

(1) معدل سرعة استهلاك  $\text{A}_2\text{B}_3 = \frac{[\text{A}_2\text{B}_3]_{\Delta} - [\text{A}_2\text{B}_3]_{\text{بداية}}}{t_{\Delta}} = \frac{(0,3 - 0,45)}{3} = -0,05 \text{ M/s}$

(2) معدل سرعة إنتاج B =  $3 \times \text{معدل سرعة استهلاك } \text{A}_2\text{B}_3 = 3 \times 0,05 = 0,15 \text{ M/s}$

(1) معدل سرعة استهلاك  $\text{A}_2\text{B}_3 = \frac{[\text{A}_2\text{B}_3]_{\Delta} - [\text{A}_2\text{B}_3]_{\text{بداية}}}{t_{\Delta}} = \frac{(0,3 - 0,45)}{3} = -0,05 \text{ M/s}$



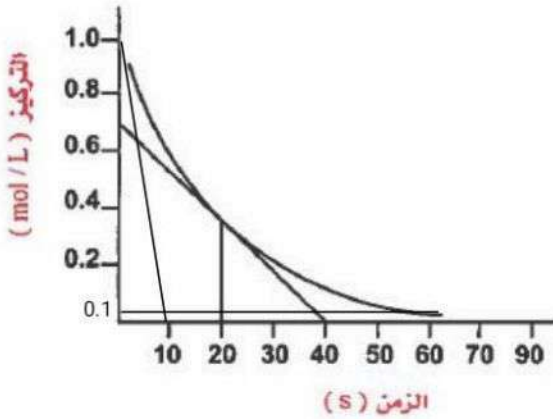
\*\*\*السرعة اللحظية والمتوسطة والابتدائية :

السرعة اللحظية وهي سرعة التفاعل عند زمن محدد وليس فترة ويحسب من ميل المماس للتركيز على الزمن وكذلك السرعة الابتدائية هي سرعة التفاعل عند الزمن صفر وهي سرعة لحظية تحسب من ميل المماس

$$G = \frac{[M] \Delta}{t \Delta}$$

حيث M هي التغير في تركيز المماس واما t فهي التغير في زمن المماس

\*\*\*\* واما السرعة المتوسطة s فانها تكون بطرح التركيز النهائي من الابتدائي على الزمن النهائي ونطرح منه الزمن الاولي



س ( من الشكل المجاور للتفاعل  $A + B \rightarrow AB$  )  
1- احسب سرعة التفاعل G عند 20 ثانية  
2- احسب سرعة التفاعل G الابتدائية  
3- احسب سرعة التفاعل المتوسطة S

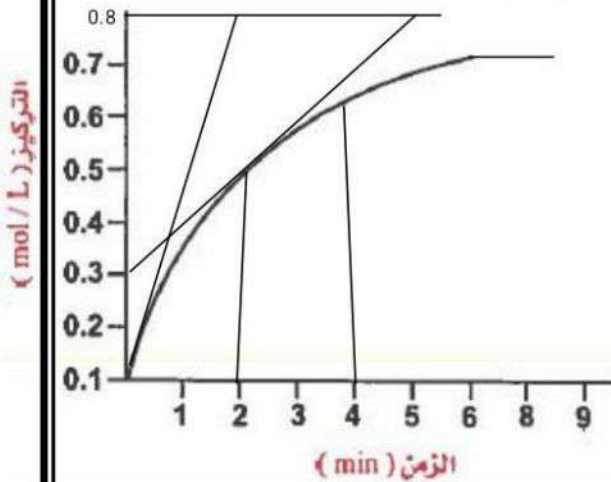
$$1) G = \frac{0.7-0}{40-0} = 0.0175 \text{ M/s}$$

$$2) G = \frac{1-0}{10-0} = 0.1 \text{ M/s}$$

$$3) S = \frac{-(M_f - M_i)}{T_f - T_i} = \frac{-(0.1 - 1)}{60 - 0} = 0.015 \text{ M/s}$$

$$\text{Rate} = -\frac{0 - 0.7}{40 - 0} = -\frac{-0.7}{40} = 0.0175 \text{ molar s}^{-1}$$

س ( من الشكل المجاور للتفاعل  $A_2 + B_2 \rightarrow 2 AB$  )  
1- احسب سرعة التفاعل G عند 2 ثانية  
2- احسب سرعة التفاعل G الابتدائية  
3- احسب سرعة التفاعل المتوسطة S  
4- احسب سرعة استهلاك  $A_2$  في الفترة من 2 الى 4 ثواني  
الحل :



$$1) G = \frac{0.8-0.3}{5-0} = 0.1 \text{ M/min}$$

$$2) G = \frac{0.8-0}{2-0} = 0.4 \text{ M/min}$$

$$3) S = \frac{-(M_f - M_i)}{T_f - T_i} = \frac{-(0.7 - 0.1)}{6 - 0} = 0.1 \text{ M/min}$$

4) اولاً نحسب سرعة انتاج AB من الشكل ثم نعمل علامة من المعادلة مع المادة  $A_2$

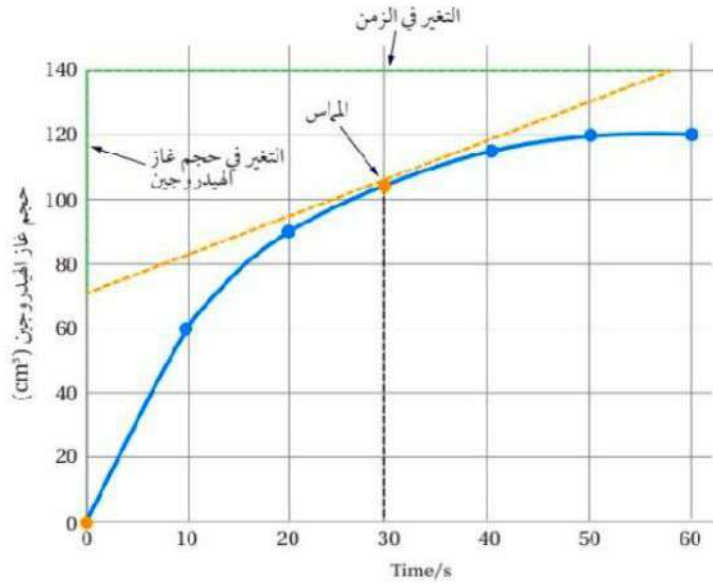
$$\text{rate}_{AB} = \frac{[AB] \Delta}{t \Delta} = \frac{(0.5 - 0.1)}{4 - 2} = 0.05 \text{ M/s}$$

معدل سرعة اختفاء  $A_2 = \frac{1}{2}$  معدل سرعة إنتاج AB

معدل سرعة استهلاك  $A_2 = 2,5 \times 10^{-2} \text{ M/s}$

الشكل (5): مماس حساب  
السرعة اللحظية.

أفكر: لماذا تكون سرعة التفاعل  
عند الزمن 30s أقل من سرعته  
الابتدائية؟

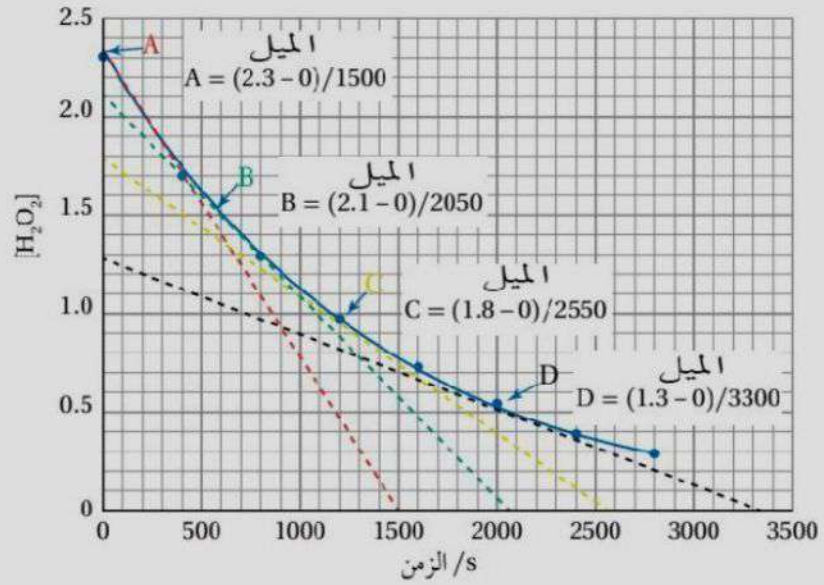


### سرعة التفاعل اللحظية Instantaneous Rate

أما سرعة التفاعل عند أي لحظة زمنية معينة؛ فتسمى **السرعة اللحظية** **Instantaneous Rate**، وتحسب عن طريق رسم منحنى يمثل التغير في كمية مادة متفاعلة أو ناتجة مقابل الزمن، ثم أرسم مماساً للمنحنى عند النقطة المقابلة للزمن عند تلك اللحظة، وأحسب الميل عندها، حيث يمثل السرعة اللحظية. فمثلاً؛ لقياس سرعة التفاعل عند زمن 30 s، أرسم مماساً للمنحنى عند النقطة المقابلة للزمن 30 s كما هو موضح في الشكل (5)، ثم أحسب ميل المماس كما يأتي:

$$G = \frac{\Delta Y}{\Delta X} = \frac{140 - 70}{58} = 1.207 \text{ cm}^3 / \text{s}$$

الشكل (9): ميل المماس عند تراكيز محددة من فوق أكسيد الهيدروجين.



الجدول (2): قيم سرعة التفاعل عند تراكيز محددة من  $H_2O_2$ .

| $(R) \times 10^{-3} M.s^{-1}$ | $[H_2O_2] M$ |
|-------------------------------|--------------|
| 0.394                         | 0.5          |
| 0.706                         | 1.0          |
| 1.024                         | 1.5          |
| 1.533                         | 2.3          |

ويمكن التحقق من التفاعل أنه رتبة أولى بتتبع تغير تركيز  $H_2O_2$  بمرور الزمن. حيث يبين الشكل (9) ميل المماس عند تراكيز محددة من  $H_2O_2$  في زمن محدد ودرجة حرارة ثابتة. ويعد شكل المنحنى هذا مؤشراً عاماً لتفاعلات الرتبة الأولى كافة.

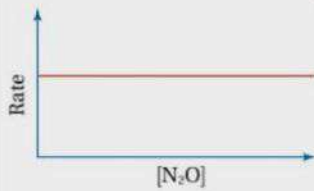
يتضح من الشكل أن الخطوط المنقطعة A.B.C.D تمثل المماس عند تراكيز محددة، وبحساب ميل المماس يمكن حساب سرعة هذا التفاعل عند تلك التراكيز من العلاقة الآتية:

$$R = - \frac{\Delta[H_2O_2]}{\Delta t}$$

ويبين الجدول (2) الآتي قيم سرعة التفاعل المحسوبة عند تراكيز محددة من  $H_2O_2$ .



الشكل (8/a): تركيز المادة المتفاعلة مقابل الزمن.



الشكل (8/b): سرعة التفاعل مقابل التركيز.

س) من الشكل السابق ما الرمز الذي يمثل السرعة الابتدائية، سرعة التفاعل عند الزمن 600 ثانية

س) من الشكل السابق ماذا يمثل الرمز C، والرمز D

ملاحظة، الشكل 8أ يمثل علاقة التركيز بالزمن للرتبة الصفرية اما الشكل 8ب يمثل علاقة السرعة بالزمن للرتبة الصفرية

### تغير سرعة التفاعل مع الزمن

يمكن معرفة سرعة التفاعل بعد مرور زمن معين من بداية التفاعل أي **السرعة اللحظية** عند أي زمن نريده وذلك برسم بياني لتركيز أحد التفاعلات مع مرور الزمن وأخذ ميل المماس عند زمن معين أو تركيز معين أدرس الجدول التالي :



يلاحظ ما يلي :

| [ CO ] مول/لتر | [ NO <sub>2</sub> ] مول/لتر | الزمن (ثانية) | السرعة اللحظية مول/لتر.ث |
|----------------|-----------------------------|---------------|--------------------------|
| 0,100          | 0,100                       | صفر           | $4,9 \times 10^{-3}$     |
| 0,067          | 0,076                       | 10            | $2,2 \times 10^{-3}$     |
| 0,050          | 0,050                       | 20            | $1,2 \times 10^{-3}$     |
| 0,040          | 0,040                       | 30            | $0,8 \times 10^{-3}$     |
| 0,033          | 0,033                       | 40            | $0,5 \times 10^{-3}$     |
| 0,017          | 0,017                       | 100           | $0,1 \times 10^{-3}$     |

- ☐ يقل تركيز المواد المتفاعلة مع مرور الزمن .
- ☐ أعلى سرعة التفاعل تكون عند أول لحظة نضيف فيها CO إلى NO<sub>2</sub> (السرعة الابتدائية).
- ☐ السرعة الابتدائية : هي سرعة التفاعل عندما يكون التراكيز أعلى ما يمكن والزمن صفر.
- ☐ تقل سرعة التفاعل مع مرور الزمن لأن تراكيز المواد المتفاعلة تقل .
- ☐ تقل سرعة التفاعل الأمامي مع مرور الزمن لأن تراكيز المواد المتفاعلة تقل
- ☐ تكون سرعة التفاعل العكسي في بداية التفاعل تساوي صفر ولكنها تزداد مع مرور الزمن لأن تراكيز المواد الناتجة يزداد مع الزمن

• مستعينا بالجدول السابق :

- 1- متى تكون سرعة التفاعل أعلى عند زمن 20 ث أم 30 ث ؟
- 2- هل تبقى سرعة التفاعل ثابتة مع مرور الزمن ؟
- 3- ماذا يحدث لسرعة التفاعل مع تناقص تراكيز المواد المتفاعلة ؟

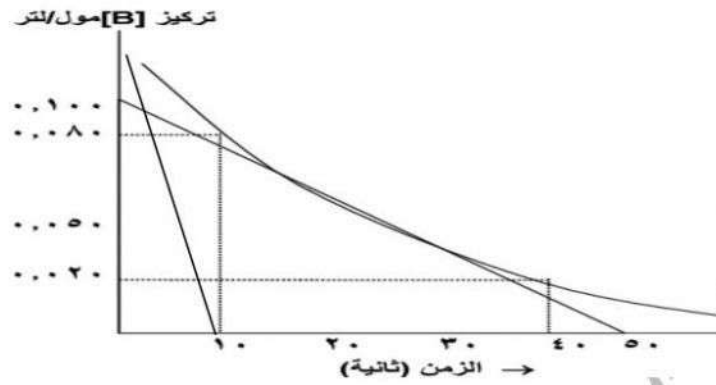
الحل :

(1) عند الزمن 20 ث

(2) لا

(3) تتناقص

- للسؤال (1) : يمثل المنحنى المجاور تغير تركيز المادة B مع الزمن للتفاعل التالي  $A + 2B \longrightarrow 3C$
- (1-) احسب معدل السرعة للمادة B في الفترة ( 10 – 40 ) ث ؟
- (2-) احسب السرعة اللحظية للمادة A عند الزمن 20 ث ؟



الحل :

$$(-1) \text{ م/س} = \frac{[B]_{\Delta t} - [B]_{\Delta t}}{t_{\Delta t}} = \frac{(0,080 - 0,020)}{10 - 40} = \frac{0,060}{-30} = -2 \times 10^{-3} \text{ م/س}$$

$$(-2) \text{ السرعة اللحظية للمادة B عند (20 ث)} = \text{ميل المماس} = \frac{0,100}{50} = 2 \times 10^{-3} \text{ م/س}$$

$$\hookrightarrow \text{السرعة اللحظية للمادة A} = \frac{1}{2} \text{ السرعة اللحظية للمادة B} = \frac{1}{2} \times 2 \times 10^{-3} = 1 \times 10^{-3} \text{ م/س}$$

بعض أنماط الوزارة :

س 1999 : في التفاعل التالي :  $2NO_2 + F_2 \longrightarrow 2NO_2F$  إذا كان معدل سرعة استهلاك  $F_2$  0,2 M/s، فإن معدل سرعة إنتاج  $NO_2F$  تساوي :

أ- 0,1      ب- 0,2      ج- 0,4      د- 0,6

س 2001 : في التفاعل التالي :  $C_3H_8 + 5O_2 \longrightarrow 3CO_2 + 4H_2O$  إذا كان معدل سرعة استهلاك  $O_2$  0,01 M/s، فإن معدل سرعة تكون  $H_2O$  :

أ-  $1,25 \times 10^{-3}$       ب-  $8 \times 10^{-3}$       ج-  $1,25 \times 10^{-2}$       د-  $8 \times 10^{-2}$

س 2008 : في التفاعل التالي :  $C_2H_4 + 3O_2 \longrightarrow 2CO_2 + 2H_2O$  إذا كان معدل إختفاء  $O_2$  0,45 M/s، فإن معدل ظهور  $CO_2$  :

أ- 0,15      ب- 0,30      ج- 0,45      د- 0,60

س 2011 : تغير تركيز مادة من 0,3 M إلى 0,1 M خلال 2 ثانية فإن معدل سرعة التفاعل :

أ- 0,1      ب- 0,05      ج- 0,15      د- 10



## أثر التركيز في سرعة التفاعل

إن التغير في تركيز المواد المتفاعلة يغير في سرعة التفاعل فقد عرفت أن التفاعل يكون في أقصاه عندما تكون التراكيز للمفاعلات في أعلاه ، لأن زيادة التركيز يؤدي إلى زيادة التصادمات وبالتالي زيادة في السرعة ووجد عملياً أن سرعة التفاعل تتناسب طردياً مع تراكيز المواد المتفاعلة مرفوعاً لقوى معينة ، سرعة التفاعل  $\propto [A]^x$

للتفاعل التالي  $A \longrightarrow B$

◀ قانون 1: سرعة التفاعل  $K [A]^x$

$$\text{Rate} = K [A]^x$$

◀ تدعى العلامة أعلاه بقانون سرعة التفاعل ويطلق على الثابت  $K$  بثابت سرعة التفاعل والقوة  $x$  برتبة التفاعل وقد تكون ( صفر ، 1 ، 2 ، 3 ، ... أو كسر ) ( نفيدنا رتبة التفاعل في معرفة مدى سرعة التفاعل )

### ملاحظات :

- إذا كانت  $x = 0$  فهذا يعني أنه بمضاعفة تركيز المادة ( تبقى سرعة التفاعل ثابتة ).
- إذا كانت  $x = 1$  فهذا يعني أن مضاعفة تركيز المادة يؤدي إلى ( مضاعفة سرعة التفاعل ).
- ( التغير في سرعة التفاعل يساوي التغير في تركيز المادة )
- إذا كانت  $x = 2$  فهذا يعني أنه بمضاعفة التركيز يؤدي إلى ( مضاعفة سرعة التفاعل 4 مرات ).
- إذا كانت  $x = 3$  فهذا يعني أنه بمضاعفة التركيز يؤدي إلى ( مضاعفة سرعة التفاعل 8 مرات ).

### لاحظ :

- 1- عدم وجود كلمة معدل كما في الدرس السابق ( إنما سرعة التفاعل فقط )
- 2- دراسة تراكيز المواد المتفاعلة فقط في سرعة التفاعل ( تركيز المواد الناتجة لا يؤثر في السرعة )

مثال : في التفاعل الافتراضي التالي :  $A \longrightarrow B$  ما هي رتبة المادة  $A$  في كل من الحالات التالية :

1- مضاعفة تركيز  $A$  مرتين ومضاعفة السرعة مرتين ؟

$$2 = (2)^x \Rightarrow \text{رتبة } A = 1$$

2- مضاعفة تركيز  $A$  ومضاعفة السرعة أربع مرات ؟

$$4 = (2)^x \Rightarrow \text{رتبة } A = 2$$

3- مضاعفة تركيز  $A$  ثلاث مرات ومضاعفة السرعة 9 مرات ؟

$$9 = (3)^x \Rightarrow \text{رتبة } A = 2$$

4- مضاعفة تركيز مرتين ومضاعفة السرعة 8 مرات ؟

$$8 = (2)^x \Rightarrow \text{رتبة } A = 3$$

◀ قانون 2: ( مضاعفت السرعة ) = ( مضاعفت  $A$  )<sup>x</sup> × ( مضاعفت  $B$  )<sup>y</sup>

◀ يستخدم عند ذكر تضاعفات في السؤال وإذا ذكر ثبوت تركيز مادة تهمل من القانون أو تساوي واحد  $= 1$

للمثال (1) : في التفاعل الافتراضي التالي :  $A \longrightarrow C$

| (رقم التجربة) | التركيز الابتدائي (مول/لتر) | السرعة الابتدائية مول/لتر.ث |
|---------------|-----------------------------|-----------------------------|
| -1            | 0,1                         | $10^{-6} \times 1$          |
| -2            | 0,3                         | $10^{-6} \times 9$          |

يكتب قانون سرعة التفاعل  $k [A]^x$

( القانون العام ) وهنا لا بد من استخدام القسمة ولاستخدام القسمة نعوض قيم التراكيز وسرعة التفاعل لكل تجربة كما يلي:-

$$\text{تجربة (1)} \quad k(0,1) = 10^{-6} \times 1$$

$$\text{تجربة (2)} \quad k(0,3) = 10^{-6} \times 9$$

$$\frac{k(0,3)}{k(0,1)} = \frac{10^{-6} \times 9}{10^{-6} \times 1} \quad \text{بقسمة العلاقتين}$$

$$9 = k(3)$$

$$2 = \text{رتبة } A$$

□ يكتب قانون سرعة التفاعل  $k [A]^2$

$$\text{□ لحساب قيمة ثابت السرعة } k = \frac{10^{-6} \times 1}{(0,1)^2} = \frac{10^{-6}}{0,01} = 10^{-4} \text{ لتر/مول.ث}$$

□ الرتبة الكلية = مجموع الرتب ( X + Y )  
تعتمد وحدة ثابت سرعة التفاعل على الرتبة الكلية

(0) اذا كانت رتبة التفاعل صفرية فان وحدة  $R=K$  اي ان وحدة K هي M/s

$$(1) \text{ عندما تكون رتبة التفاعل (1) } k = \frac{\text{سرعة التفاعل}}{[\text{تركيز } A]} \quad (S^{-1}) =$$

$$(2) \text{ عندما تكون رتبة التفاعل (2) } k = \frac{\text{سرعة التفاعل}}{[A]^2} = L/mol.s \text{ او } M^{-1}.s^{-1}$$

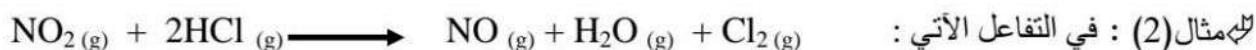
$$(3) \text{ عندما تكون رتبة التفاعل (3) } k = \frac{\text{سرعة التفاعل}}{[A]^3} = L^2/mol^2.s \text{ او } M^{-2}.s^{-1}$$



لاحظ ما يلي :

$$\text{◀ رتبة } k = \text{لتر}^{-1} \text{ مول}^{-1} \text{ ث}^{-1}$$

حيث ن الرتبة الكلية للتفاعل وهي مجموع الرتب



| رقم التجربة | [NO <sub>2</sub> ] | [HCl] | السرعة الابتدائية rate M/s |
|-------------|--------------------|-------|----------------------------|
| 1           | 0,20               | 0,20  | $1,4 \times 10^{-3}$       |
| 2           | 0,40               | 0,20  | $2,8 \times 10^{-3}$       |
| 3           | 0,20               | 0,40  | $2,8 \times 10^{-3}$       |

أجب عما يلي :

- 1- ما رتبة التفاعل بالنسبة للمادة NO<sub>2</sub>
- 2- ما رتبة التفاعل بالنسبة للمادة HCl
- 3- ما الرتبة الكلية للتفاعل
- 4- اكتب قانون السرعة للتفاعل ؟
- 5- احسب قيمة ثابت سرعة التفاعل K ؟

الحل :

- 1- لإيجاد رتبة NO<sub>2</sub> نأخذ التجريبتين ( 1، 2 ) - [HCl] - ثابت :

الصيغة العامة لقانون  $R = K [\text{NO}_2]^x [\text{HCl}]^y$  ، نقسم تجربة 2 / تجربة 1 :

$$\frac{y (0,2)^x (0,40) K}{y (0,2)^x (0,20) K} = \frac{3 \cdot 10^{-3} \times 2,8}{3 \cdot 10^{-3} \times 1,4}$$

$$1 = X \leftarrow X (2) = 2$$

1 = رتبة NO<sub>2</sub>

- 2- لإيجاد رتبة HCl التجريبتين ( 3 ، 1 ) - [NO<sub>2</sub>] - ثابت - وبقسمة تجربة 3 / تجربة 1 :

$$\frac{y (0,4)^1 (0,20) K}{y (0,20)^1 (0,20) K} \neq \frac{3 \cdot 10^{-3} \times 2,8}{3 \cdot 10^{-3} \times 1,4}$$

$$1 = y \leftarrow y (2) = 2 \leftrightarrow$$

1 = رتبة HCl

3- الرتبة الكلية للتفاعل = 2

$$K = R [\text{HCl}]^1 [\text{NO}_2]^1$$

- 5- نحسب قيمة K من أي تجربة (مثلاً من رقم 1) ونعوض في قانون السرعة السابق :

$$L/\text{mol.s}^{-2} \cdot 10 \times 3,5 = \frac{3 \cdot 10^{-3} \times 1,4}{0,20 \times 0,20} = K$$

للمثال (3) : اعتمادا على البيانات الخاصة بالتفاعل :  $2\text{A} + 3\text{B} \rightarrow 3\text{C} + 2\text{D}$  الواردة في الجدول ، أجب عما يليه:

| rate M/s             | سرعة التفاعل | M [B] | M [A] |
|----------------------|--------------|-------|-------|
| $1,2 \times 10^{-2}$ |              | 0,1   | 0,1   |
| $1,2 \times 10^{-2}$ |              | 0,1   | 0,2   |
| $3,6 \times 10^{-2}$ |              | 0,3   | 0,2   |

- 1- ما رتبة التفاعل لكل من A ، B ؟
- 2- اكتب قانون السرعة للتفاعل ؟
- 3- احسب قيمة K للتفاعل مع ذكر وحدته ؟
- 4- احسب سرعة التفاعل عندما يكون  $[\text{A}] = 0,01$  مول / لتر و  $[\text{B}] = 0,05$  مول / لتر ؟

الحل :

1- رتبة A = صفر , رتبة B = 1

2- سرعة التفاعل  $K = [B]^1$

$$S^{-1} \cdot 10^{-2} \times 12 = \frac{2 \cdot 10^{-2} \times 1,2}{(0,1)^1} = K \quad (-3)$$

$$(0,1)^1$$

$$0,05 \times 10^{-2} \times 12 = \text{سرعة التفاعل} \quad (-4)$$

$$M/s \cdot 10^{-3} \times 6 =$$

للمثال (4) : في التفاعل الافتراضي الآتي :  $(A + B \rightarrow 2C)$  تم جمع البيانات كما في الجدول :

| رقم التجربة | [A]  | [B] | السرعة الابتدائية M/s |
|-------------|------|-----|-----------------------|
| 1           | 0,01 | 0,1 | $5 \cdot 10^{-5}$     |
| 2           | 0,01 | 0,2 | $4 \cdot 10^{-5}$     |
| 3           | 0,02 | 0,1 | $4 \cdot 10^{-5}$     |

1- ما رتبة التفاعل بالنسبة للمادة A ؟

2- ما رتبة التفاعل بالنسبة للمادة B ؟

3- اكتب قانون السرعة لهذا التفاعل ؟

4- احسب قيمة ثابت السرعة (K) ؟

5- كم مرة تتضاعف سرعة التفاعل عند مضاعفة تركيز A ثلاث مرات وتركيز B مرتين ؟

الحل :

1- رتبة A = 1

2- رتبة B = 2

3- سرعة التفاعل  $K = [A]^1 [B]^2$

4- لحساب قيمة K نعوض من أي تجربة (مثلاً من رقم 1) في قانون السرعة السابق :

$$K = \frac{5 \cdot 10^{-5}}{(0,1)^2 \times 0,01} = \frac{0,6}{\text{لتر}^2 / \text{مول}^2 \cdot \text{ث}^2} \quad \text{س} = \frac{0,6}{(0,1)^2 \times 0,01} = K$$

5- تضاعفت 12 مرة .

من خلال قانون التضاعف (مضاعفت السرعة) = (مضاعفت A)  $\times$  (مضاعفت B)  $\times$  (مضاعفت B)

$$12 = (2)^2 \times (3)^1 =$$

للمثال (5) : يبين الجدول المجاور بيانات التفاعل الافتراضي  $A + 2B \rightarrow 3C$  ، أدرسه ثم أجب عما يليه :

| التجربة | [A]<br>مول/لتر | [B]<br>مول/لتر | سرعة<br>إستهلاك A |
|---------|----------------|----------------|-------------------|
| 1       | 0,1            | 0,1            | $3 \cdot 10^{-1}$ |
| 2       | 0,2            | 0,1            | $3 \cdot 10^{-4}$ |
| 3       | 0,2            | 0,2            | $3 \cdot 10^{-4}$ |
| 4       | س              | 0,3            | $3 \cdot 10^{-9}$ |

1- ما رتبة المادة A ؟

2- ما رتبة المادة B ؟

3- أكتب قانون سرعة التفاعل ؟

4- احسب قيمة (K) ، مع ذكر وحدته ؟

5- جد تركيز A في التجربة رقم (4) ؟

الحل :

1- رتبة A = 2

2- رتبة B = صفر

$$L/mol \cdot s \cdot 0,1 = \frac{3 \cdot 10^{-1}}{(0,1)^2} = k \quad (-4)$$

$$(0,1)^2$$

$$M 0,3 = [A] \Leftrightarrow {}^2[A] 0,1 = {}^3-10 \times 9 -5$$

للمثال (6) : في التفاعل الآتي :  $A + 3B + 2C \longrightarrow X$

| التجربة | [A] | [B] | [C] | معدل السرعة          |
|---------|-----|-----|-----|----------------------|
| 1       | 0,3 | 0,4 | 0,5 | ${}^3-10 \times 1,2$ |
| 2       | 0,6 | 0,1 | 0,6 | ${}^3-10 \times 1,2$ |
| 3       | 0,6 | 0,4 | 0,5 | ${}^3-10 \times 4,8$ |
| 4       | 0,6 | 0,8 | 0,5 | ${}^3-10 \times 9,6$ |
| 5       | 0,3 | 0,4 | 1,5 | ${}^3-10 \times 1,2$ |

- 1- ما رتبة المواد A, B, C ؟
- 2- أكتب قانون السرعة ؟
- 3- أوجد قيمة k مع ذكر وحدته ؟
- 4- كم مرة تتضاعف سرعة التفاعل عند مضاعفة كل من A, B, C مرتين لكل منهما ؟

الحل :

1- رتبة A من التجريبتين ( 1, 3 )  $2 =$

رتبة B من التجريبتين ( 3, 4 )  $1 =$

رتبة C من التجريبتين ( 1, 5 ) = صفر

$${}^1[B]{}^2[A] k = R \quad (-2)$$

$$M^{-2}.s^{-1} \times 10 \times \frac{1}{3} = \frac{{}^3-10 \times 1,2}{({}^1(0,4) {}^2(0,3))} = k \quad (-3)$$

4- 8 مرات

للمثال (7) : في التفاعل الآتي :  $2NO_2(g) + F_2(g) \longrightarrow 2NO_2F(g)$   
 وجد أنه عند مضاعفة  $[F_2]$  مرتين و  $[NO_2]$  ثابت ، تضاعفت السرعة مرتين ، وعند مضاعفة تركيز كل من  $NO_2$  و  $F_2$  معاً مرتين تضاعفت السرعة ( 8 ) مرات :  
 أجب عما يلي :

1- ما رتبة كل من  $NO_2$  و  $F_2$  ؟

2- اكتب قانون سرعة التفاعل ؟

3- احسب قيمة (K) إذا كانت سرعة التفاعل تساوي  ${}^5-10 \times 4,2$  مول / لتر. ث ،

عندما يكون  $[F_2] = 0,2$  ،  $[NO_2] = 0,1$  (M) ؟

الحل :

$$L^2/mol^2.s^{-3} \times 10 \times 21 = \frac{{}^5-10 \times 4,2}{({}^2(0,1) {}^1(0,2))} = K \quad (-3 \quad 2 = NO_2 \quad (-2 \quad 1 = F_2 \quad (-1)$$

للمثال (8) : من خلال دراستك للتفاعل الافتراضي :



مع بقاء تركيز B ثابت وأن قيمة  $K = {}^2-10 \times 3$  L/mol.s :

1- ما رتبة كل من A و B ؟

2- أكتب قانون سرعة التفاعل ؟

3- احسب سرعة التفاعل عندما  $[B] = [A] = M 0,2$  ؟

الحل :

1- رتبة A = 2 ، رتبة B = صفر ( من خلال وحدة k يظهر ان التفاعل ثنائي الرتبة)

$${}^2[A] K = R \quad (-2)$$

$$({}^2(0,2) \times {}^2-10 \times 3) = R \quad (-3)$$

$$M/s^{-4} \times 10 \times 12 =$$



للمثال (9) : يبين الجدول المجاور بيانات التفاعل التالي :  

$$\text{N}_2 + 3\text{H}_2 \longrightarrow 2\text{NH}_3$$
 إذا كان ثابت السرعة  $K = 0,25 \text{ L}^2/\text{mol}^2.\text{s}$  ، أجب :

| رقم التجربة | [N <sub>2</sub> ] مول/لتر | [H <sub>2</sub> ] مول/لتر | سرعة التفاعل        |
|-------------|---------------------------|---------------------------|---------------------|
| 1           | 0,1                       | 0,2                       | $1 \times 10^{-3}$  |
| 2           | 0,2                       | 0,2                       | $2 \times 10^{-3}$  |
| 3           | 0,3                       | س                         | $12 \times 10^{-3}$ |

- 1- إحسب رتبة المادة N<sub>2</sub> ؟
- 2- إحسب رتبة المادة H<sub>2</sub> ؟
- 3- أكتب قانون السرعة ؟
- 4- إحسب [H<sub>2</sub>] في التجربة رقم (3) ؟

الحل :

$$K = R (-3) \text{ رتبة } \text{H}_2 = 2 \quad (-1) \text{ رتبة } \text{N}_2 = 1 \quad (-4) \text{ رتبة } \text{M} = 0,4$$

ملاحظة :

في التفاعل الغازي فإنه عند زيادة الضغط الى الضعف ( أي نقصان الحجم الى النصف ) فإن ذلك يؤدي الى زيادة تراكيز المواد المتفاعلة الى الضعف .

