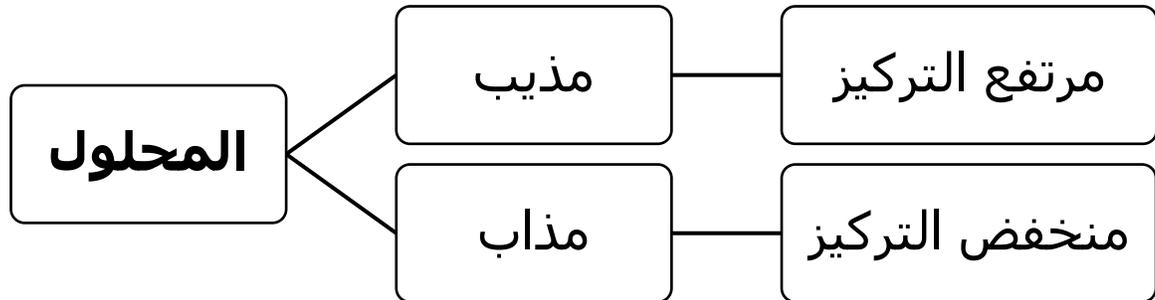


# الكيمياء التحليلية



## التركيز كنسبة مئوية (%):

أ- وزنيه - وزنيه (و- و)

$$100 \times \frac{\text{وزن المذاب بالجـم}}{\text{وزن المحلول بالجـم}} =$$

ب- وزنيه - حجميه (و - ح)

$$100 \times \frac{\text{وزن المذاب بالجـم}}{\text{حجم المحلول بالمـل}} =$$

ج- حجميه - حجميه (ح - ح)

$$100 \times \frac{\text{حجم المذاب بالمـل}}{\text{حجم المحلول بالمـل}} =$$

## التركيز المئوي

$100 \times \frac{\text{وزن مذاب جم}}{\text{وزن محلول جم}} = \% (و - و)$	$= \% (الوزنية - وزنية) (و - و)$
$100 \times \frac{\text{وزن مذاب جم}}{\text{حجم محلول مل}} = \% (و - ح)$	$= \% (الوزنية - حجمية) (و - ح)$
$100 \times \frac{\text{حجم مذاب مل}}{\text{حجم محلول مل}} = \% (ح - ح)$	$= \% (الحجمية - حجمية) (ح - ح)$
$100 \times \frac{\text{حجم مذاب مل}}{\text{وزنة محلول جم}} = \% (و - ح)$	$= \% (الحجمية - وزنية) (ح - و)$

عند ذكر % بالمسألة و لم نحدد نوعها نعتبرها ( و - و ) القانون التالي لتحويل الوزن إلى حجم أو العكس بالاستعانة بالكثافة

$$\frac{\text{الكثافة (الوزن)}}{\text{الحجم}} = \text{الكثافة}$$

أمامك حمض الكبريتيك تركيزه % 28 و كثافته 1.19 جم / مل والمطلوب حساب % (و - ح) (ح- و) ( ح - ح ) للمحلول علما بأن كثافة الحمض المركز 1.82 = جم / مل

## الدرس العملى الأول

أمامك المواد الكيميائية التالية:

حامض هيدروكلوريك مركز، كربونات صوديوم، كلوريد صوديوم  
والمطلوب: تحضير تركيز ١% من كل منهم على حده فى حجم مقداره نصف لتر  
الأدوات والزجاجيات:

كأس - مخبار مدرج - زجاجيات تحضير - ميزان حساس



التركيز المولر:

المحلول المولر:

هو محلول يحتوي اللتر منه على الوزن الجزيئي معبرا عنه بالجرامات.

