

الكيمياء الصحية:

هو احد العلوم الاساسية التي تهتم بتحسين وتوفير مياه صالحة للشرب والتخلص من المياه الثقيلة دون تلوث البيئة.
ان الهدف من دراسة الكيمياء الصحية هو تعلم الخواص الفيزيائية والتحليل الكميائية للمياه وحساباتها ومدى مطابقتها للمواصفات.

طرق تجميع العينات:

لغرض اخذ نموذج من الماء تغسل القنينة المراد وضع النموذج فيها جيدا ثم يعاد غسلها مرتين أو ثلاثة بماء من نفس العينة ماء النموذج المطلوب تحليله عند اخذ الماء من (الحنفية) يجب ان تنظف الحنفية جيدا ثم يؤخذ النموذج ام عند اخذ الماء من (النهر أو البئر) فهناك اجهزة خاصة.
وهناك عدة نقاط يجب مراعاتها عند اخذ نموذج الماء وهي:

١- الكمية: ان اقل كمية من الماء تكفي للتحليل هي لترين ولا يمكن استعمال نموذجين من الماء لكافة التحاليل وذلك لانه قد تختلف طريقة اخذ النموذج عن الاخر.

٢- قناني الجمع: ان احسن القناني لحفظ نماذج الماء تكون مصنوعة من الزجاج أو البايركس أو البلاستيك وكلها يجب ان تكون نظيفة ومعقمة.
وتغطي القناني باغطية زجاجية أو فلينية ملفوفة بورق القصدير أو اغطية مطاطية.

٣- **الفترة الزمنية:** كلما كانت الفترة الزمنية بين اخذ النموذج وتحليله قصيرة كلما كانت النتائج جيدة ومرضية. وهناك التحاليل الكيماوية والفيزيائية التي يجب اجراؤها حالا وفور اخذ النموذج.

ان التغيرات التي تطرأ على النموذج سببها وجود بعض أنواع من البكتريا، لذلك يفضل حفظ النموذج في الظلام وبدرجة حرارة واطئة.

ان الماء الملوث يجب تحليله خلال ١٢ ساعة من اخذ النموذج.

اما الماء الاقل تلوثا فيتم تحليله خلال ٢٤ ساعة بينما الماء غير الملوث فيمكن اجراء التحليل له بعد ٧٢ ساعة كحد اقصى.

ويجب ان تكتب البيانات التالية على قنينة حفظ النموذج:

- ١- اسم المرسل وعنوانه.
- ٢- غرض الفحص (دوري،جديد).
- ٣- نوع المورد (شبكة توزيع، فهر، جدول، خزان.....الخ).
- ٤- موقع اخذ النموذج.
- ٥- درجة حرارة المياه وقت اخذ النموذج.
- ٦- تاريخ وساعة اخذ النموذج.
- ٧- طريقة معالجة المياه ان وجدت.
- ٨- الحالة الجوية.

اما اذا كان المورد بئرا فيجب ذكر المعلومات التالية:

- ١- عمق البئر ومستوى الماء من سطح الارض.
- ٢- هل البئر مكشوف أو مغطى ونوع الغطاء وتصميمه ان وجد.
- ٣- البئر حديث أو حدث به تغير يؤثر على حالة المياه.

٤- طريقة انشاء البئر ونوع المادة الواقية المحيطة بالبئر وعمقها.

٥- طريقة رفع المياه من البئر.

٦- بعد البئر عن مصادر التلوث المحتملة ونوع هذه المصادر (بزل، مجاري،

خزانات مياه قذرة)

٧- تأثير الحالة الجوية على ماء البئر.

Solutions

المحاليل

عندما تمزج مادة سائلة مع مادة صلبة يسمى السائل **بالمذيب** ويسمى الصلب

بالمذاب والنتاج من هذه العملية يسمى **المحلول**.

ولا تقتصر المحاليل على اذابة صلب مع سائل فذوبان الكحول مع الماء هو محلول

ايضا وكذلك ذوبان غاز الامونيا مع الماء أو غاز ثاني اوكسيد الكربون مع الماء

يكون محلولاً ايضاً.

ويستعمل في تحضير المحاليل عادة الماء المقطر الجديد (المحفوظ في

قناني محكمة السد وخالياً من ثاني اوكسيد الكربون) الا اذا ذكر سائل اخر

للتحضير.

وانوع المحاليل هي :

المحلول الجزئي Molar Solutions

المحلول العياري Normal Solutions

وقبل الدخول إلى كيفية تحضير المحاليل يجب معرفة الاوزان الجزيئية والاوزان

المكافئة .

Molecular weight (Mwt)

الوزن الجزيئي للمادة

هو ناتج الأوزان الذرية للعناصر المكونة للمادة (عدد غرامات المادة في مول واحد).

مثال(1): ما هو الوزن الجزيئي لملح الطعام NaCl اذا علمت ان الأوزان الذرية

$$\left. \begin{array}{l} \text{Na} = 23 \\ \text{Cl} = 35.45 \end{array} \right\} = 58.45 \text{ gm/mole or mg / mmole}$$

$$58.45 \frac{\text{gm}}{\text{mole}} * \frac{1000 \text{ gm}}{\text{mg}} * \frac{\text{mole}}{1000 \text{ mmole}} = 58.45 \text{ mg/mmole}$$

مثال(2): ما هو الوزن الجزيئي لحمض الخليك CH₃COOH اذا علمت ان

الأوزان الذرية

$$\left. \begin{array}{l} \text{C} = 12 \quad \text{C}_2 = 12 * 2 = 24 \\ \text{H} = 1 \quad \text{H}_2 = 1 * 2 = 2 \\ \text{O} = 16 \quad \text{O}_2 = 16 * 2 = 32 \end{array} \right\} = 60 \text{ gm/mole or mg/mmole}$$

مثال(3): ما هو الوزن الجزيئي لكاربونات الكالسيوم Ca CO₃ اذا علمت ان الأوزان

الذرية

$$\text{Ca} = 40 \quad \text{Ca} = 40 * 1 = 40$$

$$C=12 \quad C=12 * 1 = 12 \quad = 100 \text{ gm/mole or mg/mmole}$$

$$O=16 \quad O=16 * 3 = 48$$

مثال(4): ما هو الوزن الجزيئي لكاربونات الصوديوم $Na_2 CO_3$ اذا علمت ان الأوزان الذرية

$$\begin{array}{l} Na=23 \quad Na_2=23 * 2 = 46 \\ C=12 \quad C=12 * 1 = 12 \\ O=16 \quad O=16 * 3 = 48 \end{array} \quad = 106 \text{ gm/mole or mg/mmole}$$

Equivalent Weight (Equ.wt)

الأوزان المكافئة

الوزن المكافئ للحامض: هو الوزن الجزيئي للحامض مقسوما على عدد ذرات الهيدروجين القابلة للإبدال والإحلال في الحامض.

مثال(1): احسب الوزن المكافئ لحامض الخليك CH_3COOH اذا علمت ان الأوزان الذرية

$$\begin{array}{l} C=12 \quad C_2=12 * 2 = 24 \\ H=1 \quad H_4=1 * 4 = 4 \end{array} \quad = 60 \text{ gm/mole or mg/mmole}$$

$$O=16 \quad O_2=16 * 2 = 32$$

$$\text{Equ.wt} = \frac{60}{1} = 60 \text{ gm/equ. Or mg/mequ.}$$

مثال(2): احسب الوزن المكافئ لحامض الكبريتيك H_2SO_4 اذا علمت ان

الأوزان الذرية

$$\left. \begin{array}{l} \text{H} = 12 \quad \text{H}_2 = 1 * 2 = 2 \\ \text{S} = 1 \quad \text{S} = 32 * 1 = 32 \\ \text{O} = 16 \quad \text{O}_4 = 16 * 4 = 64 \end{array} \right\} = 98 \text{ gm/mole or mg/mmole}$$

$$\text{Equ.wt} = \frac{98}{2} = 49 \text{ gm/equ. Or mg/mequ.}$$

مثال (٣): احسب الوزن المكافئ لحمض الهيدروكلوريك HCl اذا علمت ان

الأوزان الذرية

$$\left. \begin{array}{l} \text{H} = 1 \quad \text{H}_2 = 1 * 1 = 1 \\ \text{Cl} = 35.45 \quad \text{Cl} = 35.45 * 1 = 35.45 \end{array} \right\} = 36.45 \text{ gm/mole or mg/mmole}$$

$$\text{Equ.wt} = \frac{36.45}{1} = 36.45 \text{ gm/equ. Or mg/mequ.}$$

الوزن المكافئ للقاعدة: هو الوزن الجزيئي للقاعدة مقسوما على عدد ذرات الهيدروكسيل القابلة للابتنال والاحلال في القاعدة.

مثال (١): احسب الوزن المكافئ لهيدروكسيد الصوديوم NaOH اذا علمت ان

الأوزان الذرية

$$\left. \begin{array}{l} \text{Na} = 23 \quad \text{Na} = 23 * 1 = 23 \end{array} \right\}$$

$$O= 16 \quad S= 16 * 1 = 16 \quad = 40 \text{ gm/mole or mg/mmole}$$

$$H=1 \quad H= 1 * 1 = 1$$

$$\text{Equ.wt} = \frac{40}{1} = 40 \text{ gm/equ. Or mg/mequ.}$$

مثال (٢): احسب الوزن المكافئ لهيدروكسيد الصوديوم NaOH اذا علمت ان الأوزان الذرية

$$\left. \begin{array}{l} Ca= 40 \quad Ca= 40 * 1 = 40 \\ O= 16 \quad S= 16 * 2 = 32 \\ H=1 \quad H= 1 * 2 = 2 \end{array} \right\} = 74 \text{ gm/mole or mg/mmole}$$

$$\text{Equ.wt} = \frac{74}{2} = 37 \text{ gm/equ. Or mg/mequ.}$$

مثال (٣): احسب الوزن المكافئ لهيدروكسيد البوتاسيوم KOH اذا علمت ان الأوزان الذرية

$$\left. \begin{array}{l} K= 39 \quad K= 39 * 1 = 39 \\ O= 16 \quad S= 16 * 1 = 16 \\ H=1 \quad H= 1 * 1 = 1 \end{array} \right\} = 56 \text{ gm/mole or mg/mmole}$$

$$\text{Equ.wt} = \frac{56}{1} = 56 \text{ gm/equ. Or mg/mequ.}$$

الوزن المكافئ للملح: هو الوزن الجزيئي للملح مقسوما على عدد الكاتيونات e^- المفقودة أو المكتسبة أو المشتركة اثناء التفاعل.

مثال (1): احسب الوزن المكافئ لملح الصوديوم NaCl اذا علمت ان

الأوزان الذرية

$$\begin{array}{l}
 \text{Na} = 23 \quad \text{Na} = 23 * 1 = 23 \\
 \text{Cl} = 35.45 \quad \text{S} = 35.45 * 1 = 35.45 \\
 \hline
 \text{Equ.wt} = \frac{58.45}{1} = 58.45 \text{ gm/mole or mg/mmeole} \\
 \text{Equ.wt} = \frac{58.45}{1} = 58.45 \text{ gm/equ. Or mg/mequ.}
 \end{array}$$

مثال (٢): احسب الوزن المكافئ لكاربونات الكالسيوم CaCO_3 اذا علمت ان

الأوزان الذرية

$$\begin{array}{l}
 \text{Ca} = 40 \quad \text{Ca} = 40 * 1 = 40 \\
 \text{C} = 12 \quad \text{C} = 12 * 1 = 12 \\
 \text{O} = 16 \quad \text{O} = 16 * 3 = 48 \\
 \hline
 \text{Equ.wt} = \frac{100}{2} = 50 \text{ gm/equ. Or mg/mequ.}
 \end{array}$$

مثال (٣): احسب الوزن المكافئ لكاربونات الصوديوم Na_2CO_3 اذا علمت ان

الأوزان الذرية

$$\begin{array}{l}
 \text{Na} = 23 \quad \text{Na}_2 = 23 * 2 = 46 \\
 \text{O} = 16 \quad \text{C} = 12 * 1 = 12 \\
 \text{H} = 1 \quad \text{O}_3 = 16 * 3 = 48 \\
 \hline
 \text{Equ.wt} = \frac{106}{2} = 53 \text{ gm/equ. Or mg/mequ.}
 \end{array}$$

مثال (4): احسب الوزن المكافئ لكرومات البوتاسيوم $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ اذا علمت ان

الأوزان الذرية

$$K=19 \quad K_2= 19 * 2 = 38$$

$$Cr= 24 \quad Cr_2= 24 * 2 = 48$$

$$O=16 \quad O_7= 16 * 7= 112$$

$$= 198 \text{ gm/mole or mg/mmole}$$

$$\text{Equ.wt} = \frac{198}{3} = 66 \text{ gm/equ. Or mg/mequ.}$$

مثال(5): احسب الوزن المكافئ لبرمنغنات البوتاسيوم $KMnO_4$ اذا علمت ان

الأوزان الذرية

$$K= 19 \quad K= 19 * 1 = 19$$

$$Mn= 25 \quad Mn= 25 * 1 = 25$$

$$O=1 \quad O_4= 16 * 4= 64$$

$$= 108 \text{ gm/mole or mg/mmole}$$

$$\text{Equ.wt} = \frac{108}{5} = 21.6 \text{ gm/equ. Or mg/mequ.}$$

أنواع المحاليل

Standard Solution:

١ - المحلول القياسي

المحلول القياسي هو المحلول الذي عرفت عيارته بالضبط أي ان تركيز المادة المذابة فيه معلوم بدقة. وتحضر المحاليل القياسية من المحاليل الاصلية بتخفيفها للحصول على عيارية تقريبيه ثم تضبط هذه العيارية أي تعرف قيمتها

بالضبط وذلك بمعادلتها مع محلول قياسي اخر عيارته بالضبط بصورة مسبقة
(المحاليل القياسية Na_2CO_3 و HCl) .

الشروط الواجب توفرها في المادة القياسية:

- ١- لا تحتوي على ماء متبلور (لا تحتوي على أي مجموعة ماء).
- ٢- لا تمتص رطوبة الجو.
- ٣- لا تمتص CO_2 من الجو.
- ٤- غير قابلة للتبخر.

لتحضير المحاليل القياسية نحتاج إلى:

- ١- حامض HCl أو H_2SO_4 .
- ٢- دليل الفينولفثالين.
- ٣- كاربونات الصوديوم اللامائية Na_2CO_3 .
- ٤- دليل المثل البرتقالي.

Molar Solution

٢- المحلول الجزئي

هو المحلول الذي يحتوي اللتر الواحد منه على وزن جزيئي غرامي واحد من المادة
المذابة .