للمثال (10) : يبين الجدول أدناه بيانات التفاعل التالي :  

$$2\text{A} + \text{B} \longrightarrow 3\text{C} + \text{D}$$
 علماً بأن الرتبة الكلية للتفاعل = (2) :

| رقم التجربة | [A] مول/لتر | [B] مول/لتر | سرعة تكون C مول/لتر.ث |
|-------------|-------------|-------------|-----------------------|
| 1           | 0,3         | 0,2         | ؟؟؟                   |
| 2           | 0,3         | 0,4         | $24 \times 10^{-3}$   |
| 3           | 0,1         | 0,4         | $8 \times 10^{-3}$    |

أجب عما يلي :

- 1- ما رتبة A ؟
- 2- إحسب سرعة تكون C في التجربة (1) ؟
- 3- إحسب قيمة K مع ذكر وحدته ؟

الحل :

$$(-1) \text{ رتبة } \text{A} = 1$$

$$K = R (-2) \text{ رتبة } \text{B} = 1 \quad (-2) \text{ رتبة } \text{A} = 1 \quad (-4) \text{ رتبة } \text{M} = 0,4$$

$$K = R (-3) \text{ رتبة } \text{H}_2 = 2 \quad (-1) \text{ رتبة } \text{N}_2 = 1 \quad (-4) \text{ رتبة } \text{M} = 0,4$$

للمثال (11) : اعتماداً على بيانات التفاعل الموضحة في الجدول التالي :  $N_2 + 3H_2 \longrightarrow 2NH_3$  واجب

| رقم التجربة | $[N_2]$ | $[H_2]$ | سرعة تكون $NH_3$ M/s   |
|-------------|---------|---------|------------------------|
| 1           | 0,3     | 0,1     | $4 \cdot 10 \times 3$  |
| 2           | 0,4     | 0,2     | $4 \cdot 10 \times 8$  |
| 3           | س       | 0,5     | $4 \cdot 10 \times 5$  |
| 4           | 0,2     | 0,1     | $5 \cdot 10 \times 20$ |

- 1- إحسب رتبة  $N_2$  و  $H_2$  ؟ 2- أكتب قانون سرعة التفاعل ؟ 3- إحسب قيمة ثابت السرعة K ؟  
4- أوجد قيمة (س) في التجربة رقم (3) ؟

الحل : 1- رتبة  $N_2 = 1$  2-  $H_2 = 1$  3-  $K = R$  4-  $K = [H_2]^1 [N_2]^1$  5-  $0,01 = K$  5-  $س = 0,1$  M

للمثال (12) : في التفاعل العام التالي الذي يتم عند درجة حرارة (100) كلفن :



وجد أنه عند مضاعفة تركيز A أربع مرات تضاعفت السرعة أربع مرات مع ثبوت تركيز B ، ولكن عند مضاعفة تركيز كل من A و B معاً ثلاث مرات تضاعفت السرعة 27 مرة ، أجب عما يلي :

- 1- ما رتبة المادة A ؟ 2- ما رتبة المادة B ؟

- 3- أكتب قانون سرعة التفاعل ؟ 4- إذا كان معدل سرعة تكون C = 0,3 مول/لتر.ث فما معدل اختفاء A ؟

الحل : من خلال قانون التضاعف : (تضاعف السرعة) = (مضاعف A)  $\times$  (مضاعف B)  $\times$  (مضاعف C)

$$(-1) \times (4) \times (1) = (4)$$

$$(-2) \times (2) \times (1) = (-3) \quad \text{إذا رتبة A = 1 رتبة B = 2}$$

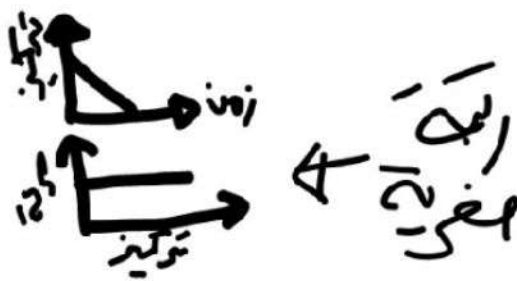
$$(-4) \text{ معدل اختفاء A} = \frac{2}{3} \times \text{معدل سرعة تكون C}$$

$$\hookrightarrow \text{معدل سرعة اختفاء A} = \frac{2}{3} \times 0,3 = 0,2 \text{ M/s}$$

للمثال (13) وزاري 2016 : اعتماداً على البيانات الواردة في الجدول الآتي للتفاعل الافتراضي :  $2A + B \longrightarrow 3C$  أجب عما يلي :

| رقم التجربة | $[A]$ M | $[B]$ M | سرعة استهلاك A M/s    |
|-------------|---------|---------|-----------------------|
| 1           | 0,1     | 0,1     | $2 \cdot 10 \times 2$ |
| 2           | 0,2     | 0,2     | $2 \cdot 10 \times 4$ |
| 3           | 0,2     | 0,4     | $2 \cdot 10 \times 8$ |

- 1- ما رتبة التفاعل للمادة A ؟  
2- ما رتبة التفاعل للمادة B ؟  
3- ما قيمة ثابت السرعة K ؟  
4- ما سرعة إنتاج المادة C في التجربة (3) ؟



الرتبة الصفرية :  
اولا التركيز والزمن ::  
يكون منحنى التركيز والزمن  
خط مستقيم متناقص

ثانيا : منحنى السرعة والتركيز للرتبة الصفرية يكون  
خط مستقيم ثابت

\*\* الرتبة الاحادية :::

يكون منحنى التركيز والزمن منحنى متناقص تدريجيا



\*\* اما خط السرعة والتركيز للرتبة الاحادية خط مستقيم متزايد



### ورقة عمل رقم (1)

#### السؤال الأول :

في التفاعل الافتراضي التالي :  $A_2 + B \longrightarrow 2AB$  ، تم الحصول على تغير تركيز  $A_2$  مع الزمن كما يلي :

| الزمن (ثانية) | $[A_2]$ مول/لتر |
|---------------|-----------------|
| صفر           | 0,08            |
| 2             | 0,04            |
| 4             | 0,02            |

1- احسب سرعة استهلاك  $A_2$  في الفترة الزمنية (2-4ث) ؟

2- ماذا تسمى سرعة التفاعل عند الزمن صفر ؟

#### السؤال الثاني :

في التفاعل :  $2NO + 2H_2 \longrightarrow N_2 + 2H_2O$   
اذا كان معدل استهلاك  $NO = 0,12$  مول/لتر.ث ، احسب معدل تكون  $N_2$  ؟

#### السؤال الثالث :

للتفاعل التالي  $A + 2B \longrightarrow C + 3D$  تم تسجيل البيانات الموضحة في الجدول ، ادرسه ثم أجب عن الاسئلة :

| رقم التجربة | M [A] | M [B] | سرعة استهلاك A M/s |
|-------------|-------|-------|--------------------|
| ١           | ٠,٢   | ٠,١   | $٢-١٠ \times ١,٧$  |
| ٢           | ٠,٢   | ٠,٣   | $٢-١٠ \times ٥,١$  |
| ٣           | ٠,٤   | ٠,٣   | $٢-١٠ \times ٢,٠٤$ |

- ١- ما رتبة المادة A ؟
- ٢- ما رتبة المادة B ؟
- ٣- أكتب قانون سرعة التفاعل ؟
- ٤- احسب قيمة ثابت السرعة K مع ذكر وحدته ؟
- ٥- إذا علمت أن سرعة استهلاك A (  $1 \times 10^{-1} \text{ M/s}$  ) ، فما سرعة إنتاج المادة D ؟

السؤال الرابع :

في التفاعل  $2A + 3B \longrightarrow A_2B_3$  وجد أن مضاعفة تركيز A ثلاث مرات أدت إلى مضاعفة سرعة التفاعل ثلاث مرات ، وأن مضاعفة تركيز كل من A ، B معاً بمقدار مرتين لكل منهما أدت إلى مضاعفة سرعة التفاعل 8 مرات :

- 1- أحسب رتب A ، B ؟
- 2- إذا كانت سرعة التفاعل  $M_{3,2}$  ، عندما  $M_{0,2} = [B] = [A]$  ، احسب K ؟

### الفصل الثاني : العوامل المؤثرة في سرعة التفاعل

- 1- تراكيز المواد المتفاعلة
- 2- طبيعة المواد المتفاعلة ( مساحة سطح المواد المتفاعلة )
- 3- درجة الحرارة
- 4- العوامل المساعدة

✓ ملاحظة : في التفاعلات الغازية فإن زيادة الضغط ( أي نقصان الحجم ) يزيد من سرعة التفاعل .

#### أولاً : تركيز المواد المتفاعلة :

العلاقة بين سرعة أي تفاعل وتركيز المواد المتفاعلة هي علاقة طردية دائماً: أي كلما زاد تركيز المواد المتفاعلة فإن سرعة التفاعل تزداد ، وكلما قل تركيز المواد المتفاعلة فإن سرعة التفاعل تقل .

سؤال : ما سبب زيادة سرعة التفاعل بزيادة تراكيز المواد المتفاعلة؟

بسبب زيادة عدد جزيئات المواد المتفاعلة مما يزيد من فرص تصادمها معاً فتزداد عدد التصادمات الفعالة فتزيد سرعة التفاعل .

#### ثانياً : طبيعة المواد المتفاعلة ( مساحة سطح المواد المتفاعلة المعرضة للتفاعل ) :

إن الحالة الفيزيائية للمادة تؤثر في سرعة التفاعل فالمحاليل المائية تتفاعل معاً بسرعة أكبر من المواد الصلبة .

ملاحظة : الغاز < السائل < الصلب ، من حيث السرعة .

مساحة السطح المعرض للتفاعل للمواد المتفاعلة ( ويكون في الحالة الصلبة )

كلما زادت مساحة السطح زادت عدد التصادمات الفعالة مما يزيد من سرعة لتفاعل .

\*\* ملاحظة الكلمات (نشارة ومسحوق وبرادة و فتات) تتفاعل اسرع من (قطعة وحجر وكتلة متجمعة) وذلك بسبب مساحة السطح لكن اذا تم مقارنة مسحوق بمحلول فان المحلول السائل اسرع تفاعلا وذلك حسب طبيعة المادة

\*\*\* كلما سحقنا المادة الصلبة إلى مساحيق ناعمة كلما زادت سرعة التفاعل . والمسحوق ( البودرة) أسرع من البلورات

□ برادة الحديد تصدأ بشكل اسرع من نفس الكمية من سلك الحديد معرض للهواء والرطوبة .

◀ علل : علل تحترق نشارة الخشب بسرعة أكبر من قطعة الخشب بنفس الكتلة ؟

☞ لأن مساحة السطح بين نشارة الخشب والأوكسجين أكبر من الحالة الأخرى وتكون سرعة التفاعل أعلى .مما يزيد من عدد التصادمات الفعالة وتزيد سرعة التفاعل

درجة الحرارة :

إن زيادة درجة الحرارة تزيد من سرعة التفاعل الكيميائي وذلك لانه كلما زادت درجة الحرارة تزيد

(أ) متوسط الطاقة الحركية لجسيمات المواد المتفاعلة

(ب) وبالتالي يزداد عدد الجسيمات التي تمتلك طاقة تساوي طاقة التنشيط او اعلى منها

(ج) وبالتالي يزداد عدد التصادمات الفعالة وسرعة التفاعل

\*\*\* وهذا واضح عند التعامل مع المواد الغذائية فنحن نزيد من سرعة تتفاعل أثناء الطبخ ونقل من سرعة التفاعل عند وضع المادة الغذائية في الثلاجة حيث تقل درة الحرارة ، وإن التفاعلات حينها سواء كانت ماصة أم طاردة للحرارة فإن سرعة التفاعل تزداد بزيادة درجة الحرارة ، ويمكن مشاهدة أثر درجة الحرارة عند إضافة اليود إلى محلول النشا حيث يظهر اللون الأزرق عند تسخين المحلول اسرع من وضع قطع من الثلج حول الإناء.

◀ أما تفسير الحالات السابقة ( التركيز ، مساحة السطح ، درجة الحرارة ) فيتم عن طريق نظرية التصادم !

## نظرية التصادم

◀ ما هي فروض نظرية التصادم ؟

- 1- أن يحدث تصادم بين دقائق المواد المتفاعلة
- 2- سرعة التفاعل الكيميائي تتناسب طرديا مع عدد التصادمات الحاصلة بين دقائق المواد المتفاعلة في وحدة الزمن
- 3- أن يكون التصادم فعال



◀ ما هي شروط التصادم الفعال ؟

- (1-) أن يكون اتجاه التصادم مناسب
- (2-) أن تمتلك الجزيئات المتصادمة حد أدنى من الطاقة يكفي لكسر الروابط في المواد المتفاعلة وتكوين روابط جديدة تؤدي الى تكوين النواتج عند اصطدامها يطلق عليها اسم طاقة التنشيط .

**فسر :** أثر زيادة تركيز المواد المتفاعلة على سرعة التفاعل حسب نظرية التصادم ؟

لأنه كلما زاد التركيز كلما زادت عدد الجزيئات وبالتالي تزداد عدد التصادمات الفعالة وبالتالي تزداد سرعة التفاعل .

**فسر :** أثر زيادة مساحة سطح المواد المتفاعلة على سرعة التفاعل حسب نظرية التصادم ؟

لأنه كلما زادت مساحة السطح المعرض للتفاعل كلما زادت عدد الجزيئات المتصادمة وبالتالي تزداد عدد التصادمات الفعالة وبالتالي تزداد سرعة التفاعل .

س : ما هي العوامل المؤثرة في سرعة التفاعل :

(1-) تركيز المواد المتفاعلة (2-) طبيعة المادة المتفاعلة (3-) مساحة سطح المواد المتفاعلة في الحالة الصلبة

(4-) درجة الحرارة (5) العوامل المساعدة

ويوجد عوامل أخرى مثل الضغط (طردى) والحجم (عكسى) وطاقة التنشيط عكسى مع سرعة التفاعل

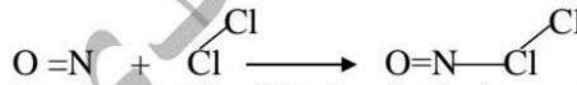
س) فسر تفاعل الصوديوم الأسرع من المغنيسيوم مع الماء ؟

تختلف طبيعة المادة فالصوديوم الأسرع من أنشط من المغنيسيوم وكذلك الخارصين يتفاعل مع نترات الفضة الأسرع من النحاس

□ والآن نوضح التصادم الفعال الذي يؤدي الى تكوين نواتج ، ففي التفاعل التالي :



يكون التصادم الصحيح بين جزيئات المواد المتفاعلة كالتالي :



يجب أن تصدم ذرة النيتروجين المركزية مع ذرة الكلور ليتكون تصادم فعال يؤدي الى تكوين نواتج .

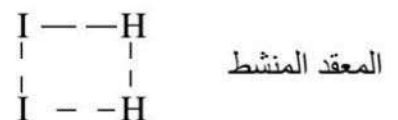
بالتالي المعقد المنشط :  $\text{O}=\text{N} \cdots \text{Cl} \cdots \text{Cl}$

□ ملاحظة : التصادم الفعال هو نفسه المعقد المنشط .

سؤال : وزراي 2011 : ارسم التصادم الفعال ( المعقد المنشط ) في التفاعل التالي :

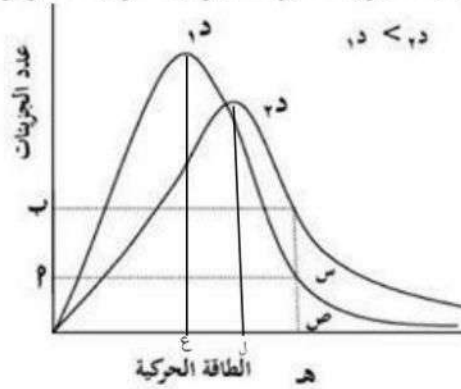


مثال(1): ارسم التصادم الفعال في التفاعل التالي :



مثال(2): أرسم المعقد المنشط للتفاعل التالي :  $2AB \longrightarrow A_2 + B_2$

\* من خلال فرضيات نظرية التصادم كيف يمكن تفسير أثر درجة الحرارة على سرعة التفاعل؟  
 عند زيادة درجة الحرارة فإن عدد الجزيئات التي تمتلك طاقة التنشيط أو أعلى يزداد وبالتالي يزداد عدد التصادمات التي تؤدي إلى تفاعل (فعال) وهذا يزيد من سرعة التفاعل .  
 درست من خلال فرضيات نظرية الحركة الجزيئية أن تتوزع الطاقة الحركية على الجزيئات ينسجم مع منحنى ماكسويل-بولتزمان ، وأن معدل الطاقة الحركية للجزيئات يزداد بازدياد درجة الحرارة .



- (أ) عدد الجزيئات التي تمتلك طاقة تنشيط عند د 1 ب) عدد الجزيئات التي تمتلك طاقة تنشيط عند د 2  
 (س) المساحة المحصورة تحت د2 ، تمثل عدد الجزيئات التي تمتلك طاقة تنشيط أو أعلى منها عند د2  
 (ص) المساحة المحصورة تحت د 1 ، وتمثل عدد الجزيئات التي تمتلك طاقة تنشيط أو أعلى منها عند د 1  
 (هـ) طاقة التنشيط ( $E_a$ ) (ل) متوسط الطاقة الحركية للجسيمات عند درجة الحرارة الأعلى  
 (ع) متوسط الطاقة الحركية للجسيمات عند درجة الحرارة الأقل  
 ملاحظات :

- 1- العلاقة بين طاقة التنشيط وسرعة التفاعل علاقة عكسية
- 2- كل تفاعل كيميائي له طاقة تنشيط خاصه به
- 3- طاقة التنشيط لا تتأثر بدرجة الحرارة .

## العلاقة بين طاقة التنشيط والتغير في المحتوى الحراري للتفاعل

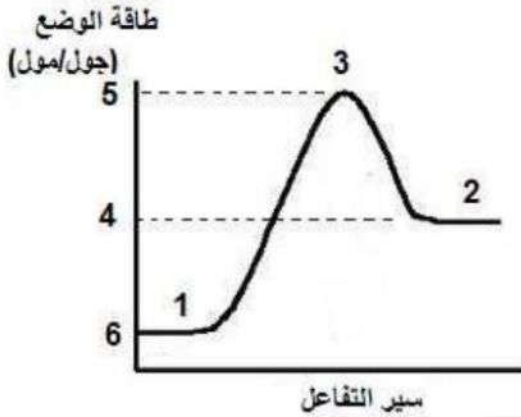
تقسم التفاعلات حسب التغير في المحتوى الحراري الى قسمين هما :  
1- تفاعل ماص للطاقة  
2- تفاعل طارد للطاقة

### التفاعل الماص للطاقة :

هو التفاعل الذي يحتاج الى طاقة حتى يتم وتكتب كلمة طاقة مع المواد المتفاعلة أو رقماً أو كتابة كما يلي :  

$$2AB + \text{طاقة} \longrightarrow A_2 + B_2$$
أو
$$2AB + 40 \text{ كيلوجول/مول} \longrightarrow A_2 + B_2$$

ملاحظة : الرقم 40 كيلوجول/مول يمثل التغير في المحتوى الحراري .  
 التغير في المحتوى الحراري  $\Delta H$  = طاقة الوضع الناتج - طاقة وضع المتفاعلات  
 $H$  = نواتج -  $H$  متفاعلات



□ لاحظ في الشكل المجاور :

- (1) المواد المتفاعلة
- (2) المواد الناتجة
- (3) المعقد النشط
- (4) طاقة وضع المواد الناتجة
- (5) طاقة وضع المعقد النشط
- (6) طاقة وضع المواد المتفاعلة

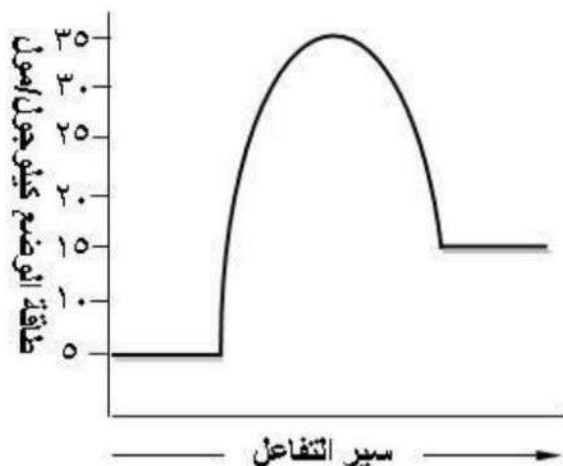
✓ ملاحظات :

- ✓ طاقة تنشيط التفاعل الأمامي أكبر من طاقة التنشيط للتفاعل العكسي .
- ✓ طاقة وضع المواد الناتجة أكبر من طاقة وضع المواد المتفاعلة .
- ✓  $\Delta H$  : تكون موجبة لأن الطاقة المخزونة في المواد الناتجة أكبر من الطاقة المخزونة في المواد المتفاعلة (كبير - صغير = موجب)

- ✓ طاقة التنشيط للتفاعل الأمامي = طاقة التنشيط للتفاعل العكسي +  $\Delta H$  .
  - ✓ طاقة التنشيط للتفاعل الأمامي = طاقة وضع المعقد النشط - طاقة وضع المتفاعلات
  - ✓ طاقة التنشيط للتفاعل العكسي = طاقة التنشيط للتفاعل الأمامي -  $\Delta H$  .
  - ✓ طاقة التنشيط للتفاعل العكسي = طاقة وضع المعقد النشط - طاقة وضع النواتج .
- $\Delta H$  = نواتج - متفاعلات

\*\*\*  $\Delta H$  اما موجبة وتعني تفاعل ماص للطاقة , واما سالبة وتعني تفاعل طارد للطاقة.

مثال (1) : أدرس منحنى تفاعل ما ثم أجب عن الاسئلة التي تليه :



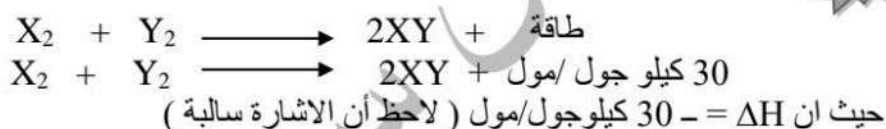
- 1- ما قيمة طاقة وضع المعقد النشط ؟
- 2- ما قيمة طاقة وضع النواتج ؟
- 3- ما قيمة طاقة وضع المتفاعلات ؟
- 4- احسب مقدار التغير في المحتوى الحراري  $\Delta H$  ؟
- 5- ما قيمة طاقة التنشيط للتفاعل الأمامي ؟
- 6- ما قيمة طاقة التنشيط للتفاعل العكسي ؟

الحل :

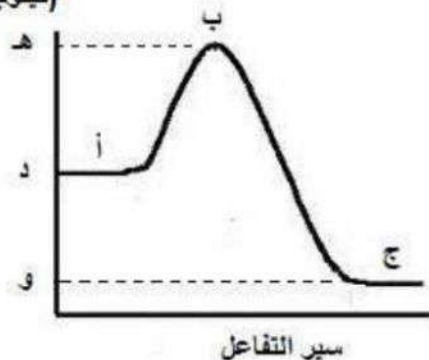
35 (-1) 15 (-2) 5 (-3) 4 (-4) 10 (-5) 30 (-6) 20 (-6)

التفاعل الطارد للطاقة : هو التفاعل الذي يرافقه انبعاث طاقة ويمكن التعبير عنه كما يلي في المعادلة الافتراضية :

ثانيا



طاقة الوضع  
(كيلوجول/مول)



☑ لاحظ الشكل المجاور :

$\Delta H$  = سالبة ( و - د )  
( كبير - صغير )

طاقة التنشيط للتفاعل العكسي = طاقة التنشيط الأمامي +  $\Delta H$

\* طاقة التنشيط للتفاعل الأمامي = طاقة التنشيط العكسي -  $\Delta H$

\* طاقة التنشيط للتفاعل الأمامي = 50 - 30

\* طاقة التنشيط للتفاعل العكسي = 50 - 0

\*  $\Delta H$  = طاقة التنشيط للتفاعل العكسي - طاقة التنشيط للتفاعل الأمامي .

\*  $\Delta H$  = 50 - 30

للمثال (2) : في التفاعل الآتي : حرارة  $N_2(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g)$  إذا علمت أن : طاقة الوضع للمواد المتفاعلة = 150 كيلو جول ، طاقة الوضع للمواد الناتجة = 60 كيلو جول . طاقة التنشيط للتفاعل الأمامي = 20 كيلو جول ، أجب عما يأتي :

- 1- ما قيمة  $\Delta H$  للتفاعل ؟
- 2- ما قيمة طاقة الوضع للمعقد المنشط ؟
- 3- ما قيمة طاقة التنشيط للتفاعل العكسي ؟
- 4- هل التفاعل طارد أو ماص للطاقة ؟
- 5- ما أثر رفع درجة الحرارة على سرعة التفاعل العكسي ؟ ( تزداد ، تبقى ثابتة ، تقل ) ؟
- 6- ما أثر زيادة ضغط كل من  $H_2$  و  $N_2$  على سرعة إنتاج  $NH_3$  ؟ ( تزداد ، تبقى ثابتة ، تقل ) ؟

الحل :

1-  $H\Delta = \text{طاقة وضع المواد الناتجة} - \text{طاقة وضع المواد المتفاعلة}$

$$H\Delta = 150 - 60 = 90 \text{ كيلو جول}$$

2-  $\text{طاقة وضع المعقد المنشط} = \text{طاقة وضع المواد المتفاعلة} + E_a \text{ أمامي}$

$$\text{طاقة وضع المعقد المنشط} = 20 + 150 = 170 \text{ كيلو جول}$$

3-  $E_a \text{ عكسي} = \text{طاقة معقد منشط} - \text{طاقة وضع النواتج}$

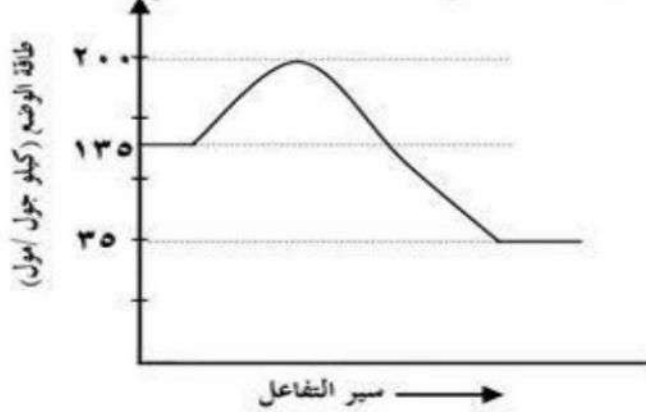
$$E_a \text{ عكسي} = 60 - 170 = -110 \text{ كيلو جول}$$

4- (طارد للطاقة)

5- (تزداد)

6- (تزداد)

للمثال (3) : الشكل التالي يمثل مخطط سير التفاعل  $A + B \longrightarrow C$  ، ثم أجب عما يليه :



1- احسب قيمة المحتوى الحراري ( $H\Delta$ ) ؟

2- ما قيمة طاقة التنشيط للتفاعل الامامي ؟

3- ما قيمة طاقة التنشيط للتفاعل العكسي ؟

4- هل التفاعل طارد أم ماص ؟

للم الحل :

1- (100-) كيلو جول/مول 2- 65 كيلو جول/مول 3- 165 كيلو جول/مول 4- طارد

□ ما العلاقة بين طاقة التنشيط وسرعة التفاعل ؟

علاقة عكسية كلما زادت طاقة التنشيط قلت سرعة التفاعل .

\* ماذا يحدث لطاقة التنشيط بزيادة درجة الحرارة ؟ لا تتأثر طاقة التنشيط بزيادة درجة الحرارة بل إن عدد الجزيئات التي تمتلك طاقة تنشيط عالية تزداد .

العوامل المساعدة :

رابعاً

يتحلل فوق أكسيد الهيدروجين  $2H_2O_2$  إلى ماء وأوكسجين حسب المعادلة  $2H_2O_2 \rightarrow 2H_2O + O_2$

وهو بطيء في درجات الحرارة العادية ويمكن تتبع التفاعل يجمع كمية الأوكسجين الناتج وقد ثبت بالتجربة أن جمع (50مل)

من الأوكسجين يستغرق ما يقارب من (500 يوم) ولكن عند إضافة (1غ) من مادة أوكسيد المنغنيز ( $MnO_2$ ) (IV) أو مادة

يوديد البوتاسيوم (KI) إلى فوق أكسيد الهيدروجين في درجات الحرارة العادية فإنه يمكن جمع نفس الكمية من الأوكسجين في

دقائق معدودة دون تأثير كتلة ( $MnO_2$ ) المضافة .

وضوح المقصود بالعامل المساعد ؟



لماذا هو مادة تزيد من سرعة التفاعل الكيميائي دون أن تستهلك في أثناء التفاعل .

لماذا نستخدم العوامل المساعدة ؟

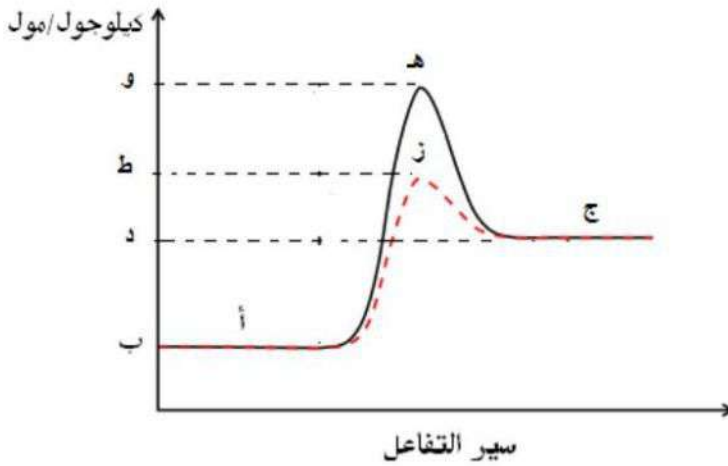
لماذا لتقليل زمن التفاعل وزيادة سرعة الإنتاج عن طريق تقليل طاقة التنشيط للتفاعل

آلية عمل الأنزيم في التفاعل :

◀  $E_a$  : تمثل طاقة التنشيط للتفاعل الأمامي بدون وجود العامل المساعد

◀  $E_a^*$  : تمثل طاقة التنشيط للتفاعل الأمامي بوجود العامل المساعد

طاقة الوضع



☑ لاحظ الشكل التالي :

أدرس المنحنى التالي ثم اذكر ما تشير اليه الرموز المبينة :

أ- المتفاعلات

ب- طاقة وضع المتفاعلات

ج- النواتج

د- طاقة وضع النواتج

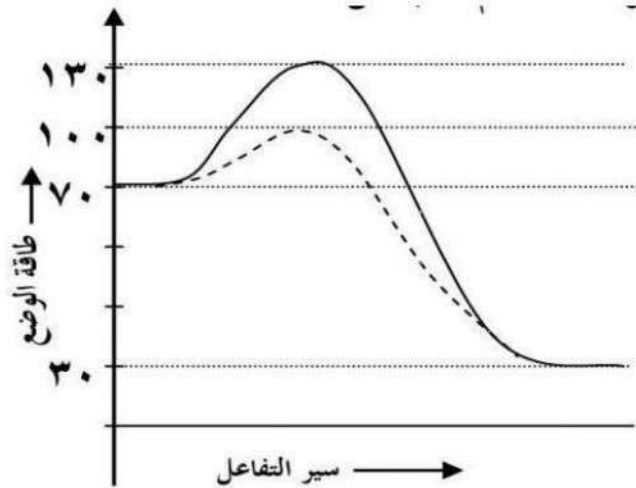
هـ- المعقد المنشط بدون عامل مساعد

و- طاقة وضع المعقد المنشط بدون عامل مساعد

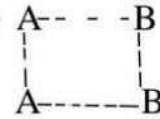
ط- طاقة وضع المعقد المنشط باستخدام عامل مساعد

ز- المعقد المنشط باستخدام عامل مساعد

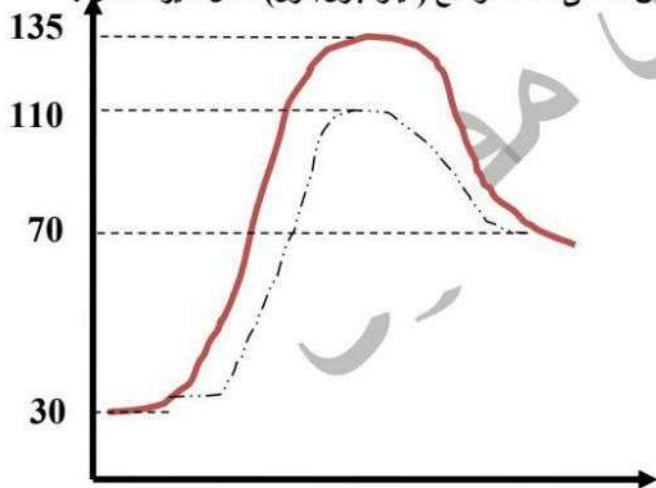
مثال (4) : الشكل التالي يمثل منحنى طاقة وضع التفاعل  $A_2 + B_2 \longrightarrow 2AB$  أدرسه جيدا ثم أجب عما يليه :



- 1- ما قيمة طاقة التنشيط للتفاعل الأمامي بدون عامل مساعد ؟  $60 = 70 - 130$
- 2- ما قيمة طاقة التنشيط للتفاعل العكسي مع عامل مساعد ؟  $70 = 30 - 100$
- 2- ما قيمة طاقة التنشيط للتفاعل الأمامي مع عامل مساعد ؟  $30 = 70 - 100$
- 4- ما قيمة طاقة وضع المعقد المنشط بدون عامل مساعد ؟ 130
- 5- احسب قيمة المحتوى الحراري  $\Delta H$  ؟  $40 = 70 - 30$
- 6- ارسم المعقد المنشط ؟



للمثال (5) : للتفاعل  $\text{NO} + \text{Cl}_2 + \text{حرارة} \rightarrow \text{NOCl} + \text{Cl}$  ادرس منحنى طاقة الوضع (كيلو جول/مول) خلال سير التفاعل :



- 1- ما قيمة كل :
  - (أ) طاقة التنشيط للتفاعل الأمامي بدون عامل مساعد؟
  - (ب) طاقة المعقد المنشط بوجود عامل مساعد؟
  - (ج) التغير في المحتوى الحراري ؟
  - (د) طاقة التنشيط للتفاعل العكسي بوجود عامل مساعد؟
- 2- هل التفاعل ماص أم طارد للحرارة ؟
- 3- ما أثر إضافة العامل المساعد على طاقة وضع النواتج ؟

للمثال (6) : إذا كانت قيم الطاقات ( كيلو جول/مول) لتفاعل ما هي :  
المواد المتفاعلة (40) ،  $H \Delta$  للتفاعل (-75) ، طاقة التنشيط للتفاعل العكسي بعدم وجود العامل المساعد (135)  
مقدار النقصان في المعقد المنشط عند استخدام العامل المساعد (30) جد :

- أ- قيمة طاقة وضع المواد الناتجة ؟  
ب- قيمة طاقة وضع المعقد المنشط بوجود عامل مساعد ؟  
ج- قيمة طاقة التنشيط للتفاعل الأمامي بوجود عامل مساعد ؟  
د- ما أثر العامل المساعد في طاقة وضع المعقد المنشط ؟  
الحل :

أ- (35-) كيلو جول/مول ب- 70 كيلو جول/مول ج- 30 كيلو جول/مول د- يقل

للمثال (7) : للتفاعل التالي  $H_2 + F_2 \longrightarrow 2HF$  باستخدام العامل المساعد ودون استخدام العامل المساعد :  
إذا علمت :

- طاقة وضع النواتج = ٤٣ كيلو جول/مول
- المحتوى الحراري = -٥٧ كيلو جول/مول
- مقدار الانخفاض في طاقة المعقد المنشط = ١٥ كيلو جول/مول
- طاقة وضع المعقد المنشط دون استخدام العامل المساعد = ١٦٠ كيلو جول/مول

أجب عما يلي :

- ١- ما قيمة طاقة وضع المتفاعلات ؟
- ٢- ما قيمة طاقة التنشيط للتفاعل الأمامي باستخدام العامل المساعد ؟
- ٣- ما قيمة طاقة التنشيط للتفاعل العكسي دون استخدام العامل المساعد ؟
- ٤- أرسم بناء المعقد المنشط للتفاعل ؟
- ٥- أيهما أسرع تكون HF أم تفككه ؟
- ٦- ما أثر إضافة العامل المساعد على المحتوى الحراري  $\Delta H$  ( تزداد ، تقل ، تبقى ثابتة ) ؟

للمثال (8) : في التفاعل الافتراضي التالي :  $A_2 + B_2 \longrightarrow 2AB$  + 40 كيلو جول/مول  
إذا علمت :

- ❖ طاقة وضع النواتج = 20 كيلو جول/مول
  - ❖ طاقة وضع المعقد المنشط بوجود عامل مساعد = 90 كيلو جول/مول
  - ❖ طاقة التنشيط للتفاعل العكسي بدون عامل مساعد = 110 كيلو جول/مول
- 1- ما قيمة طاقة وضع المتفاعلات ؟
  - 2- ما قيمة طاقة التنشيط للتفاعل الأمامي بوجود عامل مساعد ؟
  - 3- ما قيمة طاقة التنشيط للتفاعل العكسي بوجود عامل مساعد ؟
  - 4- ما قيمة طاقة وضع المعقد المنشط بدون عامل مساعد ؟
- الحل ( ) :