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{وزن المركب بالجرام} \\ \text{(ملليجرام)} \\ \text{الوزن الجزيئي} \\ \text{حجم المحلول باللتر} \\ \text{(مليتر)} \end{array} \right\} = \text{التركيز المولر}$$

الوزن الذري: هو وزن نسبي حيث ننسب لإحدى الذرات فمثلا:

$$H = 1, Na = 23, S = 32, Cl = 35.5, C = 12, O = 16, N = 14$$

الوزن الجزيئي: هو مجموع الأوزان الذرية للعناصر الداخلة في تركيب الجزيء

$$NaCl = Na + Cl = 23 + 35.5 = 58.5$$

$$Na_2CO_3 = 2Na + C + 3O = 2(23) + 1(12) + 3(16) = 46 + 12 + 48 = 106$$

الوزن بالجرام للمذاب في اللتر

التركيز المولر =

الوزن الجزيئي للمادة المحضرها منها المحلول

الوزن بالجرام

$$= \frac{\text{الكمية بالمول} = \text{الحجم باللتر} \times \text{التركيز المولر}}{\text{الوزن الجزيئي}}$$

الوزن الجزيئي

الوزن بالمليجرام

$$= \frac{\text{الكمية بالمليمول} = \text{الحجم بالمليتر} \times \text{التركيز المولر}}{\text{الوزن الجزيئي}}$$

الوزن الجزيئي

مثال: عومل مخلوط من 21 جم بروميد كالسيوم، 11.9 جم بروميد بوتاسيوم، 10.3 جم بروميد

صوديوم بالماء حتى صار الحجم الكلي للمحلول 400 ملل. كيف تعبر عن التركيز المولر لكل

من مكونات المحلول؟

## الكسر المولي :

عبارة عن النسبة بين الكمية بالمول من مادة ومجموع الكميات بالمول المكونة للمخلوط مع ملاحظة أن مجموع

الكسور المولية لأي مخلوط = الواحد الصحيح

مثال: مخلوط غازي يحتوي على 19 جم آزوت، 11 جم ثاني أكسيد الكربون، 2.2 جم ثاني أكسيد الكبريت احسب الكسر المولي لكل من مكونات المخلوط.



## التركيز العياري:

### المحلول العياري:

هو محلول يحتوي اللتر منه على الوزن المكافئ معبرا عنه بالجرامات.

الوزن بالجرام للمذاب في اللتر

عيارية المحلول =

الوزن المكافئ للمادة المحضر منها المحلول

الوزن الجزيئي

الوزن المكافئ =

التكافئ (هـ)

هـ للحامض = عدد ذرات الهيدروجين البدول.

الوزن الجزيئي للحامض

الوزن المكافئ للحامض =

عدد ذرات الهيدروجين البدول

هـ للقاعدة = عدد مجموعات الهيدروكسيل البدول.

الوزن الجزيئي للقاعدة

الوزن المكافئ للقاعدة =

عدد مجموعات الهيدروكسيل البدول

هـ للملح = مجموع تكافئات أحد الشقين.

الوزن الجزيئي للملح

الوزن المكافئ للملح =

مجموع تكافئات أحد الشقين

الوزن بالجـم

عدد المكافئات = الحجم باللتر × التركيز العياري

الوزن المكافئ

الوزن بالمللجم

عدد المللمكافئات = الحجم بالمللتر × التركيز العياري

الوزن المكافئ

عدد مكافئات المادة أ = عدد مكافئات المادة ب

$\frac{ح}{١٠٠٠} \times ع (للمادة أ) = \frac{الوزن بالجـم (للمادة ب)}{الوزن المكافئ}$

المولر = هـ × عياري

المول = هـ × مكافئ

**الكتلة بالمكافئات لأي مركب = الكتلة بالمول منه × قيمة (هـ) لهذا المركب**

مثال: محلول من حمض الكبريتيك تركيزه % 21 بالوزن و كثافته 1.19 جم / ملل - احسب تركيزه المولر والعياري .

التركيز المولر:

المحلول المولر:

عبارة عن محلول محضر بإذابة مول من المادة في ١٠٠٠ جم من المذيب.