المولارية: عدد المولات المذابة في حجم معين من المحلول

$$M = \frac{Wt}{\frac{Mwt}{gm}} / L \longrightarrow \text{mole/L}$$

$$= \frac{gm}{mole} / L$$

$$= \frac{gm}{gm} / ml \longrightarrow \text{mmole / ml}$$

$$= \frac{gm}{mmole} / ml$$

٣- المحلول العياري (النورمالي) Normal Solution

هو المحلول الذي يحتوي اللتر الواحد منه على الوزن المكافئ بالغرامات من المادة المذابة
النورمالية: عدد الأوزان المكافئة المذابة في حجم معين من المحلول.

$$N = \frac{Wt}{\text{Equ. wt}} / L$$

$$= \frac{gm}{gm} / L \longrightarrow \text{equ/L}$$

$$= \frac{gm}{gm} / ml \longrightarrow \text{mequ/ml}$$

$$= \frac{gm}{mequ} / ml$$

مثال (١): ماهو وزن NaOH (غم) اللازم اذابته في لتر واحد من الماء المقطر للحصول على
1N NaoH و 1M NaoH

$$\begin{array}{l}
 \text{Na}=23 \quad 23 * 1 = 23 \\
 \text{O}= 16 \quad 16 * 1= 16 \\
 \text{H}=1 \quad 1 * 1= 1
 \end{array}
 \left. \vphantom{\begin{array}{l} \text{Na}=23 \\ \text{O}= 16 \\ \text{H}=1 \end{array}} \right\} = 40 \text{ gm/mole or mg/mmole}$$

$$\frac{40}{1} = 40 \text{ gm/equ. or mg/mequ.}$$

$$M = \frac{\text{Wt}}{\text{Mwt}} / L \rightarrow 1M = \frac{\text{Wt}}{40 \text{ gm/mole}} / 1\mu$$

$$\therefore \text{Wt} = 40 \text{ gm}$$

∴ لتحضير 1MNaOH يذاب 40gm من المادة في لتر من الماء المقطر

$$N = \frac{\text{Wt}}{\text{Equ.wt}} / L \rightarrow 1N = \frac{\text{Wt}}{40 \text{ gm/mole}} / 1\mu$$

$$\text{Wt} = 40 \text{ gm}$$

∴ لتحضير 1NNaOH يذاب 40 gm من المادة في لتر واحد من الماء المقطر

مثال (٢): ماهو وزن NaOH (غم) اللازم اذابته في 100ml من الماء المقطر للحصول على
 1N NaoH و ٠.١ MNaOH

$$0.1 = \frac{\text{mmole}}{\text{ml}} = \frac{\text{Wt}}{40 \text{ gm/mole}} / 100 \text{ ml}$$

$$٠.١ = \frac{\text{mmole}}{\text{ml}} = 1\text{M} = \frac{\text{Wt mmole}}{\frac{40 \text{ mg}}{100\text{ml}}}$$

$$10 = \frac{\text{wt}}{40\text{mg}} \longrightarrow \therefore \text{wt} = 400 \text{ mg} \\ = 0.4 \text{ gm}$$

∴ لتحضير ٠.١ MNaOH يذاب ٠.٤ gm من المادة في 100ml من الماء المقطر

$$1 \frac{\text{mequ}}{\text{ml}} = \frac{\text{Wt}}{40 \text{ gm/mole}} / 100 \text{ ml}$$

$$1 = \frac{\text{mequ}}{\text{ml}} = \frac{\text{Wt mequ}}{\frac{40 \text{ mg}}{100\text{ml}}}$$

$$100 = \frac{\text{wt}}{40\text{mg}} \longrightarrow \therefore \text{wt} = 4000 \text{ mg} = 4 \text{ gm}$$

0.1N KOH و 0.05 KOH

$$\begin{array}{l}
 K=39 \quad 39 * 1 = 39 \\
 O= 16 \quad 16 * 1 = 16 \\
 H=1 \quad 1 * 1 = 1
 \end{array}
 \left. \vphantom{\begin{array}{l} K=39 \\ O= 16 \\ H=1 \end{array}} \right\} = 56 \text{ gm/mole or mg/mmole}$$

$$\frac{56}{1} = 56 \text{ gm/equ. or mg/mequ.}$$

$$M = \frac{\text{wt}}{\text{Mwt}} / L \rightarrow 0.05 \frac{\text{mole}}{\text{ml}} = \frac{\text{wt mmole}}{250\text{ml}}$$

$$12.5 = \frac{\text{wt}}{56\text{mg}} \longrightarrow \therefore \text{wt} = 700 \text{ mg}$$

$$= 0.7 \text{ gm}$$

$$N = \frac{\text{wt}}{\text{Equ.wt}} / L \longrightarrow 0.1 \frac{\text{mequ}}{\text{ml}} = \frac{\text{wt equ}}{250\text{ml}}$$

$$= 25 \frac{\text{Wt}}{56\text{mg}} \longrightarrow \therefore \text{wt} = 18.5 \text{ mg} = 1.4 \text{ gm}$$

•• لتحضير 2M Ca(OH)₂ يذاب 148 gm من المادة في لتر واحد من الماء المقطر

•• لتحضير 0.5N Ca(OH)₂ يذاب 18.5 gm من المادة في لتر واحد من الماء

المقطر

مجموعة اسئلة اضافية:

س١: ما هي عيارية NaOH (N) الناتج من اذابة 4 gm من NaOH في لتر ماء مقطر

$$\begin{array}{l} \text{Na}=23 \quad 23 * 1 = 23 \\ \text{O}= 16 \quad 16 * 1= 16 \\ \text{H}=1 \quad 1 * 1= 1 \end{array} \quad \left. \vphantom{\begin{array}{l} \text{Na}=23 \\ \text{O}= 16 \\ \text{H}=1 \end{array}} \right\} = 40 \text{ gm/mole or mg/mmole}$$
$$\text{Equ.wt} = \frac{40}{1} = 40 \text{ gm/equ. or mg/mequ.}$$

$$M = \frac{\text{Wt}}{\text{Equ.wt}} / L \rightarrow N = \frac{4\text{gm}}{40 \text{ gm/equ}} / 1\text{Lt}$$
$$N = 0.1 \text{ equ/Lt}$$

س٢: ما هو حجم 1N NaOH اللازم تخفيفه في لتر من الماء المقطر للحصول على 0.01N NaOH

$$N_1 V_1 = N_2 V_2$$

$$1 * V_1 = 0.01 * 1$$

$$V_1 = \frac{0.01 * 1}{1} = 0.01 \text{ Lt NaOH}$$
$$= 10 \text{ ml NaOH}$$

$$1000 - 10 = 990\text{ml}$$

∴ يؤخذ 10ml من محلول NaOH المركز ويذاب في ماء مقطر للحصول على 0.01N NaOH في حجم ١ لتر واحد.

اما عند تحضير الحوامض فيجب استخدام قانون التخفيف $N_1V_1 = N_2V_2$.

مثال (١): ما هو حجم الهيدروكلوريك المركز HCl اللازم اذابته في لتر واحد من الماء المقطر للحصول على 1N HCl اذا علمت ان الوزن النوعي للحامض المركز 1.18 gm/cm^3 وتركيز الحامض (نسبة المئوية) ٣٧%

$$\left. \begin{array}{l} \text{Cl} = 35.45 \quad 35.45 * 1 = 35.45 \\ \text{H} = 1 \quad 1 * 1 = 1 \end{array} \right\} = 36.45 \text{ gm/mole or mg/mmeole}$$

$$\text{Equ.wt} = \frac{36.45}{1} = 36.45 \text{ gm/equ. Or mg/mequ.}$$

الطريقة الاولى:

$$N_1V_1 = N_2V_2$$

$$N_2 = \frac{1.18 \text{ gm/ml} * 1000 \text{ ml/Lt}}{36.45 \text{ gm/equ}} * \frac{37}{100} = 11.978 \text{ equ/Lt}$$

$$\therefore 1 \text{ equ/Lt} * 1 \text{ Lt} = 11.978 \text{ equ/Lt} * V_2$$

$$\therefore V_2 = 0.0835 \text{ Lt} = 83.5 \text{ ml}$$

الطريقة الثانية:

$$wt_1 = N_1 * V_1 * \text{equ.wt}$$

$$= 1 \text{ wqu/ Lt} * 1 \text{ Lt} * 36.45 \text{ gm/ equ} = 36.45 \text{ gm}$$

$$\begin{array}{ccc} 100 & 37 & \\ x & 36.45 & \longrightarrow x = 98.51 \text{ gm} \end{array}$$

$$\rho = \frac{wt}{v} \longrightarrow v = \frac{wt}{\rho} = \frac{98.51 \text{ gm}}{1.18 \text{ gm/cm}^3} = 83.5 \text{ ml}$$

لتحضير المحلول يؤخذ 83.5 ml من الحامض المركز ويضاف إلى دورق فيه 1000-83.5 = 916.5 ml من الماء المقطر لان التفاعل باعث للحرارة.

مثال(2): ما هو حجم الكبريتيك المركز H_2SO_4 اللازم اذابته في لتر واحد من الماء المقطر للحصول على 0.1N H_2SO_4 اذا علمت ان الوزن النوعي للحامض

$$1.8 \text{ gm/cm}^3 \text{ وتركيز الحامض (نسبة المئوية) } 97\%$$

الطريقة الاولى:

$$\begin{array}{l} H = 1 \quad 1 * 2 = 2 \\ S = 32 \quad 32 * 1 = 32 \\ O = 16 \quad 16 * 4 = 64 \end{array} \quad \left. \vphantom{\begin{array}{l} H = 1 \\ S = 32 \\ O = 16 \end{array}} \right\} = 98 \text{ gm/mole or mg/mole}$$

$$\frac{98}{2} = 49 \text{ gm/equ. Or mg/mequ.}$$

$$N_2 = \left[\frac{1.8 \text{ gm/ml} * 1000 \text{ ml/Lt}}{49 \text{ gm/equ}} \right] * \frac{97}{100} = 35.632 \text{ equ/}\mu$$

$$N_1 V_1 = N_2 V_2$$

$$0.1 \text{ equ/Lt} * 1 \text{ Lt} = 35.632 \text{ equ/Lt} * V_2$$

$$\therefore V_2 = 0.002806 \text{ Lt} = 2.806 \text{ ml}$$

الطريقة الثانية:

$$wt_1 = N_1 * V_1 * \text{equ.wt}$$

$$= 0.1 \text{ equ/Lt} * 1 \text{ Lt} * 49 \text{ gm/ equ} = 4.9 \text{ gm}$$

$$100 \quad 97$$

$$x \quad 4.9 \quad \longrightarrow \quad x = 5.0515 \text{ gm}$$

$$\rho = \frac{wt}{v} \longrightarrow v = \frac{wt}{\rho} = \frac{5.0515 \text{ gm}}{1.8 \text{ gm/cm}^3} = 83.5 \text{ ml}$$

∴ لتحضير الحامض المطلوب يؤخذ 2.806 ml من الحامض المركز وتضاف تدريجياً وببطء إلى دورق فيه 1000-2.806=997.19ml من الماء المقطر لان التفاعل باعث للحرارة شديد الانفجار.

مثال (٣): ما هو حجم الهيدروكلوريك المركز HCl اللازم اذابته في 100ml من الماء المقطر للحصول على 1.5N HCl اذا علمت ان الوزن النوعي للحامض المركز 1.18 gm/cm^3 وتركيز الحامض (نسبة المئوية) ٣٦%

(1)

$$N_2 = \frac{\text{gm/Lt}}{\text{equ.wt}} * \%$$

$$= \frac{1.18 * 1000}{36.45} * \frac{36}{100} = 11.65 \text{ equ/Lt}$$

$$V_2 = \frac{N_1 V_1}{N_2} = \frac{1.5 * 100}{11.65} = 12.87 \text{ ml}$$

(2)

$$wt_1 = N_1 * V_1 * \text{equ.wt}$$

$$= 1.5 * \frac{100}{1000} * 36.45 = 5.465 \text{ gm}$$

$$100 \quad 36$$

$$x \quad 5.465 \quad \longrightarrow \quad x = 15.187 \text{ gm}$$

$$v = \frac{wt}{\rho} = \frac{15.187}{1.18} = 12.87 \text{ ml}$$

∴ لتحضير المحلول يؤخذ 12.87 من الحامض المركز ويضاف إلى دورق فيه
 100-12.87=98.713ml من الماء المقطر ببطئ مع تحريك المستمر لان
 التفاعل باعث للحرارة.

مثال (٤): ما هو حجم الكبريتيك المركز H_2SO_4 اللازم اذابته في 500ml من الماء
 المقطر للحصول على $0.02N H_2SO_4$ اذا علمت ان الوزن النوعي للحامض 1.
 84 gm/cm^3 وتركيز الحامض ٩٨%

(1)

$$N_2 = \frac{\text{gm/Lt}}{\text{equ.wt}} * \%$$

$$N_2 = \frac{1.84 * 1000}{49} * \frac{98}{100} = 36.8 \text{ equ/Lt}$$

$$V_2 = \frac{N_1 V_1}{N_2} = \frac{0.02 * 500}{36.8} = 0.271 \text{ ml}$$

(2)

$$wt_1 = N_1 * V_1 * \text{equ.wt}$$

$$= 0.02 * \frac{500}{1000} * 49 = 0.49 \text{ gm}$$

$$100 \quad 98$$

$$x \quad 0.49 \quad \longrightarrow \quad x = 0.5 \text{ gm}$$

$$v = \frac{wt}{\rho} = \frac{0.5}{1.84} = 0.271 \text{ ml}$$

∴ لتحضير المحلول يؤخذ 0.271 ml من الحامض المركز ويضاف تدريجياً وبيطئ شديد مع الرج المستمر إلى دورق فيه 1000-0.271=999.72 ml من الماء المقطر لان التفاعل باعث شديد للحرارة.

مجموعة اسئلة اضافية:

مثال(1): ما هو حجم HCl 12.076N اللازم اذابته في 1000 ml من الماء المقطر للحصول على 0.1N HCl

$$N_1V_1 = N_2V_2$$

$$12.076 * V_1 = 0.1 * 1000$$

$$\therefore V_1 = 8.28 \text{ ml}$$

مثال(2): ما هو حجم الكبريتيك المركز H₂SO₄ اللازم اذابته في 500ml من الماء المقطر للحصول على 0.1M H₂SO₄ اذا علمت ان تركيز الحامض المركز

24.08 M

$$M_1V_1 = M_2V_2$$

$$0.1 * 500 = 24.08 * V_2$$

$$\therefore V_2 = 2.07 \text{ ml}$$

:لتحضير 0.1M H₂SO₄ يضاف 2.07 ml من حامض المركز إلى دورق فيه 500-2.07 = 497.93 ml من الماء المقطر ببطء شديد وتدرجياً.

بعض العمليات المهمة التي نحتاجها في العمل :

١- **الترسيب:** هو احد العمليات الكيمياوية التي نحتاجها لفصل بعض المركبات أو الايونات لغرض اجراء عملية قياس أو وزن مثال لغرض ترسيب ايونات الفضة الموجودة في محلول يتم مفاعلها مع مادة اخرى بحيث تكون راسب يمكن ازالته بعد انتهاء التفاعل. ويجب الانتباه إلى ان المواد لمترسبة يجب ان تكون قليلة الذوبان في الماء وعند ترسيبها يجب ان تكون بدرجة مقبولة من النقاوة ومن الممكن تجفيفها أو احرقها بدرجات حرارة اعلى من 100 C° فضلا عن كونها غير قابلة على امتصاص الرطوبة من الجو.

٢- **الترشيح:** هو فصل المواد العالقة في المحلول باستخدام مرشح تكون فتحاته اصغر من الجزيئات العالقة، ويتم ذلك باستعمال المرشحات منها ورق الترشيح أو المرشحات الاسبستية في حالة عدم امكان حرق هذه المواد بسبب تغير تركيبها الكيماوي. اما المرشحات الورقية فتستخدم في حالة الحرق بدرجات اعلى من 600 C° وفي هذه الحالة يجب معرفة وزن ورقة الترشيح بدقة مسبقا.

٣- **التجفيف:** هو عملية ازالة الماء الموجود بدرجة حرارة لا تزيد عن 105 C° حيث لا تؤثر الحرارة على المواد العضوية.

٤- **الحرق:** يتم بدرجة حرارة تزيد عن 600 C° حيث يتم التخلص من كافة المواد العضوية وذلك باكسدتها وتحويلها إلى ثاني اوكسيد الكربون CO_2 والماء وتبقى المواد غير العضوية على حالها.

الدلائل الكيماوية

الدليل هو مادة كيماوية تضاف إلى المحلول على شكل قطران للتعرف على نقطة انتهاء التفاعل والتي يبدأ عندها تغير لون المحلول.

في عملية التحليل الحجمي لابد من وجود دليل يؤشر نقطة انتهاء التفاعل الكيماوي وان اختيار الدليل غير المناسب يعطي نتائج خاطئة. ولكل نوع من أنواع التفاعل دليل خاص بذلك النوع.

ومن اهم أنواع الدلائل المستخدمة لتسحيح كافة الحوامض والقواعد هي الفينولفثالين و المثيل البرتقالي

الفينولفثالين: مادة عديمة اللون تتغير إلى اللون الوردي يفضل استخدامها في المحاليل الحامضية أو القاعدية.

المثيل البرتقالي: كاشف يتغير لونه من الوردي إلى عديم اللون عند انتهاء التفاعل

الكاشف	الحامض	القاعدة
الفينولفثالين	عديم اللون	احمر (وردي)
المثيل البرتقالي	احمر (وردي)	اصفر (عديم اللون)

الاختبارات الطبيعية للماء:

ان الخصائص الطبيعية للماء يجب ان لا تتجاوز الحدود الموضحة في الجدول:

الخاصية	الحد المسموح به	اقصى ما يمكن السماح به عند تعذر ايجاد مورد افضل
اللون	٥ وحدات	٥٠ وحدة
العكارة	٥ وحدات	٢٥ وحدة
الطعم	مقبول	
الرائحة	مقبول	

١- درجة الحرارة:

للحرارة تأثيرات مهمة على الخواص الماء هي :

أ- التأثير في سرعة التفاعلات الكيماوية.