1- (-60 2- (-30 3- (-70 4- (-130

مثال (9) : اعتمادا على الجدول التالي الذي يبين قيم الطاقة لسير تفاعل ما بوجود عامل مساعد وبدونه ، أجب عما يليه :

| سير التفاعل      | طاقة الوضع       |                | طاقة وضع المعقد المنشط | طاقة التنشيط |        |
|------------------|------------------|----------------|------------------------|--------------|--------|
|                  | المواد المتفاعلة | المواد الناتجة |                        | الأمامي      | العكسي |
| بوجود عامل مساعد | 60               | 15             | 150                    | ن            | م      |
| بدون عامل مساعد  | س                | 15             | ص                      | ل            | 175    |

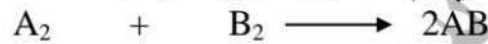
أجب عما يلي :

- 1- هل التفاعل طارد أم ماص ؟
- 2- أيهما أسرع التفاعل الأمامي أم العكسي ؟
- 3- احسب قيمة المحتوى الحراري  $\Delta H$  ؟
- 4- ما قيمة كل من الرموز التالية : س ، ص ، ن ، ل ، م ؟

الحل :

ا- طارد 2- الأمامي 3- (45-) 4- س : 60 ، ص : 190 ، ن : 90 ، ل : 130 ، م : 135

مثال (10) : في التفاعل الافتراضي التالي الذي يتم عند درجة حرارة معينة :-



واجب

إذا علمت أن :

- ❖ المحتوى الحراري للتفاعل = ٣٥ كيلو جول/مول
- ❖ طاقة وضع المعقد المنشط بوجود عامل مساعد = ١١٥ كيلو جول/مول
- ❖ طاقة التنشيط للتفاعل العكسي بدون عامل مساعد = ٧٠ كيلو جول/مول
- ❖ طاقة وضع المواد الناتجة = ٥٥ كيلو جول/مول

أجب عما يلي :

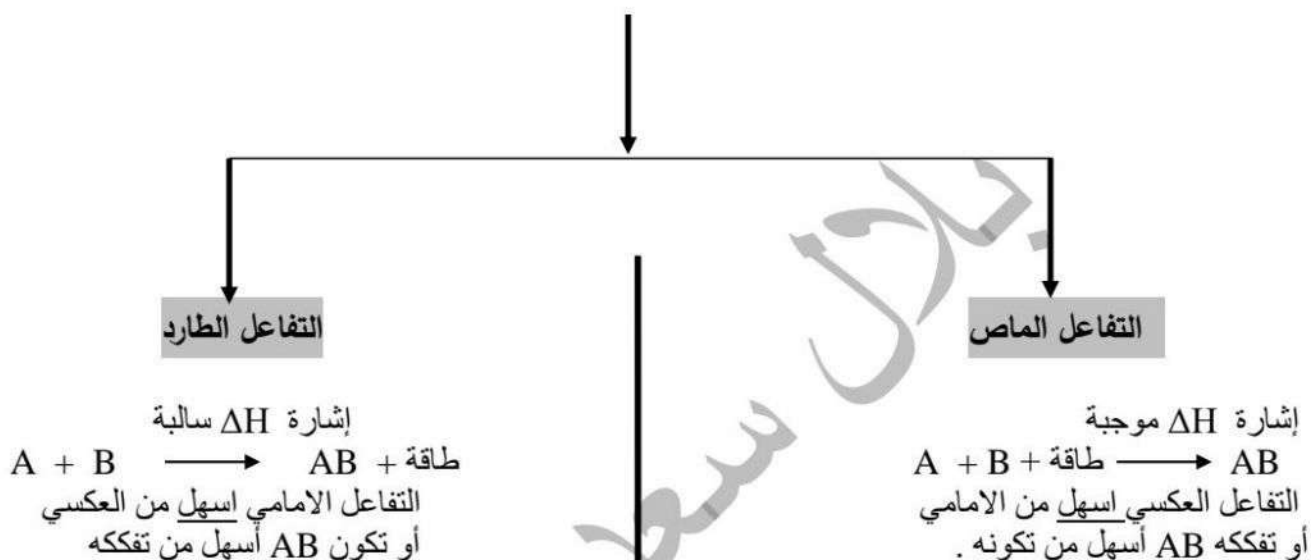
- ١- ما هي قيمة طاقة وضع المواد المتفاعلة ؟
- ٢- ما هي قيمة طاقة التنشيط للتفاعل الأمامي بوجود العامل المساعد ؟
- ٣- ما قيمة طاقة التنشيط للتفاعل العكسي بوجود العامل المساعد ؟
- ٤- ما هو النقص في طاقة التنشيط للتفاعل الأمامي نتيجة استخدام العامل المساعد ؟
- ٥- ما أثر العامل المساعد على طاقة وضع النواتج ( تقل ، تزداد ، تبقى ثابتة ) ؟
- ٦- أرسم التصادم الفعال للتفاعل ؟

الحل:

## ملخص التفاعلات الطاردة والماصة للطاقة

علاقة طاقة التنشيط بالتغير في المحتوى الحراري للتفاعل  $\Delta H$

( H : طاقة الوضع "جول أو كيلو جول" )



ملخص هام جداً :

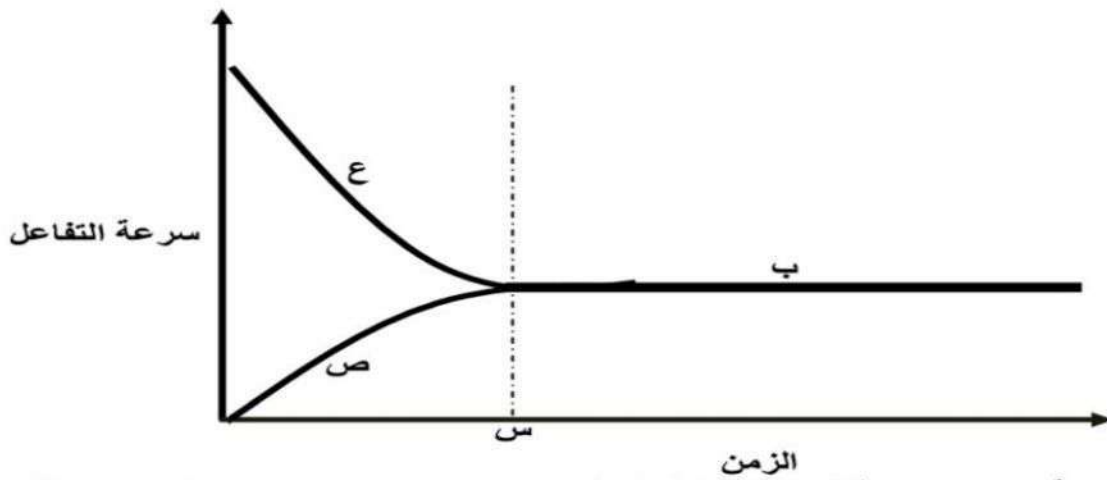
| التأثير في                    | استخدام العامل المساعد | زيادة درجة الحرارة |
|-------------------------------|------------------------|--------------------|
| المحتوى الحراري للتفاعل       | تبقى ثابتة             | تبقى ثابتة         |
| طاقة وضع المتفاعلات           | تبقى ثابتة             | تبقى ثابتة         |
| طاقة وضع النواتج              | تبقى ثابتة             | تبقى ثابتة         |
| طاقة وضع المعقد النشط         | تقل                    | تبقى ثابتة         |
| طاقة التنشيط ( أمامي ، عكسي ) | تقل                    | تبقى ثابتة         |
| زمن التفاعل                   | يقل                    | يقل                |
| وضع الاتزان                   | يبقى ثابت              | يبقى ثابت          |
| عدد التصادمات الفعالة         | يزداد                  | يزداد              |
| سرعة التفاعل ( أمامي، عكسي )  | يزداد                  | تزداد              |



## الإتزان الديناميكي

هو عبارة عن وصف لسير التفاعل عندما تتساوى فيه سرعتي التفاعل الأمامي والعكسي .  
❖ يوصف التفاعل بأنه متزن اذا احتوت المعادلة الكيميائية على سهمين متعاكسين كالتالي  $\rightleftharpoons$   
وبهذا فإن التفاعل المنعكس ( المتزن ) : هو التفاعل الذي يسير في اتجاهين أمامي وعكسي حيث تتحول المواد المتفاعلة فيه الى مواد ناتجة وبعد فترة زمنية تتحول المواد الناتجة الى مواد متفاعلة .

سؤال : من خلال دراستك للشكل المجاور الذي يبين كيف تتغير سرعة التفاعل الامامي والعكسي مع الزمن للوصول الى وضع الاتزان :

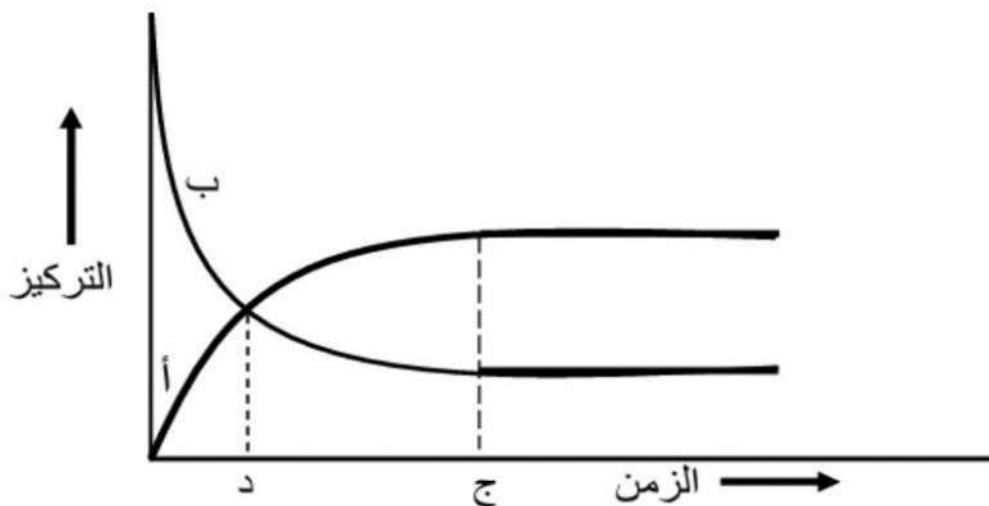


- 1- الى ماذا تشير الرموز ع ، ص ، س ، ب ؟
- 2- هل يمكن أن تكون سرعة التفاعل الأمامي صفر ؟
- 3- ماذا يحصل لسرعة التفاعل الأمامي مع الزمن ولماذا ؟
- 4- ماذا يحصل لسرعة التفاعل العكسي مع مرور الزمن ولماذا ؟

الحل :

- 1- ع : سرعة التفاعل الأمامي  
ص : سرعة التفاعل العكسي  
س : الزمن اللازم للوصول الى وضع الاتزان  
ب : وضع الاتزان ( حالة الإتزان )
- 2- لا ، تكون أعلى ما يمكن
- 3- تقل مع مرور الزمن ، لأن تركيز المواد المتفاعلة يقل مع الزمن
- 4- تزداد مع مرور الزمن ، لأن تركيز المواد الناتجة يزداد مع الزمن .

سؤال : من خلال دراستك للشكل التالي يبين منحنى العلاقة بين تراكيز المواد المتفاعلة والنتيجة للتفاعل التالي :



سؤال : أجب عما يلي :

- 1- إلى ماذا تشير الرموز ( أ ، ب ، ج ، د ) ؟
- 2- ماذا يحصل لتراكيز المواد المتفاعلة قبل الوصول إلى وضع الاتزان ؟
- 3- ماذا يحصل لتراكيز المواد المتفاعلة بعد الوصول إلى وضع الاتزان ؟
- 4- ماذا يحصل لتراكيز المواد الناتجة قبل الوصول إلى وضع الاتزان ؟
- 5- ماذا يحصل لتراكيز المواد الناتجة بعد الوصول إلى وضع الاتزان ؟
- 6- هل تتساوى تراكيز المواد المتفاعلة مع تراكيز المواد الناتجة عند الإتزان ؟
- 7- إذا كانت المواد المتفاعلة لا لون لها والنتيجة حمراء اللون ما يحدث للون المحلول حتى الإتزان الديناميكي.

الحل :

- 1- أ- تراكيز المواد الناتجة ب- تراكيز المواد المتفاعلة ج- الزمن اللازم للوصول إلى وضع الاتزان د- الزمن الذي تتساوى عنده كل من تراكيز المتفاعلات والنواتج ( تكون قبل الوصول إلى وضع الإتزان )
- 2- تقل 3- تثبت 4- تزداد 5- تثبت 6- لا . (تثبت التراكيز ولا تتساوى)
- 7- يبدأ ظهور اللون الأحمر تدريجياً وتثبت شدة اللون الأحمر عند الاتزان لأن تراكيز المواد الناتجة أعلى من المتفاعلة فتظهر صفات المواد الناتجة.

ملاحظات مهمة جداً :

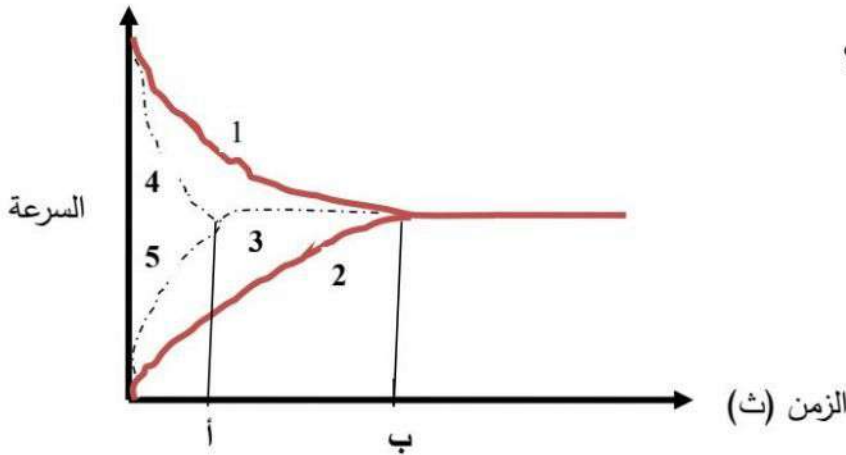
سؤال : عند الإتزان :

- ① سرعة التفاعل الأمامي تساوي سرعة التفاعل العكسي
- ② تثبت تراكيز المواد المتفاعلة والنتيجة ولا تتساوى .
- ③ تراكيز المواد الناتجة تكون أكبر من تراكيز المواد المتفاعلة
- ④ عند الإتزان لا يتوقف التفاعل بل يستمر في الإتجاهين الأمامي والعكسي بنفس السرعة ولهذا تثبت التراكيز .

◀◀ أثر العامل المساعد في وضع الإتزان :

أن العامل المساعد يزيد من سرعة التفاعل الأمامي والعكسي عن طريق تقليل طاقة التنشيط في كلا الاتجاهين وفي التفاعلات المتزنة فإن العامل المساعد لا يؤثر في حالة الاتزان وإنما يزيد من سرعة التفاعل للوصول إلى حالة الاتزان أي أنه يقلل من زمن الوصول إلى حالة الاتزان .

☑ من خلال دراستك للشكل التالي الذي يوضح اثر اضافة العامل المساعد وسرعة تفاعل متزن :



(1-) الى ماذا تشير الارقام ( 1 ، 2 ، 3 ، 4 ، 5 ) ؟

(2-) الى ماذا تشير الرموز ( أ ، ب ) ؟

الحل :

(1-

1- سرعة التفاعل الأمامي بدون عامل مساعد

2- سرعة التفاعل العكسي بدون عامل مساعد

3- حالة الإتزان بوجود عامل مساعد

4- سرعة التفاعل الأمامي بوجود عامل مساعد

5- سرعة التفاعل العكسي بوجود عامل مساعد

(2- أ. الزمن اللازم للوصول إلى الإتزان بوجود عامل مساعد

ب. الزمن اللازم للوصول إلى وضع الاتزان بدون عامل مساعد

☑ سؤال : فسر ثبات اللون البني عند وصول التفاعل الآتي إلى حالة الاتزان :  $N_2O_4 \rightleftharpoons 2NO_2$  ؟

لأن سرعة التفاعل الأمامي تساوي سرعة التفاعل العكسي وتثبت تراكيز المواد المتفاعلة والنواتجة .

#### \*\*\*\*\* تطبيقات حياتية :

تعمل الانزيمات على خفض طاقة التنشيط للتفاعلات وتسريع العمليات الحيوية وتنظيمها .

س: اذكر امثلة على انزيمات وعملها في جسم الانسان ؟

الحل : 1- انزيم الاميليز : يعمل على تحليل النشا الى سكريات ثنائية

2- الانزيمات الهاضمة : تفرزها المعدة وتساعد على هضم الطعام .

# تعمل بعض المضادات الحيوية على تعطيل الانزيمات في اجسام مسببات الامراض مما يؤثر في بعض عملياتها الحيوية مسبب الموت لها .

دعائي لكم ابنائي واحبائي

الطلبة بالنجاح والتوفيق

الاستاذ بلال مقبول

هاتف

0797106370

الاستاذ بلال سعدي مقبول

\*\*\*\*\* عزيزي الطالب ان حل الاسئلة الوزارية خلف كل وحدة مقياس لمدى استيعابك



وهب الله سبحانه وتعالى بعض الخلايا في أجسامنا القدرة على إنتاج الأنزيمات؛ فهي تعمل بوصفها عوامل مساعدة في تسريع حدوث التفاعلات في الخلايا، حيث تخفض طاقة التنشيط للتفاعل، ويعود ذلك إلى أن الكثير من التفاعلات في أجسام الكائنات الحية لا تحدث بالسرعة الكافية للمحافظة على الحياة إلا بوجود الأنزيمات. فمثلاً؛ أنزيم السكرينز، يحفز إلى التحلل المائي لمحلول السكر لتكوين سكريات الفركتوز والجلوكوز؛ لإمداد الجسم بالطاقة اللازمة للقيام بالأعمال الحيوية.

## الربط بالهندسة



تتأثر سرعة تصلب الخلطة الأسمنتية (الخرسانة) بدرجة الحرارة، لذلك يعمل المهندس المختص على إضافة مواد كيميائية بنسب محددة إلى الخلطة لزيادة سرعة تصلبها أو إبطائها؛ ضمن فترة زمنية محددة تبعاً لمواصفات قياسية. وبهذا يضاف كلوريد الكالسيوم إلى الخلطة لزيادة سرعة تصلبها في فصل الشتاء، في حين يضاف الجبس إلى الخلطة لإبطاء سرعة تصلبها في فصل الصيف.

## الربط بالفيزياء



استخدم العالم الكيميائي أحمد زويل طريقة يمكن وصفها بأنها أسرع كاميرا حتى الآن. تُنفذ باستخدام ومضات ليزيرية، حيث يكون الزمن بين الومضات منخفضاً جداً، حيث يمكن الوصول إلى مستويات زمنية صغيرة تصل إلى 10-15 من الثانية؛ سميت فيمتو ثانية، حيث مكنته من قياس سرعة بعض التفاعلات الكيميائية.

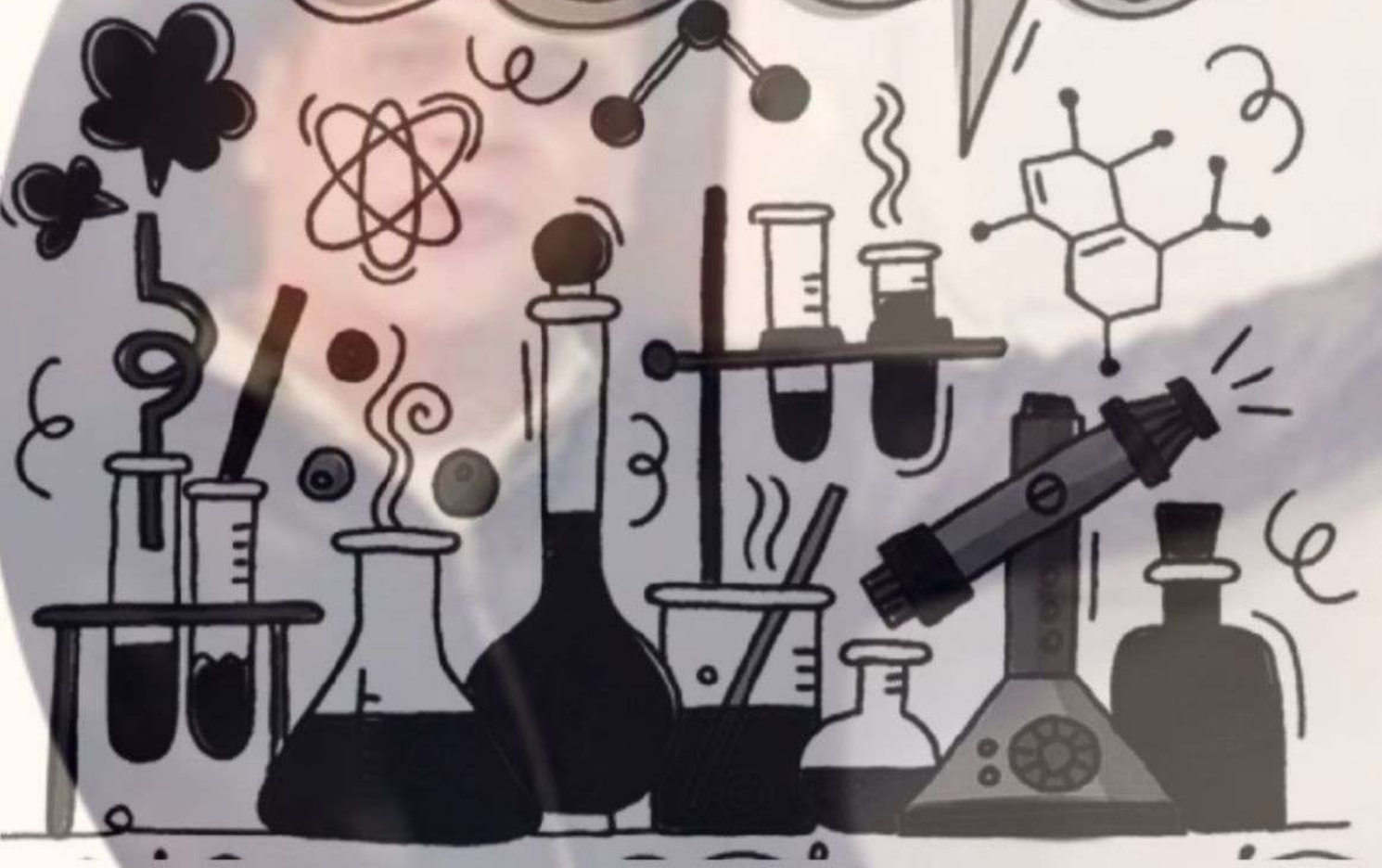
## الإثراء والتوسع

## تقليل تلف الأطعمة

تزداد سرعة التفاعل بزيادة درجة الحرارة؛ فعند إعداد الطعام نزيد درجة الحرارة لإنضاجه. ولكن ترك الأطعمة في درجة حرارة الغرفة مدة يؤدي إلى تلفها بسبب حدوث تفاعلات كيميائية؛ فالتفاعلات الكيميائية التي تسبب تلف الأطعمة تكون أسرع كثيراً عند درجة حرارة الغرفة منها عند وضع الأطعمة في الثلاجة. وبهذا تكون المحافظة على الأطعمة من التلف بحفظها في الثلاجة لضبط التفاعلات التي تحدث وتسبب تلفها. وكذلك بإضافة المواد الحافظة؛ ففي الصناعات الغذائية بوجه عام تستخدم طرائق مختلفة لحفظ الأطعمة، منها التجميد والتجفيف، أيضاً تستخدم مواد تسمى المثبطات Inhibitors، أو المواد الحافظة؛ وهي مواد مضادة للأكسدة تعمل على إبطاء سرعة التفاعل؛ لأن الأكسدة تسبب تلف الأطعمة ولاسيما تلك التي تحتوي على الدهون مثل الأجبان. واستعمال المواد الحافظة آمنة في المنتجات الغذائية، وتزيد من مدة صلاحية الغذاء، ومن أنواع المواد الحافظة مضادات البكتيريا؛ وهي مركبات كيميائية لها رموز وأرقام، مثل المركب E220-227، حيث يدخل ثاني أكسيد الكبريت  $SO_2$ ، في تركيبه الأساسي ويستخدم في حفظ الفواكه.



# CHEMiSTRY



الاستاذ بلال مقبول  
0797106370

## الوحدة الرابعة الكيمياء العضوية





## الكيمياء العضوية

## الهيدروكربونات :

أولا

المركبات العضوية تتكون بصورة عامة من الكربون والهيدروجين ، وتمتاز ذرة الكربون بقدرتها على عمل روابط أحادية أو ثنائية أو ثلاثية .

والهيدروكربونات عبارة عن مركبات عضوية تتكون من الكربون والهيدروجين وهي تقسم الى ثلاثة أقسام :

القسم الاول : الالكانات ( هيدروكربونات مشبعة ) وجميع الروابط فيها تساهمية أحادية .

القسم الثاني : هيدروكربونات غير مشبعة ،، ويتفرع منها :

أ - الالكينات : (  $C = C$  ) وهي تحتوي على روابط ثنائية .

ب - الالكينات : (  $C \equiv C$  ) وهي تحتوي على روابط ثلاثية .

القسم الثالث : المركبات العطرية : ويدخل في تركيبها حلقة من ذرات الكربون غير المشبعة ( البنزين ) ..

## تسمية الألكانات :

ثانيا

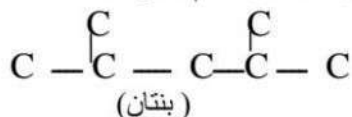
الالكانات وهي هيدروكربونات مشبعة والصيغة العامة لها  $[C_nH_{2n+2}]$  والجدول التالي يوضح أسماء وصيغ المركبات العشرة الاولى من الالكانات :

|        |                                            |     |
|--------|--------------------------------------------|-----|
| ميثان  | $CH_4$                                     | ميث |
| إيثان  | $CH_3CH_3$                                 |     |
| بروبان | $CH_3CH_2CH_3$                             |     |
| بيوتان | $CH_3CH_2CH_2CH_3$                         |     |
| بنتان  | $CH_3CH_2CH_2CH_2CH_3$                     |     |
| هكسان  | $CH_3CH_2CH_2CH_2CH_2CH_3$                 |     |
| هبتان  | $CH_3CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_3$             |     |
| أوكتان | $CH_3CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_3$         |     |
| نونان  | $CH_3CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_3$     |     |
| ديكان  | $CH_3CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_3$ |     |

| الصيغة الجزيئية | إسم الألكان | الصيغة الجزيئية | إسم الألكان | الصيغة الجزيئية | إسم الألكان |
|-----------------|-------------|-----------------|-------------|-----------------|-------------|
| $C_7H_{16}$     | هبتان       | $C_4H_{10}$     | بيوتان      | $CH_4$          | ميثان       |
| $C_8H_{18}$     | أوكتان      | $C_5H_{12}$     | بنتان       | $C_2H_6$        | إيثان       |
| $C_9H_{20}$     | نونان       | $C_6H_{14}$     | هكسان       | $C_3H_8$        | بروبان      |

واسم الالكان مكون من مقطعين الاول ( ميث ، إيث ، بروب ) ويشير الى عدد ذرات الكربون ، والثاني ( آن ) ويشير الى أن المركب الكان ( جميع الروابط مشبعة ) ، ويلجأ العلماء الى تسمية المركبات العضوية حسب نظام وضعه الاتحاد الدولي للكيمياء أيوباك (IUPAC) ويمكن تلخيص خطوات التسمية كما يلي :

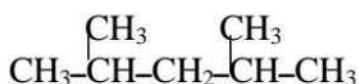
1- السلسلة الأطول في الهيدروكربونات تمثل ( الاب ) الذي ينسب اليه اسم المركب :



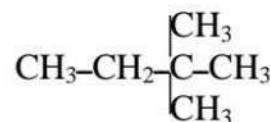
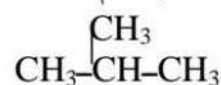
2- المجموعة ( أو المجموعات ) المتصلة بالسلسلة الأطول تسمى ( مجموعات الكيل ) حيث يستدل المقطع ( آن ) من الالكان بالمقطع ( يل )



3- نرقم السلسلة الأطول من الطرف الأقرب للتفرع :



4- نذكر رقم الذرة ( أو ذرات الكربون ) التي عليها مجموعة أو مجموعات الألكيل ثم نذكر اسم مجموعة الالكيل وأخيرا نكتب اسم السلسلة الأطول .

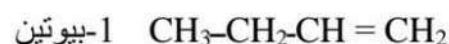


### ثالثا الألكينات :

1- الألكينات ( هيدروكربونات غير مشبعة ) تحتوي على روابط ثنائية بين ذرتي الكربون والصيغة العامة [  $\text{C}_n\text{H}_{2n}$  ]

2- التسمية : نفس قواعد التسمية للاكانات مع أجزاء التعديلات الآتية :-

أ- يستخدم المقطع ( ين ) بدل ( آن ) للدلالة على الرابطة الثنائية .  
الايثين  $\text{CH}_2 = \text{CH}_2$



## رابعاً الألكينات :

أ-) وهي كربوهيدرات غير مشبعة ، وتحتوي على روابط ثلاثية تساهمية .

ب-) الصيغة العامة [  $C_nH_{2n-2}$  ]

ج-) التسمية نفس خطوات التسمية في الألكينات مع استبدال ( أن ) من الألكان بالمقطع ( آين ) ليدل على الرابطة الثلاثية .



## خامساً المجموعات الوظيفية :

المجموعات الوظيفية : وهي ذرة أو مجموعة ذرات تضاف على المركب صفات جديدة وتهيؤه لتفاعلات جديدة .  
◀ أنواع المجموعات الوظيفية :-

هاليدات الألكيل :

أ-) هي تلك المركبات التي تم استبدال ذرة هيدروجين فيها بذرة هالوجين والصيغة العامة  $R-X$  حيث

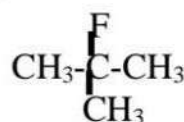
$R$  مجموعة الألكيل ،  $X$  (  $Cl$  ,  $Br$  ,  $I$  ,  $F$  ) .

ب-) تسمية هاليدات الألكيل :-

1- نرقم السلسلة الأطول من الجهة الأقرب الى ذرة الهالوجين .

2- يضاف المقطع المتعلق بالهالوجين ( كلورو ، برومو ، فلورو ، ايوديو ) الى الاسم

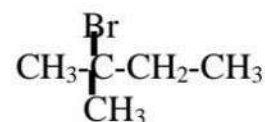
3- نذكر رقم ذرة الكربون المرتبطة بها ذرة الهالوجين ثم الهالوجين ثم نكتب اسم السلسلة الأطول .



2- فلورو -2- ميثيل بروبان

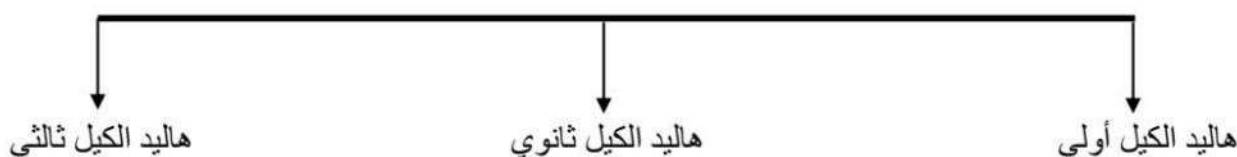


2- كلورو بيوتان

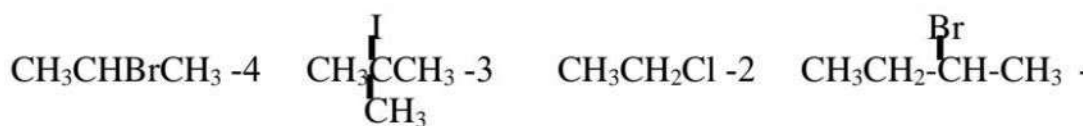


2- برومو -2- ميثيل بيوتان

## تصنيف هاليدات الألكيل



◀ صنف هاليدات الالكيل التالية الى ( أولية ، ثانوية ، ثالثة ) :



الكحولات : **R-OH** ( الكانول )

ميثانول  $\text{CH}_3\text{OH}$

ايثانول  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$

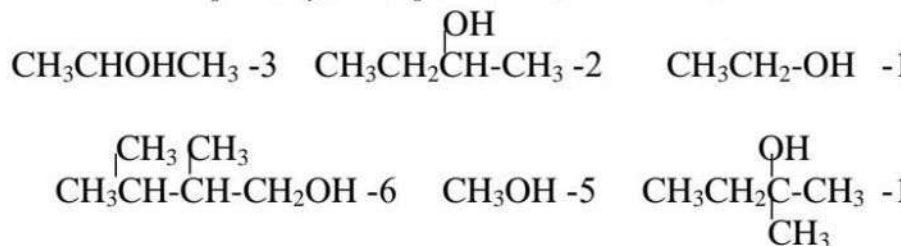
بروبانول  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$



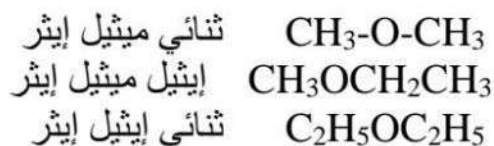
### تصنيف الكحولات



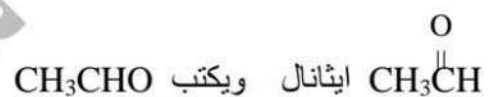
◀ صنف الكحولات التالية الى كحول أولي أو ثانوي أو ثالثي :



☞☞ الاثيرات :  $R-O-R$



☞☞ الالديهيد :  $R-\overset{\overset{O}{\parallel}}{C}-H$  ويكتب بصورة  $RCHO$  الكانال



☞☞ الأحماض الكربوكسيلية :  $RC-\overset{\overset{O}{\parallel}}{O}H$  ويكتب  $RCOOH$  حمض الكانويك



☞☞ الكيتونات  $RCR-\overset{\overset{O}{\parallel}}{C}-R$  ويكتب  $RCOR$  الكانون  
 اصغر كيتون يحتوي ثلاث كربونات : بروبانون  $CH_3-\overset{\overset{O}{\parallel}}{C}-CH_3$





☞☞ الاسترات : ( استر )  $R-\overset{\overset{O}{\parallel}}{C}OR$  الكانوات الالكيل ،،،، ويكتب  $RCOOR$   
 $CH_3\overset{\overset{O}{\parallel}}{C}OCH_3$  إيثانوات الميثيل ،  $H-\overset{\overset{O}{\parallel}}{C}OCH_3$  ميثانوات الميثيل

$CH_3\overset{\overset{O}{\parallel}}{C}-OCH_2CH_3$  إيثانوات الايثيل

☞☞ الأمينات  $R-NH_2$

$CH_3CH_2CH_2NH_2$   
بروبان أمين

$CH_3CH_2NH_2$   
إيثان أمين

$CH_3NH_2$   
ميثان أمين

☞☞ الأميدات  $R-\overset{\overset{O}{\parallel}}{C}NH_2$

$CH_3\overset{\overset{O}{\parallel}}{C}NH_2$  إيثان أميد ،  $HCONH_2$  ميثان أميد

## تفاعلات المركبات العضوية

أولاً: تفاعلات الإضافة:

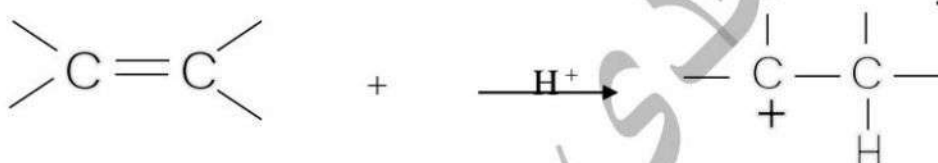
تحدث هذه التفاعلات على المركبات العضوية غير المشبعة ( تحتوي على روابط ثنائية أو ثلاثية ) حيث يحدث اتحاداً بين مادتين لإنتاج مادة واحدة جديدة ، ويتحول المركب من غير مشبع إلى مشبع ، ومن المركبات التي تتفاعل بالإضافة ما يلي :

## ① تفاعل الإضافة في الألكينات :

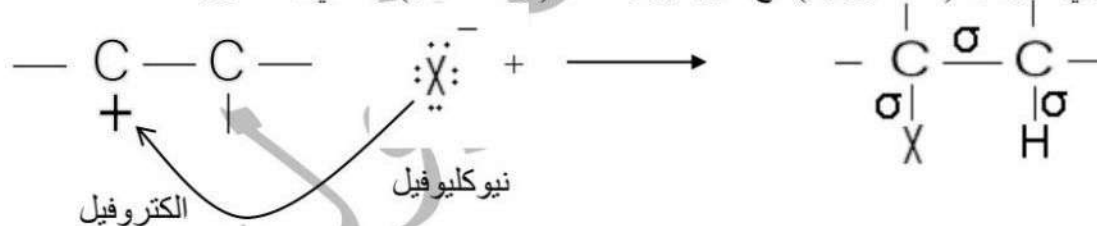
إن سبب حدوث تفاعل الإضافة في الألكينات هو وجود الرابطة (  $\pi$  ) الضعيفة ، حيث يتم كسر هذه الرابطة وتحويلها إلى (  $\sigma$  ) وتعد الرابطة الثنائية (  $\pi$  ) مركزاً غنياً بالالكترونات لذلك تسمى نيوكليوفيل ومن أمثلتها أيضاً (  $\text{H}_2\text{O}$  ،  $\text{Br}^-$  ،  $\text{Cl}^-$  ) البنزين ) فتهاجمها المواد الفقيرة بالالكترونات والتي تسمى الكتروفيلات ومن أمثلتها (  $\text{Br}^+$  ،  $\text{Cl}^+$  ،  $\text{H}^+$  ) والتي تحتاج لزوج الكترونات تحصل عليه من الرابطة (  $\pi$  ) لتصل إلى حالة الثبات ، من أشهر تفاعلات الإضافة في الألكينات ما يلي :

أ - إضافة هاليدات الهيدروجين (  $\text{HI}$  ،  $\text{HBr}$  ،  $\text{HCl}$  :  $\text{HX}$  ) ( إضافة الكتروفيلية )

1- يبدأ التفاعل بأن يهاجم الكتروفيل  $\text{H}^+$  ( من الحمض ) الرابطة الثنائية ؛ ويرتبط بإحدى ذرتي كربون ، ويتم كسر الرابطة (  $\pi$  ) ويتكون أيون كربوني موجب :



2- يتفاعل الأيون الكربوني الموجب ( الكتروفيل ) مع النيوكليوفيل  $\text{X}^-$  ( من الحمض ) والغني بالالكترونات :



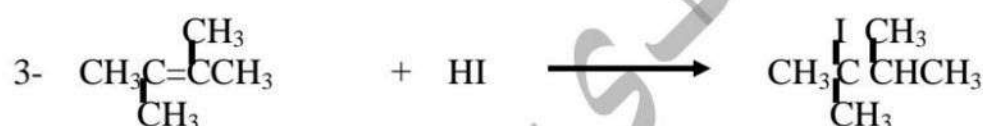
ويسمى التفاعل أعلاه إضافة الكتروفيلية لأنها تبدأ بمهاجمة الكتروفيل للرابطة الثنائية. وفي حال الألكين المتمثل ( عدد ذرات H متمثلاً على طرفي الرابطة الثنائية ) فيضاف (  $\text{H}^+$  ) إلى إحدى ذرتي كربون الرابطة الثنائية و إضافة (  $\text{X}^-$  ) إلى ذرة الكربون الأخرى دون تمييز .