التركيز المولر =  $\left\{ \begin{array}{l} \text{وزن المذاب بالجرام} \\ \text{وزنه الجزيئي} \\ \text{وزن المذيب فقط} \\ \text{بالكلوجرام} \end{array} \right.$

## الدرس العملى الثانى

أمامك المواد الكيميائية التالية:

حامض هيدروكلوريك مركز، كربونات صوديوم، كلوريد صوديوم  
والمطلوب: تحضير تركيز ٠,١٥ عيارى من كل منهم على حده فى حجم مقداره نصف لتر

الأدوات والزجاجيات:

كأس - مخبار مدرج - ورق معيارى نصف لتر - زجاجيات تحضير - ميزان حساس

## العامل الحسابي:

$$\text{وزن المادة المطلوبه بالجرام} = \frac{\text{وزن المادة المعلومه جم} \times \text{الوزن الجزيئى للمادة المطلوبه}}{\text{الوزن الجزيئى للمادة المعلومه}}$$

- احسب % للكربون والهيدروجين والأكسجين فى حمض الأوكساليك.
- احسب وزنة AgCl عند استعمال 24.2 جم من كلوريد الصوديوم ومعادلته بكمية وافرة من نترات الفضة

## التخفيف):

قبل التخفيف      بعد التخفيف

$$\text{ح} \times \text{التركيز} = \text{ح} \times \text{التركيز}$$

\*بشرط الحجم على الطرفين من نوع واحد والتركيز على الطرفين من نوع واحد.

## كيفية ضبط عيارية حامض أو قلوى:

لضبط عيارية حامض تستخدم كربونات صوديوم  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  وذلك فى وجود دليل الـ ph.th طبقا للخطوات التالية:

1. يتم وزن أربع وزنات مختلفة ومتقاربة من كربونات الصوديوم ويتم وضعها فى أربع دوارق مخروطية ثم يتم إذابة الوزنات المختلفة فى أى حجم من الماء المقطر (أقل حجم ممكن).
2. يتم إضافة ثلاث نقط من دليل الـ ph.th لكل دورق على حدى ونلاحظ ظهور اللون الوردى.
3. تملئ السحاحة بالحامض (المراد ضبط عياريته) ثم يتم معايره والرج حتى يتحول اللون الوردى إلى عديم اللون (أول نقطة تعمل على ذلك).
4. ثم يتم حساب حجم الحامض اللازم لمعايرة كل دورق على حدى ثم يتم حساب تركيز الحامض من القانون التالى:

$$\text{عدد مكافئات الحامض} = \text{عدد مكافئات القلوى}$$

$$\frac{\text{ح} \times \text{ع الحامض} = \text{وزن القلوى بالجرام}}{\text{الوزن المكافئ للقلوى}} \quad \frac{\text{ح}}{1000}$$

لضبط عيارية قلوى تستخدم فيثالات البوتاسيوم الهيدروجينية  $\text{C}_8\text{H}_5\text{O}_4\text{K}$  وذلك فى وجود دليل الـ ph.th طبقا للخطوات التالية:

1. يتم وزن أربع وزنات مختلفة ومتقاربة من فيثالات البوتاسيوم الهيدروجينية ويتم وضعها فى أربع دوارق مخروطية ثم يتم إذابة الوزنات المختلفة فى أى حجم من الماء المقطر (أقل حجم ممكن).
2. يتم إضافة ثلاث نقط من دليل الـ ph.th لكل دورق على حدى ونلاحظ أنه يكون عديم اللون.

٣. تملئ السحاحة بالقلوى (المراد ضبط عياريته) ثم يتم المعايره والرج حتى يظهر اللون الأحمر الوردى (أول نقطة تعمل على ذلك).

٤. ثم يتم حساب حجم القلوى اللازم لمعايرة كل دورق على حدى ثم يتم حساب تركيز القلوى من القانون التالى:

عدد مكافئات القلوى = عدد مكافئات الحامض

$$\text{ح} \times \text{ع القلوى} = \frac{\text{وزن الحامض بالجرام}}{\text{الوزن المكافئ للحامض}} \times 1000$$

## الدرس العملى الثالث

أمامك المحاليل التالية والمطلوب ضبط عياريتهم:

حامض هيدروكلوريك – هيدروكسيد صوديوم

## تفاعلات الحموضة والقلوية

### تقدير القلويات المفردة:

(هيدروكسيل – كربونات – بيكربونات)

### تقدير الهيدروكسيل:

١- يأخذ حجم معلوم من القلوى (الهيدروكسيل) ويوضع فى دورق ثم يضاف إليه ٢-٣ نقط من دليل ph.th فيتلون المحلول باللون الوردى.