ب- تخفيض ذوبان الغازات.

ت- توسيع المذاق والرائحة.

لذا يجب قياس درجة الحرارة عند اخذ النموذج ويتم ذلك بواسطة محرار مئوي أو

$$^{\circ}f = 32 + 1.8 C^{\circ}$$

فهرنهايتي

٢- الطعم والرائحة:

يفضل ان تكون المياه مستاغة الطعم لا رائحة لها بالرغم من ان هذا

الاختبار لا اهمية له. وتتولد في الماء رائحة غير طبيعية مع طعم مرفوض بسبب:

أ- وجود الاشنات والاحياء المجهرية.

ب- غاز كبريتيد الهيدروجين H_2S .

ت- المنتجات الكلور أو مركباته.

ث- المواد الترابية والطينية.

ج- مواد ذائبة سواء كانت مواد صلبة أو سائلة أو غازية.

ح- مواد معدنية مثل كبريتات المغنسيوم وكبريتات الصوديوم وأملاح الحديد.

لا داعي لذكر طرق تحديد الطعم والرائحة علما انها موجودة في الكتاب المنهجي

ص ٤٦-٤٧.

تعين الطعم والرائحة

أ- نوعية الرائحة الباردة:

يوضح حوالي 250 ml من النموذج بدرجة 20 C° في ورق مخروطي واسع الفوهة سعة 500 ml. ويجب تجنب الريح الشديد أو المتكرر منعا لتطاير الرائحة.

ب- نوعية الرائحة الساخنة:

يوضح 250 ml من النموذج في ورق مخروطي سعة 50 ml وتغطي الفوهة بزجاجة ساعة. تسخن العينة إلى $58-60\text{ C}^\circ$ تقريبا وتريح بحركة دائرية ثم تسحب الساعة وتشم الرائحة.

التعبير عن النتائج

تسجل النتائج لكل من العينات الباردة والساخنة ولكل من شدة ونوع الرائحة وتعين الشدة اسنادا للمقياس التالي:

الشدّة	المدلول
--------	---------

لا يمكن الكشف عن أي رائحة	صفر
رائحة لا يمكن للشخص العادي اكتشافها ويمكن كشفها من قبل اخصائي	١
رائحة يمكن للشخص العادي اكتشافها اذا اوصي اليه بها	٢
رائحة من السهل اكتشافها وربما تجعل المياه غير مقبولة	٣
رائحة واضحة وربما تؤدي إلى عدم صلاحية المياه للشرب	٤
رائحة شديدة تجعل المياه غير صالحة للشرب (تستعمل في الحالات الاضطرارية فقط)	٥

ويعتبر الطعم احد أنواع الرائحة لإغراض هذا الفحص

تعيين اللون:

يتم تعيين اللون بطريقة Hazen Method وتتخلص هه الطريقة بمقارنة لون النموذج مع محاليل قياسية كل واحد من هذه المحاليل لها درجة لون محدد حتى ينطبق لون النموذج مع احد الوان هذه المحاليل القياسية. ويمكن الاستعاضة عن هذه المحاليل القياسية بأقراص زجاجية ملونة عند اجراء التجربة في الحقل.

ان الطريقة القياسية المستعملة هي طريقة البلاتين-كوبلت ووحدة اللون هي الناتجة عن ١ ملغم/لتر بلاتين على شكل كلوروبلاتينات.

ويمكن استخدام جهاز color meter جهاز قياس اللون المختبري لهذا الغرض وذلك بملا انبوبة الاختبار الخاصة بالجهاز بالماء المقطر ثم تصفير الجهاز عليها بعد ذلك تما انبوبة الاختبار بالعينة المائية وتوضع في الجهاز ونقرا قيمة اللون. ثم ترشح العينة المائية نفسها بمرشح $42 \mu\text{m}$ وتما انبوبة الاختبار بالماء الراشح وتوضع في جهاز وتقرا قيمة اللون. ويقرا الجهاز من

0-500PCU وفي كل الحالات يجب تجنب لمس انبوبة الاختبار باليد لمنع حصول خطأ في القراءات.

التعبير عن النتائج

يعبر عن النتائج باعداد صحيحة بالدقة التالية:

يعبر لأقرب وحدة	مجال اللون
وحدة	50-6
٥ وحدات	100-51
١٠ وحدات	250-101
٢٠ وحدة	500-251

ملاحظة: وجود اللون ناتج عن وجود مليغرام واحد من البلاتين في لتر من الماء

٣- اللون:

يتم تعيين بطريقة Hazen Method وذلك بمقارنة لون النموذج مع محاليل قياسية معمولة لهذا الغرض (شرح الطريقة في الكتاب المنهجي ص ٤٨-٥٠)

٤- حامضية الماء:

ان سبب حموضة الماء يعود إلى وجود بعض المركبات الذائبة مثل CO_2 ، HCO_3^- ، مركبات الكلور و بعض الحوامض المعدنية. ان وجود بعض الغازات المذابة في الماء تسبب خلال تفاعلها مع جزيئات الماء بعض الحوامض مثال على ذلك

$$H_2O + CO_2 \longrightarrow HCO_3^- + H^+$$

ان وجود بعض الغازات مثل كبريتيد الهيدروجين H_2S الذي يعتبر وسط حامضي يساعد على نمو وتكاثر البكتريا الكبريتية.

وعند قياس حامضية الماء يجب ان تحفظ العينات في قناني زجاجية أو بلاستيكية في مكان بارد. ويجب لن تقاس الحامضية مباشرة بعد اخذ النموذج وخلال يوم واحد فقط.

ولحساب الحامضية بطريقة التسحيح:

١- يؤخذ 50 ml من الماء المراد تحليله بواسطة ماصة ويوضع في دورق مخروطي.

٢- يضاف له ٣ قطرات من دليل الفينولفثالين (المحلول عديم اللون)

٣- يسمح مع قاعدة قياسية 0.02N NaOH حتى يصبح اللون احمر.

٤- يحسب حجم القاعدة النازل من السماحة.

٥- تحسب الحامضية من القانون التالي

$$\text{س}(\text{CaCO}_3) = \frac{٥٠٠٠٠ * \text{ع} * \text{ن}}{١٠٠٠}$$

س: كمية الحموضة الكلية على هيئة CaCO_3 ب (p.p.m)

ع: العيارية

ن : حجم القاعدة النازل من السماحة (المستهلك)

ك: حجم عينة الماء

٥٠٠٠ : ٥٠ الوزن المكافئ ل $\text{CaCO}_3 * ١٠٠٠$ للتحويل إلى $\mu\text{g}/\text{ml}$ (p.p.m)

٦- القاعدة (قلوية الماء):

القاعدية هي قابلية المحلول المائي على استلام البروتونات. وهي على ثلاثة

أنواع موجودة في المياه بكثرة ومن المهم قياس نسبتها وهي:

1-Hydroxide OH^-

2-Carbonate CO_3^{--}

3-Bicarbonate HCO_3^-

ولا يمكن ان توجد القاعدية بشكل OH^- مع HCO_3^- في النموذج الواحد لكن يمكن ان توجد بشكل OH^- مع CO_3^{--} أو HCO_3^- مع CO_3^{--}

أي هناك خمسة احتمالات لوجود القاعدية في النموذج الواحد:

١- بشكل OH^- وحده

٢- بشكل CO_3^{--} وحده

٣- بشكل HCO_3^- وحده

٤- بشكل OH^- مع CO_3^{--}

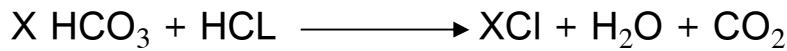
٥- بشكل HCO_3^- مع CO_3^{--}

ان مضار القلوية تكمن في كونها:

١- تسبب عسرة المياه اذا كانت على شكل كاربونات وبيكربونات الكالسيوم والمغنسيوم.

٢- كما انها تسبب ترسبات على جدران المراجل (الغلايات) Boilers نتيجة ترسب الكاربونات وبذلك تسبب تشققها المفاجئ الذي قد يسبب الانفجار.

٣- كما ان البيكربونات تسبب التآكل باتحادها مع الحامض نتيجة لتحرر غاز CO_2 الذي يسبب التآكل



ولحساب القلوية الماء بطريقة التسحيح:

١- يؤخذ 50 ml من الماء المراد تحليله بواسطة ماصة ويوضع في دورق.

٢- يضاف له قطرة واحدة من دليل الفينولفثالين لون المحلول احمر (يستخدم دليل الفينولفثالين عندما يكون سبب القلوية هو الهيدروكسيدات ويستخدم المثيل البرتقالي عندما يكون سبب القلوية هو الكربونات أو البيكربونات)

٣- يسمح مع حامض قياسي 0.02N HCl حتى يصبح عديم اللون

٤- يحسب حجم الحامض النازل من السماحة

٥- تحسب القاعدية من القانون التالي

$$\frac{٥٠٠٠٠ * ع * أ}{ك} = س(CaCO_3)$$

ك

س: كمية القلوية الكلية على هيئة $CaCO_3$ ب (p.p.m)

ع: العيارية

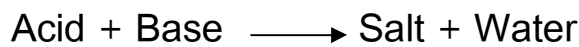
أ: حجم الحامض النازل من السماحة (المستهلك)

ك: حجم عينة الماء

٥٠٠٠ : ٥٠ الوزن المكافئ ل $CaCO_3$ * ١٠٠٠ للتحويل إلى mg/ It (p.p.m)

٦- تركيز ايون الهيدروجين:

كان التمييز سابقا بين الحامض والقاعدة على الطعم. ثم ظهرت بعد ذلك طريقة استخدام بعض المواد التي سميت فيما بعد الدلائل أو الكواشف وعند اكتشاف الهيدروجين عام ١٧٦٦ تبين انه يدخل في كافة الحوامض. ثم عرف بعد ذلك ان تفاعل أي حامض مع قاعدة يعطي ملح وماء



ثم عرف بعد ذلك ان الحوامض والقواعد القوية تتأين بدرجة عالية في المحاليل المائية بينما الحوامض والقواعد الضعيفة تتأين بدرجة واطئة.

ولقياس درجة التاين تستخدم اقطاب لتحليل الماء كهربائيا في خلايا التحليل الكهربائي ومن خلال ذلك عرف ان الماء النقي يولد 10^{-7} mole/lit من ايونات الهيدروجين



وعلى هذا الاساس يكون تركيز ايون الهيدروكسيل ايضا 10^{-7} mole/ μ وعليه يكون ثابت تأين الماء $[\text{H}^+][\text{OH}^-] = 10^{-14}$

ولتسهيل التعامل مع تركيز ايون الهيدروجين وتجنب استعمال قياس المولات اعتمد استعمال اللوغاريتم النسبي للتركيز واطلق عليه مصطلح PH ويعرف كالاتي:

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

وتتراوح قيمة PH بين ٠-١٤ ويكون تركيز التعادل في قيمة ٧ وتزداد الحامضية كلما قل PH بينما تزداد القاعدية بزيادة PH

$$0 \longleftarrow 7 \longrightarrow 14$$

ويمكن تقسيم المياه إلى رتب متميزة حسب قيمة PH لها:

١- المياه الحاوية على CO_2 و CO_3^{--} بوجود أو عدم وجود البيكربونات يكون PH اها المياه قد تجاوز ٨.

٢- المياه الخالية من CO_3^{--} والحاوية على CO_2 و HCO_3^- وهو يشمل القسم الاعظم من المياه ويكون PH بين ٩-٤ وهي غالبا ما تكون اكثر من ٧ بسبب وجود الكاربونات والبيكربونات المسببة للقاعدية.

٣- المياه الحاوية على قليل من الحامض الحر اضافة إلى CO_2 وكذلك الكربونات CO_3^{--} أو البيكربونات HCO_3^- يكون PH لها اقل من ٤.٥ .
ويجب قياس PH للنموذج فوراً وقبل اجراء أي فحص وذلك لان قيم PH تتغير بسرعة حيث انه عند مزج أو تسخين النموذج يحصل فقدان في المركب قليل ونتيجة لذلك يتغير PH . ان تركيز ايون الهيدروجين في الماء المقطر هو $[-\log 10^{-7}]$ وهي تسمى بدرجة التعادل.

ويعد حساب PH مهما في:

- ١- عمليات تصفية المياه.
- ٢- الحكم على خصائص المياه ومدى صلاحيتها للاستعمال البشري والصناعي. حيث ان المياه ذات PH المنخفض تضر بالصحة كما تسبب تاكل المعادن في الصناعة. اما المياه ذات PH المرتفع فتسبب عسرة المياه وتضر بالصحة ايضا وتسبب خسائر اقتصادية.

طرق قياس PH:

هناك عدة طرق لقياس PH النموذج وهي :

- ١- استعمال الدلائل الورقية.
 - ٢- الطريقة الفيزيائية.
 - ٣- الطريقة اللونية.
- ١- استعمال الدلائل الورقية
- ورق عباد الشمس (الليتموس) Indicator paper توجد عدة درجات من هذا الورق منها يقيس المحاليل الحامضية Acid والمحاليل المتعادلة Neutral أو القريبة منها والمحاليل القاعدية Base هذه الدلائل عبارة عن شريط من الورق

محفوظ في علبه بشكل خاص وموضح على العلبه الوان متعددة كل لون له قيمة PH تختلف عن غيرها.

وعند استعمال يغمر انج واحد تقريبا من الورقة في المحلول المراد فحصه فيتلون تبعا لتركيز ايون الهيدروجين ويقارن مع الالوان الموجودة على العلبه ويكون PH مساويا إلى اللون المقارب.

٢- الطريقة الفيزيائية:

ويستعمل فيها جهاز PH meter وقطب القياس وهذه هي الطريقة القياسية لحساب PH.

٣- الطريقة اللونية (كيمياوية)

لا تعد هذه الطريقة قياسية لاتها تقدر كميتها فقط. وما يعيق الطريقة اللونية:

١- وجود العكارة. ٢- تركيز الملح الكبير.

٣- وجود المواد الغروية ٤- الكلور الحر

٥- مختلف اشكال الاكسدة والاختزال التي تحدث بسبب اخر مثل التفاعل الكيماوي الحاصل بين الدلائل والنموذج

ويتم الفحص في هذه الطريقة كالاتي:

١- يملا انبوبين زجاجيين بالنموذج إلى حد معين.

٢- يوضع في احد الانابيب دليل اما الثاني فلا يضاف له.

٣- يقارن اللون مع المحاليل القياسية الموجودة لبيان PH مع الجهاز.

ان الدلائل indicators المستعملة يقارب عددها ٣٠ دليل تبين مختلف درجات الحامضية والقاعدية ومن ضمن هذه الدلائل المنثيل الاحمر

والمثيل البرتقالي والفينولفتالين فمثلا الفينولفتالين يكون حدود PH له بين

٨.٣-١٠

—————> ٦ —————> ٨.٥ —————> ٩ —————> ٩.٥

احمر مزرق (بنفسجي) احمر احمر باهت عديم اللون (حامض)

بينما يكون المثيل البرتقالي

—————> ٣ —————> ٣.٥ —————> ٤ —————> ٤.٥

برتقالي + اصفر برتقالي برتقالي + احمر احمر

٧- المواد الصلبة العالقة والذائبة:

ان سبب كدرة المياه أو عدم شفافية يعود إلى وجود مواد عالقة تمنع مرور الضوء خلال الماء وتتناسب درجة عكرة الماء (الكدرة) مع تركيز المواد العالقة وحجم جزيئات المواد العالقة.

أ- المواد الصلبة (العالقة والذائبة)

١- توضع كمية من الماء 100ml في جفنة نظيفة معلومة الوزن.

٢- تبخر الجفنة في مجفف بدرجة حرارة 105C° حتى يجف الماء تماما.