أما في حال الإضافة لألكين غير متمائل فتتم الإضافة حسب قاعدة ماركوفنيكوف (عند إضافة مركب غير متمائل مثل حمض HX أو HOH (H<sub>2</sub>O) إلى الرابطة الثنائية في ألكين غير متمائل فإن الطرف الموجب (H<sup>+</sup>) من المركب يضاف لذرة الكربون المرتبطة بالعدد الأكبر من ذرات الهيدروجين).

سؤال : اكتب معادلة كيميائية تبين إضافة HBr إلى المركبات التالية :



مثال : أكمل التفاعلات التالية بالنتائج العضوي :



سؤال : وضح المقصود بكل من :

أ- الألكتروليفيل ب- النيوكلوفيل

أ- الألكتروليفيل : هي مواد فقيرة بالالكترونات مثل  $\text{Br}^+$   $\text{H}^+$   $\text{Cl}^+$  يحتاج الغلاف الأخير فيها لزوج من الالكترونات للوصل الى حالة الاستقرار .

ب- النيوكلوفيل : هي المواد الغنية بالالكترونات مثل الرابطة الثنائية والثلاثية وكذلك  $\text{H}_2\text{O}$  وبعض الايونات  $\text{CN}^-$  ,  $\text{OH}^-$  ,  $\text{X}^-$  (  $\text{Br}^-$  ,  $\text{Cl}^-$  ,  $\text{I}^-$  ,  $\text{F}^-$  ) .

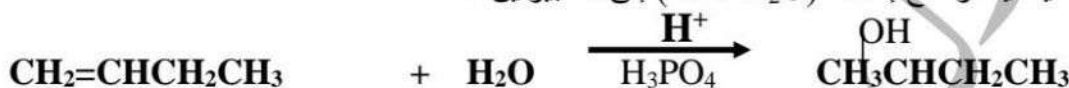
سؤال : اكتب معادلة تفاعل 3- ميثيل -1- بنين مع HCl ؟

ب - إضافة الماء (H<sub>2</sub>O / H<sup>+</sup>):

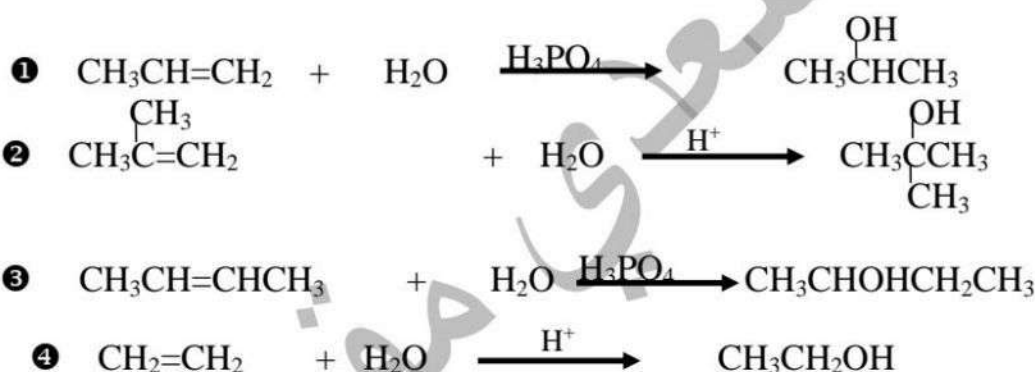
لا يضاف الماء (نيوكليوفيل) مباشرة للرابطة الثنائية ، لكن يضاف بوجود حمض الكبريتيك (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) كعامل مساعد أو حمض الفسفوريك H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> لأن الماء ضعيف التآين لذلك فهو غير قادر على منح البروتون (H<sup>+</sup>) إلى الرابطة (π) في الألكين ، أن الحمض H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> هو الذي يوفر الالكتروفيل (H<sup>+</sup>) ليتفاعل مع الرابطة الثنائية ويكون أيون كربوني يتفاعل مع الماء لإنتاج الكحول

◀ وتتم إضافة الماء إلى الألكين غير المتمائل حسب قاعدة ماركوفايكونوف (تضاف H<sup>+</sup> لذرة الكربون في الرابطة الثنائية المرتبطة بأكبر عدد من ذرات H وتضاف OH<sup>-</sup> لذرة الكربون المرتبطة بأقل عدد من ذرات H) :

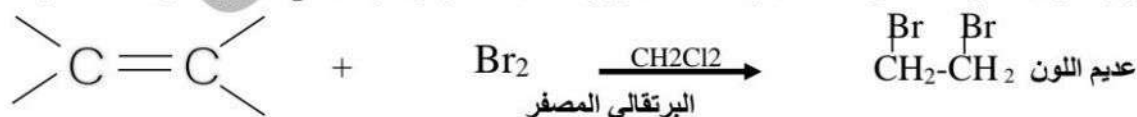
سؤال : اكتب معادلة كيميائية توضح إضافة (H<sup>+</sup> / H<sub>2</sub>O) إلى 1- بيوتين ؟



للم سؤال : أكمل معادلات التفاعل الآتية :

ج - إضافة الهالوجينات (X<sub>2</sub> : Cl<sub>2</sub> أو Br<sub>2</sub> المذاب في CCl<sub>4</sub>) :-

عند اقتراب جزيء (Br<sub>2</sub>) من الرابطة الثنائية الغنية بالإلكترونات فإنها تستقطب ، حيث تحمل ذرة Br القريبة من الرابطة الثنائية شحنة جزئية موجبة ، وتحمل ذرة Br البعيدة شحنة جزئية سالبة مما يسهل إضافة Br<sub>2</sub> إلى الرابطة الثنائية :

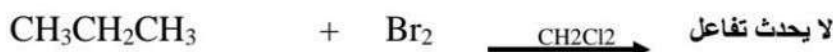
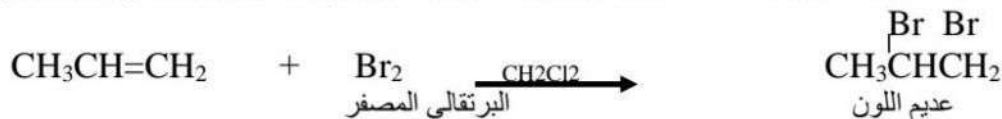


معلومة : ☒

ويختلف لون البروم البرتقالي المصفر عندما يتفاعل مع الهيدروكربونات غير المشبعة (الألكينات و الألكاينات) عند درجة حرارة الغرفة أو في الظلام ، بينما لا تتفاعل الألكانات مع محلول البروم في نفس الظروف ، لذلك يستخدم محلول البروم البرتقالي المصفر للتمييز بين الألكانات و الألكينات مخبرياً .

سؤال : كيف نميز مخبريا بمعادلات بين البروبين  $\text{CH}_3\text{CH}=\text{CH}_2$  والبروبان  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_3$  ؟

الحل

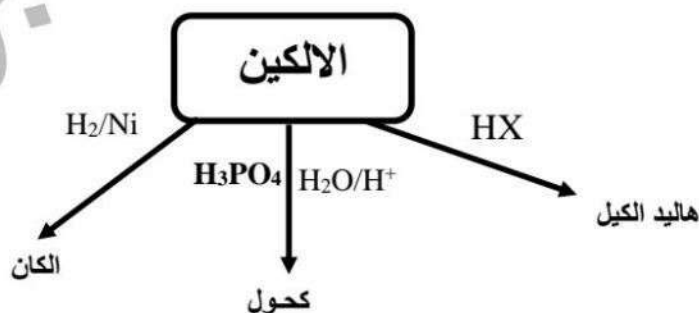
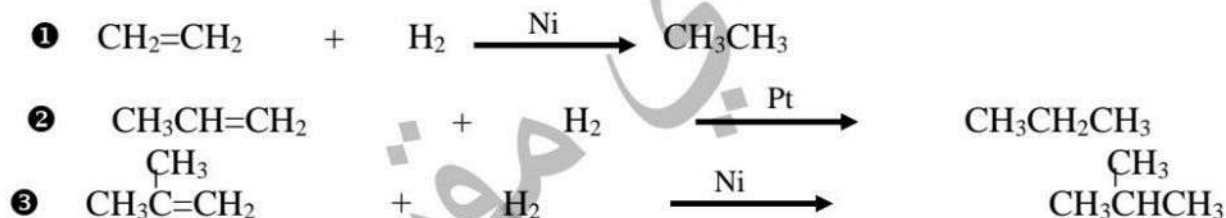


سؤال : أكتب معادلة كيميائية تبين فيها إضافة الكلور  $\text{Cl}_2$  الى 2-هكسين ؟

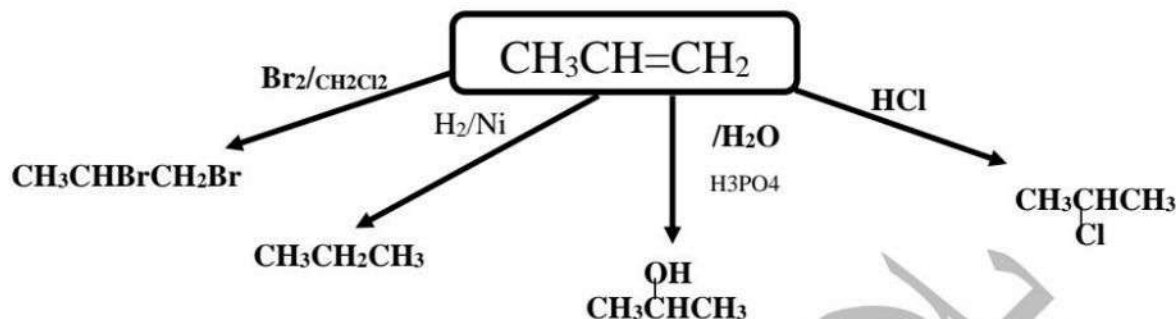
د- إضافة الهيدروجين (الهدرجة) ( $\text{Ni} / \text{H}_2$  أو  $\text{Pt}$  أو  $\text{Pd}$ ) :

يتم إضافة ذرتي H إلى ذرتي كربون الرابطة الثنائية في الألكين لينتج مركباً مشبعاً (الكان) ، وذلك باستخدام عامل مساعد كالنيكل  $\text{Ni}$  أو البلاتين  $\text{Pt}$  أو البالاديوم  $\text{Pd}$  ، والهدف من العوامل المساعدة إضعاف الرابطة بين ذرتي الهيدروجين ( $\text{H}-\text{H}$ ) :

لاحظ :







## ٢ الإضافة في الألكينات :

تفاعلات الإضافة في الألكينات كما في الألكينات ولكن في الألكينات يتم إضافة (٢ مول) من المادة المتفاعلة إلى الرابطة الثلاثية لكسر رابطتي  $\pi$  الضعيفتين ، بدلاً من (١ مول) كما في الألكين ، ومن هذه التفاعلات :

أ - إضافة هاليدات الهيدروجين  $\text{HX}$  (  $\text{HI}$  ،  $\text{HBr}$  ،  $\text{HCl}$  :  $\text{HX}$  ) من الحمض إلى ذرة كربون الرابطة الثلاثية المرتبطة بالعدد الأكبر من ذرات  $\text{H}$  :

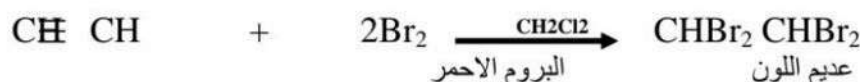


ب - إضافة الهالوجينات (  $\text{Br}_2$  ،  $\text{Cl}_2$  :  $\text{X}_2$  )

سؤال: أكتب معادلة تبين إضافة (٢ مول) من محلول  $\text{Br}_2$  /  $\text{CCl}_4$  إلى ١ - بيوتانين ؟



سؤال: بين بالمعادلات كيف تميز مخبرياً بين  $\text{CH} \equiv \text{CH}$  و  $\text{CH}_3\text{CH}_3$  ؟



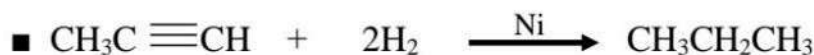
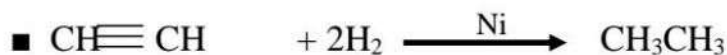
أما المركب  $\text{CH}_3\text{CH}_3$  فلا يتفاعل مع البروم الأحمر المذاب في  $\text{CH}_2\text{Cl}_2$  ( لا يختفي لون البروم الأحمر ).

ملاحظة: اختفاء اللون الأحمر يدل على وجود الثنائية أو الثلاثية ، وبهذا يستخدم سائل البروم الأحمر  $\text{Br}_2$

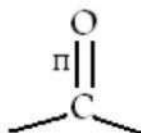
المذاب في  $\text{CCl}_4$

للتمييز بين الهيدروكربونات المشبعة (الالكان) والغير مشبعة (الالكين والاكايين).

ج - إضافة الهيدروجين  $H_2$  بوجود (Ni , Pt , Pd) :



ملاحظة : يمكن تحويل الألكاين إلى الكين ومن ثم الكان كالتالي :



③ تفاعلات الإضافة في الألدهيدات والقيتونات :

تمتاز الألدهيدات والقيتونات بوجود مجموعة الكربونيل القطبية والتي تحمل فيها ذرة الكربون شحنة موجبة (تفتقر للإلكترونات) فتتفاعل مع مواد غنية بالإلكترونات ، فيتم كسر رابطة  $\pi$  ودفع الإلكترونات باتجاه ذرة الأكسجين ويسمى التفاعل إضافة نيوكليوفيلة ، لأن التفاعل ينشأ من مهاجمة نيوكليوفيل ( $R^-$ ) لمجموعة الكربونيل .

✓ ومن تفاعلات الإضافة على مركبات الكربونيل :

أ - إضافة مركب غرينيارد ( $R-MgX$ ) :

مركب غرينيارد : هو المركب الذي ينتج من تفاعل هاليدات الألكيل  $R-X$  مع عنصر المغنيسيوم  $Mg$  بوجود الإيثر ويستخدم بشكل خاص في تحضير الكحول .

للـ والمعادلة التالية توضح كيفية تحضير مركب غرينيارد :

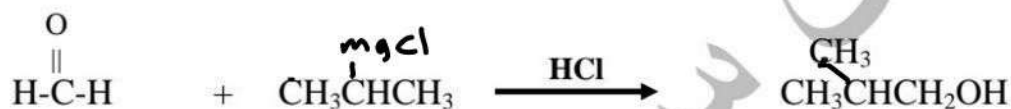
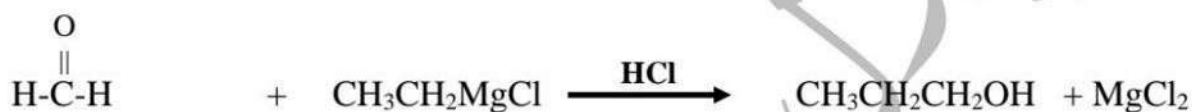
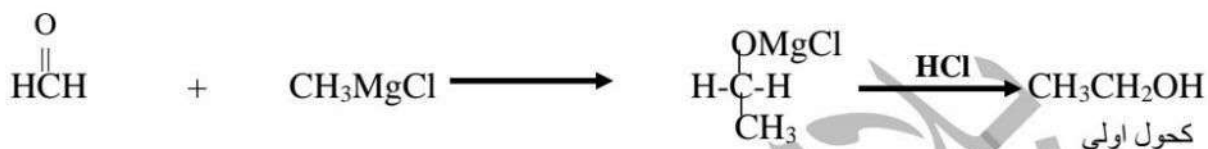


حيث  $R$  : سلسلة كربونية مكونة من ذرة أو أكثر ، و  $X$  : عنصر هالوجيني (Cl, Br, F, I)



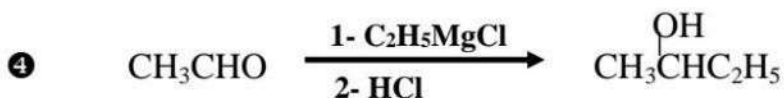
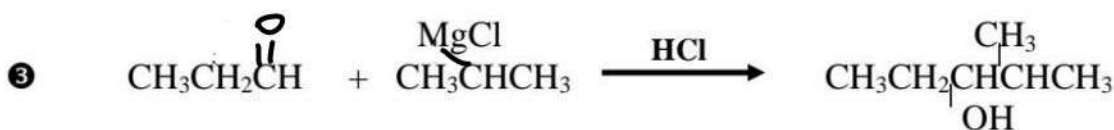
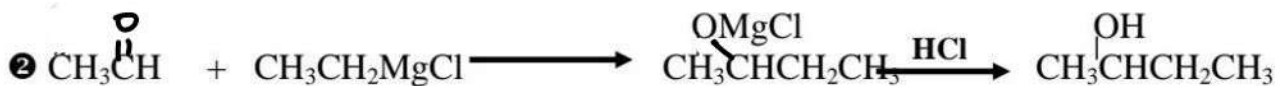
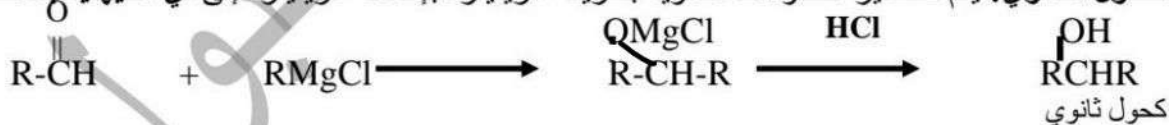
■ ويتم إضافة مركب غرينيارد إلى الالديهيد أو الكيتون لإنتاج الكحولات ، حيث يحتوي الكحول الناتج على عدد ذرات كربون مساوياً لمجموع ذرات الكربون في مركبي الكربونيل وغرينيارد ، ويمكن تحضير الكحولات الآتية بطريقة غرينيارد :

أ- الكحول الأولي : يتم تحضير الكحولات الأولية بطريقة غرينيارد بإضافة مركب غرينيارد  $R MgX$  إلى الميثانال فقط :

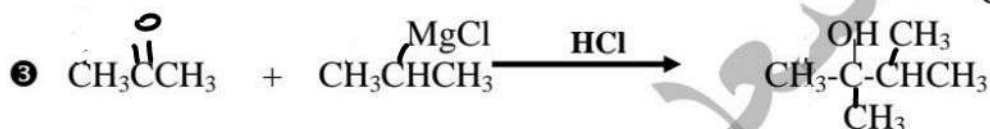
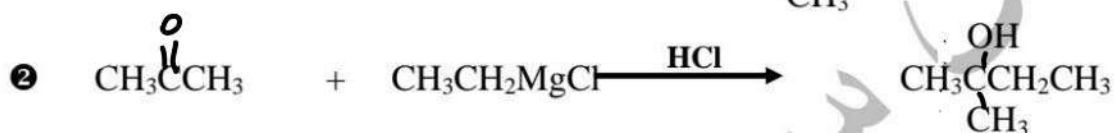
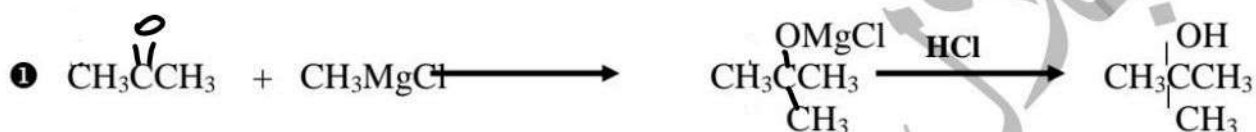
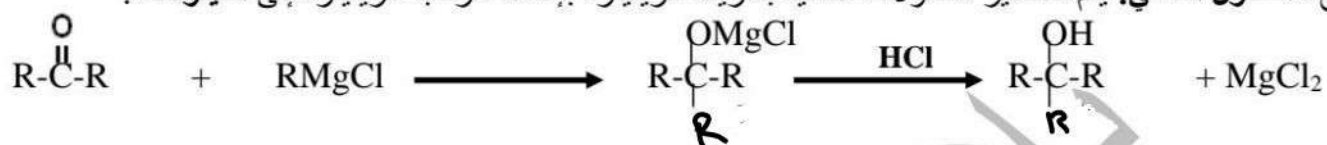


◀ خلاصة سريعة : لتحضير كحول أولي ( نحتاج فيه لاطالة السلسلة ) نستخدم ميثانال مع مركب غرينيارد .

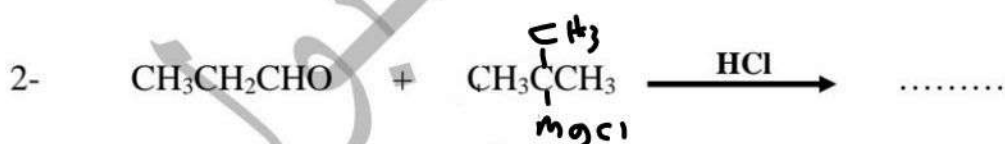
ب- الكحول الثانوي: يتم تحضير الكحولات الثانوية بطريقة غرينيارد بإضافة غرينيارد إلى أي الديهايد باستثناء الميثانال :



ج - الكحول الثالثي: يتم تحضير الكحولات الثالثية بطريقة غرينيارد بإضافة مركب غرينيارد إلى الكيتونات :

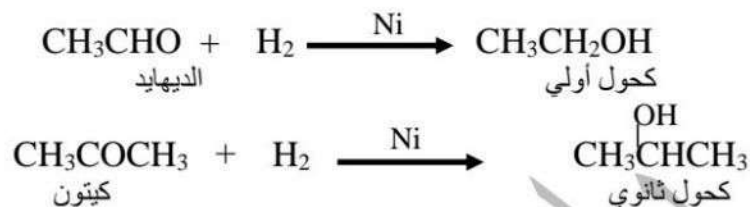


لـ سؤال : أكمل التفاعلات التالية بالنواتج العضوي فقط :



ب - إضافة الهيدروجين ( Ni / H<sub>2</sub> ) :

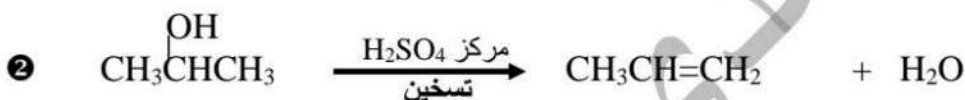
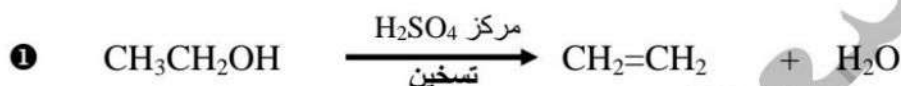
يسمى هذا التفاعل بالاختزال (زيادة محتوى H) ، حيث يتم إضافة Ni / H<sub>2</sub> لمجموعة الكربونيل لاحتوائها على رابطة (π) حيث أنه عند (إضافة Ni / H<sub>2</sub> إلى الألديهيد ينتج كحول أولي) ، أما عند (إضافة Ni / H<sub>2</sub> إلى الكيتون فينتج كحول ثانوي) :



ثانياً : تفاعلات الحذف :

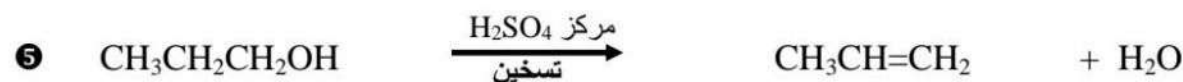
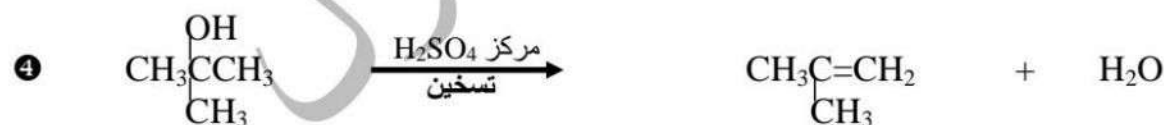
أ - الحذف في الكحولات :

يتم حذف جزيء (H<sub>2</sub>O) من الكحولات من ذرتي كربون متجاورتين (حذف OH من ذرة و H من ذرة كربون مجاورة) ، باستخدام حمض الكبريتيك المركز (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) مع التسخين ، لأنه مادة شديدة العشق للماء ، وناتج الحذف هو الألكين :  
للحذف ولتوضيح ذلك لاحظ الأمثلة التالية :



☑ ملاحظات :

- 1- عند نزع الماء من الكحول يتحول إلى الكين .
- 2- الميثانول CH<sub>3</sub>OH لا نستطيع نزع الماء منه لعدم وجود ذرة كربون مجاورة .
- 3- يتم نزع الهيدروجين من ذرة الكربون الأقل " عكس ماركوفينكوف " كما في المثال التالي :

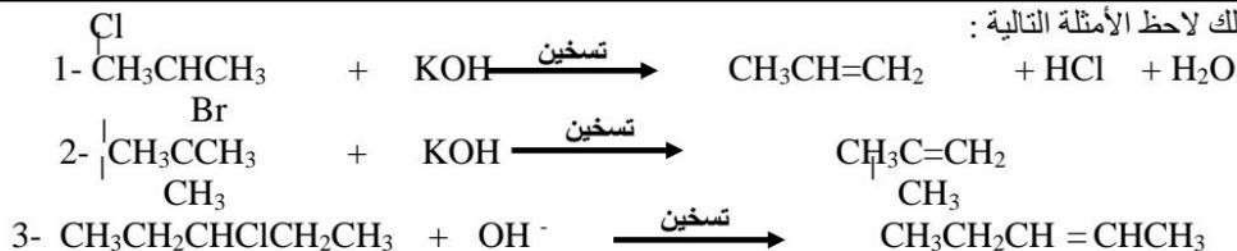


ب - الحذف في هاليدات الألكيل الثانوية والثالثية :

يحدث تفاعل الحذف في هاليدات الألكيل الثانوية والثالثية ، باستخدام قاعدة قوية مع التسخين ( KOH / تسخين ) ، حيث يتم حذف جزيء HX من ذرتي كربون متجاورتين لإنتاج الألكين :



الآن ولتوضيح ذلك لاحظ الأمثلة التالية :

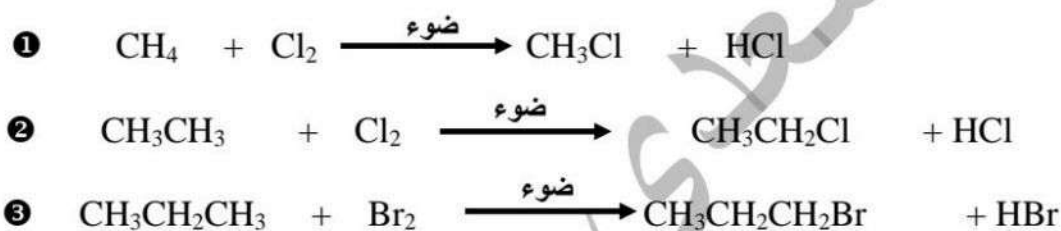


ثالثاً : تفاعلات الاستبدال ( الإحلال ) :

هو التفاعل الذي يتم فيه استبدال ذرة ( أو مجموعة ذرات ) بذرة ( أو مجموعة ذرات ) في مركب ما .  
 يحدث تفاعل الاستبدال في كل من : الألكانات ، الكحولات ، هاليدات الألكيل الأولية ، البنزين ، والحموض الكربوكسيلية

أ- الاستبدال في الألكانات ( هلجنة الألكانات ) :

تتفاعل الألكانات مع الهالوجينات  $\text{X}_2$  مثل (  $\text{Br}_2$  ,  $\text{Cl}_2$  , ... ) بوجود الضوء أو التسخين ، حيث تحل ذرة هالوجين محل ذرة هيدروجين في الألكان لينتج هاليد ألكيل (  $\text{R}-\text{X}$  ) بذرة هالوجين واحدة ( استبدال أحادي ) :

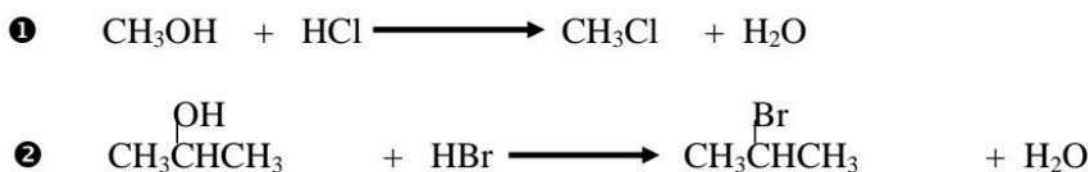


☑ ملاحظات :

- 1- يعمل الضوء على كسر الرابطة في الهالوجين  $\text{Cl}-\text{Cl}$  وإنتاج الجذور الحرة  $\text{Cl}^\bullet$  التي تحتوي على الكترونات منفردة وهذه الجذور الحرة مواد نشطة تتفاعل مع الألكانات .
- 2- الجذور الحرة : هي ذرة أو مجموعة ذرات تحتوي على الكترون منفرد مثل :  $\text{Br}^\bullet$  أو  $\text{Cl}^\bullet$  وتحتاج لالكترون آخر ليكتمل غلافها الأخير .
- 3- تتحول الألكانات إلى هاليدات الألكيل عن طريق الاستبدال بوجود الهالوجينات مثل :  $\text{Cl}_2$  ,  $\text{Br}_2$  بوجود الضوء .

ب - الاستبدال في الكحولات :

تتفاعل الكحولات بالاستبدال مع الحموض (  $\text{HI}$  /  $\text{HBr}$  /  $\text{HCl}$  :  $\text{HX}$  ) ، حيث يكتسب الكحول البروتون من الحمض  $\text{HX}$  لإنتاج (  $\text{R}-\text{OH}_2^+$  ) فتضعف الرابطة (  $\text{C}-\text{O}$  ) فيسهل كسرها ، ويتم استبدال مجموعة الهيدروكسيل (  $\text{OH}^-$  ) في الكحول بذرة الهالوجين (  $\text{X}$  ) لينتج هاليد الألكيل (  $\text{R}-\text{X}$  ) :





ملاحظة : لتحضير الايثر نستخدم هاليد الكيل وايون الكوكسيد .

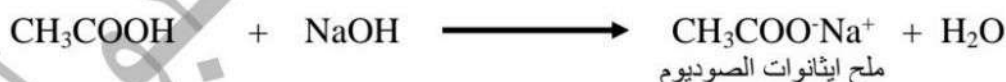
سؤال : أكتب معادلات تحضير ثنائي ميثيل ايثر  $\text{CH}_3\text{OCH}_3$  مستخدماً الميثان  $\text{CH}_4$  واية مواد غير عضوية مناسبة ؟

هـ - الاستبدال في الحموض الكربوكسيلية :

1- تفاعل الاسترة : هو تفاعل الحمض الكربوكسيلي مع الكحول بوجود حمض قوي مثل  $\text{H}_2\text{SO}_4$  كعامل مساعد ، حيث تستبدل مجموعة (  $-\text{OR}$  ) في الكحول بمجموعة (  $-\text{OH}$  ) في الحمض لينتج الإستر والماء .

يتكون الإستر من شقين احدهما مشتق من الحمض الكربوكسيلي والاخر مشتق من الكحول :

التفاعل دائماً متزن ويمكن دفع التفاعل الى الامام ( اليمين ) عن طريق ازالة الماء الناتج وبذلك تزداد سرعة التفاعل الامامي وبذلك تزداد كمية الإستر الناتج وذلك حسب مبدأ لوتشاتليه .



2- تتفاعل الحموض الكربوكسيلية مع قواعد ضعيفة مثل كربونات الصوديوم والهيدروجينية (  $\text{NaHCO}_3$  ) لإنتاج الملح ( الكاتونات الفلز ) والماء وغاز  $\text{CO}_2$  ، ويستعمل هذا التفاعل في الكشف عن الحموض الكربوكسيلية وتمييزها مخبرياً عن غيرها من المركبات العضوية الأخرى بدليل تصاعد غاز  $\text{CO}_2$  .



وتتفاعل الحموض الكربوكسيلية مع كربونات الصوديوم  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  وينطلق ايضاً غاز ثاني اكسيد الكربون  $\text{CO}_2$

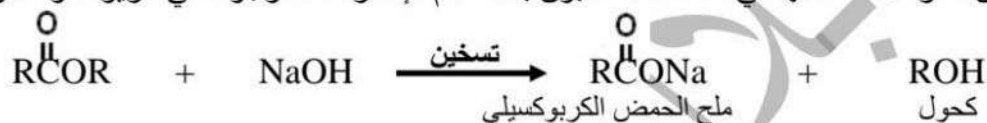


سؤال : بين بالمعادلات كيف تميز مخبرياً بين الايثانول وحمض الايثانويك ؟



2- تفاعل التصبن :

هو تفكك الإستر بالتسخين مع محلول قاعدة قوية مثل ( NaOH ) لإنتاج كحول وملح الحمض الكربوكسيلي ، ويسمى بالتصبن نظراً لاستخدامها في صناعة الصابون باستخدام الإسترات الموجودة في الزيوت والدهون :



أمثلة على التصبن :



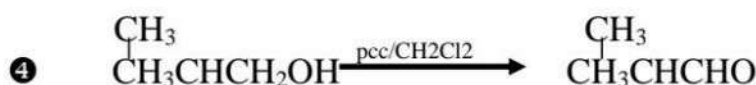
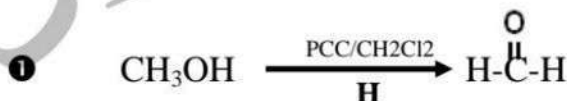
❖ يعد هذا التفاعل مثال على الاستبدال النيوكليوفيلي .