٢- تملئ السحاحة بحامض (HCl) معلوم العيارية ٠.١ ع.

٣- يتم معايره من الحامض حتى يتحول اللون الوردى إلى عديم اللون ثم يحسب حجم الحامض وليكن س ملل.

حجم الحامض × عيارية الحامض × الوزن المكافئ للقلوى × ١٠٠٠

الوزن بالجرام/لتر =

١٠٠٠ × حجم القلوى المستخدم فى التقدير

### تقدير الكربونات:

١- يأخذ حجم معلوم من القلوى (الكربونات) ويوضع فى دورق ثم يضاف إليه ٢-٣ نقط من دليل ph.th فيتلون المحلول باللون الوردى.

٢- تملئ السحاحة بحامض (HCl) معلوم العيارية ٠.١ ع.

٣- يتم معايره من الحامض حتى يتحول اللون الوردى إلى عديم اللون ثم يحسب حجم الحامض وليكن س ملل.

٤- يضاف ٢-٣ نقط من دليل b.p.b فيتلون المحلول باللون الأزرق الباهت.

٥- يتم معايره بالحامض حتى يتحول اللون الأزرق الباهت إلى اللون الأصفر الباهت ثم يحسب حجم الحامض وليكن ص ملل.

حجم الحامض × عيارية الحامض × الوزن المكافئ للقلوى × ١٠٠٠

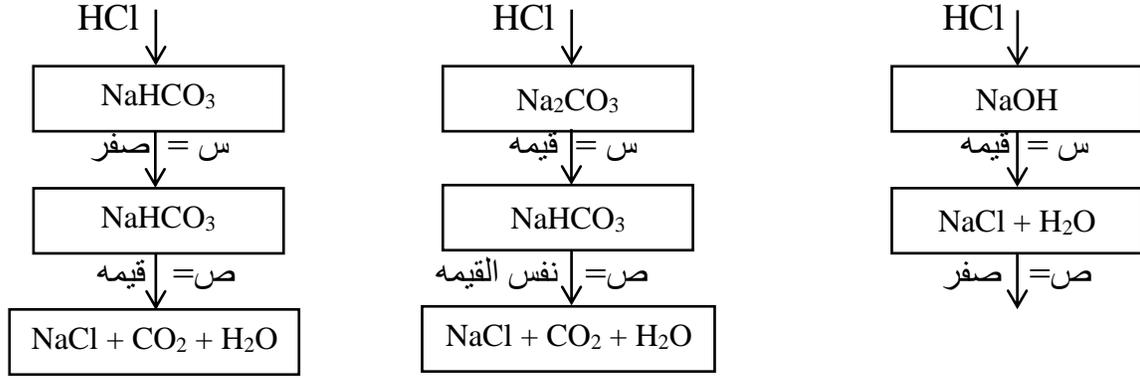
الوزن بالجرام/لتر =

١٠٠٠ × حجم القلوى المستخدم فى التقدير

عدد مكافئات HCl فى وجود ph.th = عدد مكافئات HCl فى وجود b.p.b

س × ع = ع × ص (العيارية واحده)

س = ص



مثال: محلول قلوى يحتوى على قلوى مفرد أو مخلوط من القلويات أخذ ٢٥ ملل من المحلول ثم عودلة بحامض HCl ٥،٥ ع فلزم ١٨ ملل من الحامض حتى الوصول إلى نقطة التعادل فى وجود دليل ph.th ثم أكمل التعادل فى وجود دليل b.p.b فلزم ١٨ ملل من نفس الحامض والمطلوب: ما هى مكونات المحلول وما هى عيارية كل مكون وما وزن كل مكون وما وزن كل مكون بالجرام/ملل.