٣- توزن الجفنة بعد التبخير (التجفيف)

٤- تحسب كمية المواد العالقة والذائبة من القانون التالي:

وزن المواد الصلبة (العالقة والذائبة) = وزن الجفنة بعد التبخير - وزن الجفنة فارغة

p.p.m جملة المواد الصلبة (العالقة والذائبة) =

وزن المواد الصلبة (العالقة والذائبة) غم * ١٠^٦

ولتحديد وزن المواد الذائبة

حجم العينة سم^٣

- ١- ترشح كمية من ماء النموذج نفسه على ورقة الترشيح (فتزال المواد الصلبة العالقة وتبقى الذائبة).
- ٢- تؤخذ كمية محدودة 100ml من الماء المرشح في جفنة خزفية نظيفة معلومة الوزن .
- ٣- تبخر الجفنة في مجفف 105°C حتى يجف الماء تماما.
- ٤- توزن الجفنة مع محتويات بعد الترشيح والتبخير.
- ٥- تحسب كمية المواد الذائبة من القانون
وزن المواد الذائبة = وزن الجفنة بعد الترشيح والتبخير - وزن الجفنة فارغة

$$\text{p.p.m جملة المواد الذائبة} = \frac{\text{وزن المواد الذائبة غم} * 10^6}{\text{حجم العينة سم}^3}$$

∴ وزن المواد العالقة = وزن المواد الصلبة (العالقة والذائبة) - وزن المواد الذائبة

$$\text{جملة المواد العالقة} = \frac{\text{وزن المواد العالقة غم} * 10^6}{\text{حجم العينة سم}^3} - \text{جملة المواد الذائبة}$$

ب- المواد الصلبة العضوية وغير العضوية

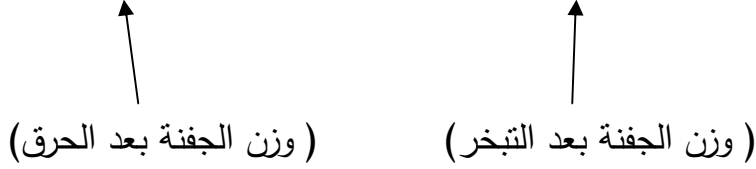
- ١- توضع كمية محددة من الماء 100ml بواسطة ماصة في جفنة نظيفة وعلومة الوزن.
- ٢- تبخر العينة كما ورد في تعين المواد الصلبة ثم توزن الجفنة بعد التبخير.
- ٣- تحرق الجفنة حرقا تاما لمدة 20 min في فرن درجة حرارته $500-600^{\circ}\text{C}$.
- ٤- توزن الجفنة بعد الحرق وبعد ان تبرد تماما.

∴ وزن المواد العضوية وغير العضوية = وزن الجفنة بعد التبخير - وزنها فارغة

وزن المواد غير اتعضوية = وزن الجفنة بعد الحرق - وزنها فارغة

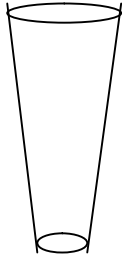
∴ وزن المواد العضوية = وزن المواد العضوية وغير العضوية - وزن المواد غير

العضوية



ج- المواد الصلبة القابلة للترسيب

تستعمل طريقة قياس الاحجام لهذا النوع من المواد. حيث يترك الماء في زجاجة مخروطية الشكل قطرها العلوي 10 cm وارتفاعها نحو 40 cm وسعتها لتر واحد لمدة ساعة واحدة حتى تترسب المواد إلى القعر. هذه الاسطوانة مدرجة من الاسفل إلى سنتيمترات مكعبة يمكن من خلالها قراءة كمية الرواسب. وتقاس المواد القابلة للترسيب غالبا ب mg/μ أي p.p.m أي جزء بالمليون .



عسرة الماء

يكون الماء عسرا اذا احتوى على املاح الكالسيوم والمغنسيوم مثل الكبريتات والكلوريدات والبيكربونات وفي احوال نادرة املاح الزنك والقصدير والحديد ان المياه العسرة تسبب طعما واضطرابات معوية عند استعمالها للشرب. كما تتفاعل مع الصابون مكونة رواسب متماسكة تحول دون تكوين رغوة الصابون اما في الصناعة فانها تضر بالاقمشة عند انتاجها، وفي المراجل البخارية تحلل البيكربونات نتيجة التسخين مكونة رواسب من كاربونات الكالسيوم والمغنسيوم وتتخلف هذه الاملاح

على شكل طبقات بمرور الوقت وتمنع اتصال الماء بالمصدر الحراري مما يسبب اسرافا في استهلاك الوقود. كما ان تشقق هذه الطبقات يؤدي إلى تلامس الماء البارد مع السطوح الفلزية الساخنة في هذه المراحل فيسبب الانفجار ولهذه الاسباب يجب تقدير العسرة قبل الاستعمال المياه للاستهلاك المنزلي أو الصناعي حتى يمكن ازالة العسرة إلى درجة مناسبة قبل الاستعمال.

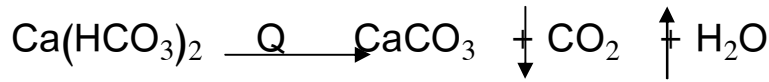
ويعد الماء يسرا اذا كان تركيز الاملاح فيه اقل من 50ppm والحد الاعلى هو 100ppm من $CaCO_3$ اما اقصى مسموح به فهو 500ppm من $CaCO_3$ وتكون العسرة على نوعين:

١- العسرة المؤقتة

٢- العسرة الدائمة

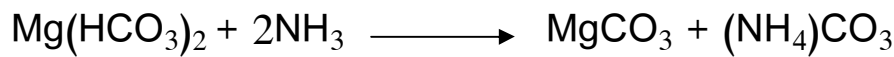
١- العسرة المؤقتة

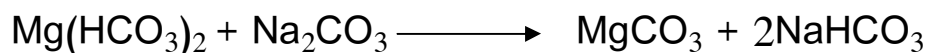
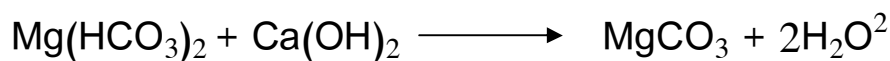
سببها وجود بيكربونات الكالسيوم والمغنسيوم وتزال بالتسخين حيث تتحول إلى راسب الكاربونات وكما في المعادلة



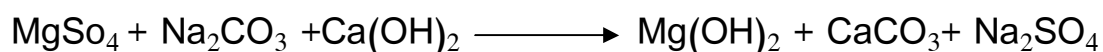
وتعد هذه الطريقة عالية نظرا لكثرة استهلاك الوقود اللازم عند تطبيقها على مقياس واسع لذلك نلجا إلى استخدام كيميائية رخيصة كاستعمال كميات محسوبة من الامونيا أو الكلس المطفا أو صودا الغسيل وكما في المعادلات التالية:

معادلات المغنسيوم العسرة المؤقتة

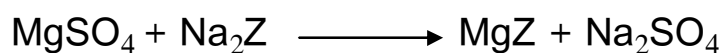




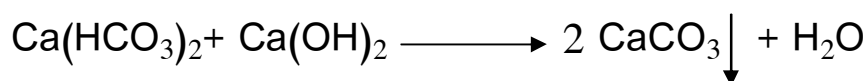
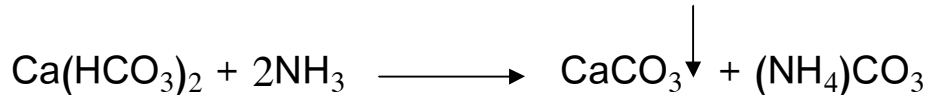
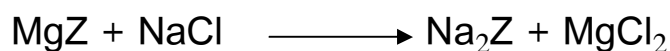
معادلات المغنسيوم العسرة الدائمة



التبادل الايوني

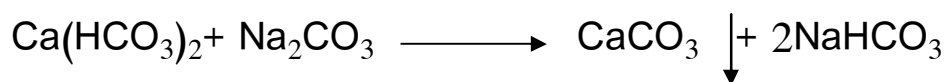


تنشيط الزيولاين



حيث يخلط الكلس مع الماء ويدفع إلى حوض يحتوي على العسر وبعد انتهاء التفاعل يستقر راسب كاربونات الكالسيوم والشوائب الأخرى في فعر الحوض. أما

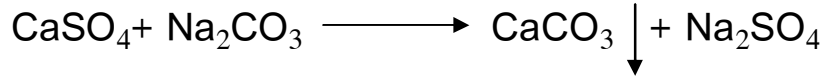
مادة صودا الغسيل (كاربونات الصوديوم) فتستعمل كما في المعادلة التالية



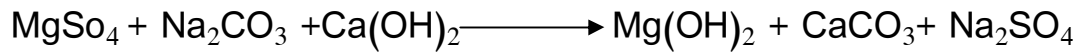
٢ - العسرة الدائمة

سببها وجود كبريتات الكالسيوم والمغنسيوم ولا يمكن ازالتها بالتسخين بل تستخدم

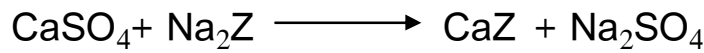
طرق كيميائية لذلك منها اضافة كاربونات الصوديوم فترسب كاربونات الكالسيوم



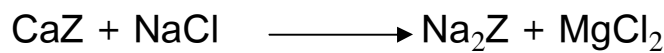
ان كبريتات الصوديوم المتكونة في التفاعل ذائبة في الماء ولا تسبب عسرة. اما في حالة وجود كبريتات المغنسيوم فيجب اضافة عالق هيدروكسيد الكالسيوم اضافة لكاربونات الصوديوم وذلك لان كاربونات المغنسيوم اكثر ذوبانا من كاربونات الكالسيوم فلا تترسب بصورة كاملة لكن عند اضافة هيدروكسيد الكالسيوم يترسب هيدروكسيد المغنسيوم الاقل ذوبانا من كاربونات المغنسيوم



وقد استعملت حديثا طريقة المبادلات الايونية Ion Exchanger حيث تستخدم بعض المركبات الكيماوية المعقدة مثل الراتنجات تعرف بالزيولايت تقوم بمهمة ابدال الايونات الفلزية المسببة للعسرة مثل Fe^{+2} , Mg^{+2} , Ca^{+2} فتحل محل ايونات الصوديوم الموجودة في الزيولايت ويرمز للجذر المعقد للسليكا بالحرف Z وتمثل المعادلة التالية تفاعل ازالة العسرة :



وعندما يتشبع الزيولايت بهذه الايونات ويفقد اكثر ايونات الصوديوم فانه يفقد خاصيته على ازالة العسرة. ويمكن ارجاعه إلى حالته الاصلية أي جعله صالحا للاستخدام باعادة تنشيطه وذلك بغسله بمحلول من ملح الطعام وكمل في المعادلة



وهناك أنواع عديدة ومختلفة من الزيولايت الصناعي منها الايونية والكايتونية تستخدم في ازالة عسرة المياه في البيوت والصناعة

مضار وعيوب عسرة الماء

- ١- ازدياد استهلاك الصابون لعدم حدوث رغوة سريعة بسبب تفاعل الاملاح المسببة للعسرة مع المركبات الدهنية الموجودة في الصابون.
- ٢- يسبب غسل الملابس بالماء العسر نقصا في متانة الاقمشة مما يقلل من عمرها.
- ٣- يفقد الماء قدرته على تنظيف الاقمشة حيث تسد املاح الكالسيوم مسامات الاقمشة والجلد.
- ٤- تتعارض عسرة الماء مع عملية صباغة الاقمشة فتبدو الالوان غير متجانسة ومتفاوتة التركيز.
- ٥- تتعارض عسرة الماء مع الطهي وتعليب الاطعمة اذ يكتسب الطعام لونا وطعما غير مستساغ ويزداد الزمن اللازم للطهي.
- ٦- تسبب عسرة المياه متاعب كثيرة في صناعة الورق والحريير الصناعي والمنسوجات وغيرها.
- ٧- يؤدي استعمال الماء العسر للشرب إلى الاصابة باضطرابات معوية والاسهال وغيره وكذلك التهاب الجلد.
- ٨- عند استعمال الماء العسر في المراجل تترسب الاملاح على جوانب المرجل مكونة قشورا عازلة بين مصدر الحرارة والماء مما يسبب نقصا في كفاءة المرجل (نقصا في كفاءة التبادل الحراري) وزيادة كمية الوقود المستهلك.
- ٩- اذا حدث تشقق في قشرة الاملاح فان الماء البارد يصل جدار المرجل الساخن جدا خلال هذه الشقوق فيتجزأ الماء بشكل مفاجئ الأمر الذي ينتج عنه انفجار المرجل.

٨- تعيين العسرة الكلية للماء بطريقة التسحيح $Ca^{+2} + Ng^{+2}$

١- يؤخذ 25 ml من النموذج.

٢- يضاف 2.5 ml من المحلول المنظم Buffer ← زيادة القاعدية
PH=10

٣- يضاف ٢-٣ قطران من دليل EBT ← اللون الاحمر

٤- تملأ سحاحة ب 0.02N EDTA ويسحح المحلول حتى يتغير اللون إلى
الازرق

٥- يسجل حجم EDTA النازل من السحاحة مثلا 8 ml

٥- تحسب العسرة الكلية ل $CaCO_3$ من القانون التالي ب (ملغم/لتر)

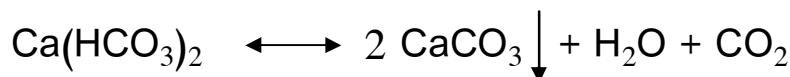
$$\text{العسرة الكلية} = \frac{\text{حجم EDTA} * \text{عيارية EDTA} * ٥٠}{\text{حجم النموذج} * ١٠٠} \text{ ml/lt}$$

(p.p.m)

ملاحظة: اذا كان الماء عسر جدا يؤخذ 1 ml من النموذج ويكمل بالماء المقطر إلى
25 ml

١٠- تعيين الكالسيوم بطريقة التسحيح

لا يكون الماء بحالته الطبيعية نقيا بل يحتوي على العديد من المواد الكيماوية
الذائبة ومنها مركبات الكالسيوم خاصة بيكربونات الكالسيوم. ان بيكربونات الكالسيوم
لا تكون بشكل صلب وانما ائبة في الماء بشكل غير مستقر لانها تميل لفقدان
حامض الكربونيك وترسيب كربونات الكالسيوم



عمليا الموازنة بين هذا الملح و CO_2 محكومة بظوابط معقدة لان أي اختلال في التوازن يؤدي إلى تفاعلات تسبب التاكل في الانابيب مما يسبب خسائر اقتصادية كبيرة لذلك للمحافظة على تركيز بيكاربونات الكالسيوم في الماء يتطلب وجود CO_2 بشكل حر حتى يتوجه التفاعل بالاتجاه المعاكس.