رابعاً : تفاعلات التأكسد والاختزال :

التأكسد في المركب العضوي هو زيادة محتوى الأكسجين أو نزع الهيدروجين منه ، أما الاختزال فهو زيادة محتوى الهيدروجين في المركب العضوي أو نزع الأكسجين منه ، ومن هذه التفاعلات :

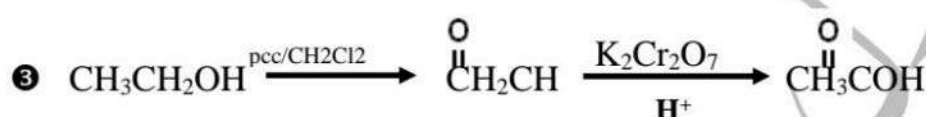
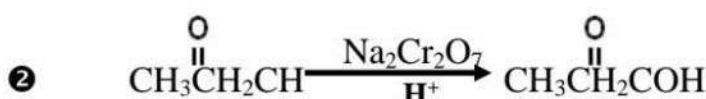
أ- تأكسد الكحول الأولي :

يتأكسد الكحول الأولي في وسط حمضي بوجود عامل مؤكسد مثل دايكرومات البوتاسيوم (  $\text{H}^+ / \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  ) لإنتاج الديهايد

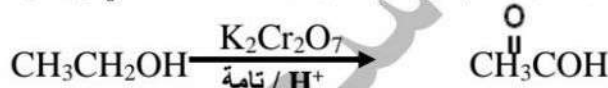


ب - تأكسد الألديهيد :

تتأكسد الألديهيدات في وسط حمضي بوجود عامل مؤكسد مثل دايكرومات البوتاسيوم (  $H^+ / K_2Cr_2O_7$  ) او دايكرومات الصوديوم (  $Na_2Cr_2O_7 / H^+$  ) لإنتاج الحمض الكربوكسيلي .



لأنه إذا زود الكحول بكمية كافية من  $K_2Cr_2O_7$  فإنه يتأكسد بشكل كلي ويتحول حمض كربوكسيلي . (أكسدة تامة)

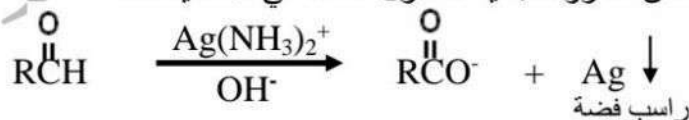


ج - تأكسد الكحول الثانوي :

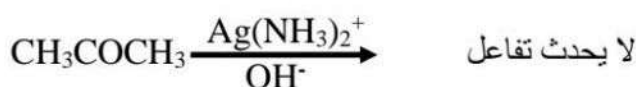
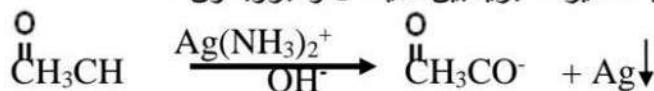
تتأكسد الكحول الثانوي في وسط حمضي بوجود عامل مؤكسد مثل دايكرومات البوتاسيوم (  $H^+ / K_2Cr_2O_7$  ) لإنتاج الكيتون . وهنا في الكحول الثانوي يعمل (  $H^+ / K_2Cr_2O_7$  ) نفس عمل  $PCC/CH_2Cl_2$  وينتج الكيتون في الحالتين



◀ يستخدم محلول تولنز ( عامل مؤكسد ) والذي يتكون من نترات الفضة والأمونيا  $Ag(NH_3)_2^+$  في وسط قاعدي في الكشف وتميز الألديهيد وتميزه عن الكيتون حيث يتفاعل الألديهيد مع محلول تولنز بالتسخين وتترسب مرآة فضية ، أما الكيتون فلا يتأكسد تحت نفس الظروف . حيث تختزل الفضة في الألديهيد فقط



للمسؤال : بين بمعادلات كيف نميز مخبرياً بين الإيثانال والبروبانون ؟



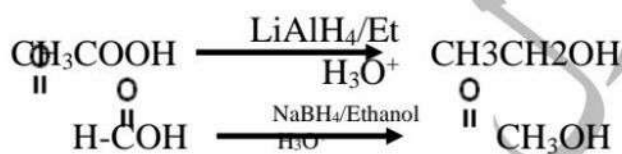


❖ تفاعل الاختزال :

يمكن اختزال الالديهيد والكيتون بإضافة (Ni / H<sub>2</sub>) ، كذلك يمكن استخدام عوامل مختزلة أخرى مثل بوروهيدريد الصوديوم (NaBH<sub>4</sub>) ، أو هيدريد الليثيوم والألومنيوم (LiAlH<sub>4</sub>) ، حيث يعد هذين العاملين مصدراً لأيون الهيدريد (H<sup>-</sup>) والذي يعتبر نيوكليوفيل يهاجم ذرة الكربون الموجبة في مجموعة الكربونيل في الالديهيد والكيتون ويرتبط معها فيؤدي إلى اختزالها :

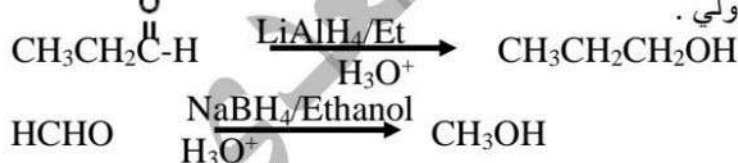
أ- اختزال الحمض الكربوكسيلي :

يمكن للحمض الكربوكسيلي أن يختزل بأحد عوامل الاختزال (NaBH<sub>4</sub> مع الإيثانول مع H<sub>3</sub>O<sup>+</sup>) أو (LiAlH<sub>4</sub> بوجود الايثانول) حيث ينتج الكحول



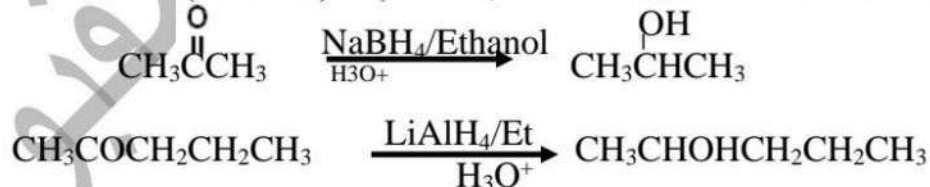
ب - اختزال الالديهيد :

يمكن للالديهيد والكيتون أن يختزلا بأحد عوامل الاختزال (NaBH<sub>4</sub> مع الإيثانول مع H<sub>3</sub>O<sup>+</sup>) أو (LiAlH<sub>4</sub> بوجود الايثانول) ليتحول إلى كحول أولي .

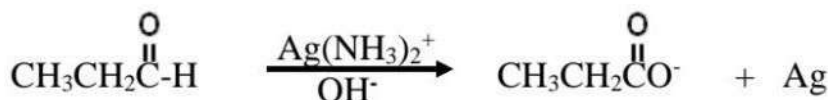


ج - اختزال الكيتون :

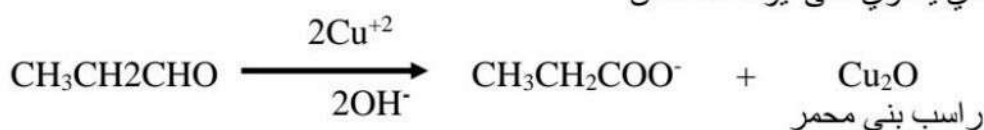
يمكن للكيتون أن يختزل بأحد عوامل الاختزال (NaBH<sub>4</sub>) أو (LiAlH<sub>4</sub>) ليتحول إلى كحول ثانوي .



السؤال : ما صيغة المركب العضوي الذي صيغته الجزيئية C<sub>3</sub>H<sub>6</sub>O ويتفاعل مع محلول تولنز ، ثم أكتب التفاعل ؟



ويمكن استخدام محلول فهلنج أيضاً في التمييز بين الالدهيد والكيتون حيث يتأكسد الالدهيد وينتج راسب بني محمر ولا يتأكسد الكيتون ويتكون محلول فهلنج من محلول قاعدي يحتوي على أيونات النحاس

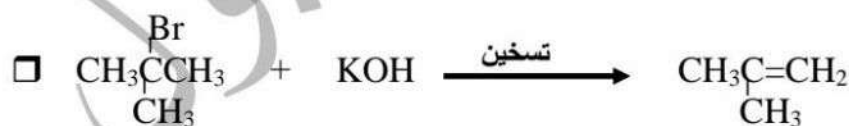
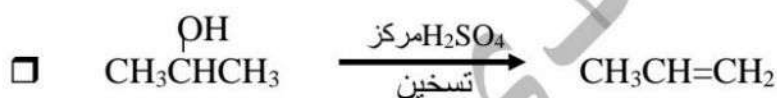
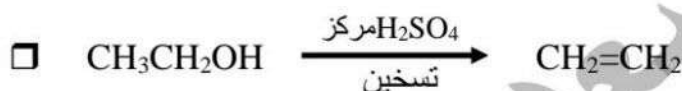
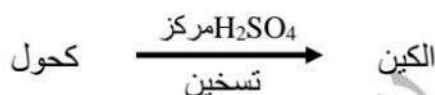


## كيفية تحضير المركبات

1- الألكانات :

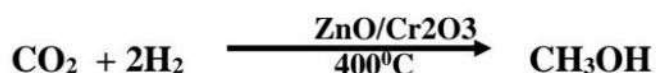


2- الألكينات :

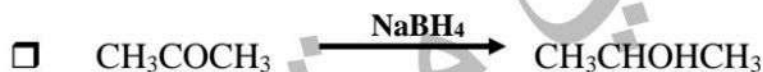
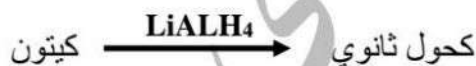


3- الكحولات :

يتم تحضير الميثانول صناعيا وفق المعادلة (حفظ)



اما لايتانول يحضر صناعيا من تخمير الجلوكوز الموجود في الذرة او العنب او الشعير باستخدام انزيمات الخميرة كما يلي (حفظ)



4- الالديهيد





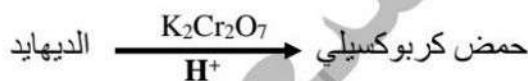
ويمكن تحضير الالدهيدات والكيثونات صناعيا بتسخين الكحولات الاولى او الثانوية عند حرارة 300C بوجود فلز النحاس الذي يعمل عاملا مساعدا لنزع الهيدروجين مثل



اما الكحول الثانوي يصبح كيثون .

5- الحمض الكربوكسيلي :

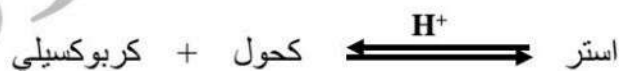
من اهم الحموض الكربوكسيلية حمض الايثانويك او الاسيتيك  $\text{CH}_3\text{COOH}$  ويحضر صناعيا من تفاعل الميثانول مع اول اكسيد الكربون CO بوجود عامل مساعد يود وروديوم RhI كما يلي (حفظ)



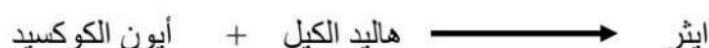
6- الكيثون :



7- الاستر :

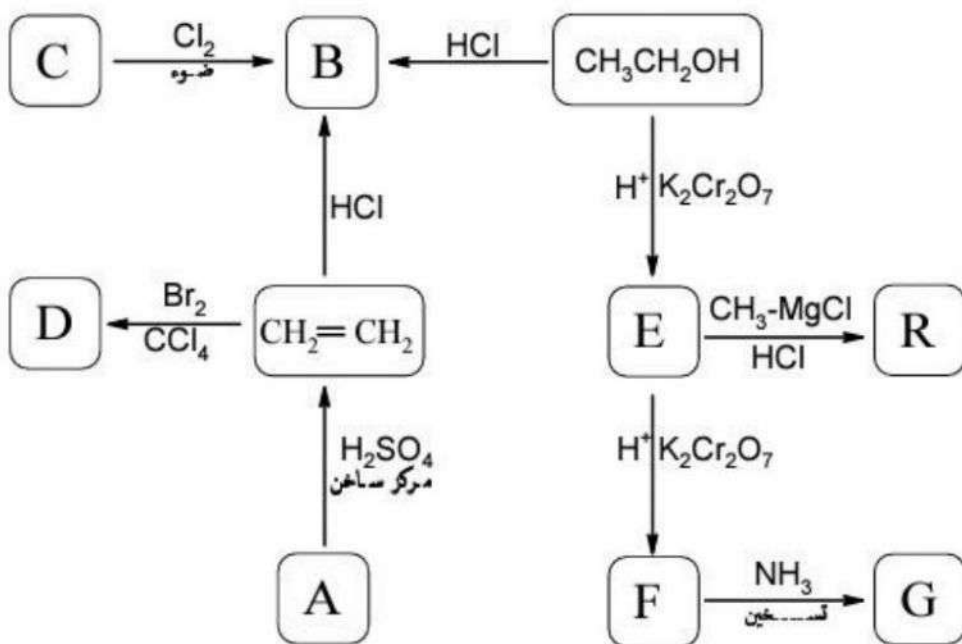


8- الايثر :

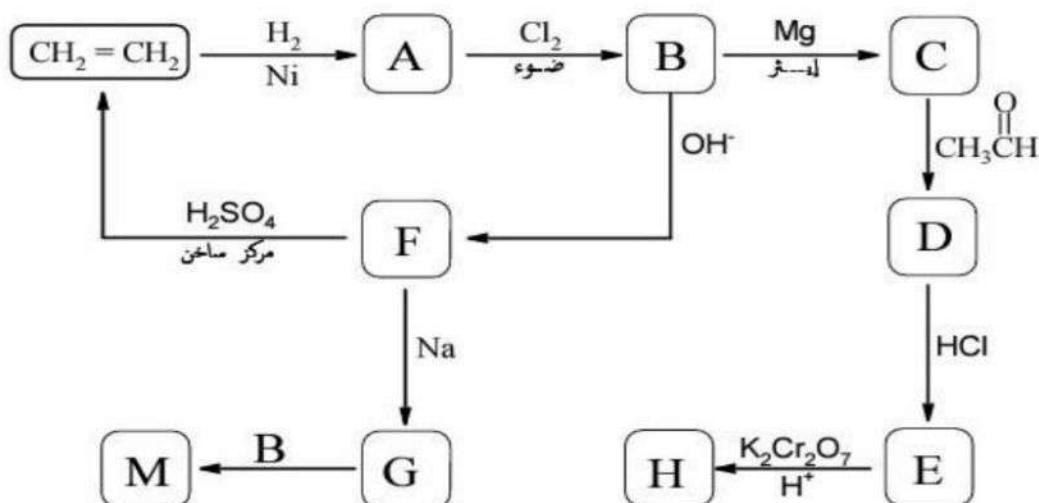


## مخططات سهمية

سؤال 1 : أكتب الصيغ البنائية للمركبات العضوية (A , B , C , D , E , F , G , R) فيما يلي :

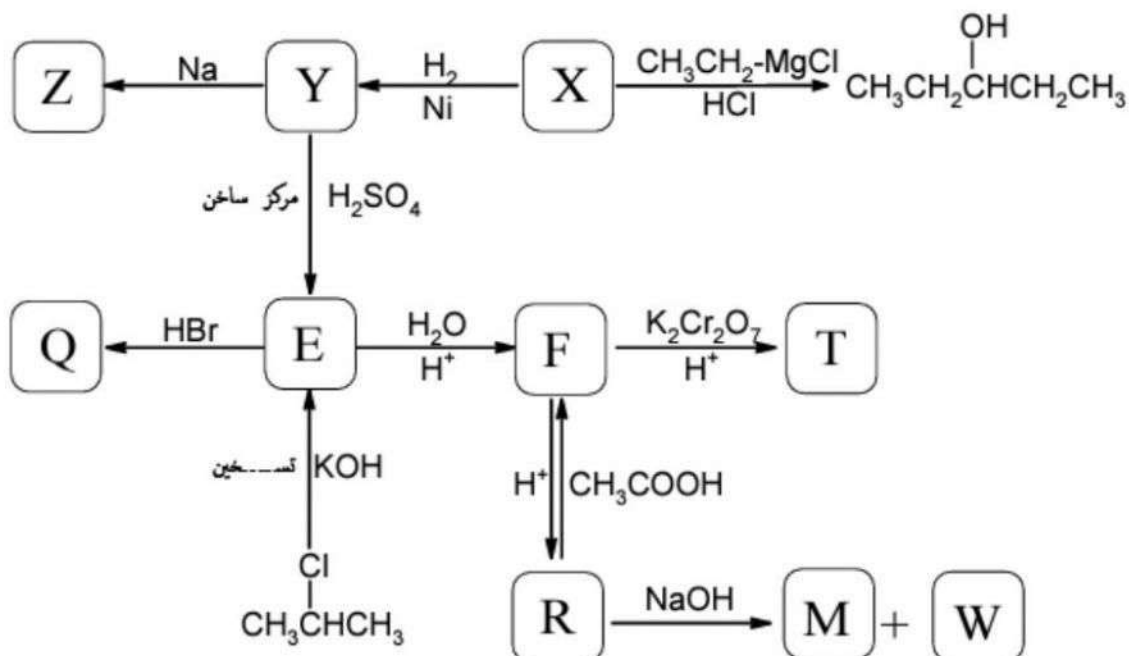


سؤال 2 :

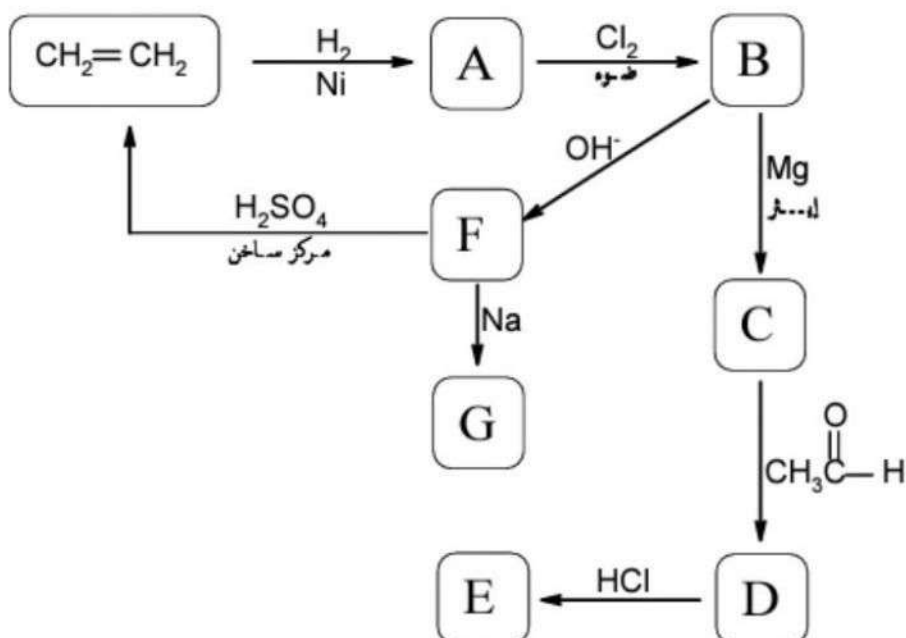




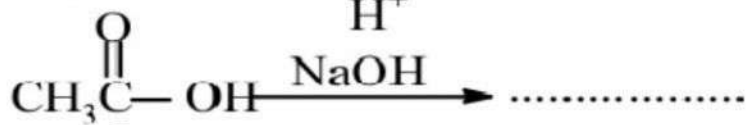
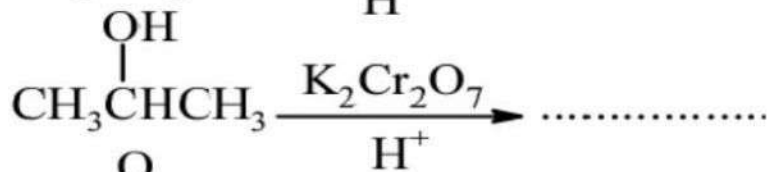
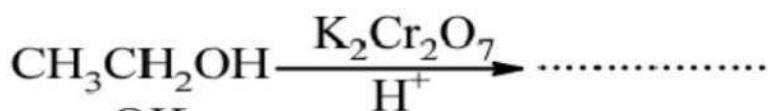
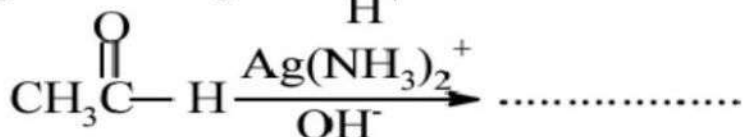
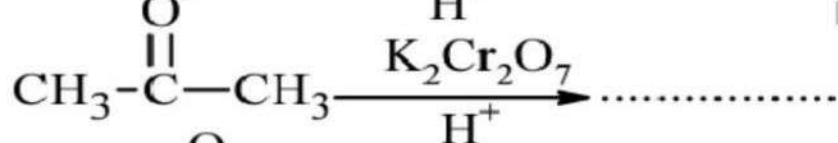
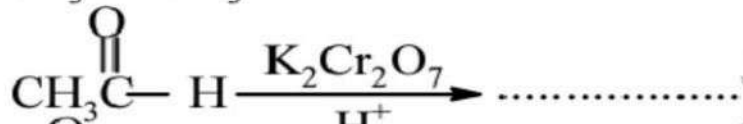
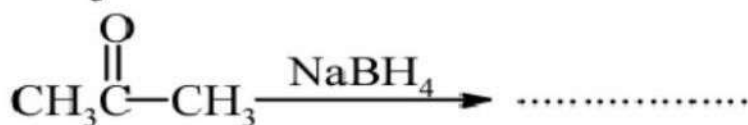
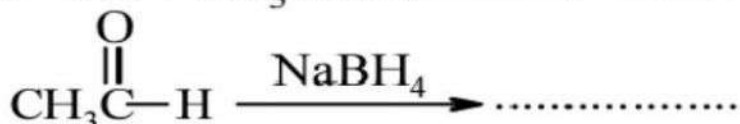
سؤال 3 : أكمل المخطط السهمي بالنواتج العضوي فيما يلي :

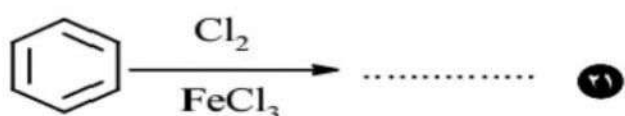
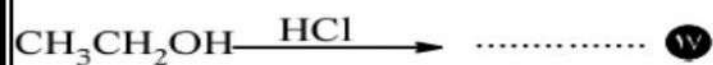
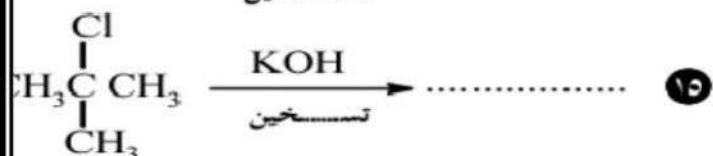
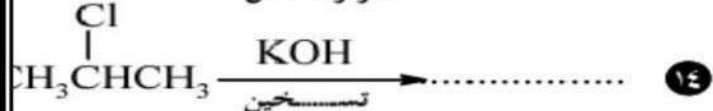
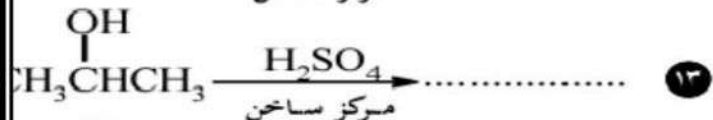
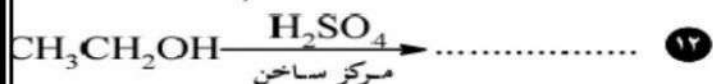
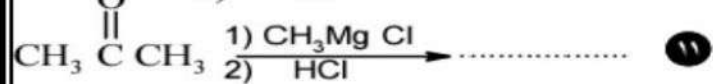
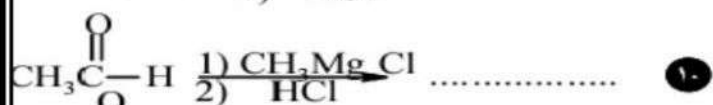
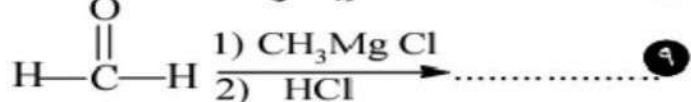
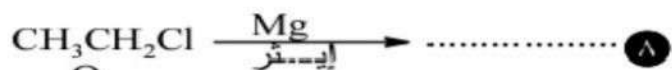
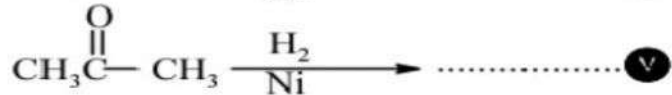
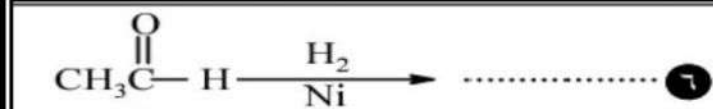


4 ادرس مخطط التفاعلات الآتي : ثم أكتب الصيغ البنائية للمركبات العضوية :



سؤال : أكمل التفاعلات التالية بالنواتج العضوي فيما يلي :

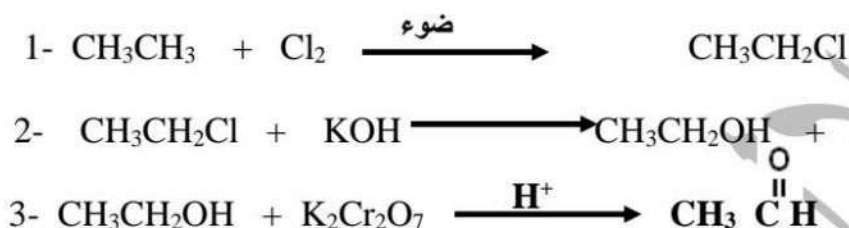




## تحضير المركبات العضوية

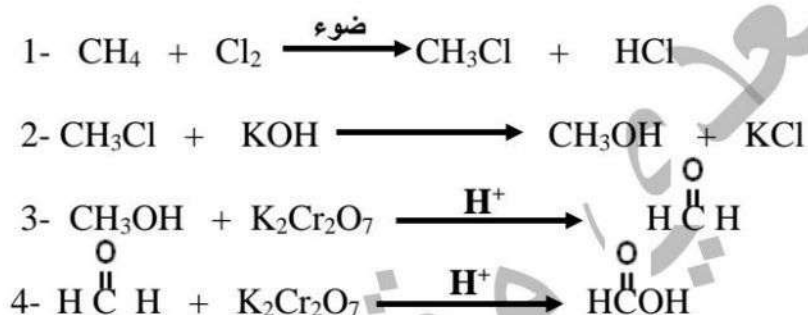
سؤال 1 : مستخدماً الإيثان  $\text{CH}_3\text{CH}_3$  وأية مواد غير عضوية مناسبة كيف تحضر كيف تحضر الايثانال  $\text{CH}_3\text{C}(=\text{O})\text{H}$  ؟

الحل:



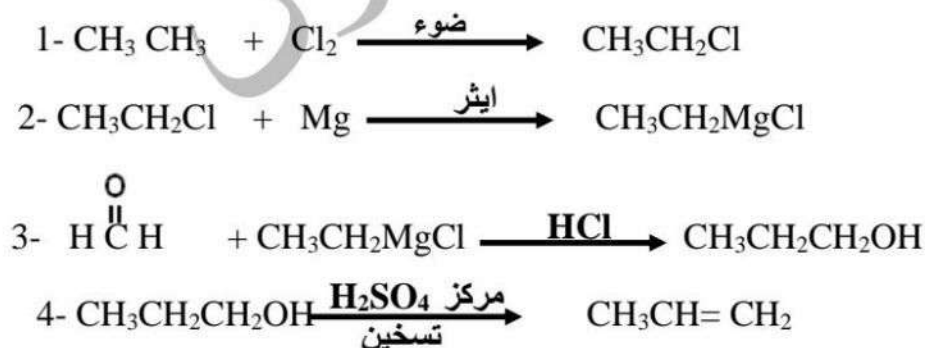
سؤال 2 : باستخدام الميثان  $\text{CH}_4$  وأية مواد غير عضوية مناسبة ، بين بالمعادلات كيفية تحضير  $\text{HCOOH}$  ؟

الحل :



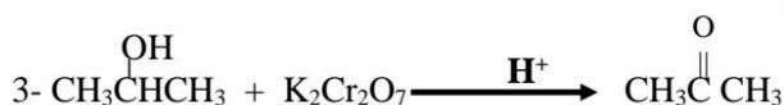
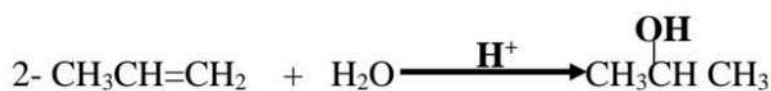
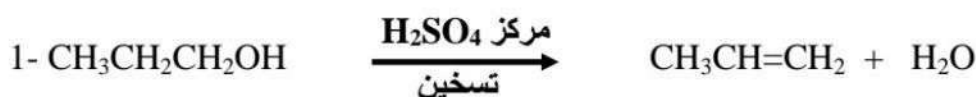
سؤال 3 : حضر البروبين  $\text{CH}_3\text{CH}=\text{CH}_2$  باستخدام الإيثان  $\text{CH}_3\text{CH}_3$  والميثانال  $\text{HCHO}$  وأية مواد غير عضوية مناسبة

الحل :



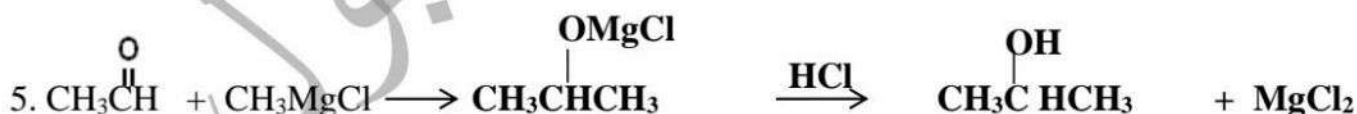
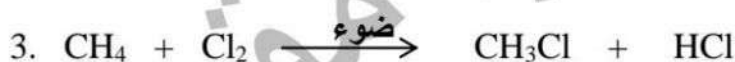
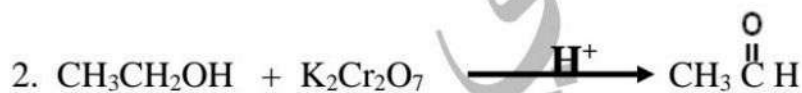
سؤال 4 : بين بالمعادلات كيف تحضر  $\text{CH}_3\text{COCH}_3$  مبتدئاً من  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$  ومستخدماً أية مواد غير عضوية ؟

الحل :



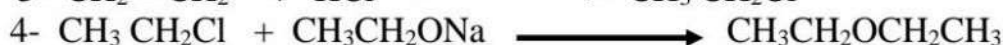
سؤال 5 : حضر ٢ - بروبانول  $\text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{CH}_3$  من الميثان  $\text{CH}_4$  والايثين  $\text{CH}_2=\text{CH}_2$  مستخدماً أية مواد غير عضوية مناسبة ؟

الحل :



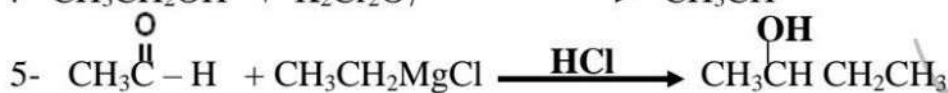
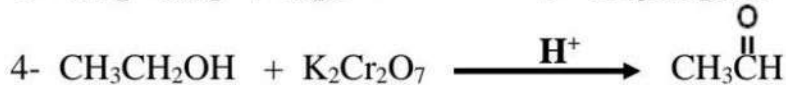
سؤال 6 : بين بالمعادلات كيفية تحضير  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OC}_2\text{H}_5$  باستخدام الإيثين  $\text{CH}_2=\text{CH}_2$  وأية مواد غير عضوية مناسبة ؟

الحل :





سؤال 7 : بين بالمعادلات كيف تحضر البيوتانون  $\text{CH}_3\overset{\text{O}}{\parallel}\text{CHCH}_2\text{CH}_3$  مبتدئاً من الإيثين  $\text{CH}_2=\text{CH}_2$  مستعيناً بأيّة مواد غير عضوية مناسبة ؟  
الحل:



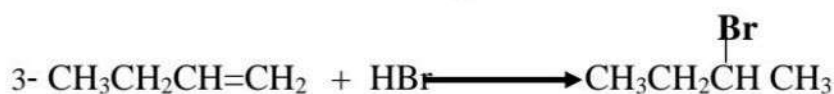
سؤال 8 : حضر البروبين  $\text{CH}_3\text{CH}=\text{CH}_2$  باستخدام الإيثان  $\text{CH}_3\text{CH}_3$  والميثانال  $\text{H}\overset{\text{O}}{\parallel}\text{CH}$  و أية مواد غير عضوية مناسبة

الحل :



سؤال 9 : بين بالمعادلات تحضر 2- برومو بيوتان  $\text{CH}_3\text{CHBrCH}_2\text{CH}_3$  من البيوتانال  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CHO}$  ؟

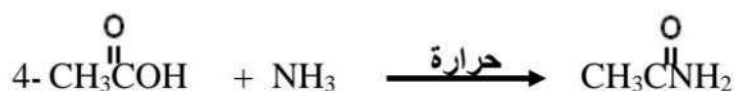
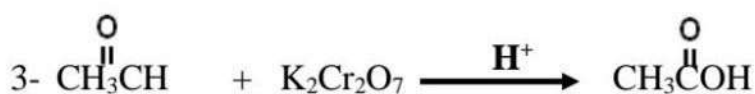
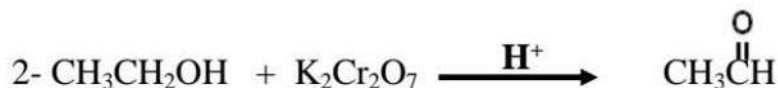
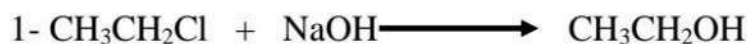
الحل :



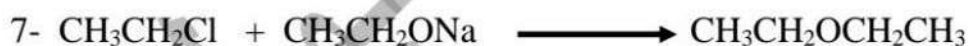
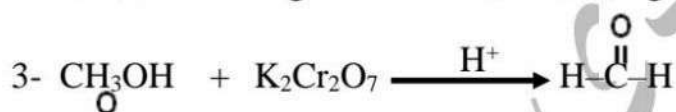
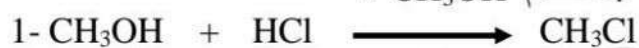
سؤال 10 :

بين بالمعادلات كيفية تحضير  $\text{CH}_3\text{C}(=\text{O})\text{NH}_2$  باستخدام ما يلزم من المواد الآتية :  
(  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{Cl}$  ،  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  ،  $\text{H}^+$  ،  $\text{NaOH}$  ،  $\text{NH}_3$  ، حرارة ) ؟

الحل :



سؤال 11 : اكتب معادلات تحضير  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OCH}_2\text{CH}_3$  باستخدام  $\text{CH}_3\text{OH}$  ؟



سؤال 12 : مبتدأ بكل من  $\text{CH}_4$  و  $\text{CH}_3\text{CH}_3$  ومستعينا بأية مواد غير عضوية مناسبة حضر  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{Cl}$  ؟

سؤال 13 : مستخدماً الميثان  $\text{CH}_4$  وما يلزم من مواد كيف يمكن بمعادلات تحضير  $\text{CH}_3 - \underset{\text{CH}_3}{\overset{\text{OH}}{\text{C}}} - \text{CH}_3$  ؟

سؤال 14 :  $\text{CH}_3 - \underset{\text{CH}_3}{\overset{\text{O}}{\text{C}}} - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$  كيف تحضير مستخدماً  $\text{HCHO}$  و  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_3$  واية مواد غير عضوية مناسبة ؟

سؤال 15 : إستخدم الميثان  $\text{CH}_4$  وأية مواد غير عضوية مناسبة في تحضير  $\text{CH}_2=\text{CH}_2$  ؟

سؤال 16 : مستخدماً البروبانون  $\text{CH}_3\text{C}(=\text{O})\text{CH}_3$  وما يلزم من مواد غير عضوية مناسبة كيف تحضر بمعادلات ؟  $\text{CH}_3\text{CH}(\text{CH}_3)\text{CH}(\text{CH}_3)\text{CH}_3$

للسؤال 17 :

أكتب معادلات كيميائية تبين تحضير المركب  $\text{CH}_3\text{C}(=\text{O})\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$  وذلك باستخدام الأتية :  
 (  $\text{HCl}$  ،  $\text{H}_2\text{O}$  ،  $\text{H}^+$  ،  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  ،  $\text{Mg}$  ، الأيثر ،  $\text{CH}_2=\text{CH}_2$  ،  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{Cl}$  ) ؟

للسؤال 18 :

حضر بمعادلات كيميائية 1- بيوتين  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}=\text{CH}_2$  مستخدماً الأيثين  $\text{CH}_2=\text{CH}_2$  وما يلزم من مواد غير عضوية ؟

سؤال 19 : مبتدئاً بالمركبين  $\text{CH}_4$  ،  $\text{CH}_3\text{CH}=\text{CH}_2$  ومستعينا بأية مواد غير عضوية مناسبة أكتب معادلات تحضير المركب التالي :



الأستاذ : بلال

( وما توفيقي إلا بالله )

الكيمياء العضوية

سؤال 20 :  
حضر البروبانال  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{C}(=\text{O})\text{H}$  مبدئاً من البروبانون  $\text{CH}_3\text{COCH}_3$  وأية مواد غير عضوية مناسبة ؟

سؤال 21 :

مستخدماً ٢- برومو بروبان  $\text{CH}_3\text{CH}(\text{Br})\text{CH}_3$  وما يلزم من مواد كيف تحضر  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CONH}_2$  ؟

سؤال 22 :

سنة 2008 / اذا كان لديك المواد الآتية (  $\text{H}_2\text{SO}_4$  ، ضوء ،  $\text{OH}^-$  ،  $\text{H}_2$  ،  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  ،  $\text{H}^+$  ،  $\text{HCl}$  ،  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_3$  ) مركز ، مصدر حرارة ، إيثر ، خلية تحليل كهربائي ، مصهور (  $\text{MgCl}_2$  ) استخدم ما يلزم منها فقط لتحضير ( 2-ميثيل -2- بنتانول ) ؟



الأستاذ : بلال

( وما توفيقي إلا بالله )

الكيمياء العضوية

السؤال 23 : حضر بنتانوات الايثيل مستخدما المركبين البروبانول والايثين واية مواد غير عضوية مناسبة ؟

السؤال 24 :  
2000 / صيفي : مبتدئاً بالايثاين (  $C_2H_2$  ) بين بمعادلات كيفية تحضير المركب  $CH_3-C(=O)-OCH_2CH_3$   
مستعينا بالمواد الآتية :  $H_2$  ،  $HCl$  ،  $H_2O$  ،  $Ni$  ،  $K_2Cr_2O_7$  /  $H^+$  ، مصدر حرارة ؟

للأسؤال 25 :

مركب عضوي (A) يحتوي على كربونتين ، يتفاعل مع فلز (Na) مطلقاً غاز  $H_2$  ، ولدى أكسدة المركب العضوي (A) كلياً بوجود محلول دايكرومات البوتاسيوم في وسط حمضي يتكون المركب العضوي (B) والذي يتفاعل مع كربونات الصوديوم الهيدروجينية مُكوناً المركب العضوي (C) وغاز  $CO_2$  ، ولدى تسخين مزيج من المركبين (A و B) بوجود حمض قوي مركز يتكون المركب العضوي (D) المتميز برائحته العطرة .