## الدرس العملى الرابع

أمامك المحاليل التالية:

حامض هيدروكلوريك ١، ٠ ع – هيدروكسيد صوديوم – كربونات صوديوم – بيكربونات صوديوم.

الأدوات المستخدمة:

دورق مخروطى – سحاحة – ماصة – دليل ph.th – دليل b.p.b.

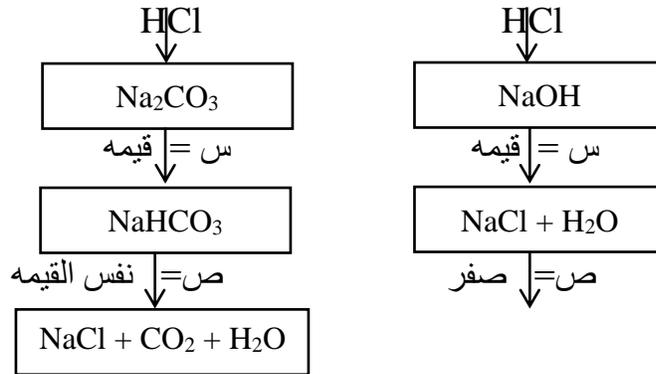
المطلوب:

حساب عيارية المواد القلوية وتقدير وزنها بالجرام/مللتر.

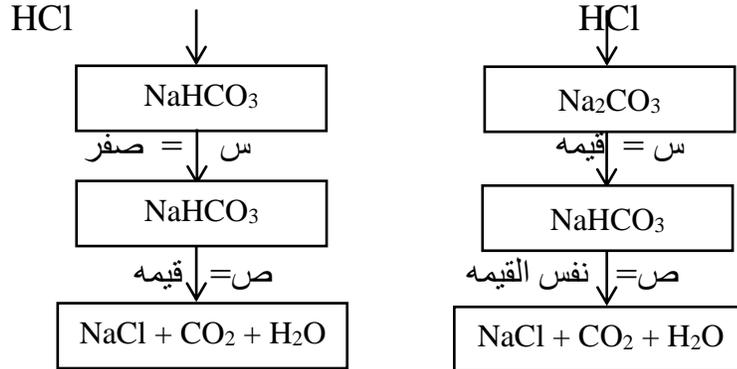
## تقدير مخاليط القلويات:

- ١- يأخذ حجم معلوم من القلوى (مخلوط) ويوضع فى دورق ثم يضاف إليه ٢-٣ نقط من دليل ph.th فيتلون المحلول باللون الوردى.
- ٢- تملئ السحاحة بحامض (HCl) معلوم العيارية ٠,١ ع.
- ٣- يتم المعايره من الحامض حتى يتحول اللون الوردى إلى عديم اللون ثم يحسب حجم الحامض وليكن س ملل.
- ٤- يضاف ٢-٣ نقط من دليل b.p.b فيتلون المحلول باللون الأزرق الباهت.
- ٥- يتم المعايره بالحامض حتى يتحول اللون الأزرق الباهت إلى اللون الأصفر الباهت ثم يحسب حجم الحامض وليكن ص ملل.

إذا كان قيمة س < ص فإن المخلوط مكون من:



أما إذا كان قيمة س > ص فإن المخلوط مكون من:



محلول قلوى يحتوى على واحد أو أكثر من القلويات أخذ ٥٠ ملل من المحلول ثم عودل بحامض HCl ٠,٥ ع فلزم ٤ ملل من الحامض حتى الوصول إلى نقطة التعادل فى وجود دليل ph.th ثم أكمل التعادل فى وجود دليل b.p.b فلزم ٢٣ ملل من نفس الحامض. المطلوب ما هى مكونات المحلول وما هى عيارية كل مكون وما وزن كل مكون بالجرام/لتر.

## الدرس العملى الخامس

أمامك المحاليل التالية:

مخلوط قلوئى أ – مخلوط قلوئى ب (أملاح صوديوم).