١- يؤخذ 25 ml من النموذج

٢- يضاف 2 ml من 1N NaOH ← ترسيب Mg ↓

٣- يضاف ٢-٣ قطران من دليل الميروكسيد — يتحد مع الكالسيوم فقط ويعطي اللون الاحمر

٤- تملأ سحاحة بـ 0.02N EDTA ويسحح المحلول حتى يتغير اللون إلى البنفسجي

٥- يسجل حجم EDTA النازل من السحاحة مث 6 ml

٦- يحسب الكالسيوم من القانون التالي

$$\text{الكالسيوم} = \frac{\text{حجم EDTA النازل من السحاحة} * \text{عيارية EDTA} * ٢٠}{\text{حجم النموذج} * ١٠٠٠٠} \text{ ml}/\mu$$

(ملغم/لتر)

١١- تعين المغنسيوم

ان المغنسيوم هو احد الاملاح المهمة في الكيمياء المياه حيث تلعب مركباته دورا مهما في نوعية المياه اضافة إلى تأثيراته الصحية عند ازدياد نسبة عن الحدود المسموح بها ضمن المواصفات الموضوعه لمياه الشرب

تعين المغنسيوم بطريقة التسحيح

$$8-6 = 2 \text{ Mg}$$

$$\text{المغنسيوم (p.p.m)} = \frac{\text{الفرق في حجم EDTA * عيارية EDTA * ١٢ * mg وزن مكافئ 0.02N}}{\text{حجم النموذج}} * 1000 \text{ ml/}\mu$$

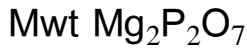
تعيين المغنسيوم باستعمال فوسفات ثنائي الامونيوم احادي الهيدروجين $(\text{NH}_4)_2 \text{HPO}_4$ حيث يقوم بترسيب المغنسيوم على شكل فوسفات المغنسيوم الامونيومي

١- يؤخذ 25 ml من النموذج

٢- يضاف ٢-٣ قطران من المثل الاحمر

٣- يضاف 10 ml من $(\text{NH}_4)_2 \text{HPO}_4$ فوسفات ثنائي الامونيوم احادي الهيدروجين

٤- ترشيح الناتج ثم يجفف في مجفف ثم يحرق في فرن بدرجة 1100C° ثم بوزن الناتج وهو بايروفوسفات المغنسيوم $\text{Mg}_2\text{P}_2\text{O}_7$ مثلا الوزن xmg



$$=222^{24 \times 2 + 31 \times 2 + 16 \times 7}$$

$$48^{24 \times 2} \quad ?? = y \text{ gm for 25 ml}$$

$$\text{Xgm} \quad ?? \quad \therefore g = \frac{y}{25} * \frac{1000 \text{ ml}}{\text{L}}$$

مثال(١): احسب مقدار الكالسيوم والمغنسيوم mg/μ والعسرة الكلية على هيئة CaCO_3 في عينة مائية اذا علمت ان حجم EDTA 0.02N المستخدم في

التسحيح مع EBT هو 5 ml وحجم 0.02N EDTA المستخدم في التسحيح مع الميروكسيد هو 3 ml وان حجم العينة المائية 25 ml وان الأوزان الذرية

$$\text{Ca}=40 \quad \text{C}=12 \quad \text{O}=16 \quad \text{Mg}=24$$

$$\text{Mwt CaCO}_3=$$

$$\begin{array}{l} \text{Ca} = 1 * 40 = 40 \\ \text{C} = 1 * 12 = 12 \\ \text{O}_3 = 3 * 16 = 48 \end{array} \left. \vphantom{\begin{array}{l} \text{Ca} \\ \text{C} \\ \text{O}_3 \end{array}} \right\} = 100 \text{ gm/mole or mg/mmmole}$$

$$\frac{100}{2} = 50 \text{ g/equ. Or mg/mequ. Equ.wt CaCO}_3$$

$$\text{Ca} = \frac{3 \text{ ml} * 0.02\text{N} * 20}{25} * 1000 = 48 \text{ mg/lit}$$

$$\text{Mg} = \frac{2 \text{ ml} * 0.02\text{N} * 12}{25} * 1000 = 19.2 \text{ mg/lit}$$

$$\text{CaCO}_3 = \frac{5 \text{ ml} * 0.02\text{N} * 50}{25} * 1000 = 200 \text{ mg/lit}$$

مثال (٢): احسب مقدار المغنسيوم mg/μ اذا كان وزن الجفنة فارغة 50.00 gm ووزن الجفنة بعد الحرق 50.07 وان حجم العينة المائية المستعملة 100 ml وان الأوزان الذرية

$$\text{Mg}=24 \quad \text{P}=31 \quad \text{O}=16$$

Mwt $Mg_2P_2O_7$

$$Mg = 2 * 24 = 48$$

$$P_2 = 2 * 31 = 62$$

$$O_7 = 7 * 16 = 112$$

$$= 222 \text{ gm/mole or mg/mmmole}$$

$$\text{wt of } Mg_2P_2O_7 = 50.07 - 50.00 = 0.07 \text{ gm}$$

$$\frac{0.07 \text{ gm}}{100 \text{ ml}} = 0.0007 \text{ mg/ml } Mg_2P_2O_7$$

Mwt $Mg_2P_2O_7$ Mwt Mg_2

222

48

$$0.0007 \quad \times \quad \times = \frac{0.0007 * 48}{222} = 0.00015 \text{ mg/ml}$$

$$0.00015 \text{ gm/ml} * 1000 \text{ ml/l} * 1000 \text{ mg/gm} = 150 \text{ gm/l}$$

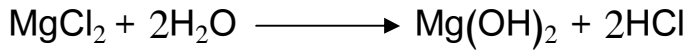
١١- الهالوجينات (الكلور، الفلور، اليود)

- الكلورين: اكثر الكلوريدات انتشارا في الطبيعة كلوريد الصوديوم $NaCl$ (قابلية الذوبان كبيرة) ووجود هذا الملح يكسب الماء طعما غير مستساغ. ويجب الحد من املاح الكلوريد لاسباب صحية ولانه يسبب تركيز الطعم في الماء. ان التأثير الصحي ازيادة تركيز الكلوريدات في الماء يظهر عند وصول التركيز ما يقارب ماء البحر، وعلى العكس من ذلك تماما فان بعض البلدان الحارة تفضل اضافة

الكلويدات للماء لتعويض ما يفقده الجسم منها اثناء افراز العرق. يوجد الكلور في جميع المياه الطبيعية بتركيز مختلفة واعلى تركيز له في مياه البحار والمحيطات بينما تقل نسبته في المياه الانهار والمياه الجوفية.

ان وجود ايون الكلور في الماء سببه وجود كلوريد الصوديوم أو الكالسيوم أو المغنسيوم وتأتي معظم هذه الاملاح من مرور الماء في الاراضي الحاوية عليها. يستعمل الكلور في تعقيم المياه وتختلف نسبة اضافته باختلاف نوع المياه حيث ان المياه الحاوية على مواد عضوية كثيرة تحتاج اكبر من الكلور من تلك المياه الخالية منها.

ويضاف الكلورين في المتوسط جزء من المليون كلورين إلى مليون جزء ما 1ppm ويكون اما بشكل غاز أو مسحوق. وكما يستخدم بصورة كبيرة في تطهير مياه المجاري ان لحساب الكلوريد اهمية خاصة في السيطرة على مياه المراجل حيث انه عند وجود $MgCl_2$ فانه يتفاعل ويعطي HCl الذي يسبب التآكل.



حامض قوي عند تفكك يعطي بروتون

ان الحد المسموح به للكلوريد في الماء هو 250 ppm ملغم/ لتر

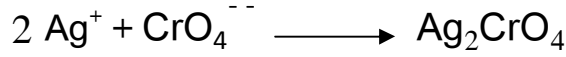
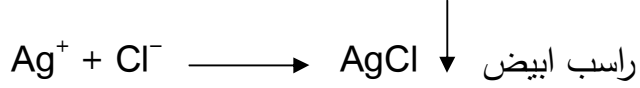
تعيين الكلور بالجهاز:

- 1- يغسل الانبوب الزجاجي للجهاز عدة مرات بماء النموذج ثم يملا لحد 10 ml.
- 2- تضاف له 1-2 قطرة من الاورثوتولودي فاذا كان حاويا على الكلور يصبح اللون اصفر وحسب الكمية.

3- يقارن مع الالوان القياسية المثبتة في الجهاز وتقرأ القيمة

تعيين الكلور بطريقة مور Mohr Method

تعتمد هذه الطريقة على تفاعل نترات الفضة مع الكلوريد في المحلول متعادل أو قاعدي ضعيف وللتعرف على نقطة التعادل يتغير لون كرومات البوتاسيوم المستعمل كدليل. وعند اضافة زيادة قليلة من محلول نترات الفضة يتفاعل مع كرومات البوتاسيوم ليعطي كرومات الفضة



اصفر اللون احمر اللون

-A

١- يؤخذ 5ml من النموذج + 15 ml ماء مقطر (لان الكلور عال)

٢- يضاف 1ml واكرومات البوتاسيوم فيصبح اللقن احمر

٣- تملأ سحاحة 0.0141 AgNO₃ ويسحح حتى يصبح اللون احمر

٤- يسجل حجم AgNO₃ النازل من السحاحة (1ml)

٥- يحسب الكلور من القانون التالي

$$\text{حجم AgNO}_3 * \text{عيارية AgNO}_3 * ٣٥.٤٥$$

حجم النموذج

ml/l^{۱۰۰۰*}

= cl ppm

-B

۱- يؤخذ نموذج 15ml ماء مقطر فقط وتجرى نفس العملية

۲- يحسب الكلور من القانون التالي:

$$\text{ml}/\mu^{۱۰۰۰*} = \frac{(A-B) * \text{عيارية } \text{AgNO}_3 * 35.45}{\text{حجم النموذج}} = \text{cl}^- \text{ p.p.m}$$

مثال (۱): احسب كمية الكلور mg/μ اذا علمت ان حجم 0.0141N AgNO₃ المستخدم في التسحيح مع الماء المقطر هو 1 ml والمستخدم في التسحيح مع مع العينة المائية هو 0.3 ml وحجم العينة المائية المستخدمة هو 5ml والاوزان الذرية

$$\text{Cl} = 35.45$$

$$\text{Cl}^- = \frac{(3.1-0.1) * 0.0141N * 35.45}{5 \text{ ml}} \text{mg/mequ} * 1000 = 299.9 \text{mg/Lt}$$

الفلورين:

الفلور اللازم للاستهلاك البشري (0.5-1)ppm فاذا قل ذلك نقصت مناعة الاسنان ضد التسوس البكتيري واذا زاد عن ذلك تسبب في تاكل الاسنان وتشوهاها عند الاطفال حتى سن 9 سنوات ولا ضرر منه بعد هذا السن

اليود:

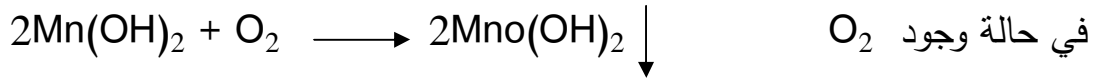
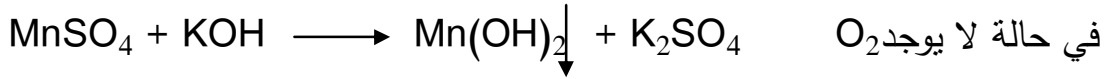
١٢-الاوكسجين

تستعمل نفس طريقة تعيين اليود في عملية تعيين الاوكسجين

١- يؤخذ 250 ml من ماء النموذج ويوضح في ورق مخروطي.

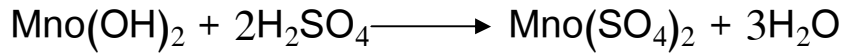
٢- يضاف 2 ml من كبريتات المنغيز $MnSO_4$.

٣- يضاف 2ml من هيدروكسيد البوتاسيوم KOH .



٤- اصف حامض الكبريتيك المركز حتى يذوب الراسب القهوائي فيتحول اللون

إلى قمر الدين

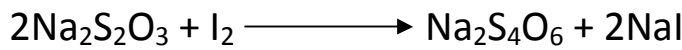


٥- في حالة وجود KI غير متحد



٦- خذ 25 ml من الراسب اعلاه كنموذج الفحص

٧- املا سحاحة بمحلول H_2O . $Na_2S_2O_3$ 0.025N وسحح حتى اختفاء اللون



اللون

عديم

قهوائي

٨- قبل اختفاء اللون اصف كمية قليلة من النشا فيصبح اللون ازرق.

٩- استمر بالتسحيح حتى اختفاء اللون وسجل حجم ثايوكبريتات الصوديوم النازل

١٠- احسب كمية الاوكسجين ملغم/لتر من القانون

$$\text{حجم } \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 * \text{عيارية } 8 * \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \text{ / } 1000\text{ml/lt} * = \text{O ppm}$$

حجم العينة

١٢- الاوكسجين الحيوي الممتص Biological Oxygen Demand BOO

BOO هو كمية الاوكسجين اللازمة لاكسدة المواد العضوية في مدة خمسة ايام تحت درجة حرارة 20C° لتثبيتها وتحويلها إلى مواد غير عضوية ثابتة الخواص. وهي من التجارب المهمة في اختيار عينات المخلفات السائلة.

وفيه تقاس كمية الاوكسجين اللازمة لنشاط البكتريا في اكسدة المواد العضوية الموجودة في العينة . اذ ان تعيين هذه الكمية من الاوكسجين يمكن اعتباره كأحد الطرق لقياس تركيز المواد العضوية في العينة قد يستغرق شهورا فقد اكتفى بتحديد كمية الاوكسجين اللازمة لنشاط البكتريا في تثبيت المواد العضوية الموجودة في العينة عند حفظها فترة محدودة وتحت ظروف معينة.

وتتوقف كمية الاوكسجين على عدة عوامل:

١- تركيز المواد العضوية في العينة. فكلما زاد التركيز زاد الاوكسجين الحيوي الممتص.

٢- درجة الحرارة اثناء حفظ العينة. فكلما زادت درجة الحرارة إلى حد معين زاد نشاط البكتريا في اكسدة وتثبيت المواد العضوية.

٣- الزمن أو الفترة التي تحفظ اثنائها العينة. فكلما زاد الزمن زادت كمية الاوكسجين الحيوي الممتص.

اما طريقة العمل فهي كالاتي:

١- تؤخذ عينتان من ماء النموذج.

٢- تضاف بعض العناصر مثل الحديد التي تساعد على زيادة فعالية الاحياء المجهرية لاحد العينات.

٣- يقدر الاوكسجين في احد العينات فورا وبنفس الطريقة السابقة.

٤- تحفظ العينة الثانية في حاضنة لمدة ٥ ايام وبدرجة حرارة 20C° ثم يحسب الاوكسجين فيها بنفس الطريقة.

٥- يحسب BOD المستهلك من الفرق بين العينتين

$$BOD = 1 - 2$$

المستهلك

١٣ - العناصر الثقيلة

ان وجود الخارصين (الزنك) Zn والنحاس Cu والرصاص Pb والحديد Fe والمنغيز Mn في الماء يدل على انه للماء صفة التاكل. وازدياد نسبة هذه الاملاح عن الحد المسموح به يسبب التسمم بمختلف انواعه وابرز هذه المعادن هو الرصاص الذي يوجد في المياه الحامضية أو اليسرة أو التي تحتوي على كميات كبيرة من الاوكسجين مثل ماء المطر أو التي تحتوي على كميات كبيرة من الكلوريدات أو المياه الملوثة للمجاري حيث تسبب هذه المواد تاكل انابيب الرصاص. [اما في المياه القاعدية يكون اوكسيد الرصاص وهيدروكسيد الرصاص].

والمياه العكرة اقل خطورة عند مرورها في انابيب الرصاص لانها تسبب ترسب طبقة على سطح الرصاص تمنع التاكل فلا ينتقل للماء كما في المياه الرائقة.

والرصاص يتراكم في جسم الانسان بواسطة الماء تدريجيا ولا يظهر اثره السمي الا بعد مدة طويلة تصل عدة اشهر. لذلك يجب الاحتياط إلى عدم بقاء الماء في انابيب الرصاص مدة طويلة.

وقد يوجد النحاس نتيجة استعمال كبريتات النحاس $CuSO_4$ كمبيد لعلاج الطحالب ويوجد الحديد في المياه الجوفية ويظهر هذا الماء رائحة فور استخراجة تم يتعكر بسبب اتحاد اوكسجين الهواء مع الحديد مكوناً مركبات الحديد الذائبة ويمكن ازالة هذه المركبات باضافة الكلوراو البرمنكنات للماء وهذا نادر استعماله.

تقدير الرصاص بطريقة ثنائي الثايزون Dithyzone Method

لا يوجد الرصاص عادة في المياه الصبيعية لكن الماء اليسر الذي يحتوي على نسبة عالية من غاز CO_2 (تفاعله حامضي) يذيب بعض الرصاص عند مروره في الانابيب ويصبح استعمال الماء خطر لانه يسبب التسمم بالرصاص اذا زاد تركيز الرصاص فيه عن 0.5 ppm (نصف جزء بالمليون) اذ ان جسم الانسان يميل الى اختزان الرصاص وتجميعه بدلاً من التخلص منه .

ويتم تقدير الرصاص كما يلي (بالطريقة اللونية وبالاستحلاص) :

1. يؤخذ 50 ml من ماء النموذج بواسطة ماصة ويوضع في دورق .
2. يضاف 1ml من HCl ← يذوب كل الرصاص غير الذائب ويبخر حتى يصبح الحجم 40 ml .
3. يضاف 10 ml من سترات الصوديوم $Na_2C_6H_5O_7 \cdot 2H_2O$ ← وهي مادة ماسكة للرصاص .
4. يضاف 2 ml من هيدروكسيد الصوديوم NH_4OH ← لان التفاعل لا يتم الا بوسط قاعدي ضعيف .