1- ما الصيغ البنائية لكل من المركبات العضوية (A , B , C , D) ؟

2- ما نوع التفاعل عند تفاعل المركب A مع فلز Na ؟

للأسؤال 26 :

مركب عضوي (A) يتكون من ثلاث ذرات كربون ، يتفاعل بالاختزال مع  $(LiAlH_4)$  لينتج المركب العضوي (B) ولدى أكسدة المركب العضوي (B) بـ  $(K_2Cr_2O_7)$  نتج المركب العضوي (C) والذي يتفاعل مع  $(NaHCO_3)$  مُطلقاً غاز ثاني أكسيد الكربون ومُكوناً المركب العضوي (D) ، كما أن المركب العضوي (C) يتفاعل مع المركب العضوي (B) بوجود حمض قوي مُكوناً المركب العضوي (E) المتميز برائحته العطرة ، ما الصيغة البنائية للمركبات (A , B , C , D , E) ؟

للأسؤال 27 :

المركب العضوي X يتكون من (3 ذرات) كربون وعند تسخينه مع NaOH ينتج مركبين هما B , C وعند تفاعل المركب B مع  $H_2SO_4$  المركز الساخن نتج المركب D الذي يتفاعل مع سائل البروم الاحمر بوجود رابع كلوريد الكربون أكتب الصيغ البنائية لكل من X , C , B , D ؟

السؤال 28 :

حضر 3-هكسانول  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}(\text{OH})\text{CH}_2\text{CH}_3$  مستخدماً 2-بروبانول  $\text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{CH}_3$  ؟

السؤال 29 :

ما هي الصيغة الكيميائية للمادة المستخدمة للكشف عن كل مما يلي :

- ١- الأيثين
- ٢- البروبانول
- ٣- الأيثانال
- ٤- حمض البروبانويك

السؤال 30 :

وضح بمعادلات كيميائية كيف تميز بين كل ما يلي :

أ-  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$  و  $\text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{CH}_3$

ب-  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$  و  $\text{CH}_3\text{COOH}$

ج-  $\text{CH}_3\text{CH}(\text{Cl})\text{CH}_3$  و  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{Cl}$

د-  $\text{CH}_3\text{COCH}_3$  و  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CHO}$

هـ-  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_3$  و  $\text{CH}_3\text{CH}=\text{CH}_2$

السؤال : ضع دائرة حول رمز الاجابة الصحيحة فيما يلي :

|                                                                                                          |                                                  |                                         |                                                  |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|-----------------------------------------|--------------------------------------------------|
| س1: المركبات العضوية التي لا تحتوي المجموعة الوظيفية -CO-                                                |                                                  |                                         |                                                  |
| أ- حموض كربوكسيلية                                                                                       | ب- استرات                                        | ج- كيتونات                              | د- اثيرات                                        |
| س2: المركب الناتج عن اختزال بروبانال $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CHO}$                                  |                                                  |                                         |                                                  |
| أ- بروبانونيك                                                                                            | أ- 1-بروبانول                                    | أ- 2-بروبانول                           | أ- بروبانون                                      |
| س3: المركب الناتج عن اكسدة 2-بروبانول بـ $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7/\text{H}^+$                    |                                                  |                                         |                                                  |
| أ- 1-بروبانول                                                                                            | ب- بروبانون                                      | ج- بروبين                               | د- بروبانونيك                                    |
| س4: المادة التي تزيل لون محلول البروم الاحمر                                                             |                                                  |                                         |                                                  |
| أ- $\text{CH}_3\text{CH}=\text{CH}_2$                                                                    | ب- $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$             | ج- $\text{C}_6\text{H}_6$               | د- $\text{CH}_3\text{CHO}$                       |
| س5: يستخدم محلول تولنز للكشف عن                                                                          |                                                  |                                         |                                                  |
| أ- الاسترات                                                                                              | ب- الاثيرات                                      | ج- الكيتونات                            | د- الالدهيدات                                    |
| س6: عند تسخين المركب $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$ مع $\text{H}_2\text{SO}_4$ المركز ينتج |                                                  |                                         |                                                  |
| أ- $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOH}$                                                                   | ب- $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CHO}$            | ج- $\text{CH}_3\text{OCH}_3$            | د- $\text{CH}_3\text{CH}=\text{CH}_2$            |
| س7: تفاعل الايثان مع $\text{Cl}_2$ بوجود الضوء يعد مثالا على تفاعلات                                     |                                                  |                                         |                                                  |
| أ- الاضافة                                                                                               | ب- الاستبدال                                     | ج- الحذف                                | د- الاكسدة                                       |
| س8: تتكون المرآة الفضية عند تسخين محلول تولنز مع احد المركبات التالية                                    |                                                  |                                         |                                                  |
| أ- $\text{CH}_3\text{OH}$                                                                                | ب- $\text{CH}_2\text{O}$                         | ج- $\text{CH}_3\text{CH}=\text{CH}_2$   | د- $\text{CH}_3\text{OCH}_3$                     |
| س9: المركب العضوي الذي لا يتأكسد بـ $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7/\text{H}^+$                         |                                                  |                                         |                                                  |
| أ- 3-ميثيل-2-هكسانول                                                                                     | ب- 2-بيوتانول                                    | ج- 2-ميثيل-2-بنتانول                    | د- ايثانول                                       |
| س10: المركب العضوي الذي يتفاعل مع الصوديوم ويطلق غاز $\text{H}_2$                                        |                                                  |                                         |                                                  |
| أ- ايثانال                                                                                               | ب- 2-كلوروبروبان                                 | ج- بيوتان                               | د- 2-بروبانول                                    |
| س11: المركب $\text{CH}_3\text{COOCH}_3$ يحضر من تفاعل                                                    |                                                  |                                         |                                                  |
| أ- ايثانويك وميثانول                                                                                     | ب- ميثانويك وايثانول                             | ج- ايثانويك وايثانول                    | د- ميثانويك وميثانول                             |
| س12: الاستر الناتج من تفاعل بيوتانويك وايثانول هو                                                        |                                                  |                                         |                                                  |
| أ- $\text{C}_3\text{H}_7\text{COOCH}_3$                                                                  | ب- $\text{C}_4\text{H}_9\text{COOC}_2\text{H}_5$ | ج- $\text{C}_4\text{H}_9\text{COOCH}_3$ | د- $\text{C}_3\text{H}_7\text{COOC}_2\text{H}_5$ |
| س13: احد المركبات التالية يعطي غاز $\text{CO}_2$ عند تفاعله مع $\text{NaHCO}_3$                          |                                                  |                                         |                                                  |
| أ- كلورو ايثان                                                                                           | ب- ايثانول                                       | ج- بيوتانول                             | د- ايثانويك                                      |
| س14: الكحول الذي لا يعطي ناتج حذف مع $\text{H}_2\text{SO}_4$ المركز                                      |                                                  |                                         |                                                  |
| أ) ايثانول                                                                                               | ب) 1-بروبانول                                    | ج) ميثانول                              | د) 2-بيوتانول                                    |
| س15: احد الكحولات التالية لا يحضر بطريقة جرينيارد                                                        |                                                  |                                         |                                                  |
| أ) ايثانول                                                                                               | ب) 1-بروبانول                                    | ج) ميثانول                              | د) 2-بيوتانول                                    |

|                                                                                       |                                          |                                          |                       |
|---------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|------------------------------------------|-----------------------|
| س18: يستخدم لحذف الماء من الكحول                                                      |                                          |                                          |                       |
| أ- $H_2SO_4$ المركز                                                                   | ب- KOH/تسخين                             | ج- $K_2Cr_2O_7/H^+$                      | د- $H_2/Ni$           |
| س19: احد المركبات التالية يعطي كحولا كنتاج رئيس عند اضافة KOH اليه                    |                                          |                                          |                       |
| أ- 2- برومو بيوتان                                                                    | ب- 2-مethyl-2-بروموبيوتان                | ج- 1-كلورو بروبان                        | د- 2-برومو بروبان     |
| س20: يعد تفاعل 2- كلورو بيوتان مع KOH/تسخين مثالا على تفاعلات                         |                                          |                                          |                       |
| أ- الحذف                                                                              | ب- الاكسدة                               | ج- الاضافة                               | د- الاستبدال          |
| س21: نوع التفاعل الذي يحول $CH_3CHO$ الى $CH_3CH_2OH$                                 |                                          |                                          |                       |
| أ- حذف                                                                                | ب- اكسدة                                 | ج- اختزال                                | د- استرة              |
| س22: تفاعل الاستر مع قاعدة قوية مثل NaOH                                              |                                          |                                          |                       |
| أ- هدرجة                                                                              | ب- استره                                 | ج- تصبن                                  | د- استبدال الكتروفيلي |
| س23: المجموعة الوظيفية $CH_2OH$ - تميز                                                |                                          |                                          |                       |
| أ- الكحولات الاولى                                                                    | ب- الكحولات الثانوية                     | ج- الكحولات الثالثية                     | د- الالدهيدات         |
| س24: يمكن تحضير 2-بيوتانول بجميع الطرق التالية ما عدا                                 |                                          |                                          |                       |
| أ- تسخين 2-كلورو بيوتان مع KOH                                                        | ب- اضافة الماء الى 2- بيوتين في وسط حمضي | ج- اضافة الماء الى 1- بيوتين في وسط حمضي | د- اختزال بيوتانون    |
| س25: في التفاعل $X + C_2H_5I \rightarrow C_2H_5-O-C_2H_5 + NaI$ فان المركب X هو       |                                          |                                          |                       |
| أ- $C_2H_5OH$                                                                         | ب- $C_2H_5ONa$                           | ج- $CH_3ONa$                             | د- $C_2H_5ONa$        |
| س26: للكشف عن حمض بروبانويك يستخدم                                                    |                                          |                                          |                       |
| أ- كاشف تولنز                                                                         | ب- $LiAlH_4$                             | ج- $NaHCO_3$                             | د- $Br_2/CCL_4$       |
| س27: عند تفاعل $CH_3CHO$ مع $CH_3MgCl$ ثم اضافة HCL ينتج                              |                                          |                                          |                       |
| أ- 1- بروبانول                                                                        | ب- 2- بروبانول                           | ج- بروبانال                              | د- بروبانون           |
| س28: المركب العضوي الذي لا يتأكسد ب $K_2Cr_2O_7/H^+$                                  |                                          |                                          |                       |
| أ- حمض كربوكسيلي                                                                      | ب- كحول اولي                             | ج- كحول ثانوي                            | د- الدهيد             |
| س29: المركب الذي لا يتفاعل بالاضافة                                                   |                                          |                                          |                       |
| أ- $CH_2=CH_2$                                                                        | ب- $CH \equiv CH$                        | ج- $CH_3CHO$                             | د- $CH_3CH_3$         |
| س30: في تفاعل $CH_3CH_3$ مع $Cl_2$ بوجود الحرارة او الضوء فإن الرابطة التي تكسر اولاً |                                          |                                          |                       |
| أ- C-H                                                                                | ب- C-Cl                                  | ج- Cl-Cl                                 | د- H-Cl               |

إن لم تكافح فلست ناجح !!

للمسؤال : من خلال دراستك للجدول التالي الذي يتضمن الصيغ البنائية لبعض المركبات العضوية أجب عما يلي :

|                                             |                                                                                |                                   |                                                                                 |
|---------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|
| 4                                           | 3                                                                              | 2                                 | 1                                                                               |
| $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$           | $\text{CH}_3\overset{\text{O}}{\parallel}\text{C}-\text{NH}_2$                 | $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{Cl}$ | $\text{CH}_3-\overset{\text{OH}}{\underset{\text{CH}_3}{\text{C}}}-\text{CH}_3$ |
| 8                                           | 7                                                                              | 6                                 | 5                                                                               |
| $\text{CH}_2=\text{CH}_2$                   | $\text{CH}_3\overset{\text{OH}}{\underset{\text{CH}_3}{\text{CH}}}\text{CH}_3$ | $\text{CH}_3\text{CH}_3$          | $\text{CH}_3\overset{\text{O}}{\parallel}\text{COCH}_2\text{CH}_3$              |
| 12                                          | 11                                                                             | 10                                | 9                                                                               |
| $\text{C}_2\text{H}_5\text{OC}_2\text{H}_5$ | $\text{CH}_3\text{COOH}$                                                       | $\text{CH}\equiv\text{CH}$        | $\text{CH}_3-\overset{\text{O}}{\parallel}\text{C}-\text{CH}_3$                 |

1- اختر من الجدول رقم المركب الذي يمثل كل مما يلي :

أ- ينتج من تفاعل المركب (4) مع  $\text{HCl}$

ب- يتفاعل مع المركب رقم (11) ليعطي المركب رقم (5) بوجود حمض قوي

ج- يتفاعل مع  $\text{NaHCO}_3$  مطلقاً  $\text{CO}_2$

د- مركب يحدث له تصبن

هـ- مركب ينتج من اختزال المركب رقم (9)

و- ينتج من تفاعل المركب رقم (11) مع 2 والحرارة

2- أكتب معادلة تحضير المركب رقم (11) صناعياً

3- أكتب معادلات التمييز مخبرياً بين المركب (8) و (6)

4- ما هي صيغة المركب العضوي الناتج من تفاعل المركب (1) مع  $\text{H}_2\text{SO}_4$  مركز ساخن

5- أكتب معادلات تحضير المركب رقم (12) مبتدئاً من المركب رقم (6)

6- ما صيغة المركب الناتج من تفاعل 2 مول من  $\text{H}_2$  بوجود النيكل مع (10)

7- يتفاعل مع  $\text{CH}_3\text{MgCl}$  وينتج المركب رقم (1) بوجود  $\text{HCl}$

8- ما نوع التفاعل الذي يحول المركب (8) الى المركب (4)

9- أكتب صيغة المركب العضوي الناتج من تفاعل (11) مع (7) في وسط حمضي

10- مركب عضوي A صيغته الجزيئية  $\text{C}_4\text{H}_9\text{Br}$  يعطي عند اضافة  $\text{KOH}$  اليه كحول B يتأكسد عند اضافة

$\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7/\text{H}^+$  اليه الى حمض كربوكسيلي C ، عند اضافة  $\text{H}_2\text{SO}_4$  المركز الساخن الى المركب B يتكون المركب D  
( $\text{C}_4\text{H}_8$ ) ، عند اضافة الماء في وسط حمضي الى المركب D يتكون كحول E ، اكتب صيغ المركبات A , B , C , D , E

ملحق اسئلة وزارية تاكد من حلها

(انتهت الوحدة والحمد والفضل لله)



الربط بالحياة

تستخدم معقمات اليدين بشكل شائع في مختلف الأماكن، مثل المستشفيات، والمطاعم، والمدارس، وفي الاستعمال الشخصي؛ وذلك لقتل الميكروبات والحد من انتقال العدوى. ورغم استخدام مكونات مختلفة في تصنيع المعقمات؛ إلا أن المكون الفعال هو الإيثانول أو 2-بروبانول.

الربط بالحياة

يكون الإيثانال مبلمرات بسيطة منها؛ مبلمر مكون من ثلاثة مونومرات  $(CH_3CHO)_3$ ، ويستخدم دواءً مُنومًا. أيضًا مبلمر مكون من أربعة مونومرات  $(CH_3CHO)_4$ ، حيث يستخدم وقودًا صلبًا لمواقف التخميم.

الربط بالصناعة

حمض الأسيتيك أو حمض الإيثانوك  $CH_3COOH$ ؛ هو المكون للخل، ينتج حمض الأسيتيك صناعيًا من البتروكيماويات، يستخدم ما يقارب ثلث إجمالي حمض الأسيتيك المنتج في جميع أنحاء العالم في إنتاج أسيتات الفينيل  $CH_3COOCH=CH_2$ ، وهو مركب يستخدم مونومرًا لإنتاج مبلمر بولي فينيل أسيتات PVA المكون لأصماغ الخشب. ويستخدم حمض الأسيتيك -أيضًا- في إنتاج إسترات مختلفة منها؛ أسيتات السليلوز، حيث تستخدم لصناعة الأفلام الفوتوغرافية، ويمكن استخدامه -أيضًا- في تحضير بعض الأدوية مثل الأسبرين. في المنزل غالبًا ما يستخدم حمض الأسيتيك منظفًا منزليًا، إذ يدخل في تكوين مزيلات التكلس. وقد ثبت -أيضًا- أن حمض الأسيتيك له خصائص مضادة للبكتيريا والفطريات حتى عند تخفيفه، لذلك استخدم لتطهير الجروح ومنظفًا للأسطح في المطابخ.

الربط بالصناعة

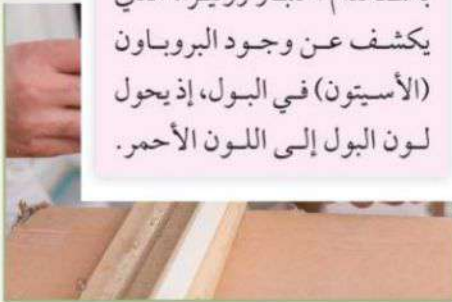
استخدمت إحدى الشركات العالمية في تصنيع العطور خليطًا من بعض الألديهيدات فمثلاً؛ الألديهيد الذي يحتوي 10 ذرات كربون يعطي رائحة البرتقال، والذي يحتوي 12 ذرة كربون يعطي رائحة البنفسج. ولكن ليس كل الألديهيدات تعطي رائحة طيبة؛ فمنها ما يعطي رائحة تشبه رائحة الخضار المتعفنة، لذلك يجب استخدام الألديهيد المناسب في صناعة العطور.

الربط بالحياة

خلق الله -عز وجل- النباتات ولكل منها رائحة مميزة، فاللوز مثلاً؛ يحتوي على مركب ألديهيد يعطيه رائحة مميزة. وقد جرى استخلاص هذا المركب ويستخدم في صناعة منكهات المواد الغذائية وفي المستحضرات الطبية.

الربط بالصحة

الكشف عن الكيتون في البول يعدّ ارتفاع مستويات الكيتون في البول -أو ما يعرف بالحمض الكيتوني السكري - Diabetic Ketoacidosis - أول مؤشرات الإصابة بمرض السكري غير المكتشف، كما يعدّ أحد مضاعفات مرض السكري عند المصابين. يجري الكشف عن الكيتون في البول باستخدام اختبار روثيرا، الذي يكشف عن وجود البروباون (الأسيتون) في البول، إذ يحول لون البول إلى اللون الأحمر.



مختلفة منها؛ أسيتات السليلوز، حيث تستخدم لصناعة الأفلام الفوتوغرافية، ويمكن استخدامه -أيضًا- في تحضير بعض الأدوية مثل الأسبرين. في المنزل غالبًا ما يستخدم حمض الأسيتيك منظفًا منزليًا، إذ يدخل في تكوين مزيلات التكلس. وقد ثبت -أيضًا- أن حمض الأسيتيك له خصائص مضادة للبكتيريا والفطريات حتى عند تخفيفه، لذلك استخدم لتطهير الجروح ومنظفًا للأسطح في المطابخ.

الربط بالصناعة

استخلص الإنسان منذ القدم مسكنًا للألم من لحاء شجر الصفصاف، إلى أن صُنِعَ الأسبرين فأصبح يستخدم في أنحاء العالم كافة بوصفه مسكنًا للألم بوجه عام، حيث يحضر من خلال تفاعل الأسترة.

الربط بالصناعة

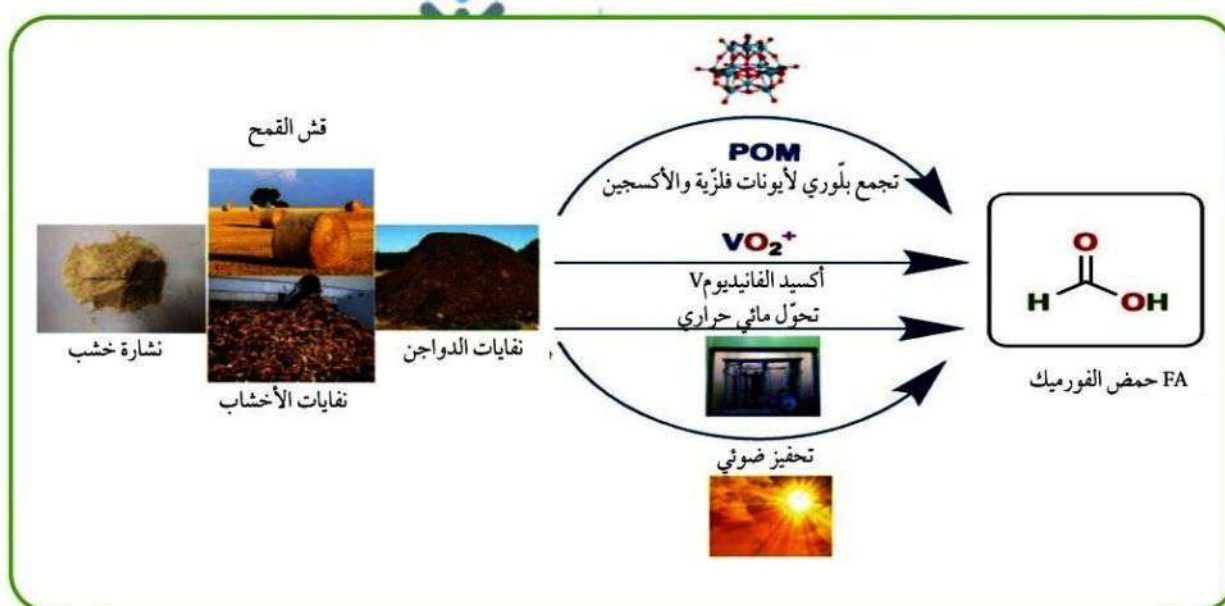
هدرجة الزيوت

Hydrogenation of Oils

تعرف الزيوت المهدرجة باسم الدهون الصناعية (السمن)، حيث تُحول الزيوت السائلة غير المشبعة إلى زيوت مشبعة على شكل سمن نباتي أو زبدة صلبة؛ ويتم ذلك بإضافة الهيدروجين إلى الزيوت غير المشبعة (هدرجة الزيوت) بوجود عامل مساعد مناسب، وعند ظروف عالية من الضغط والحرارة. وذلك بهدف إطالة مدة الصلاحية وتسهيل عمليات الحفظ والتخزين.

## الإثراء والتوسع

أما في الوقت الحاضر؛ فهناك دراسات متعددة تركز على الكتلة الحيوية Biomass، بوصفها مصدرًا للحصول على حمض الفورميك؛ نظرا لوفرتها وتدني تكلفتها. يطلق مصطلح الكتلة الحيوية على المخلفات العضوية للمحاصيل المختلفة، مثل قش القمح، ومخلفات الأخشاب، ونشارة الخشب، ومخلفات الدواجن.



حيث تجري أكسدة الكتلة الحيوية تحت ظروف مختلفة كما في الشكل، فتحلل وتحول إلى حمض الفورميك؛ بوجود فوق أكسيد الهيدروجين  $H_2O_2$ ، والأكسجين  $O_2$ ، بوصفهما عاملان مؤكسدان.





إدارة الامتحانات والاختبارات  
قسم الامتحانات العامة

## امتحان شهادة الدراسة الثانوية العامة لعام ٢٠٢٢ / التكميلي

(وثيقة مضمونة/محدودة)

مدة الامتحان: ٠٠ د ٢٠ م

رقم المبحث: 101

المبحث: الكيمياء

اليوم والتاريخ: الأربعاء ٢٠٢٣/١/١١  
رقم الجلوس:

الفرع: العلمي والاقتصاد المنزلي والزراعي (جامعات) رقم النموذج: (١)  
اسم الطالب:

اختر رمز الإجابة الصحيحة في كل فقرة مما يأتي، ثم ظلّل بشكل غامق الدائرة التي تشير إلى رمز الإجابة في نموذج الإجابة (ورقة القارئ الضوئي) فهو النموذج المعتمد (فقط) لاحتساب علامتك، علماً أنّ عدد الفقرات (٥٠)، وعدد الصفحات (٨).

١- المادة التي تسلك سلوكاً حمضياً عند تفاعلها مع  $\text{NH}_3$ :

(أ)  $\text{OH}^-$  (ب)  $\text{CN}^-$  (ج)  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$  (د)  $\text{HCOO}^-$

٢- محلول  $\text{KNO}_3$  تركيزه (٠.١) مول/لتر، وعند تغيير تركيزه ليصبح (٠.٠١) مول/لتر، فإن: (أهمّل التغير في الحجم)

(أ) pH تزداد (ب)  $[\text{OH}^-]$  تقل (ج) pH تثبت (د)  $[\text{H}_3\text{O}^+]$  تزداد

٣- الزوج المترافق من الحمض والقاعدة  $\text{H}_2\text{O} / \text{H}_3\text{O}^+$  ناتج من تفاعل:

(أ)  $\text{H}_2\text{O} + \text{CN}^-$  (ب)  $\text{H}_2\text{O} + \text{HCOO}^-$  (ج)  $\text{H}_2\text{O} + \text{H}_2\text{CO}_3$  (د)  $\text{H}_2\text{O} + \text{C}_5\text{H}_5\text{N}$

٤- المحلول الملحي من محاليل الأملاح الأتية المتساوية التركيز التي يكون فيها تركيز  $[\text{OH}^-]$  الأعلى هو:

(أ)  $\text{CH}_3\text{COONa}$  (ب)  $\text{NaCl}$  (ج)  $\text{NH}_4\text{Cl}$  (د)  $\text{NaBr}$

٥- محلول قاعدة ضعيفة تركيزه (٠.٤) مول/لتر، فإن تركيز  $[\text{H}_3\text{O}^+]$  (مول/لتر) يساوي:

( $K_b = 1.0 \times 10^{-11}$ ، القاعدة  $K_a = 1.0 \times 10^{-9}$ )

(أ)  $1.0 \times 10^{-2}$  (ب)  $1.0 \times 10^{-11}$  (ج)  $1.0 \times 10^{-12}$  (د)  $1.0 \times 10^{-10}$

٦- المادة التي لا تسلك سلوكاً أمفوتيرياً في تفاعلاتها:

(أ)  $\text{HCOO}^-$  (ب)  $\text{HSO}_3^-$  (ج)  $\text{H}_2\text{O}$  (د)  $\text{HCO}_3^-$

٧- المادة التي تسلك سلوكاً حمضياً وفق مفهوم كل من أرهينيوس وبرونستد-لوري:

(أ)  $\text{HI}$  (ب)  $\text{NH}_4\text{Cl}$  (ج)  $\text{N}_2\text{H}_5^+$  (د)  $\text{Cu}^{2+}$

٨- محلول مكون من القاعدة الضعيفة B والملح  $\text{BHCl}$  المتساويين في التركيز له pH يساوي (٩)، وعند تغيير تراكيز

كل من الملح والقاعدة لتصبح pH المحلول يساوي (٨) فإن نسبة [القاعدة] إلى [الملح] تساوي: (أهمّل التغير في الحجم)

علماً أنّ ( $K_b = 1.0 \times 10^{-11}$ )

(أ) ١٠ (ب) ٠.١ (ج) ٠.٠١ (د) ٠.٠٠١

يتبع الصفحة الثانية ....

### الصفحة الثانية

• ادرس المعلومات الآتية لمحاليل القواعد الضعيفة الافتراضية (D,C,B,A) المتساوية التركيز، ثم أجب عن الفقرات

(٩، ١٠، ١١) علماً أن  $(K_w = 1.0 \times 10^{-14})$

- قيمة pH القاعدة B أقل منها للقاعدة C

- الملح DHCl أكثر قدرة على التميّه من الأملاح (CHCl ، BHCl ، AHCl)

- تركيز  $[AH^+]$  لمحلول القاعدة A أكبر من  $[CH^+]$  لمحلول القاعدة C

٩- محلول القاعدة الأعلى تأيئاً في الماء:

(أ) A (ب) B (ج) C (د) D

١٠- محلول الملح الذي يكون له تركيز  $[H_3O^+]$  الأقل عند تساوي تراكيز الأملاح:

(أ) AHCl (ب) BHCl (ج) CHCl (د) DHCl

١١- ينتج عند تفاعل الحمض المرافق للقاعدة الأضعف مع الماء:

(أ)  $A + H_3O^+$  (ب)  $D + H_3O^+$  (ج)  $CH^+ + OH^-$  (د)  $BH^+ + OH^-$

١٢- محلول الحمض HCl تركيزه (٠,٠٥) مول/لتر، فإن تركيز  $[OH^-]$  مول/لتر، يساوي:

علماً أن  $(K_w = 1.0 \times 10^{-14})$

(أ)  $1.0 \times 10^{-13}$  (ب)  $2.0 \times 10^{-13}$  (ج)  $5.0 \times 10^{-13}$  (د)  $5.0 \times 10^{-12}$

• يمثل الجدول المجاور محاليل أملاح متساوية التركيز (٠,١) مول/لتر لحموض ضعيفة ومعلومات عنها،

ادرسه، ثم أجب عن الفقرات (١٣، ١٤، ١٥) علماً أن  $(K_w = 1.0 \times 10^{-14})$  ،  $(2 = 0.3)$

١٣- الترتيب الصحيح للحموض وفقاً لقوتها:

(أ)  $CH_3COOH < HOCl < HNO_2$

(ب)  $HOCl < CH_3COOH < HNO_2$

(ج)  $HNO_2 < CH_3COOH < HOCl$

(د)  $CH_3COOH < HNO_2 < HOCl$

١٤- أيون الملح الأكثر قدرة على التفاعل مع الماء:

(أ)  $K^+$  (ب)  $NO_2^-$  (ج)  $CH_3COO^-$  (د)  $ClO^-$

١٥- صيغة الأيون المشترك عند إضافة بلورات الملح  $CH_3COOK$  إلى محلول الحمض  $CH_3COOH$ :

(أ)  $CH_3COO^-$  (ب)  $K^+$  (ج)  $CH_3COOH$  (د)  $OH^-$

١٦- نصف التفاعل الذي يزداد عدد تأكسد النتروجين (N) فيه بمقدار (٤)، هو:

(أ)  $N_2H_4 \longrightarrow NO$  (ب)  $NO_2 \longrightarrow N_2O_4$

(ج)  $NO \longrightarrow N_2$  (د)  $NO_2^- \longrightarrow NO_3^-$

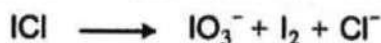
يتبع الصفحة الثالثة ....

### الصفحة الثالثة

١٧- في المعادلة  $\text{MnO}_4^- + \text{NO}_2 \longrightarrow \text{MnO}_2 + \text{NO}_3^-$  ، فإن العبارة الصحيحة:

- (أ) يقل عدد التأكسد لذرة N بمقدار (١)  
 (ب) يزداد عدد التأكسد لذرة Mn بمقدار (٣)  
 (ج)  $\text{NO}_2$  عاملاً مختزلاً  
 (د)  $\text{MnO}_2$  عاملاً مؤكسداً

١٨- عدد الإلكترونات المفقودة أو المكتسبة اللازم لموازنة التفاعل الآتي في الوسط الحمضي، يساوي:



- (أ) ٢ (ب) ٤ (ج) ٦ (د) ٨

• يُبين الجدول المجاور عدداً من التفاعلات التي تتم في عدد من الخلايا الغلفانية أقطابها فلزات لها رموز افتراضية مع قيم ( $E^\circ$ ) الخلية، ادرسه، ثم أجب عن الفقرتين (١٩ ، ٢٠)

| التفاعلات الخلية                                                       | $E^\circ$ (فولت) |
|------------------------------------------------------------------------|------------------|
| $\text{A} + \text{X}^{2+} \rightleftharpoons \text{X} + \text{A}^{2+}$ | ٠,٣٢             |
| $\text{A} + \text{Y}^{2+} \rightleftharpoons \text{Y} + \text{A}^{2+}$ | ٠,٦٢             |
| $\text{Z}^{2+} + \text{A} \rightleftharpoons \text{A}^{2+} + \text{Z}$ | ٠,٤٨             |

١٩- الترتيب الصحيح للرموز الافتراضية لعناصر فلزية وفقاً لقوتها كعوامل مختزلة:

- (أ)  $\text{A} < \text{X} < \text{Z} < \text{Y}$   
 (ب)  $\text{Y} < \text{Z} < \text{X} < \text{A}$   
 (ج)  $\text{Z} < \text{Y} < \text{X} < \text{A}$   
 (د)  $\text{A} < \text{Z} < \text{X} < \text{Y}$

٢٠- إذا علمت أن الفلز الذي له الرمز الافتراضي M يستطيع اختزال أيونات الفلز Y ولا يستطيع اختزال أيونات الفلز Z فإن العبارة الصحيحة:

- (أ) يمكن تحريك محلول الفلز Y بملعقة مصنوعة من M  
 (ب) يمكن حفظ محلول M في وعاء مصنوع من Z  
 (ج) في الخلية Y/M تقل كتلة القطب M  
 (د) Z عامل مختزل أضعف من M

• ادرس المعلومات الآتية، ثم أجب عن الفقرتين (٢١ ، ٢٢):

- (C ، D ، W) فلزات لها رموزاً افتراضية.