الأدوات المستخدمة:

دورق مخروطى – سحاحة – ماصة – دليل ph.th – دليل b.p.b.

المطلوب:

ما هى مكونات كل مخلوط – وما هى عيارية كل مكون – وما وزن كل مكون بالجرام/مللتر.

## الدرس العملى السادس

أمامك زجاجة رقم ( ) :

بها قلوئى مفرد أو مخلوط من القلوئيات (أملاح صوديوم).

الأدوات المستخدمة:

دورق مخروطى – سحاحة – ماصة – دليل ph.th – دليل b.p.b – حامض HCl ١, ٠,١ ع.

المطلوب:

ما هى مكونات المحلول – وما هى عيارية كل مكون – وما وزن كل مكون بالجرام/مللتر.

وزن المكونات النقية

$$100 \times \frac{\text{وزن العينة الكلية}}{\text{وزن المكونات النقية}} = \text{درجة النقاوة}$$

وزن العينة الكلية

$$\% \text{ للشوائب} = 100 - \text{درجة النقاوة}$$

وزن الشوائب

$$100 \times \frac{\text{وزن الشوائب}}{\text{وزن العينة الكلية}} =$$

وزن العينة الكلية

$$\text{وزن الشوائب} = \text{وزن العينة الكلية} - \text{وزن المكونات النقية}$$

### التعادل الرجعي:

هو عبارة عن إضافة مادة أ بكمية زائدة للتفاعل مع مادة ب وما يتبقى من المادة أ يعادل بمادة ثالثة ج وفي هذه الحالة يكون .....

$$\text{عدد مكافئات المادة أ} = \text{عدد مكافئات المادة ب} + \text{عدد مكافئات المادة ج}$$

### • أملاح الكربونات غير الذائبة:



إضافة حامض معلوم التركيز وكمية معلومة من الملح مع التسخين الهين والباقي من الحامض يعاير بقاعدة مثل NaOH.

### • تقدير درجة نقاوة الأسمدة (أملاح اليوريا):

### • تقدير النشادر في أملاح الأمونيا:

تتفاعل أملاح الأمونيا مع NaOH بالتسخين لطررد النشادر ثم تعادل الزيادة من هيدروكسيد الصوديوم بحامض معلوم التركيز.

$$\text{عدد مكافئات هيدروكسيد الصوديوم} = \text{عدد مكافئات ملح الأمونيوم} + \text{عدد مكافئات الحامض}$$

## الدرس العملى السابع

أمامك المواد الكيميائية التالية:

كربونات ماغنسيوم – كبريتات أمونيوم.

الأدوات المستخدمة:

دورق مخروطى – سحاحة – ماصة – دليل ph.th – دليل b.p.b – حامض HCl ١, ٠ ع –

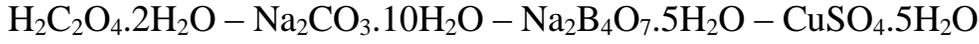
هيدروكسيد صوديوم ١, ٠ ع.

المطلوب:

إحسب درجة نقاوة هذه المواد الكيميائية

## حساب ماء التبلور

هناك بعض المركبات يكون مرتبط بتركيبها جزيئات ماء وتسمى بماء التبلور **مثل:**



**مثال:**

عينة من حمض الأوكساليك المتبلورة وزنها ٠,٦٣ جم لزم لمعادلتها ٢٥ ملل هيدروكسيد صوديوم ٠,٤ ع في وجود دليل  
ph.th إحسب عدد جزيئات ماء التبلور في العينة – إحسب % لماء التبلور.

## الدرس العملى الثامن

أمامك المواد الكيميائية التالية:

كربونات صوديوم – حامض أكساليك.

الأدوات المستخدمة:

دورق مخروطى – سحاحة – ماصة – دليل ph.th – دليل b.p.b – حامض HCl ١, ٠ ع –

هيدروكسيد صوديوم ١, ٠ ع.

المطلوب:

إحسب عدد جزيئات ماء التبلور بهما – إحسب % لماء التبلور فيهما.