٥. ينقل الى قمع فصل سعة 125 ml .
٦. يرج بشدة لمدة 30 sec ويترك حتى يظهر اللون الاحمر ثم يستخلص اللون الاحمر بعد ذلك .
٧. يضاف 5 ml من مادة الداى ثايزون (وتكرر نفس الحالة) ويرج ويستخلص اللون الاحمر وهكذا حتى تبقى اخركمية دون تغير في اللون .
٨. تجمع الكميات المستخلصة كلها في قمع ويضاف لها 25ml من HNO_3 1% ويرج بشدة لمدة دقيقة واحدة ثم تفصل طبقة الكلورفورم البيضاء وتهمل .

٩. يضاف 5ml من الداى ثايزون القياسي \leftarrow يتحد مع الرصاص .

١٠. يضاف 5ml من هيدروكسيلامين للمستخلص \leftarrow يمنع اختزال

الرصاص فلا يعود مرة ثانية للترسيب .

١١. يضاف 5ml من السيانيد النشاردي و 20ml من محلول الداى ثايزون

القياسي وترج العينة بشدة لمدة دقيقة واحدة ويترك الخليط لينفصل الى

طبقتين . تهمل اول 2ml من مستخلص الكلوروفورم وينقل الباقي الى انبوبة

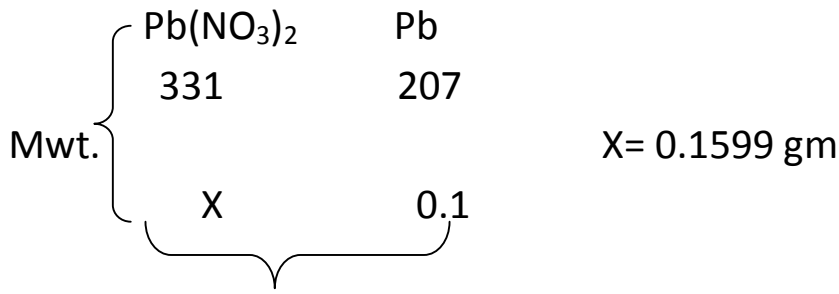
نسلر سعة 50ml .

١٢. تقارن العينة مع محاليل قياسية محضرة بنفس الطريقة من محلول نترات

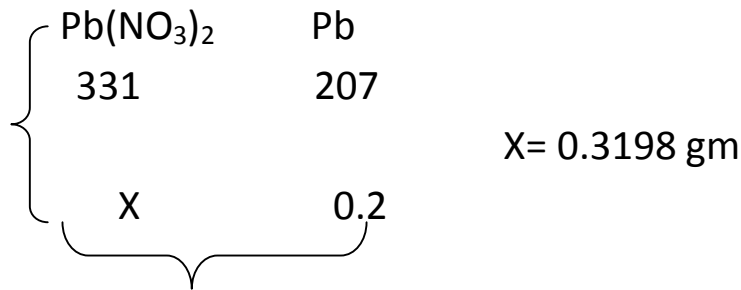
الرصاص $Pb(NO_3)_2$ القياسي .

لتحضير المحاليل القياسية لنترات الرصاص

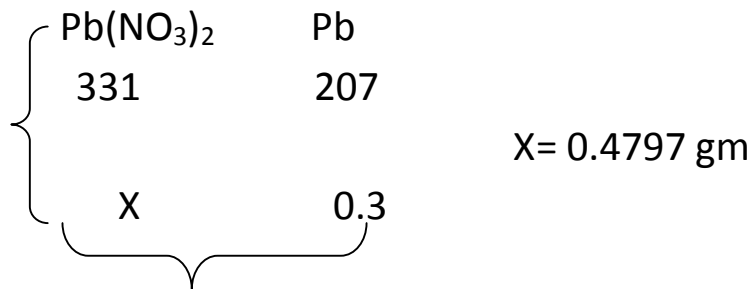
١- يحضر 0.1 0.2 0.3 0.4 mg Pb/ml بالطريقة التالية :



يوزن 0.2599 gm من Pb(NO₃)₂ ويذاب في محلول HNO₃ 1% حتى يذوب
ويكمل الحجم (يخفف) بالماء الى 500ml .
وهكذا بالنسبة للبقية .



يوزن 0.3198 gm من Pb(NO₃)₂ ويذاب في محلول HNO₃ 1% حتى يذوب
ويكمل الحجم (يخفف) بالماء الى 500ml .



يوزن 0.4797 gm من Pb(NO₃)₂ ويذاب في محلول HNO₃ 1% حتى يذوب
ويكمل الحجم (يخفف) بالماء الى 500ml .

وهكذا للبقية . اما في حالات التخفيف فيكون كالآتي :

0.01 mg Pb/ml ← 0.2 mg Pb/ml

$$\text{Dilution Factor} \text{ معامل التخفيف} = \frac{0.2}{0.01} = 20$$

فنحضر 100ml من المحلول اعلاه وكما يلي :

$$\frac{100}{20} = 5$$

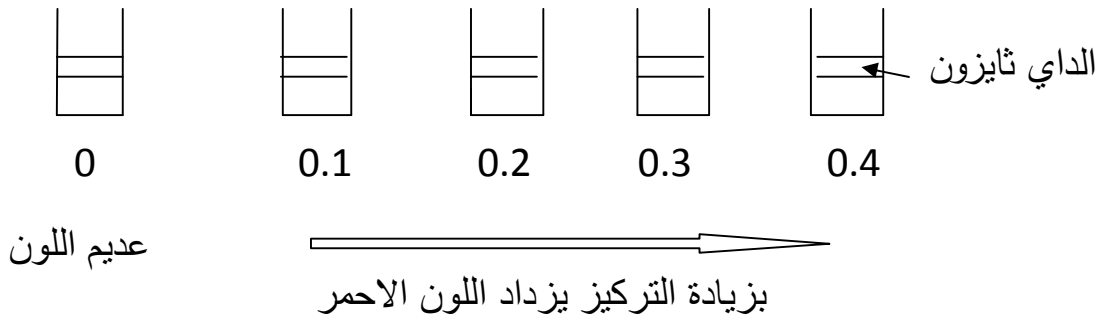
∴ يذاب 5ml من محلول 0.2mg Pb/ml في 100ml من الماء فيعطي

. 0.01mg Pb/ml

وكذلك نأخذ عينة ماء مقطر للمقارنة

توضع كل المحضرات في انابيب نسلر وتعامل كما في عينة الماء الاصلية

وبالمقارنة نحصل على كمية الرصاص بصورة تقريبية .



$$\text{الرصاص (mg)} \times 1000 = \frac{\text{الرصاص (mg)}}{\text{حجم العينة (ml)}} = \text{ppm}$$

Sulfate & Sulfide

٤١ - الكبريتات والكبريتيد

أ- تعيين الكبريتيد :

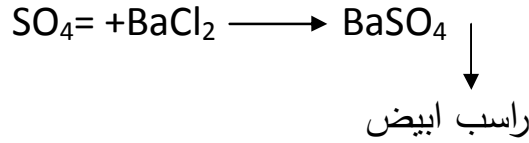
يعين الكبريتيد بطريقة التحليل الكمي (طريقة اليود) .

ب- تعيين الكبريتات: اساس الطريقة ترسيب كبريتات الباريوم البيضاء

يتم تعيين الكبريتات بالطريقة الوزنية وكالاتي :

١. يؤخذ 25ml من ماء النموذج .

٢. يضاف 5gm من كلوريد الباريوم $BaSO_2$



٣. يغسل الراسب بالماء الحار لازالة كل الكلوريد .

٤. يجفف الراسب ثم يحرق في الفرن بدرجة حرارة $600^\circ C$ ثم يترك حتى

يبرد .

٥. يوزن الناتج مثلاً 0.05gm من كبريتات الباريوم .

٦. تحسب كمية الكبريتات كالاتي :

$$\begin{array}{l} \text{Mwt} \left\{ \begin{array}{ll} BaSO_4 & SO_4 \\ 137+96 & 96 \end{array} \right. \\ \left. \begin{array}{ll} 0.05 & x \end{array} \right\} \end{array} \quad \therefore X = \quad \text{gm } SO_4$$

gm SO_4 1000 ml 1000 mg

$$\frac{\text{mg}}{\text{Lt}} = \frac{\text{gm}}{\text{Lt}} * \frac{\text{ml}}{25}$$

المواصفات القياسية لماء الشرب

يمكن تقسيم المياه بالنسبة لصلاحيتها للاستعمال وكالاتي :-

١ - المياه النقية الصالحة للاستعمال

هو الماء الخالي من أي جراثيم ومن المواد المعدنية التي تكسبه لوناً او تجعله غير صالح او غير مستساغ الطعم والرائحة. أي تتوفر فيه خاصيتان اساسيتان هما النقاء أي خلو الماء من مسببات اللون والعكورة والطعم والرائحة والخاصية الثانية الصلاحية أي عدم احتواء الماء على شيء ضار بالصحة على الامد القريب والبعيد.

٢ - المياه غير النقية

وهي المياه التي تعرضت لعوامل طبيعية اكسبتها تغيراً في الطعم واللون والرائحة والعكرة نظراً لوجود مواد غريبة عضوية او غير عضوية ذائبة او عالقة في الماء الا ان هذا الماء لا يعني عدم تاكيد صلاحيته للشرب اذ ق لا يسبب عدم نقاءها أي ضرر بالصحة.

٣ - مياه غير صالحة للاستعمال

هذه المياه قد تحتوي على بكتريا او مواد كيميائية تجعلها ضارة بالصحة العامة نظراً لما تسببه من امراض وبطيعة الحال تكون غير صالحة للشرب.

ولا يوجد في الطبيعة ماء نقي صالح للشرب (الا نادراً) اذ انه في اللحظة التي يبدأ فيها البخار بالتكثف الى قطرات ماء في الجو لتسقط على هيئة امطار على الارض

فانها تمتص بعض الغازات الموجودة في الهواء ويلتصق على سطحها اثناء تساقطها بعض ذرات التراب الدقيقة في الجو وكذلك بعض البكتريا السابحة في الهواء فاذا لامست الارض فانها ستلتصق اثناء سيرها المواد العالقة العضوية وغير العضوية مثل الكبريتات والكلوريدات واذا ما تسربت داخل الارض فانها تذيب نسبة من الاملاح التي تقابلها ويتوقف تركيز الاملاح على نوع الطبقات وتكوينها وسرعة سريان الماء فيها وعوامل جيولوجية اخرى.

مواصفات الماء المعمول بها محلياً:-

المواد او الخواص	اقصى حد مرغوب به	اقصى حد مسموح به
اللون	٥ وحدة	٥٠ وحدة
العكارة	٥ وحدة	٢٥ وحدة
الطعم	مقبول	
الرائحة	مقبول	
الرقم الهيدروجيني PH	٧ - ٨.٥	٦.٥٢ او ٢.٩ د
المواد الذائبة T . D. S	٥٠٠ ملغم / لتر	١٥٠٠ ملغم / لتر
الحديد	٠.٣ ملغم / لتر	١ ملغم / لتر
المنغنيز	٠.١ ملغم / لتر	٠.٥ ملغم / لتر
النحاس	١ ملغم / لتر	١.٥ ملغم / لتر
الزئبق	٥ ملغم / لتر	١٥ ملغم / لتر
الكالسيوم	٧٥ ملغم / لتر	٢٠٠ ملغم / لتر
المغنيسيوم	٥٠ ملغم / لتر	١٥٠ ملغم / لتر
الصوديوم	٥٠ ملغم / لتر	٢٠٠ ملغم / لتر

الكبريتات	٢٠٠ ملغم / لتر	٤٠٠ ملغم / لتر
الكلوريدات	٢٠٠ ملغم / لتر	٦٠٠ ملغم / لتر
العسرة الكلية T . H	١٠٠ ملغم / لتر	٥٠٠ ملغم / لتر
كبريتات المغنيسيوم والصوديوم	٥٠٠ ملغم / لتر	١٠٠٠ ملغم / لتر
المواد الفينولية	٠.٠٠١ ملغم / لتر	٠.٠٠٢ ملغم / لتر
الملوثات (مستخلصات الكلوروفورم الكربونية)	٠.٢ ملغم / لتر	٠.٥ ملغم / لتر
المنظفات	٠.٥ ملغم / لتر	١ ملغم / لتر
الفوسفات PO_4^{-3}	Nil	Nil

الحد المسموح به للمواد السامة (ملغم / لتر)

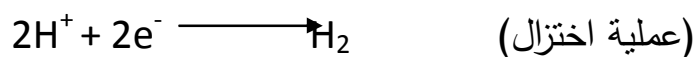
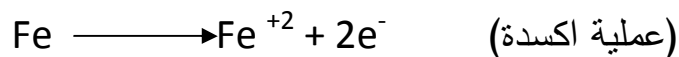
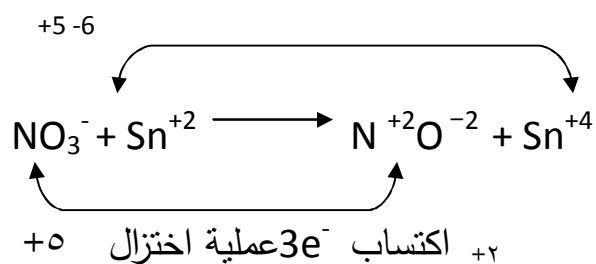
الباريوم الرصاص السيلينيوم الزرنيخ الكروم السداسي السيانيد الكاديوم

١ ٠.٥ ٠.٠١ ٠.٠٥ ٠.٠٥ ٠.٠١ ٠.٠٢ ٠.٠١

تفاعلات التاكسد والاختزال والتبادل الايوني

تفاعلات التاكسد والاختزال والتبادل الايوني هي التفاعلات التي تنتقل فيها الالكترونات من مادة الى اخرى وتحدث مثل هذه التفاعلات عندما تتوفر مادتان تختلفان في جهد التاكسد حيث تنتقل الالكترونات من المادة ذات جهد التاكسد العالي والتي تدعى العامل المختزل الى المادة ذات جهد التاكسد الواطئ وتدعى العامل المؤكسد فتتاكسد الاولى وتختزل الثانية وكما في المثال التالي :-

فقدان $2e^-$ عملية تاكسد



اعداد التاكسد :- يمثل عدد التاكسد عدد الشحنات التي يفترض حملها من قبل الذرات في الجزيئة او الايون بموجب مجموعة من القواعد جاءت نتيجة الخبرة في التعامل مع التفاعلات الكيميائية.

ان مجموع الاعداد التاكسدية للذرات في الجزيئة او الايون يساوي صفر او شحنة الايون.

قواعد تعيين اعداد التاكسد

المثال	القاعدة
S, Hg, Mg, O ₂ , H ₂	١- عدد تاكسد ذرات العناصر الحرة يساوي صفر
Fe ₂ O ₃ ⁻² , H ₂ O ⁻² , H ₂ O ₂ ⁻¹	٢- عدد تاكسد الاوكسجين = -٢ لكن في البيروكسيدات = -١
C ⁻⁴ H ⁺¹ ₄ , H ⁺¹ ₂ O, LiH ⁻¹	٣- عدد تاكسد الهيدروجين في مركباته = +١ لكن في هيدريدات الفلز = -١
C ⁴ O ₂ 4(1) + 2(-2) = 0	٤- مجموع اعداد تاكسد الذرات في

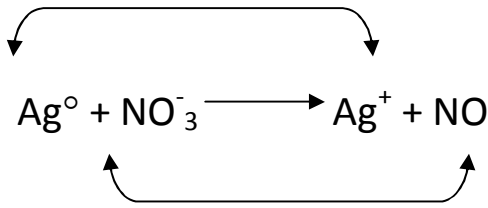
	الجزئيات المتعادلة = صفر
$SO_4^{2-} (1) + 4 (-2) = -2$	٥- عدد تأكسد الايون = الشحنة المحمولة على الايون
$LiI^{-1}, KCl^{-1}, NaBr^{-1}$	٦- عدد تأكسد الهالوجينات في الهاليدات (فلوريد F^{-} ، كلوريد Cl^{-} ، بروميد Br^{-} ، يوديد I^{-}) = -١
$Al^{+3}, Zn^{+2}, Mg^{+2}, Na^{+}, K^{+}, Ca^{+2}, \dots etc.$	٧- لبعض العناصر اعداد تأكسد ثابتة = تكافؤاتها.