- ( $E^\circ$  تأكسد = ٠,٢٣ فولت)  $\text{C} \longrightarrow \text{C}^{2+} + 2\text{e}^-$

- ( $E^\circ$  تأكسد = -٠,٣٤ فولت)  $\text{D} \longrightarrow \text{D}^{2+} + 2\text{e}^-$

- قيمة جهد الاختزال المعياري للهيدروجين تساوي صفراً.

- W هو القطب الموجب في الخلية الغلفانية قطبها (W/H<sub>2</sub>) ، قيمة جهد الخلية المعياري ( $E^\circ$ ) = ١,٥ فولت.

٢١- الخلية الغلفانية التي لها أقل جهد معياري ( $E^\circ$ ):

- (أ) D/C (ب) D/H<sub>2</sub> (ج) C/H<sub>2</sub> (د) C/W

٢٢- قيمة جهد الخلية المعياري ( $E^\circ$ ) فولت) للخلية الغلفانية قطبها W/D ، يساوي:

- (أ) ١,٨٤ (ب) ١,١٦ (ج) ١,٢٤ (د) ١,٦١

يتبع الصفحة الرابعة ....



### الصفحة الرابعة

• يتضمن الجدول المجاور خلايا غلفانية في الظروف المعيارية، أقطابها فلزات لها رموز افتراضية (X,Y,Z,W)

| الخلية           | المعلومات                                                     | جهد الخلية المعيارية (E° فولت) |
|------------------|---------------------------------------------------------------|--------------------------------|
| Y/Z              | يمكن حفظ أيونات $Y^{2+}$ في وعاء مصنوع من Z                   | ١,٠٤                           |
| X/H <sub>2</sub> | يتصاعد غاز H <sub>2</sub>                                     | ٠,٤٠                           |
| X/Z              | ترسبت ذرات Z عند وضع قطعة من الفلز X في محلول أيونات $Z^{2+}$ | ٠,٢٦                           |
| X/W              | W أضعف كعامل مختزل من X                                       | ٠,٧٤                           |

والتي تكون ثنائية الشحنة الموجبة في مركباتها، بالإضافة إلى قطب الهيدروجين المعيارى.

علماً أن (جهد الاختزال المعيارى للهيدروجين يساوى صفراً)، أجب عن الفقرات (٢٣ ، ٢٤ ، ٢٥)

٢٣- في الخلية الغلفانية قطبها (Y/Z) ، فإن العبارة الصحيحة:

(أ) القطب Y يمثل القطب الموجب

(ب) يمكن تحريك محلول أيونات Z بملقعة من Y

(ج) يستطيع العنصر Y اختزال أيونات Z من محاليله

(د) تتحرك الإلكترونات عبر الأسلاك من Z إلى Y

٢٤- الأيون الذي يستطيع أكسدة عنصر الهيدروجين H<sub>2</sub>:

(أ)  $Z^{2+}$

(ب)  $X^{2+}$

(ج)  $Y^{2+}$

(د)  $W^{2+}$

٢٥- المعادلة التي تمثل التفاعل غير التلقائي:

(أ)  $W^{2+} + Z \longrightarrow Z^{2+} + W$

(ج)  $Y^{2+} + X \longrightarrow Y + X^{2+}$

(ب)  $Y + W^{2+} \longrightarrow W + Y^{2+}$

(د)  $Z + 2H^+ \longrightarrow Z^{2+} + H_2$

٢٦- التفاعل الافتراضي الآتي  $A \longrightarrow B$  يحدث عند درجة حرارة معينة، إذا كانت قيمة ثابت سرعة التفاعل

(  $k = 1,0 \times 10^{-1}$  لتر/مول.ث) عندما يكون تركيز A يساوي (٠,٠١) مول/لتر، فإن سرعة التفاعل مول/لتر.ث

تساوي:

(أ)  $1,0 \times 10^{-1}$

(ب)  $1,0 \times 10^{-1}$

(ج)  $1,0 \times 10^{-1}$

(د)  $1,0 \times 10^{-1}$

• يبين الجدول المجاور بيانات تفاعل افتراضي نواتج  $A + B \longrightarrow$  عند درجة حرارة معينة، ادرسه، ثم أجب عن

الفقرات (٢٧ ، ٢٨ ، ٢٩)

٢٧- قانون سرعة هذا التفاعل هو:

(أ)  $k = [A]$  (ب)  $k = [B]$

(ج)  $k = [A][B]$  (د)  $k = [A]^2[B]$

٢٨- قيمة ثابت سرعة هذا التفاعل k ، تساوي:

(أ)  $1,0 \times 10^{-5}$  (ب)  $1,0 \times 10^{-4}$

(ج)  $1,0 \times 10^{-8}$  (د)  $1,0 \times 10^{-1}$

٢٩- قيمة k (مول/لتر)، تساوي:

(أ) ٠,٦

(ب) ٠,٣

(ج) ٠,٢

(د) ٠,١

يتبع الصفحة الخامسة ....

| رقم التجربة | [B] مول/لتر | [A] مول/لتر | السرعة الابتدائية مول/لتر.ث |
|-------------|-------------|-------------|-----------------------------|
| ١           | ٠,١         | ٠,١         | $1,0 \times 10^{-4}$        |
| ٢           | ٠,١         | ٠,٥         | $1,0 \times 10^{-4}$        |
| ٣           | ٠,٣         | ٠,١         | $1,0 \times 10^{-5}$        |
| ٤           | س           | ٠,١         | $1,0 \times 10^{-1}$        |



### الصفحة الخامسة

٣٠- يحدث التفاعل الافتراضي نواتج  $Z + Y \rightarrow$  عند درجة حرارة معينة، إذا علمت أن سرعة التفاعل تضاعفت

(٩) مرّات عند مضاعفة تركيز  $Z$  (٣) مرّات بثبوت تركيز  $Y$ ، كما تتضاعف سرعة التفاعل (٩) مرّات عند مضاعفة

تركيز كل من  $Z$  و  $Y$  (٣) مرّات، فإن الرتبة الكلية للتفاعل:

(أ) صفر (ب) ١ (ج) ٢ (د) ٣

٣١- العبارة الصحيحة المتعلقة بطاقة التنشيط للتفاعل الأمامي:

(أ) تزداد بزيادة درجة الحرارة

(ب) تزداد بزيادة تركيز المادة المتفاعلة

(ج) تقل بزيادة مساحة سطح المادة المتفاعلة

(د) تقل باستخدام العامل المساعد

٣٢- في التفاعل الافتراضي:  $A + B \rightarrow C + D$  عند درجة حرارة معينة، إذا علمت أن قانون سرعة التفاعل

س  $k = [A]^1$ ، فإن كلّ مما يأتي يؤثر في سرعة التفاعل ما عدا:

(أ) زيادة تركيز  $A$  (ب) زيادة تركيز  $B$

(ج) إضافة العامل المساعد (د) زيادة درجة الحرارة

• يُبين الجدول المجاور تفاعلات افتراضية عند درجة حرارة معينة وعند ظروف التفاعل نفسها مع قيم طاقة التنشيط

للتفاعل، ادرسه، ثم أجب عن الفقرتين (٣٣ ، ٣٤)

| الرقم | التفاعلات            | طاقة التنشيط<br>للتفاعل (KJ) |
|-------|----------------------|------------------------------|
| ١     | ناتج $A \rightarrow$ | ١٠                           |
| ٢     | ناتج $B \rightarrow$ | ٤٠                           |
| ٣     | ناتج $C \rightarrow$ | ٢٠                           |
| ٤     | ناتج $D \rightarrow$ | ٣٠                           |

٣٣- تكون سرعة التفاعل أعلى في التفاعل رقم:

(أ) ١ (ب) ٢

(ج) ٣ (د) ٤

٣٤- رقم التفاعل الأقل سرعة عند إضافة عامل مساعد إلى جميع التفاعلات:

(أ) ١ (ب) ٢

(ج) ٣ (د) ٤

يتبع الصفحة السادسة ....

### الصفحة السادسة

- في التفاعل الافتراضي نواتج  $\rightarrow AB + 40 \text{ kJ}$  عند درجة حرارة معينة، إذا علمت أن قيمة طاقة وضع المواد المتفاعلة تساوي (س) كيلو جول، وعند إضافة العامل المساعد إلى وعاء التفاعل انخفضت طاقة التنشيط للتفاعل الأمامي بمقدار (١٠) كيلو جول وأصبحت طاقة التنشيط للتفاعل العكسي = (١٠٠) كيلو جول.

اعتمادًا على المعلومات أعلاه، أجب عن الفقرات (٣٥ ، ٣٦ ، ٣٧ ، ٣٨):

٣٥- قيمة طاقة وضع المواد الناتجة (كيلو جول)، تساوي:

- (أ) س-٤٠ (ب) س+٤٠ (ج) س+٥٠ (د) س-٥٠

٣٦- قيمة طاقة التنشيط للتفاعل الأمامي (كيلو جول) بوجود عامل مساعد، تساوي:

- (أ) ١١٠ (ب) ١٢٠ (ج) ١٤٠ (د) ١٥٠

٣٧- قيمة طاقة التنشيط للتفاعل العكسي (كيلو جول) بدون عامل مساعد، تساوي:

- (أ) ١١٠ (ب) ١٢٠ (ج) ١٤٠ (د) ١٥٠

٣٨- قيمة طاقة وضع المعقد المنشط (كيلو جول) بدون عامل مساعد، تساوي:

- (أ) س+١٥٠ (ب) س-١٥٠ (ج) س+١٤٠ (د) س-١٤٠

٣٩- كل مما يأتي يؤثر فيها درجة حرارة التفاعل ما عدا:

- (أ) عدد التصادمات الفعالة (ب) سرعة التفاعل الكيميائي  
(ج) طاقة التنشيط للتفاعل (د) متوسط الطاقة الحركية للجزيئات

٤٠- تؤدي إضافة عامل مساعد إلى التفاعل الكيميائي إلى نقصان:

- (أ) طاقة وضع المواد المتفاعلة (ب) المحتوى الحراري للتفاعل  
(ج) زمن حدوث التفاعل (د) طاقة وضع المواد الناتجة

- في تفاعل ما عند درجة حرارة معينة، إذا علمت أن طاقة وضع المواد الناتجة أقل من طاقة وضع المواد المتفاعلة بمقدار (٣٠) كيلو جول، وأن طاقة وضع المعقد المنشط تساوي (١٥٠) كيلو جول، وطاقة التنشيط للتفاعل العكسي تساوي (١١٠) كيلو جول. فأجب عن الفقرتين (٤١ ، ٤٢):

٤١- طاقة وضع المواد المتفاعلة (كيلو جول) تساوي:

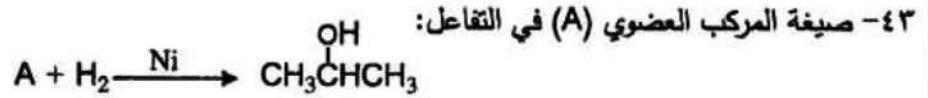
- (أ) ٧٠ (ب) ٦٠ (ج) ٥٠ (د) ٤٠

٤٢- طاقة التنشيط للتفاعل الأمامي (كيلو جول) تساوي:

- (أ) ٧٠ (ب) ٨٠ (ج) ٩٠ (د) ١٠٠

يتبع الصفحة السابعة ....

الصفحة السابعة



٤٤- أنواع التفاعلات التي تستخدم في تحضير المركب ٢-بيوتانول  $CH_3CH_2\overset{OH}{CH}CH_3$  من المركب ١-كلوروبوتان  $CH_3CH_2CH_2CH_2Cl$  هي:

- (أ) تأكسد - اختزال - إضافة  
(ب) تأكسد - حذف - إضافة  
(ج) استبدال - إضافة - تأكسد  
(د) استبدال - حذف - إضافة

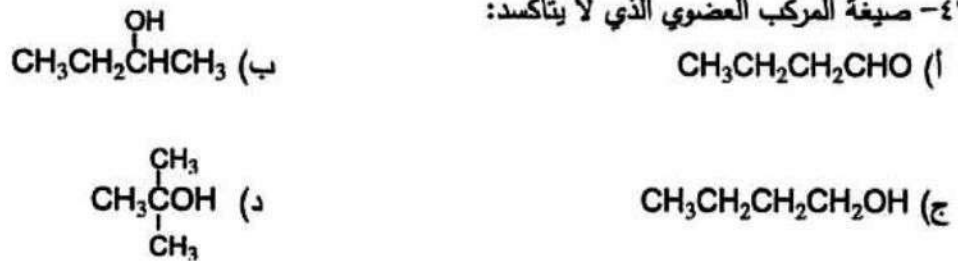
٤٥- المادة غير العضوية المناسبة لتحضير حمض الإيثانويك  $CH_3COOH$  من مركب الإيثانول  $CH_3CH_2OH$ ، هي:

(أ)  $KOH$       (ب)  $PCC$   
(ج)  $H^+/K_2Cr_2O_7$       (د)  $H_2SO_4$  / تسخين

٤٦- المركب الذي يمكن استخدامه في تحضير المركب ١-بيوتانول  $CH_3CH_2CH_2CH_2OH$  بخطوة واحدة وباستخدام مادة غير عضوية مناسبة هو:



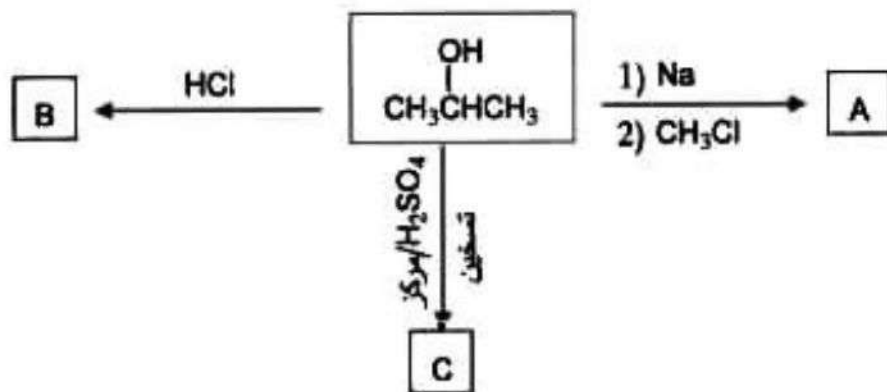
٤٧- صيغة المركب العضوي الذي لا يتأكسد:



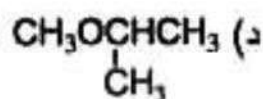
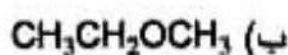
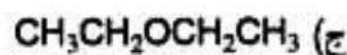
يتبع الصفحة الثامنة ....

الصفحة الثامنة

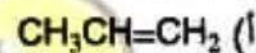
• ادرس المخطط الآتي، ثم أجب عن الفقرات (٤٨ ، ٤٩ ، ٥٠):



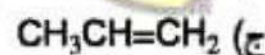
٤٨- الصيغة البنائية للمركب A هي:



٤٩- الصيغة البنائية للمركب B هي:



٥٠- الصيغة البنائية للمركب C هي:



« انتهت الأسئلة »





## امتحان شهادة الدراسة الثانوية العامة لعام ٢٠٢٣

(وثيقة محمية/محمود)

س د  
٢ ٠٠

مدة الامتحان:

رقم المبحث: 219

المبحث: الكيمياء

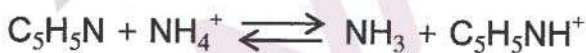
اليوم والتاريخ: الخميس ٢٠٢٣/٧/٢٠  
رقم الجلوس:الفرع: العلمي والاقتصاد المنزلي والزراعي (جامعات) رقم النموذج: (١)  
اسم الطالب:

اختر رمز الإجابة الصحيحة في كل فقرة مما يأتي، ثم ظلّل بشكل غامق الدائرة التي تشير إلى رمز الإجابة في نموذج الإجابة (ورقة القارئ الضوئي) فهو النموذج المعتمد (فقط) لاحتساب علامتك، علماً أن عدد الفقرات (٥٠)، وعدد الصفحات (٨).

١- يسلك الأيون  $Ni^{2+}$  عند تفاعله مع الماء  $H_2O$  سلوكاً مماثلاً لإحدى المواد الآتية:

- (أ)  $NH_3$  (ب)  $CH_3COO^-$  (ج)  $CN^-$  (د)  $HNO_2$
- ٢- الحمض المرافق الناتج من تفاعل  $HCO_3^-$  مع  $HNO_3$ :
- (أ)  $NO_3^-$  (ب)  $CO_3^{2-}$  (ج)  $H_2CO_3$  (د)  $H_3O^+$

المعادلات الآتية تمثل تفاعلات لمحاليل قواعد ضعيفة متساوية التركيز، إذا علمت أن موضع الاتزان مزاحاً فيها جهة المواد المتفاعلة، ادرسها، ثم أجب عن الفقرتين (٣، ٤):



٣- صيغة القاعدة التي لها أعلى قيمة pOH:

- (أ)  $NH_3$  (ب)  $C_5H_5N$  (ج)  $CH_3NH_2$  (د)  $C_2H_5NH_2$

٤- محلول الملح الأقل قدرة على التميّه (محاليل متساوية التركيز):

- (أ)  $NH_4Cl$  (ب)  $C_5H_5NHCl$  (ج)  $CH_3NH_3Cl$  (د)  $C_2H_5NH_3Cl$

٥- كتلة القاعدة NaOH بوحدة (g) اللازمة للتعاقد مع (200 mL) من محلول الحمض HCl تركيزه (0.4 M) تساوي:

(علماً أن  $Mr_{NaOH} = 40 \text{ g/mol}$ )

- (أ) 3.2 (ب) 1 (ج) 0.32 (د) 1.6

يتبع الصفحة الثانية ....



الصفحة الثانية / نموذج (١)

- يبين الجدول المجاور معلومات لعدد من محاليل حموض ضعيفة ومحاليل أملاحها، تركيز كل منها يساوي (0.01 M)، ادرسه، ثمَّ أجب عن الفقرات (٦، ٧، ٨) : علماً أن (  $k_w=1 \times 10^{-14}$  ،  $\log 1.7= 0.23$  )

٦- الحمض الأكثر قدرة على التآين في الماء:

| المعلومات                                                       | محلول الحمض |
|-----------------------------------------------------------------|-------------|
| $[A^-] = 4 \times 10^{-4} \text{ M}$                            | HA          |
| قيمة pH لمحلول الملح KB أعلى من قيمة<br>pH لمحلول الملح KA      | HB          |
| قيمة pH محلول مكون من محلول HC<br>وملحه KC يساوي 3.77           | HC          |
| تركيز $[H_3O^+]$ في محلول الملح KD أقل<br>منه في محلول الملح KB | HD          |

HA (أ)      HB (ب)

HD ( د                      HC (ج

٧- محلول الحمض الذي يكون فيه تركيز الأيونات الناتجة أقل:

HA (أ)      HB (ب)

HD (د)                      HC (ج)

٨- محلول الحمض HA تركيزه ( 1 M ) فإن نسبة تركيز  $[OH^-]$  إلى تركيز  $[H_3O^+]$  تساوي:

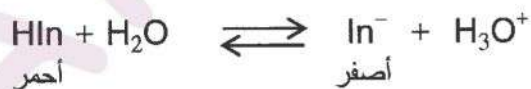
$6.25 \times 10^{-8}$  (د)       $4 \times 10^{-3}$  (ج)       $6.25 \times 10^{-10}$  (ب)       $2.5 \times 10^{-12}$  (ا)

٩- محلول القاعدة الضعيفة  $N_2H_4$  تركيزه (0.01 M)، فإن:

$[\text{OH}^-] = 1 \times 10^{-2} \text{ M}$  (ب)  $\text{pH} = 12$  (ا)

$2 > \text{pOH}$  (a)  $1 \times 10^{-12} \text{ M} < [\text{H}_3\text{O}^+]$  (c)

١٠- يتأين الكاشف الحمضي  $\text{HIn}$  في المحلول كما في المعادلة الآتية:



وعند إضافة محلول الكاشف إلى محلول القاعدة  $\text{LiOH}$  ، فإن العبارة الصحيحة:

(أ) يظهر اللون الأحمر في المحلول (ب) يزداد تركيز  $\text{In}^-$  ويظهر اللون الأصفر

ج) يزداد تركيز الكاشف HIn غير المتأين  
د) يندفع التفاعل باتجاه المواد المتفاعلة

١١- محلول منظم يتكوّن من القاعدة الضعيفة B تركيزها (0.15 M) والملح BHCl مجهول التركيز، وعند إضافة

( 0.01 mol ) من حمض HCl إلى ( 0.5 L ) من المحلول، أصبحت قيمة الرقم الهيدروجيني pH للمحلول تساوي

(10.42) ، فإن تركيز الملح BHCl (M) في المحلول يساوي:

علمًا أن (  $\log 3.8 = 0.58$  ،  $B$  للقاعدة  $k_b = 4.4 \times 10^{-4}$  ،  $k_w = 1 \times 10^{-14}$  )

0.2 (د)                      0.3 (ج)                      0.4 (ب)                      0.5 (ا)

يتبع الصفحة الثالثة ....

الصفحة الثالثة / نموذج (١)

• B, A رمزان افتراضيان لمركبين كيميائيين، فإذا علمت أن:

- عند إذابة A في الماء تزداد قيمة pH للمحلول
  - يتفاعل الأيون السالب من المحلول A مع الماء وينتج المحلول B
  - لا يتفاعل الأيون الموجب من المحلول A مع الماء
- أجب عن الفقرتين (١٢، ١٣):

١٢- تشير الرموز A و B إلى:

- (أ) A: ملح حمضي و B: قاعدة ضعيفة  
(ج) A: ملح حمضي و B: حمض ضعيف  
١٣- ينتج المركب A من تفاعل B مع:

- (أ) حمض قوي (ب) قاعدة قوية  
١٤- يزداد عدد تأكسد الكروم Cr بمقدار 3 في:



• ادرس المعلومات المتعلقة بالفلزات (X، Y، M، W)، ثم أجب عن الفقرات (١٥، ١٦، ١٧).

- عند إضافة قطع متساوية الكتلة من الفلزات التي لها الرموز الافتراضية (X، Y، M، W) إلى حجوم متساوية من محلول حمض HCl تركيزه (1 M)، لوحظ أن:

- ✓ تتفاعل كل من الفلزات (X، Y، M، W) مع HCl ولا يتفاعل الفلز X مع HCl
- ✓ سرعة تفاعل الفلز W أكبر من سرعة تفاعل الفلز Y

- يمكن تحريك محلول الفلز M بملقعة مصنوعة من كل من الفلزات X، Y، W،

- القيم المطلقة لجهود الاختزال المعيارية لكل من  $E^\circ_Y = 0.13 \text{ V}$ ،  $E^\circ_W = 0.28 \text{ V}$

- قيمة جهد الاختزال المعياري للهيدروجين  $0.00 \text{ V}$

١٥- الفلزان اللذان يشكلان خلية جلفانية لها أعلى جهد خلية معياري:

- (أ) W-X (ب) W-M (ج) M-Y (د) M-X

١٦- قيمة جهد الخلية الجلفانية المعياري للخلية المكونة من الفلزين W، Y بوحدة (V) تساوي:

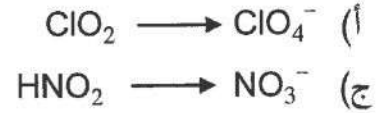
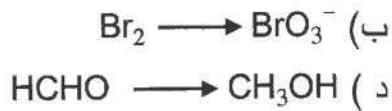
- (أ) 0.15 (ب) 1.5 (ج) 0.41 (د) 4.1

١٧- إذا علمت أن محلول الفلز Q يمكن حفظه في وعاء مصنوع من الفلز Y، فإن الفلز Q:

- (أ) عامل مختزل أضعف من Y  
(ب) يقل تركيز أيوناته في خلية جلفانية قطباها (Y-Q)  
(ج) يتفاعل مع محلول حمض HCl  
(د) يمثل القطب الموجب في خلية جلفانية قطباها (X-Q)

الصفحة الرابعة / نموذج (١)

١٨- نصف التفاعل الذي يحتاج إلى عامل مختزل:



• (A,B,C,D) رموزاً افتراضية لفلزات، تكون على شكل أيونات ثنائية موجبة في مركباتها، ادرس المعلومات الآتية، ثم أجب عن الفقرتين (١٩، ٢٠):

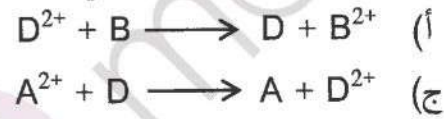
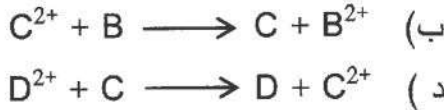
- لا يمكن تحريك محلول ASO<sub>4</sub> بملقعة مصنوعة من الفلز C

- E° للخلية الجلفانية قطباها (B-C) أكبر من E° للخلية الجلفانية قطباها (B-D)، علماً أن القطب B هو القطب السالب في الخليتين.

١٩- العامل المؤكسد الأضعف:



٢٠- معادلة التفاعل غير التلقائي:



٢١- عدد مولات الإلكترونات اللازم لموازنة المعادلة الآتية في وسط قاعدي، يساوي:



2 (د)

4 (ج)

6 (ب)

3 (أ)

٢٢- خليتان جلفانيتان، الأولى لها الرمز (A|A<sup>2+</sup>||B<sup>2+</sup>|B)، جهدها المعياري (E°<sub>cell</sub> = 2.24 V)، والثانية لها

الرمز (B|B<sup>2+</sup>||C<sup>2+</sup>|C)، جهدها المعياري (E°<sub>cell</sub> = 0.47 V)، فإن قيمة جهد الخلية الجلفانية A-C

المعياري (E°<sub>cell</sub>) بوحدة (V)، تساوي:

1.61 (د)

1.77 (ج)

2.61 (ب)

2.71 (أ)

• يبين الجدول المجاور بعض أنصاف تفاعلات الاختزال وقيم جهودها المعيارية، ادرسه، ثم أجب عن الفقرتين (٢٣، ٢٤)

٢٣- عند التحليل الكهربائي لمحلول يحتوي أيونات

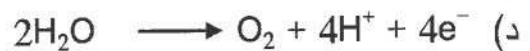
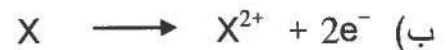
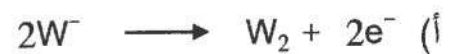
الفلزين (X,Y)، فإن الذي يتكوّن أولاً عند المهبط:

(أ) ذرات X (ب) ذرات Y

(ج) غاز H<sub>2</sub> (د) غاز O<sub>2</sub>

٢٤- نصف تفاعل التأكسد في خلية التحليل الكهربائي

لمحلول XW<sub>2</sub>:



| نصف تفاعل الاختزال                                                      | (E°) V |
|-------------------------------------------------------------------------|--------|
| X <sup>2+</sup> + 2e <sup>-</sup> ⇌ X                                   | -0.76  |
| Y <sup>3+</sup> + 3e <sup>-</sup> ⇌ Y                                   | -0.04  |
| 2H <sub>2</sub> O + 2e <sup>-</sup> ⇌ H <sub>2</sub> + 2OH <sup>-</sup> | -0.83  |
| W <sub>2</sub> + 2e <sup>-</sup> ⇌ 2W <sup>-</sup>                      | 1.07   |
| O <sub>2</sub> + 4H <sup>+</sup> + 4e <sup>-</sup> ⇌ 2H <sub>2</sub> O  | 1.23   |

يتبع الصفحة الخامسة ....



الصفحة الخامسة / نموذج (١)

٢٥- العبارة الصحيحة المتعلقة بتقنية النيكل (Ni) باستخدام عملية التحليل الكهربائي:

(أ) تُمثّل قوالب النيكل غير النقي المصعد

(ب) التفاعل الذي يحدث عند المهبط  $\text{Ni} \longrightarrow \text{Ni}^{2+} + 2\text{e}^-$

(ج) تتأكسد ذرات الفلزات (الشوائب) التي لها جهد اختزال أعلى من النيكل

(د) تختزل أيونات الفلزات (الشوائب) التي لها جهد اختزال أقل من جهد الخلية المستخدم

٢٦- التفاعل الافتراضي الآتي  $\text{A} + \text{B} \longrightarrow 2\text{C}$  يحدث عند درجة حرارة معينة، إذا علمت أن سرعة التفاعل

تضاعفت (4) مرات عند مضاعفة تركيز A مرتين بثبوت تركيز B ، كما تتضاعف سرعة التفاعل (16) مرة عند

مضاعفة تركيز كل من A و B (4) مرات، فإن قانون سرعة هذا التفاعل هو:

(أ)  $R = k [\text{A}]^2 [\text{B}]^1$  (ب)  $R = k [\text{A}]^1 [\text{B}]^1$  (ج)  $R = k [\text{A}]^2$  (د)  $R = k [\text{B}]^2$

• يبين الجدول المجاور بيانات تفاعل افتراضي نواتج  $\text{X} + \text{Y} \longrightarrow$  عند درجة حرارة معينة، ادرسه، ثم أجب عن

الفقرتين (٢٧، ٢٨). علماً أن العلاقة بين تركيز Y والزمن علاقة خط مستقيم متناقص ميله مقدار ثابت.

| رقم التجربة | [X] M | [Y] M | السرعة الابتدائية $\text{M.s}^{-1}$ |
|-------------|-------|-------|-------------------------------------|
| 1           | 1.2   | 0.4   | $6 \times 10^{-5}$                  |
| 2           | 2.4   | 0.4   | $1.2 \times 10^{-4}$                |
| 3           | 3.6   | 0.8   | R                                   |

٢٧- قيمة k تساوي:

(أ)  $1.25 \times 10^{-5}$  (ب)  $5 \times 10^{-3}$

(ج)  $5 \times 10^{-5}$  (د)  $1.25 \times 10^{-3}$

٢٨- قيمة R ( $\text{M.s}^{-1}$ ) تساوي:

(أ)  $3.6 \times 10^{-1}$  (ب)  $1.8 \times 10^{-4}$  (ج)  $1.8 \times 10^{-5}$  (د)  $3.6 \times 10^{-2}$

٢٩- إذا علمت أن السرعة المتوسطة لتفاعل ما (S) عند درجة حرارة معينة تساوي  $2 \times 10^{-3} \text{ M.s}^{-1}$  ، فإن السرعة

الابتدائية للتفاعل ( $\text{M.s}^{-1}$ ) تساوي:

(أ)  $8 \times 10^{-4}$  (ب)  $2 \times 10^{-4}$  (ج)  $8 \times 10^{-3}$  (د)  $2 \times 10^{-3}$

٣٠- إضافة عامل مساعد إلى تفاعل منعكس يؤدي إلى:

(أ) نقصان زمن الوصول إلى موضع الاتزان

(ب) نقصان سرعة التفاعل الأمامي والعكسي

(ج) زيادة التغير في المحتوى الحراري للتفاعل

(د) زيادة طاقة التنشيط للتفاعل

الصفحة السادسة / نموذج (١)

- يحدث تفاعل ما عند درجة حرارة معينة، فإذا علمت أن طاقة التنشيط للتفاعل العكسي بدون عامل مساعد تساوي أربعة أضعاف طاقة المواد الناتجة وقيمة التغير في المحتوى الحراري ( $-50 \text{ kJ}$ ) وعند إضافة عامل مساعد إلى التفاعل انخفضت طاقة المعقد المنشط بمقدار ( $10 \text{ kJ}$ ) ، وأصبحت طاقة التنشيط للتفاعل الأمامي ( $100 \text{ kJ}$ ) ، أجب عن الفقرات (٣١، ٣٢، ٣٣، ٣٤):

٣١- طاقة التنشيط للتفاعل العكسي بوجود عامل مساعد ( $\text{kJ}$ ) ، تساوي:

(أ) 160 (ب) 150 (ج) 100 (د) 200

٣٢- طاقة المواد الناتجة ( $\text{kJ}$ ) ، تساوي:

(أ) 90 (ب) 60 (ج) 50 (د) 40

٣٣- طاقة المعقد المنشط دون وجود عامل مساعد ( $\text{kJ}$ ) ، تساوي:

(أ) 200 (ب) 190 (ج) 205 (د) 215

٣٤- طاقة المواد المتفاعلة ( $\text{kJ}$ ) ، تساوي:

(أ) 40 (ب) 50 (ج) 90 (د) 100

- يحدث التفاعل الافتراضي  $3A + B \longrightarrow 4D$  عند درجة حرارة معينة، ويبين الجدول المجاور التغير في تركيز

المادة A خلال فترات زمنية، ادرسه، ثم أجب عن الفقرتين (٣٥، ٣٦):

٣٥- سرعة إنتاج D ( $\text{M.s}^{-1}$ ) خلال الفترة الزمنية s (300-600) ، تساوي:

| Time (s)                       | 0   | 300 | 600 | 900 |
|--------------------------------|-----|-----|-----|-----|
| [A] $\times 10^{-2} \text{ M}$ | 6.2 | 5.0 | 4.1 | 3.6 |

(أ)  $3 \times 10^{-5}$  (ب)  $3 \times 10^{-3}$

(ج)  $4 \times 10^{-3}$  (د)  $4 \times 10^{-5}$

٣٦- إذا كانت سرعة التفاعل خلال الفترة الزمنية s (900-1200) تساوي  $1 \times 10^{-5} \text{ M.s}^{-1}$  ، فإن التغير في تركيز

المادة A بوحدة (M)، يساوي:

(أ)  $3 \times 10^{-3}$  (ب)  $3 \times 10^{-5}$  (ج)  $1 \times 10^{-3}$  (د)  $1 \times 10^{-5}$

٣٧- سرعة تفاعل المواد مع الأكسجين النقي ( $\text{O}_2$ ) أكبر من سرعة تفاعلها مع الهواء، فإن العامل المؤثر في سرعة

هذا التفاعل:

(ب) تركيز المتفاعلات

(أ) مساحة سطح المتفاعلات

(د) العامل المساعد

(ج) طبيعة المتفاعلات

يتبع الصفحة السابعة ....



الصفحة السابعة / نموذج (١)

٣٨- يُسمى التفاعل الآتي:



(ب) إضافة إلكتروفيلية

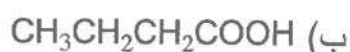
(أ) إضافة نيوكليوفيلية

(د) استبدال نيوكليوفيلي

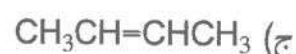
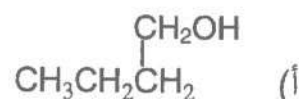
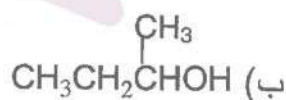
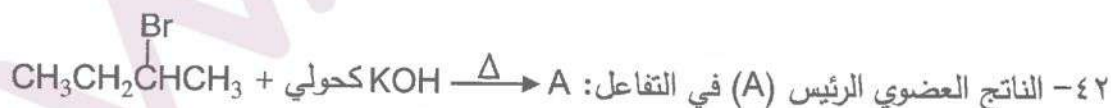
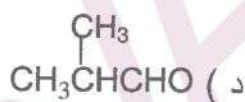
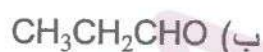
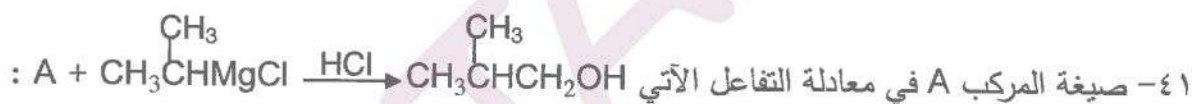
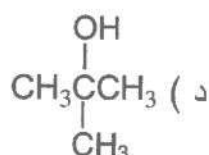
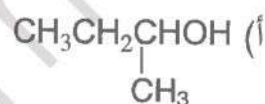
(ج) استبدال إلكتروفيلي

- مركبان عضويان (A, B) لهما الصيغة الجزيئية  $\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}$  ، يتفاعل A مع  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7/\text{H}^+$  لينتج مركب يتفاعل مع  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  ، ويتفاعل B مع  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7/\text{H}^+$  لينتج مركب لا يتفاعل مع محلول فهلنج، أجب عن الفقرتين (٣٩، ٤٠):

٣٩- صيغة المركب A هي:



٤٠- صيغة المركب B هي:

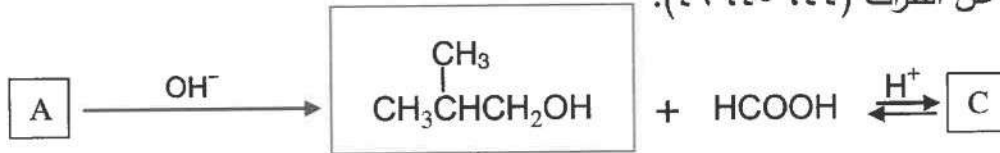


٤٣- المواد المناسبة لتحضير المركب بروبانون  $\text{CH}_3\text{COCH}_3$  من المركب بروبين  $\text{CH}_3\text{CH}=\text{CH}_2$ :

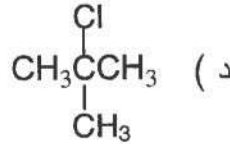
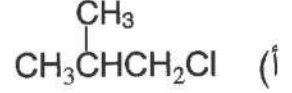
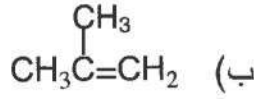


الصفحة الثامنة / نموذج (١)

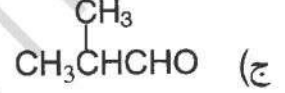
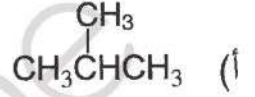
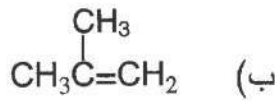
• ادرس المخطط الآتي، ثم أجب عن الفقرات (٤٤، ٤٥، ٤٦):



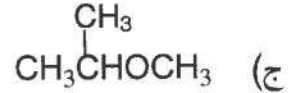
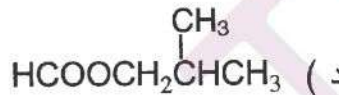
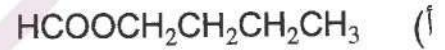
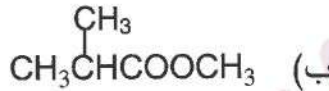
٤٤- صيغة المركب A هي:



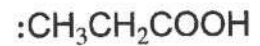
٤٥- صيغة المركب B هي:



٤٦- صيغة المركب C هي:



٤٧- سلسلة التفاعلات الصحيحة لتحضير 2- بروموبروبان  $CH_3CHBrCH_3$  بدءًا من حمض البرويانويك



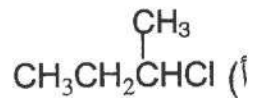
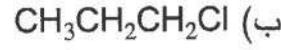
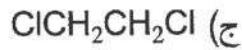
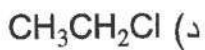
(ب) حذف - استبدال - اختزال

(أ) حذف - إضافة - اختزال

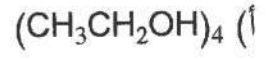
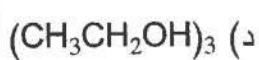
(د) اختزال - استبدال - حذف

(ج) اختزال - حذف - إضافة

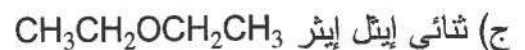
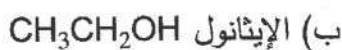
٤٨- مركب هاليد الألكيل المستخدم في تكوين الإيثر  $CH_3CH_2OCHCH_3$  :



٤٩- الصيغة البنائية للمبلمر الذي يستخدم وقودًا صلبًا في مواقع التخميم:



٥٠- ينتج عن تفاعل الميثانول  $CH_3OH$  مع أول أكسيد الكربون CO بوجود عامل مساعد RhI:



﴿ انتهت الأسئلة ﴾

# إجابات كيمياء 2023

(١) د (٢) ج (٣) ب (٤) د

(٥) م (٦) ج (٧) د (٨) ب

(٩) ج (١٠) ب (١١) د (١٢) د

(١٣) ب (١٤) ب (١٥) د (١٦) م

(١٧) ج (١٨) د (١٩) ب (٢٠) د

(٢١) ج (٢٢) م (٢٣) ب (٢٤) م

(٢٥) م (٢٦) ج (٢٧) ج (٢٨) ب

(٢٩) ج (٣٠) م (٣١) ب (٣٢) د

(٣٣) م (٣٤) ج (٣٥) د (٣٦) م

(٣٧) ب (٣٨) م (٣٩) ج (٤٠) م

(٤١) ج (٤٢) ج (٤٣) م (٤٤) م

(٤٥) ب (٤٦) د (٤٧) ج (٤٨) د (٤٩) ب (٥٠) د



4 (D) (ع) m

إدارة الامتحانات والاختبارات  
قسم الامتحانات العامة

## امتحان شهادة الدراسة الثانوية العامة لعام ٢٠٢٣ / التكميلي

(وثيقة محمية / محدود)

د  
س  
٢ ٠٠

مدة الامتحان:

رقم المبحث: 214

المبحث: الكيمياء

اليوم والتاريخ: الاثنين ٢٠٢٤/١/١٥  
رقم الجلوس:الفرع: العلمي والاقتصاد المنزلي والزراعي (جميعات) رقم النموذج: (١)  
اسم الطالب:

اختر رمز الإجابة الصحيحة في كل فقرة مما يأتي، ثم ظلل بشكل غامق الدائرة التي تشير إلى رمز الإجابة في نموذج الإجابة (ورقة القارئ الضوئي) فهو النموذج المعتمد (فقط) لاحتساب علامتك، علماً أن عدد الفقرات (٥٠)، وعدد الصفحات (٦).

١- تتشارك جميع حموض أرهينبيوس في أنها تحتوي على ذرة هيدروجين:

(أ) قابلة للتأين في المحلول المائي

(ب) مرتبطة بذرة ذات سالبية كهربية منخفضة

(ج) تتفاعل مع الماء وتنتج أيون الهيدرونيوم

(د) تستقبل زوجاً من الإلكترونات من مادة أخرى

٢- ينتج الزوج المترافق الآتي ( $\text{HCO}_3^- / \text{H}_2\text{CO}_3$ ) من تفاعل:(أ)  $\text{HF}$  مع  $\text{HCO}_3^-$  (ب)  $\text{NO}_3^-$  مع  $\text{HCO}_3^-$  (ج)  $\text{F}^-$  مع  $\text{HCO}_3^-$  (د)  $\text{NH}_3$  مع  $\text{HCO}_3^-$ ٣- في التفاعل:  $\text{HNO}_2 + \text{ClO}^- \rightleftharpoons \text{HClO} + \text{NO}_2^-$ ، إذا علمت أن القاعدة  $\text{NO}_2^-$  أقل قدرة على استقبال بروتونمن القاعدة  $\text{ClO}^-$  في المحلول، فإن العبارة الصحيحة، هي:(أ) قيمة  $K_a$  للحمض  $\text{HNO}_2$  أقل منها للحمض  $\text{HClO}$ 

(ب) موضع الاتزان يزاح جهة المواد المتفاعلة

(ج) تركيز الحمض  $\text{HClO}$  في المحلول أقل من تركيز الحمض  $\text{HNO}_2$ (د) تركيز القاعدة  $\text{ClO}^-$  أقل في المحلول من تركيز القاعدة  $\text{NO}_2^-$ ٤- محلول حمض البيروكلوريك  $\text{HClO}_4$  يتأين في الماء وفقاً للمعادلة الآتية:  $\text{HClO}_4 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{ClO}_4^- + \text{H}_3\text{O}^+$ فإذا كان تركيز أيونات  $\text{OH}^-$  فيه تساوي  $5 \times 10^{-13} \text{ M}$ ، فإن قيمة  $\text{pH}$  تساوي: (  $\log 2 = 0.3$  ،  $K_w = 1 \times 10^{-14}$  )

(أ) 0.3 (ب) 1.2 (ج) 1.7 (د) 0.7

٥- المحلول المنظم الحمضي من المحاليل الآتية المتساوية التركيز، هو:

(أ)  $\text{NH}_3/\text{NH}_4\text{Cl}$  (ب)  $\text{HF/KF}$  (ج)  $\text{HCl/NaCl}$  (د)  $\text{KOH/KBr}$ ٦- الأيون الذي يعمل على زيادة قيمة  $\text{pH}$  في المحلول، هو:(أ)  $\text{NH}_4^+$  (ب)  $\text{NO}_3^-$  (ج)  $\text{Na}^+$  (د)  $\text{CN}^-$ ٧- أحد المحاليل الآتية المتساوية التركيز يكون محلولاً قاعدياً فيه: ( $K_w = 1 \times 10^{-14}$ )(أ)  $[\text{OH}^-] < 1 \times 10^{-6} \text{ M}$  (ب)  $[\text{H}_3\text{O}^+] < 1 \times 10^{-5} \text{ M}$  (ج)  $\text{pH} = 2$  (د)  $\text{pOH} = 10$ ٨- محلول الحمض  $\text{HI}$  تركيزه (0.3 M) تعادل تماماً مع 60 mL من محلول القاعدة  $\text{KOH}$  تركيزه 0.2 M،

فإن حجم محلول الحمض (mL) يساوي:

(أ) 10 (ب) 18 (ج) 40 (د) 90

يتبع الصفحة الثانية ....



الصفحة الثانية / النموذج (١)

• يُبين الجدول المجاور معلومات لعدد من محاليل قواعد ضعيفة لها رموز افتراضية متساوية التركيز (0.01 M)،

ادرسه ثم أجب عن الفقرات (٩، ١٠، ١١).  $K_w = 1 \times 10^{-14}$

| معلومات                          | محلول القاعدة |
|----------------------------------|---------------|
| $[H_3O^+] = 5 \times 10^{-12} M$ | A             |
| $K_b = 1.4 \times 10^{-9}$       | B             |
| $[OH^-] = 2.17 \times 10^{-3} M$ | C             |
| $[DH^+] = 1.5 \times 10^{-6} M$  | D             |

٩- الترتيب الصحيح للحموض المرافقة للقواعد (A, B, C, D) وفقاً لقيم pOH هو:

(أ)  $AH^+ < BH^+ < CH^+ < DH^+$  (ب)  $DH^+ < BH^+ < CH^+ < AH^+$

(ج)  $CH^+ < AH^+ < BH^+ < DH^+$  (د)  $DH^+ < CH^+ < BH^+ < AH^+$

١٠- محلول الملح الأقل قدرة على التميّه (محاليل متساوية التركيز):

(أ) CHCl (ب) BHCl

(ج) AHCl (د) DHCl

١١- محلول القاعدة A فيه تركيز أيونات  $[OH^-]$  يساوي  $(4 \times 10^{-3} M)$ ، فإن تركيز المحلول A (M)، يساوي:

(أ)  $1 \times 10^{-2}$  (ب)  $4 \times 10^{-4}$  (ج)  $1 \times 10^{-4}$  (د)  $4 \times 10^{-2}$

١٢- محاليل الحموض الضعيفة التي لها الرموز الافتراضية (HX, HQ, HY, HW) متساوية التركيز، تتروى القواعد

المرافقة لها وفقاً لقوتها كالتالي:  $(Q^- > Y^- > X^- > W^-)$ ، فإن معادلة التفاعل التي يُزاح فيها موضع الاتزان

جهة المواد الناتجة، هي:

(أ)  $HQ + W^- \rightleftharpoons HW + Q^-$  (ب)  $HY + X^- \rightleftharpoons HX + Y^-$

(ج)  $HY + Q^- \rightleftharpoons HQ + Y^-$  (د)  $HX + W^- \rightleftharpoons HW + X^-$

١٣- محلول منظم يتكوّن من الحمض الضعيف HA تركيزه (0.3 M) والملح KA تركيزه (0.2 M)، وعند إضافة كمية

من القاعدة القوية NaOH إلى (1 L) من المحلول، أصبحت قيمة الرقم الهيدروجيني pH للمحلول تساوي (3.52)

فإن تركيز محلول القاعدة NaOH (M) يساوي: علماً أن  $K_a = 4.5 \times 10^{-4}$  للحمض HA،  $(\log 3 = 0.48)$

(أ) 0.05 (ب) 0.02 (ج) 0.01 (د) 0.1

١٤- في التفاعل:  $Fe + CuSO_4 \longrightarrow Cu + FeSO_4$ ، الأيون الذي حدث له اختزال، هو:

(أ)  $Fe^{2+}$  (ب)  $Cu^{2+}$  (ج)  $S^{2-}$  (د)  $O^{2-}$

١٥- عدد تأكسد ذرة الكلور Cl يكون (+1)، في المركب:

(أ)  $MgCl_2$  (ب) HCl (ج) ClF (د) NaCl

• الفلز الذي له رمز افتراضي (X) يتفاعل تلقائياً مع أيون الكروم  $Cr^{3+}$  الذي له جهد اختزال معياري = (-0.73V)

ولا يتفاعل مع كل من أيون الألمونيوم  $Al^{3+}$  والذي له جهد اختزال معياري = (-1.66V)، وأيون المغنيسيوم  $Mg^{2+}$

الذي له جهد اختزال معياري = (-2.37V)، أجب عن الفقرتين (١٦، ١٧).

١٦- قيمة جهد الاختزال المعياري للأيون  $X^{2+}$  بوحدة (الفولت)، هو:

(أ) -1.18 (ب) -2.76 (ج) -2.71 (د) -0.40

١٧- الخلية الجلفانية التي لها أعلى جهد خلية معياري، قطباها:

(أ) Al-X (ب) Mg-Al (ج) Mg-X (د) Mg-Cr



الصفحة الثالثة / النموذج (١)

١٨- في التفاعل الآتي:  $\text{MnO}_4^- + \text{H}_2\text{O}_2 \longrightarrow \text{MnO}_2 + \text{O}_2$  ، العامل المختزل، هو:

(أ)  $\text{MnO}_4^-$  (ب)  $\text{H}_2\text{O}_2$  (ج)  $\text{O}_2$  (د)  $\text{MnO}_2$

• ادرس التفاعل الآتي الذي يحدث في وسط حمضي  $\text{S}_2\text{O}_3^{2-} + \text{IO}_3^- + \text{Cl}^- \longrightarrow \text{ICl}_2^- + \text{SO}_4^{2-}$  ثم أجب عن الفقرتين (١٩، ٢٠).

١٩- عدد جزيئات الماء  $\text{H}_2\text{O}$  اللازم إضافته لموازنة المعادلة الكلية للتفاعل، يساوي:

(أ) 6 (ب) 5 (ج) 3 (د) 1

٢٠- عدد مولات الإلكترونات اللازم إضافته لموازنة المعادلة الكلية للتفاعل، يساوي:

(أ) 3 (ب) 7 (ج) 8 (د) 10

٢١- نصف التفاعل الذي يحتاج إلى عامل مؤكسد، هو:

(أ)  $\text{BiO}_3^- \longrightarrow \text{Bi}^{3+}$  (ب)  $\text{HSO}_3^- \longrightarrow \text{SO}_4^{2-}$

(ج)  $\text{CrO}_4^{2-} \longrightarrow \text{Cr}(\text{OH})_3$  (د)  $\text{NO}_3^- \longrightarrow \text{NH}_3$

• ادرس المعلومات المتعلقة بالفلزات التي لها الرموز الافتراضية (X، W، Z، Y)، ثم أجب عن الفقرات (٢٢، ٢٣، ٢٤).

- الأيون  $\text{Z}^{2+}$  يؤكسد الفلز W ولا يؤكسد الفلز X

- يتفاعل الفلز Y مع حمض  $\text{HCl}$  المخفف ويطلق غاز الهيدروجين، ولا يتفاعل الفلز W مع حمض  $\text{HCl}$  المخفف

٢٢- العامل المختزل الأقوى:

(أ) Y (ب) X (ج) W (د) Z

٢٣- العبارة الصحيحة المتعلقة بالخلية الجلفانية قطبها (Y-W)، هي:

(أ) رمز الخلية الجلفانية  $\text{WIW}^{2+} \parallel \text{Y}^{2+} \text{Y}$

(ب) يقل تركيز أيونات  $\text{Y}^{2+}$  باستمرار تشغيل الخلية

(ج) معادلة التفاعل الكلي في الخلية:  $\text{W}^{2+} + \text{Y} \longrightarrow \text{W} + \text{Y}^{2+}$

(د) جهد الاختزال المعياري لقطب Y أكبر من جهد الاختزال المعياري لقطب W

٢٤- إحدى الآتية تُعبّر عن إمكانية حفظ أحد محاليل الأملاح الآتية ( $\text{XSO}_4$ ،  $\text{W}(\text{NO}_3)_2$ ) بطريقة صحيحة:

(أ)  $\text{XSO}_4$  في وعاء من W (ب)  $\text{XSO}_4$  في وعاء من Z

(ج)  $\text{W}(\text{NO}_3)_2$  في وعاء من Y (د)  $\text{W}(\text{NO}_3)_2$  في وعاء من Z

٢٥- ناتج التحليل الكهربائي لمحلول  $\text{NaNO}_3$  عند المصعد، هو:

(أ)  $\text{N}_2$  (ب) Na (ج)  $\text{O}_2$  (د)  $\text{H}_2$

٢٦- في التفاعل الافتراضي الآتي:  $\text{A} + \text{B} \longrightarrow 2\text{C}$ ، إذا علمت أن:

قانون سرعة هذا التفاعل هو:  $\text{R} = k [\text{A}]^x [\text{B}]^2$ ، وأن سرعة التفاعل تتضاعف (27) مرة عند مضاعفة تركيز

كل من A و B ثلاث مرات، فإن قيمة X تساوي:

(أ) صفر (ب) 1 (ج) 2 (د) 3

يتبع الصفحة الرابعة ....

الصفحة الرابعة / النموذج (١)

٢٧- التفاعل الافتراضي:  $A + 2B \longrightarrow C + 2D$  يحدث عند درجة حرارة معينة، إذا علمت أن تركيز A في بداية التفاعل يساوي  $(3 \times 10^{-3} \text{ M})$  ويمرور زمن مقداره 20s أصبح تركيزها يساوي  $(1 \times 10^{-3} \text{ M})$ ، فإن التغير في تركيز المادة D بوحدة (M) في الفترة الزمنية نفسها، يساوي:

- (أ)  $4 \times 10^{-3}$  (ب)  $2 \times 10^{-3}$  (ج)  $2 \times 10^{-4}$  (د)  $1 \times 10^{-4}$

٢٨- إذا علمت أن التفاعل الآتي:  $A \longrightarrow$  نواتج ، يحدث عند درجة حرارة معينة، وأن تركيز  $A = 0.2 \text{ M}$  ، وقيمة ثابت سرعة هذا التفاعل k تساوي  $2.5 \text{ M}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$  ، فإن سرعة هذا التفاعل  $(\text{M} \cdot \text{s}^{-1})$  ، تساوي:

- (أ) 0.5 (ب) 0.1 (ج) 0.06 (د) 0.08

• يُبين الجدول المجاور بيانات تفاعل افتراضي، نواتج  $A + B \longrightarrow$  عند درجة حرارة معينة، ادرسه، ثم أجب عن الفقرتين (٢٩، ٣٠).

| رقم التجربة | [A] M | [B] M | السرعة الابتدائية $\text{M} \cdot \text{s}^{-1}$ |
|-------------|-------|-------|--------------------------------------------------|
| 1           | 0.3   | 0.1   | $2 \times 10^{-3}$                               |
| 2           | 0.6   | 0.2   | $4 \times 10^{-3}$                               |
| 3           | 0.3   | 0.4   | $8 \times 10^{-3}$                               |

٢٩- قانون السرعة لهذا التفاعل R تساوي:

- (أ)  $k [A]^1 [B]^1$  (ب)  $k [B]^2$   
(ج)  $k [B]^1$  (د)  $k [A]^1$

٣٠- قيمة k، تساوي:

- (أ) 0.02 (ب) 0.01  
(ج) 0.2 (د) 0.1

٣١- التفاعل الافتراضي الآتي:  $A \longrightarrow X$ ، يحدث عند درجة حرارة معينة، إذا علمت أن التركيز النهائي للمادة X يساوي  $(2.4 \text{ M})$  بعد مرور 60s ، فإن السرعة المتوسطة (S) للتفاعل  $(\text{M} \cdot \text{s}^{-1})$  ، تساوي:

- (أ) 0.04 (ب) 0.4 (ج) 4 (د) 0.004

٣٢- تفاعل ما يحدث عند درجتى حرارة  $(30^\circ\text{C} , 60^\circ\text{C})$ ، عند ثبات الظروف الأخرى للتفاعل، فإن العبارة الصحيحة، هي:

(أ) طاقة تنشيط التفاعل عند درجة حرارة  $30^\circ\text{C}$  أقل منها عند  $60^\circ\text{C}$

(ب) سرعة التفاعل عند درجة حرارة  $60^\circ\text{C}$  تساوي سرعة التفاعل عند درجة حرارة  $30^\circ\text{C}$

(ج) عدد الجسيمات التي تمتلك طاقة التنشيط عند درجة حرارة  $60^\circ\text{C}$  أكبر منها عند  $30^\circ\text{C}$

(د) متوسط الطاقة الحركية للجسيمات عند درجة حرارة  $30^\circ\text{C}$  أكبر منها عند  $60^\circ\text{C}$

٣٣- يُبين الجدول المجاور بيانات متعلقة بتفاعل افتراضي ما، يكون تركيز المادة  $[B] = 0.1 \text{ M}$  عندما يكون الزمن (s):

- (أ) صفر (ب) 2  
(ج) 5 (د) 8

| الزمن (s) | [B] M | السرعة الابتدائية $\text{M} \cdot \text{s}^{-1}$ |
|-----------|-------|--------------------------------------------------|
| 4         | 0.25  | $14 \times 10^{-2}$                              |
| 6         | 0.50  | $7 \times 10^{-2}$                               |

الصفحة الخامسة / النموذج (١)

- في تفاعل ما عند درجة حرارة معينة، إذا علمت أن طاقة التنشيط للتفاعل العكسي دون عامل مساعد (160 kJ)، وطاقة المواد المتفاعلة (85 kJ)، وطاقة المعقد المنشط بوجود عامل مساعد (190 kJ)، والقيمة المطلقة لقيمة التغير في المحتوى الحراري  $|\Delta H| = 35 \text{ kJ}$ ، وأن طاقة المواد المتفاعلة أكبر من طاقة المواد الناتجة. أجب عن الفقرات (٣٤، ٣٥، ٣٦، ٣٧).

٣٤- طاقة المواد الناتجة (kJ)، تساوي:

- (أ) 40 (ب) 50 (ج) 60 (د) 70

٣٥- طاقة التنشيط للتفاعل الأمامي دون عامل مساعد (kJ)، تساوي:

- (أ) 195 (ب) 125 (ج) 105 (د) 100

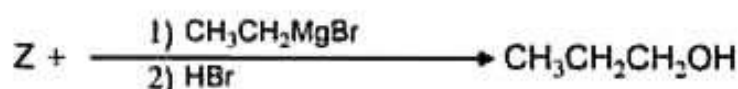
٣٦- طاقة المعقد المنشط دون عامل مساعد (kJ)، تساوي:

- (أ) 195 (ب) 200 (ج) 205 (د) 210

٣٧- طاقة التنشيط للتفاعل العكسي بوجود عامل مساعد (kJ)، تساوي:

- (أ) 120 (ب) 130 (ج) 140 (د) 150

٣٨- صيغة المركب العضوي Z في المعادلة الآتية:



- (أ)  $\text{CH}_3\text{COCH}_3$  (ب)  $\text{CH}_3\text{CHO}$  (ج)  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OCH}_3$  (د)  $\text{HCHO}$

- مركب عضوي له الرمز الافتراضي A، يتكون من (4) ذرات كربون، يتفكك عند تفاعله مع HCl المخفف إلى مركبين C و B، إذا علمت أن المركب B له الصيغة الجزيئية  $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}$  الذي يتفاعل مع (PCC /  $\text{CH}_2\text{Cl}_2$ ) لينتج مركب يستجيب لتفاعل تولينز، والمركب C يتفاعل مع كربونات الصوديوم  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  مطلقاً غاز ثاني أكسيد الكربون  $\text{CO}_2$ . أجب عن الفقرات (٣٩، ٤٠، ٤١).

٣٩- صيغة المركب A:

- (أ)  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOCH}_3$  (ب)  $\text{HCOOCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$   
(ج)  $\text{CH}_3\text{COOCH}_2\text{CH}_3$  (د)  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OCH}_2\text{CH}_3$

٤٠- صيغة المركب B:

- (أ)  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$  (ب)  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CHO}$   
(ج)  $\text{CH}_3\text{CHOHCH}_3$  (د)  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OCH}_3$

٤١- صيغة المركب C:

- (أ)  $\text{CH}_3\text{OH}$  (ب)  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$   
(ج)  $\text{CH}_3\text{COOH}$  (د)  $\text{HCOOH}$

يتبع الصفحة السادسة ....

الصفحة السادسة / النموذج (١)

٤٢- يُستخدم الفلز Na للتمييز بين المركبين:

(أ) الألكان والألكين (ب) الألديهيد والكيتون (ج) الحمض الكربوكسيلي والكحول (د) الكحول والألكان

٤٣- نوع التفاعل الآتي:  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{Br} + \text{KOH} \longrightarrow \text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH} + \text{KBr}$

(أ) استبدال إلكتروفي (ب) إضافة نيوكليوفيلية (ج) استبدال نيوكليوفيلي (د) إضافة إلكتروفيلية

٤٤- سلسلة التفاعلات الصحيحة لتحضير المركب 2- كلوروبوتان  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CHClCH}_3$  ، بدءًا من 1- كلوروبوتان  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{Cl}$  :

(أ) استبدال - إضافة - تأكيد (ب) حذف - إضافة - اختزال

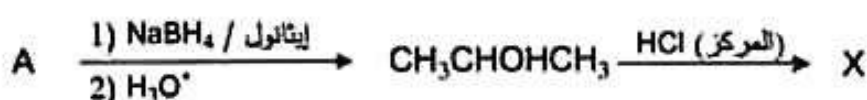
(ج) حذف - إضافة - تأكيد (د) استبدال - حذف - إضافة

٤٥- صيغة المركب العضوي الناتج من تفاعل البروبين  $\text{CH}_3\text{C}\equiv\text{CH}$  مع  $2\text{HBr}$  ، هي:

(أ)  $\text{CH}_3\text{CHBrCH}_2\text{Br}$  (ب)  $\text{CH}_3\text{CBr}_2\text{CH}_3$

(ج)  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CHBr}_2$  (د)  $\text{BrCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{Br}$

• ادرس المخطط الآتي، ثم أجب عن الفقرتين (٤٦ ، ٤٧).



٤٦- صيغة المركب A:

(أ)  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOH}$  (ب)  $\text{CH}_3\text{COCH}_3$

(ج)  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CHO}$  (د)  $\text{CH}_3\text{COOCH}_3$

٤٧- صيغة المركب X:

(أ)  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{Cl}$  (ب)  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CHO}$  (ج)  $\text{CH}_3\text{CH}=\text{CH}_2$  (د)  $\text{CH}_3\text{CHClCH}_3$

٤٨- عند تسخين المركب 2- بيوتانول  $\text{CH}_3\text{CHOHCH}_2\text{CH}_3$  مع حمض الفسفوريك المركز  $\text{H}_3\text{PO}_4$  ، فإن صيغة الناتج العضوي الرئيس، هي:

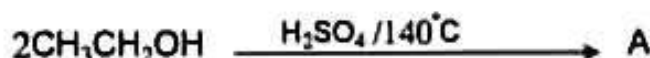
(أ)  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{Cl}$  (ب)  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CHO}$

(ج)  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}=\text{CH}_2$  (د)  $\text{CH}_3\text{CH}=\text{CHCH}_3$

٤٩- المادة المناسبة المستخدمة لتحضير حمض البروبانويك  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOH}$  من 1- بروبانول  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$  بخطوة واحدة، هي:

(أ)  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 / \text{H}^+$  (ب)  $(\text{LiAlH}_4 / \text{Et}) / \text{H}_3\text{O}^+$  (ج)  $\text{H}_2 / \text{Ni}$  (د)  $\text{PCC} / \text{CH}_2\text{Cl}_2$

٥٠- المركب العضوي A الذي يُحضّر صناعيًا وفق المعادلة الآتية:



(أ)  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{COOH}$  (ب)  $\text{CH}_3\text{COOCH}_2\text{CH}_3$

(ج)  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OCH}_2\text{CH}_3$  (د)  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$

﴿ انتهت الأسئلة ﴾

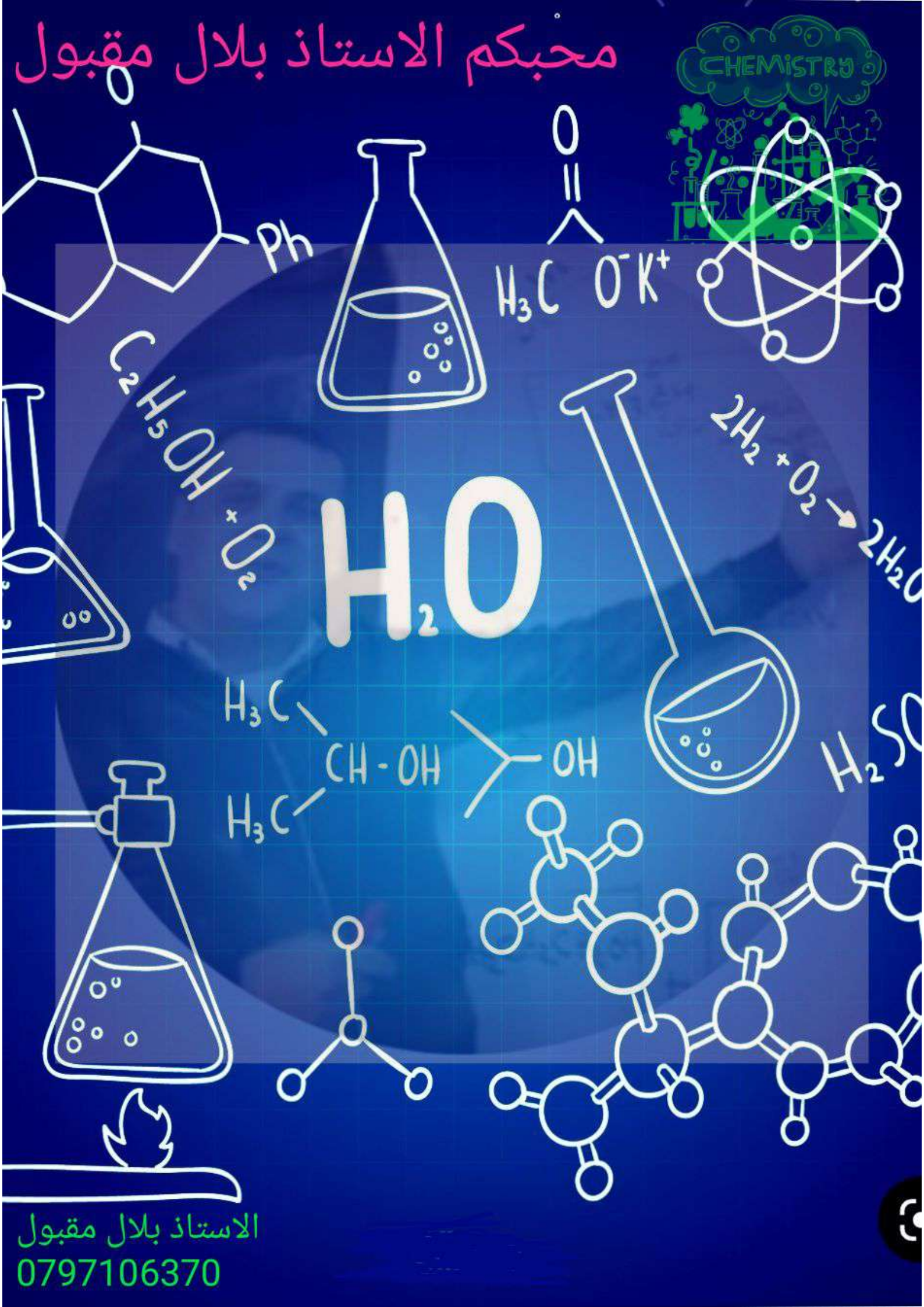
" بسم الله الرحمن الرحيم "

إجابات امتحان شهادة الدراسة الثانوية العامة لعام 2023 الدورة التكميلية

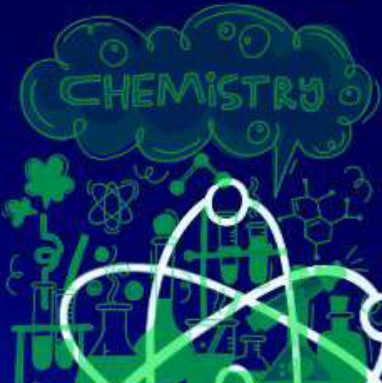
الكيمياء | الفرع العلمي | رقم النموذج (1)

| الاجابة | الفرع | الاجابة | الفرع |
|---------|-------|---------|-------|
| ب       | 26    | أ       | 1     |
| أ       | 27    | أ       | 2     |
| ب       | 28    | د       | 3     |
| ج       | 29    | ج       | 4     |
| أ       | 30    | ب       | 5     |
| أ       | 31    | د       | 6     |
| ج       | 32    | أ       | 7     |
| ب       | 33    | ج       | 8     |
| ب       | 34    | ج       | 9     |
| ب       | 35    | أ       | 10    |
| د       | 36    | د       | 11    |
| ج       | 37    | ج       | 12    |
| د       | 38    | د       | 13    |
| ب       | 39    | ب       | 14    |
| أ       | 40    | ج       | 15    |
| د       | 41    | أ       | 16    |
| د       | 42    | د       | 17    |
| ج       | 43    | ب       | 18    |
| د       | 44    | د       | 19    |
| ب       | 45    | ج       | 20    |
| ب       | 46    | ب       | 21    |
| د       | 47    | أ       | 22    |
| د       | 48    | ج       | 23    |
| أ       | 49    | د       | 24    |
| ج       | 50    | ج       | 25    |

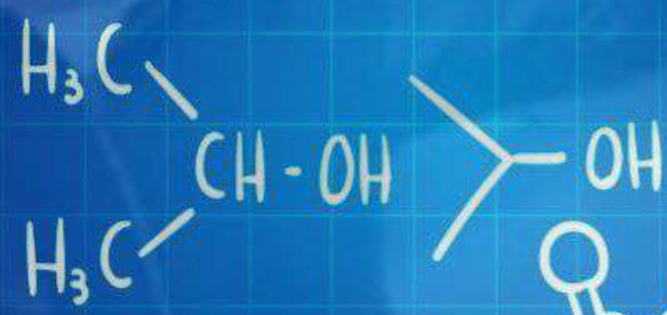




محکم الاستاذ بلال مقبول



H<sub>2</sub>O



الاستاذ بلال مقبول  
0797106370