موازنة معادلات "اكسدة - اختزال"

قبل البدء بموازنة مثل هذه المعادلات من الضروري التأكد من معرفة التفاعل هو في محيط حامضي او قاعدي:-

A- الموازنة في الوسط الحامضي

فقدان e^{-} عملية تأكسد

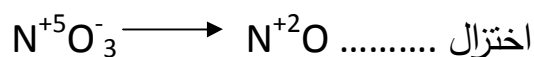


+٢ اكتساب $3e^{-}$ عملية اختزال +٥

١- لاحظ الذرات التي عانت تغيراً في عدد التاكسد.

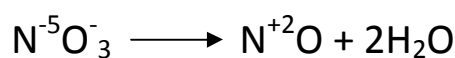
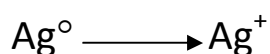
٢- اكتب معادلة تفاعل الاكسدة ومعادلة تفاعل الاختزال كلاً على حدة ووازن الذرات التي تغيرت اعداد تاكسدها.





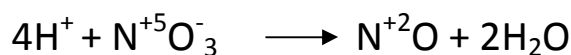
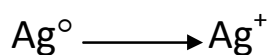
(اذا كان غير معادل نعادله في الوسطين وفي حالتي الاكسدة والاختزال).

٣- اصف ما يكفي من جزيئات الماء الى احد جانبي معادلة التفاعل النصفية لموازنة عدد ذرات الاوكسجين على طرفي المعادلة (لان الماء هو الوسط الذي يحصل فيه التفاعل) فقط يظهر كمادة ناتجة او متفاعلة.



(يضاف الماء لغرض معادلة الاوكسجين ويقدر عدد ذرات O₂ في الجهة الثانية).

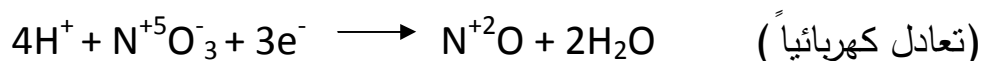
٤- اصف ما يكفي من ايونات الهيدروجين H⁺ الى احد جانبي المعادلة لموازنة عدد ذرات الهيدروجين (كما في التفاعل في محيط حامضي فان ايونات الهيدروجين تكون في المحلول).



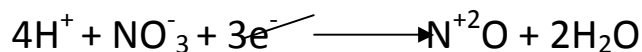
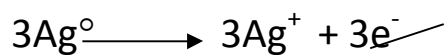
(يضاف H₂ للطرف الاخر للموازنة).

الان يجب ان تكون كل من معادلة تفاعل الاكسدة والاختزال متوازنة من حيث عدد الذرات.

٥- لموازنة معادلة كل من التفاعلين كهربائياً اصف العدد اللازم من الالكترونات الى احد الطرفين في كل حالة وحسب الحاجة.



٦- بعد ذلك يجب ان يكون عدد الالكترونات في تفاعل الاختزال مساوياً لعدد الالكترونات في تفاعل الاكسدة ولجل ذلك تضرب معادلة الاكسدة ومعادلة الاختزال باصغر عدد صحيح للاخذ بهذا الشرط (أي ناخذ المضاعف البسيط).



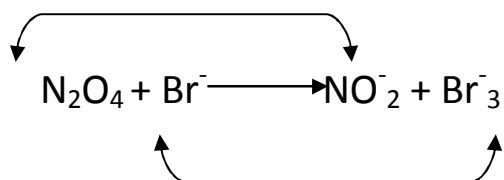
٧- نجمع المعادلتين فنحصل على المعادلة المتوازنة للتفاعل.



B- الموازنة في الوسط القاعدي

في هذه الحالة هناك عدد من ايونات الهيدروكسيد OH^{-} لاستعمالها لغرض موازنة المعادلة ويتضح ذلك في المثال التالي :-

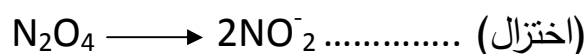
٣+ اكتساب e^{-} اختزال ٤+

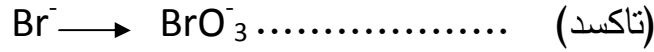


٥+ اكتساب $6e^{-}$ فقدان ١-

١- لاحظ أي الذرات عانت تغيراً في عدد تأكسدها.

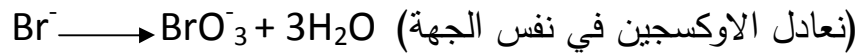
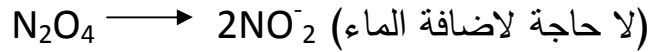
٢- اكتب معادلة الاكسدة ومعادلة الاختزال كلاً على حدة ووازنهما من حيث عدد الذرات التي عانت تأكسداً واختزالاً .



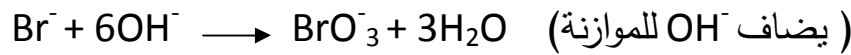
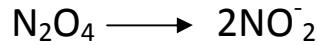


(معادلة الذرات التي عانت اكسدة او اختزال).

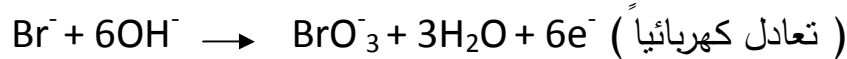
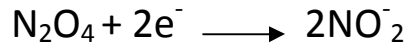
٣- لاحظ النقص في ذرات الاوكسجين واطف الى الطرف الذي تلاحظ فيه زيادة عدد ذرات الاوكسجين بقدر تلك الزيادة من جزيئات الماء.



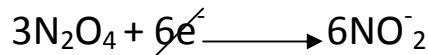
٤- اطف العدد اللازم من ايونات الهيدروكسيد OH^- لطرف المعادلة لجعل عدد ذرات الاوكسجين متساوياً في الطرفين.



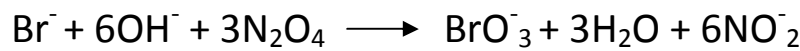
٥- اطف العدد اللازم من الالكترونات لموازنة كل معادلة كهربائياً.



٦- اضرب كلاً من معادلة الاكسدة والاختزال باصغر عدد صحيح لجعل عدد الالكترونات فيها متساوياً.



٧- اجمع المعادلتين واخصرهما فتحصل على المعادلة المتوازنة



ملاحظة // لموازنة عدد ذرات الهيدروجين يضاف ايون OH^- مقابل كل H^+ زائدة على الطرف الذي فيه الزيادة على ان يضاف الى الطرف الاخر جزيئة ماء مقابل كل ايون OH^- اضيف. (للقاعدي فقط).

التبادل الايوني Ion exchange

تتوقف نظرية العمل بطريقة التبادل الايوني على الخاصية التي تتميز بها بعض الحبيبات بقدرتها على تبادل ما فيها من ايونات معينة مع ايونات اخرى موجودة في المحلول الذي يتخللها.

عند امرار الماء العسر في مبادل ايوني يحتوي على طبقة من حبيبات مادة التبادل الايوني (ion exchange material) فانه بذلك تتخلص المياه من الايونات المسببة للطعم الملحي الموجود فيها. الا ان هذا التبادل تكون نهايته عندما يتم استهلاك جميع الايونات التي يمكن تبادلها مع الماء. بعد ذلك يخرج الماء من المبادل على حالته الاصلية الطبيعية أي دون ان يفقد شيئاً من طعمه الملحي لذا يجب تجديد او اعادة حيوية او تنشيط (Regeneration) مادة التبادل الايوني بطريقة ما.

وتتوقف هذه الطريقة على طبيعة المادة المستعملة في المبادل الايوني ويمكن تقسيم هذه المواد الى ثلاثة اقسام رئيسية هي :-

١- مواد تعاد حيوتها بامرار محلول الصوديوم خلالها (Sodium zeolite) exchanger.

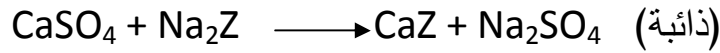
٢- مواد تعاد حيوتها بامرار محلول مخفف من حامض خلالها (HCl , H_2SO_4) Acid exchanger .

٣- مواد تعاد حيوتها بامرار محلول قلوي خلالها Hydroxide .exchanger

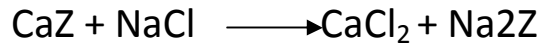
١- مواد تعاد حيوتها بامرار محلول الصوديوم خلالها:-

التركيب الكيماوي للزيولايت هو $Na_2Al SiO_4$ وهو سليكات معقدة للصوديوم والالمنيوم ويتميز هذا النوع من المبادلات انه بمرور الماء العسر عليه تحدث عملية تبادل ايوني بين الايونات المسببة العسرة Ca^{+2} , Mg^{+2} من ناحية وايون Na^+ الموجود فيه من ناحية اخرى فيتكون بذلك زيولايت الكالسيوم او المغنسيوم الذي لا يذوب في الماء بينما تتكون ايضاً كبريتات الصوديوم التي تذوب في الماء ولا تسبب عسرة فيه وتخرج مع الماء اليسر.

وباستمرار هذا التفاعل يتحول كل زيولايت الصوديوم الى زيولايت الكالسيوم والمغنسيوم ويمكن تمثيل ازالة عسرة بالمعادلة التالية اذا رمزنا للجذر المعقد من السيكال بالحرف Z.



وعندما يفقد الزيولايت كل ايونات الصوديوم فانه يفقد خاصيته لازالة العسرة لذلك يجب اعادة تنشيطه أي جعله صالحاً للاستخدام مرة ثانية ويتم ذلك بامرار محلول ملحي خلاله.



وهناك انواع عديدة من الزيولايت الصناعي الذي يستعمل بكثرة في ازالة عسرة المياه في البيوت والصناعة منها البرموتايت Permutite.

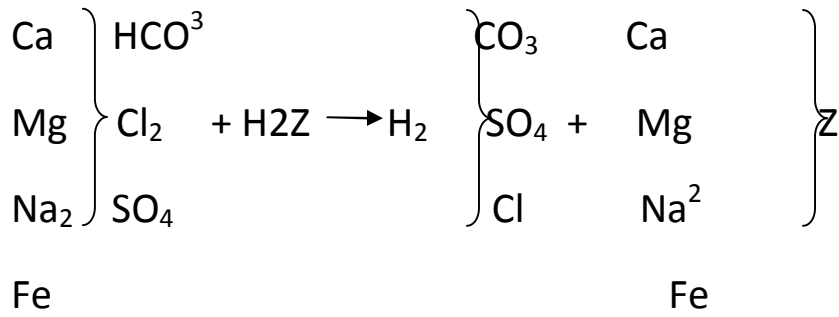
٢- مواد تعاد حيويتها بامرار محلول مخفف من حامض H_2SO_4 او HCl تسمى

بـ Hydrogen Zeolite نظراً لان الايون الذي تتبادله مع الماء الملحي هو

الهيدروجين وتدعى احياناً بالزيولايت الكاربونية وذلك لانها تصنع من الفحم

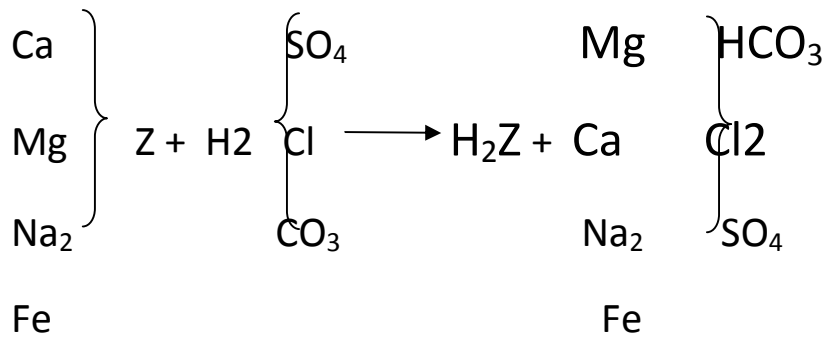
اما اسمها التجاري فهو Zea - karb calix organolists.

وعند مرور الماء العسر في هذه المواد يحدث التبادل الايوني بين الايونات المسببة للعسرة وايون الهيدروجين فيها وبذلك يتحول ما في الماء من كبريتات او كلوريدات او بيكربونات الى احماض الكبريتيك او الهيدروكلوريك او الكاربونيك المخففة والذائبة في الماء وكما في المعادلة التالية :-



(مادة التبادل بعد الاستعمال) (المياه العالجة) (مادة التبادل الاصلية) (المياه قبل المعالجة)

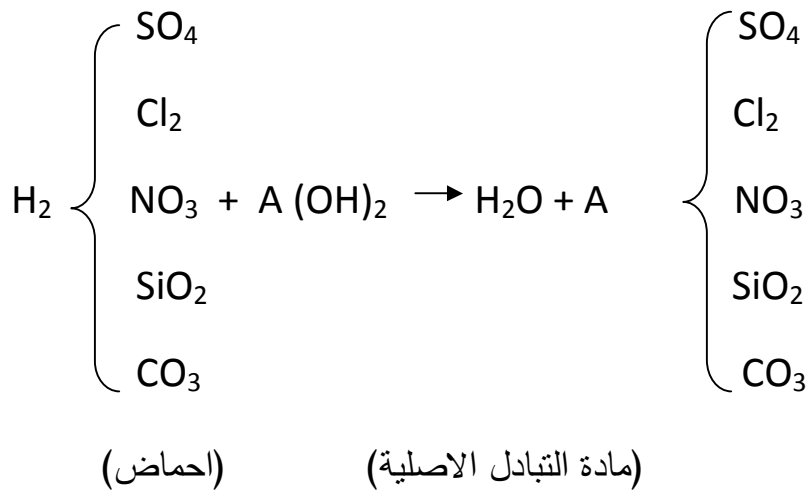
وعندما يتم استهلاك جميع ايونات الهيدروجين يعاد تنشيط المادة بامرار محلول مخفف لاحد الاحماض (الكبريتيك او الهيدروكلوريك) خلال المادة فتعود الى حيويتها اي تركيبها الاصلي.



٣- مواد تعاد حيويتها بامرار محلول قلوي OH⁻ exchanger

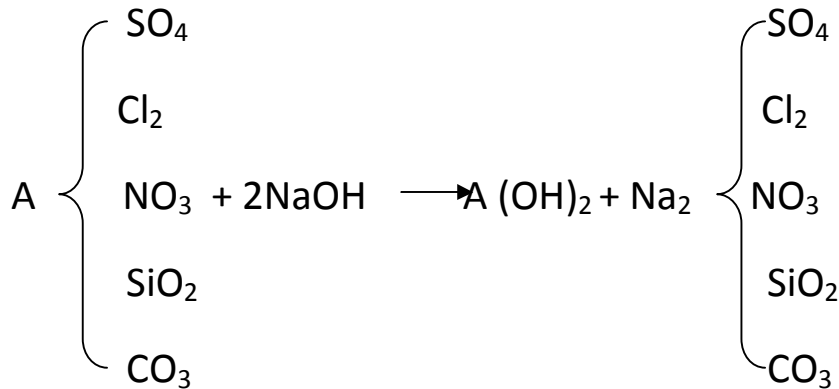
تستعمل هذه المواد لامتصاص ما قد يتواجد من احماض الكبريتيك او الهيدروكلوريك

او غيرها وكما في المعادلة التالية :-



وتعاد حيوية هذه المواد بامرار محلول قلوي مثل هيدروكسيد الصوديوم NaOH فيتم

تنشيط المادة وتعاد الى تركيبها الاصلية.



(مادة التبادل منشطة) (صودا كاوية) (مادة التبادل بعد الاستعمال)

ملاحظة // ان المياه التي يتم امرارها خلال معادلتين يحتوي احدهما على النوع الثاني أي مادة تتبادل ايونات الهيدروجين فيها مع ايونات المعادلة الموجودة اصلاً في الماء ثم تمر على النوع الثالث الذي يحتوي على مادة تتبادل ما فيها من ايونات الهيدروكسيد مع ايونات الاحماض الموجودة في الماء تتساوى في صفاتها مع المياه المقطرة.... لكن هذه الطريقة باهضة التكاليف لذلك تستعمل للاغراض الصناعية التي تحتاج مياه خالية من جميع الاملاح والمعادن والاحماض.

التكتيل والمكتلات

التكتيل يعني اضافة مادة يمكنها ترسيب الدقائق العالقة.. ولذلك يعرف التكتيل على انه عملية ادخال بعض المركبات الى الماء بهدف:-

- ١- معادلة الشحنة السالبة على جزيئات الطين العالقة.
- ٢- العمل على ترسيب المواد العالقة.

استعمال المواد الكيماوية المكتلة

يحتوي الماء على مواد صلبة عالقة مختلفة الاحجام والخواص منها الذي يترسب بسهولة وفي وقت قصير جداً حيث ان كثافتها النوعية اكبر من (١) الذي يمثل كثافة الماء لذلك تترسب بفعل الجاذبية الارضية. اما الحبيبات الدقيقة والحبيبات الغروية (وهي الحبيبات التي تكون اقطارها صغيرة جداً وتسمى (Collidel) فتترسب ببطئ شديد جداً وتحتاج وقت طويل في احواض الترسيب للتخلص منها حيث ان كثافتها النوعية مساوية تقريباً لكثافة الماء النوعية.

الكثافة النوعية = كثافة المادة / كثافة الماء.

لذا تستعمل مواد كيميائية مكثلة (Chemical Coagulents) ليت ترسيب هذه المواد بسرعة وتعتبر هذه المواد غير ضارة.

ملاحظة // ان المواد الغروية لا تترسب بسهولة لان فيها شحنات لذلك تبقى عالقة في الماء حيث انه بسبب وجود هذه الشحنات يحصل تنافر بينها اذا كانت متشابهة او تجاذب اذا كانت مختلفة.

وتخلط المياه بمقادير صغيرة محسوبة من هذه المواد الكيميائية المكثلة مثل الشب لتكوين رواسب تتحول الى نواة لها سطح هلامي لزج فتتجمع حولها المواد العالقة كالاطيان وتلتصق بها فيكبر حجمها وتترسب للأسفل بفعل الجاذبية الارضية وبذلك يسهل التخلص منها بالترسيب ثم الترشيح.

ان الغرض من استعمال المواد الكيميائية المكثلة هو :-

١- تجميع المواد العالقة التي يصعب ترسيبها لتكوين احجام كبيرة يسهل ازالتها بالترسيب والترشيح

٢- تكوين طبقة هلامية اسفنجية $Al(OH)_3$ على سطح المرشح تسمح بمرور المياه وتحجز البكتريا والطمى وتسمى هذه الطبقة بالغطاء اللزج للمرشح.

ان اهم المواد الكيميائية المستخدمة في التكتيل هي :-

١- الشب / كبريتات الالمنيوم $Al_2 (SO_4)_3$.

٢- كبريتات الحديدوز $Fe SO_4$.

٣- كبريتات الحديدك $Fe_2 (SO_4)_3$.

٤- كلوريد الحديدك $Fe Cl_3$.

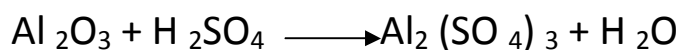
٥- الومينات الصوديوم $Na Al_2 O_3$.

الا ان كبريتات الالمنيوم هي اكثر المواد استعمالاً لأنها ارخص المواد واكثرها انتشاراً في الطبيعة. ولنجاح عملية التكتيل لابد من وجود مواد قلوية في الماء لتتفاعل مع الكيمياويات وتكون هذه المواد القلوية عادة على هيئة بيكربونات الكالسيوم Ca (HCO₃)₂ واذا لم توجد هذه القلويات بالكمية اللازمة توجب اضافة مواد قلوية على هيئة هيدروكسيد الكالسيوم (الكلس المطفأ) Ca(OH)₂ او على هيئة كربونات الصوديوم Na₂CO₃ لتعويض هذا النقص قبل اضافة المواد المكثلة.

١ - كبريتات الالمنيوم Al₂(SO₄)₃

تعرف تجارياً باسم الشب. ويوجد الشب في الطبيعة او يصنع. ويحتوي على بعض الشوائب التي لا تذوب في الماء. الا ان هذه الشوائب لا تسبب أي متاعب في عملية التصفية اذا كانت نسبتها لا تتجاوز ٥% بل انه من المحتمل ان تعمل هذه الشوائب كنواة فتكون عليها الندف (Floccs) مما يساعد في عملية التكتيل.

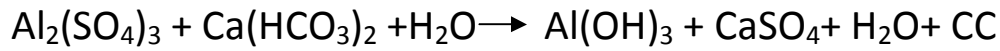
ان وجود هذه الشوائب ياتي من عملية تصنيع الشب حيث انه يصنع من خلط اوكسيد الالمنيوم البوكسايت مع حامض الكبريتيك في احواض حديدية كبيرة ويغلى المحلول ليتركز وينفصل الشب ويصنع عادة في اوربا.



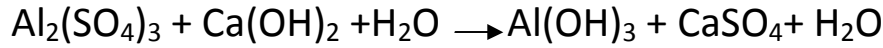
اما في الطبيعة فان الشب يكون في طبقات رسوبية من الطين والرمل مما يسبب وجود الشوائب في الشب الخام.

عند اضافة الشب الى الماء الذي يحتوي على قلوية طبيعية من بيكاربونات الكالسيوم Ca (HCO₃)₂.

يكون التفاعل كالاتي:-



اما اذا كانت القلوية الطبيعية غير كافية فيضاف الكلس المطفأ $\text{Ca}(\text{OH})_2$ للماء قبل اضافة الشب ويكون التفاعل كالآتي :-



او تضاف كاربونات الصوديوم للماء وكما في التفاعل الآتي :-



يلاحظ من المعادلات اعلاه ان التكتيل بالشب يتميز بالخواص التالية :-

١- في جميع التفاعلات ينتج ندف هلامية من هيدروكسيد الالمنيوم $\text{Al}(\text{OH})_3$

تاخذ بالهبوط الى قاع الحوض بعد ان تجذب الى سطحها المواد العالقة الدقيقة.

٢- في جميع التفاعلات يتكون مركب ثابت يستفاد منه في الترسيب هو الطبقة الهلامية من $\text{Al}(\text{OH})_3$.

٣- وجود املاح الصوديوم والكالسيوم في الماء يسبب صغر حجم هذه الندف بحيث يمنع ترسيبها وعلاجاً لهذه الحالة يضاف الشب بكمية اكثر (وذلك لان الكالسيوم يعيد تكوين العسرة).

٤- وجود املاح بيكاربونات الكالسيوم او بيكاربونات المغنيسيوم في الماء يساعد على تكوين الندف الهلامية (التفاعل يسبب تكوين OH^-).

٥- يؤثر PH على الجرعة اللازمة والكافية بجودة التكتيل ويكون التكتيل اكثر

جودة اذا كان PH المياه ٦ - ٧ (لعلاقته بالهيدروكسيد).

٦- التفاعل بين الشب وبيكربونات الكالسيوم او هيدروكسيد الكالسيوم ينتج عنه هيدروكسيد الالمنيوم وكبريتات الكالسيوم الت تذوب في الماء مسببة العسرة لكنها توجد عادة بكميات قليلة لا تؤثر على صفات الماء.

٧- التفاعل بين الشب وكاربونات او بيكربونات الصوديوم ينتج عنه هيدروكسيد الالمنيوم و CO_2 التي يذوب بالماء ويسبب التاكل (لانه يسبب حامض الكربونيك).

٨- تفاعل بين الشب وكاربونات الصوديوم ينتج عنه كبريتات الصوديوم التي تذوب في الماء بكأمية ليست من الالهمية التي تؤثر على صفات الماء (قليلة جداً).

ويضاف الشب بكمية 20 - 120 Ppm وحسب درجة عكرة الماء. ويستعمل جهاز خاص لذلك هو مضخة الشب الغشائية.

ويجب ان لا تزيد كمية الشب المضافة عن 120 ppm لانه ثبت علمياً ان ما يزيد على هذا المقدار يكون ذائباً في الماء.

وقد وجد ان الطمي يمتص جزء من الشب المضاف مقداره 30 - 20% من الجرعة أي بمعنى انه يمنع تفاعله مع البيكاربونات الموجودة في الماء لذلك يستحسن اجراء الترسيب على مرحلتين :-

الاولى :- ترسيب جزء من الطمي بدون شب.

الثانية :- ترسيب ما تبقى من الطمي بالشب وبذلك يمكن توفير مقدار من الشب المستعمل.

مواصفات الشب المستعمل في تصفية المياه :-

١- رمزه الكيماوي $Al_2(SO_4)_3$ ويكون على هيئة مسحوق او كتل.

٢- يجب ان لا تزيد نسبة المواد غير القابلة للذوبان فيه عن ٥ % وان لا تقل نسبة اوكسيد الالمنيوم عن ١٦ % ولا تزيد نسبة اوكسيد الحديد المذاب عن 0.9% ولا تزيد نسبة الزرنيخ عن 50 ppm.

٣- يجب ان يكون خالياً من أي مواد معدنية او عضوية قد يتسبب عنها الضرر بالصحة او تؤثر على صلاحية المياه.

العوامل المؤثرة على تحديد جرعة الكيماويات المكتلة المستعملة :-

يمكن تحديد جرعة الكيماويات المكتلة نظرياً من المعادلات وذلك بمعرفة الوزن الجزيئي وتكافؤ كل من الكيماويات المستعملة. الا انه من الماحية العملية فان جرعة المكتلات تختلف تبعاً للعوامل التالية :-

١- (كمية المواد العالقة) (كمية العكارة) كلما زادت كمية المواد العالقة في الماء يجب زيادة الجرعة (علاقة طردية) وكلما زادت كمية المواد العضوية يستوجب ذلك استهلاك كمية اكبر من المواد الكيماوية.

٢- حجم المواد العالقة (نوعها) كلما كانت المواد العالقة دقيقة الحجم ناعمة تطلب الامر كميات اكبر من المواد المكتلة (علاقة عكسية).

٣- درجة حامضية وقلوية الماء توجد انواع من المكتلات تعطي نتائج جيدة اذا كانت المياه تميل الى الحموضة وانواع اخرى تعطي نتائج جيدة اذا كانت المياه تميل الى القلوية.

٤- PH يؤثر PH على سرعة الندف في الماء.

الجدول التالي يبين تركيز ايون الهيدروجين PH الملائم لسرعة ظهور الندف.

المكتل	PH المناسب
الشب	٧ - ٦.
كلوريد الحديدك	7.5 - 3.5 ثم 8.5 فاكثر.
كلوريد الحديدوز	8.5 فاكثر.
كبريتات الحديدك	6.5 - 3.5 ثم 8.5 فاكثر.

٥- درجة الحرارة عند زيادة درجة الحرارة يصعب تكوين الندف مما يسبب اضافة كميات اضافية من الكيمياويات. لذلك تكون كمية الكيمياويات المضافة صيفاً اكثر من تلك المضافة شتاءً .

٦- جودة التقليل والنشر في الماء لضمان جودة التكتيل يجب العمل على نشر المواد المكتلة في الماء بسرعة وانتظام.

٧- التركيب المعدني وكمية الاملاح ونسبتها.

٨- المياه النقية صعبة التكتيل نوعاً ما وذلك لعدم وجود ذرات دقيقة (شوائب) في الماء تعمل كنواة تتجمع عليها الندف.

ان الطريقة العملية لتحديد جرعة المكتلات تتم بعمل تجربة Jar Test الذي يتكون من عدة مخابير زجاجية سعة كل منها لتر واحد وبداخل كل منها خلط وتدار جميع الخلطات بمحرك كهربائي واحد.

١- تملأ جميع المخابير بكميات متساوية من الماء العكر ثم تضاف جرعة

الشب بكميات مختلفة وبنسب تصاعدية لكل مخبار ما عدا واحد ذلك

للمقارنة ك Control.

٢- تدار الخلطات لمدة دقيقة واحدة ثم ببطئ لمدة ٣٠ دقيقة فتبدأ الندف بالظهور ثم يوقف الخلاط عن الحركة فتبدأ الندف بالترسيب.

٣- وبمقارنة شكل الندف وسرعة ترسبها يمكن معرفة نسبة الكيماويات التي اعطت احسن النتائج ومن ثم تحديد الجرعة الاقتصادية التي تعطي احسن تكتيل وترسيب اكبر قدر ممكن من المواد العالقة.

وتتناسب كمية الشب مع المواد القلوية الموجودة في المياه العكرة فاذا زادت المادة المكتلة سوف يحصل تذبذير في المادة لانها سوف تترسب ثانية وتعطي للماء طعم حامضي.

ويلاحظ ان مدة التكتيل في الطبيعة تساوي 1.5 - 1.2 مدة التقلاب الناتجة من هذا الجهاز.

ويجب اجراء هذه التجربة على الاقل مرة واحدة يومياً وذلك لتحديد كمية الكيماويات المستعملة في المشروع خلال ذلك اليوم اذ ان صفات الماء تتغير من يوم لآخر تبعاً للظروف التي يتعرض لها المصدر المائي.

مواصفات الجير الحي (CaO) والجير المطفأ (Ca (OH)₂) المستعمل في تصفية المياه.

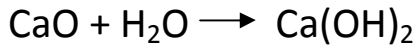
المقصود بالجير الحي CaO هو الذي يستعمل في تصفية مياه الشرب والصناعة لترسيب منفرداً او مع غيره من المواد الكيماوية كالشب او املاح الحديد كذلك يستعمل في ازالة عسرة المياه كما ذكرنا سابقاً

ويكون الجير على نوعين :-

١- الجير الحي CaO Quik lime.

٢- الجير المطفأ Ca (OH)₂ Hydrated lime.

ويجب ان يكون الجير الحي خالياً من الشوائب مثل الرماد والفحم تام الحرق وان يكون قابلاً للتفكيك كلياً عند معالجته بالماء لانه يحتوي على اوكسيد الكالسيوم او المغنيسيوم وان يتفاعل مع الماء.



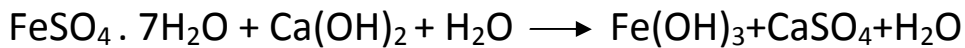
لن يكون مسحوقاً ناعماً ابيض اللون جافاً متجانس الحبيبات خالٍ من الكتل او المواد الغروية التي تعوق استعماله.

ويمكن نظرياً تحضير الجير الحي الذي تبلغ نسبته الجير الخالص (اوكسيد الكالسيوم) فيه ١٠٠% ولكن لاعتبارات اقتصادية يصعب الحصول على هذا الجير عملياً .

لذلك فان من المعترف به ان يكون نسبة اوكسيد الكالسيوم CaO في الجير الحي ٨٠% وفي الجير المطفأ ٦٠%.

٢-كبريتات الحديدوز (Ferrous Sulphate) FeSO₄

وهي بلورات خضراء اللون سريعة الذوبان في الماء تركيبها الكيميائي FeSO₄ . 7H₂O) تتفاعل مع الجير المطفأ الواجب اضافته لاكمال التفاعل الكيميائي وتكوين الندف ولا تسبب الشوائب المتواجدة معها أي متاعب في عملية تصفية المياه.



ان هيدروكسيد الحديديك الناتج من هذا التفاعل هو الراسب الهلامي الذي يجذب الى سطحه المواد العالقة الدقيقة ويهبط الى قاع الحوض. اما كبريتات الكالسيوم فتذوب في الماء .

ويمتاز التكتيل باستعمال كبريتات الحديدوز بما يلي:-

- ١- يكون في بعض الحالات اخص من التكتيل باستعمال الشب.
- ٢- الراسب الناتج من التفاعل منذ لك النوع الناتج في حالة استعمال الشب لذلك فهو اسرع في الترسيب.

اما متاعب استعمال كبريتات الحديدوز فهي:-

- ١- للحصول على تفاعل كامل لابد من استعمال الجير المطفأ.
- 2- قد يتفاعل الجير مع بيكربونات الكالسيوم الموجودة في الماء وينتج عنه $CaCO_3$ التي تترسب في شبكة الانابيب.
- ٣- يحتاج التكتيل بهذه الطريقة الى اشراف هندسي فني دقيق.
- ٤- لا يفضل استعمالها اذا كانت المياه ملوثة.

مواصفات كبريتات الحديدوز المستعملة في تنقية المياه:-

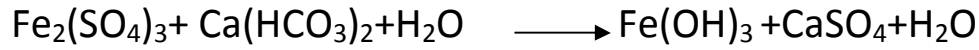
- ١- يجب ان يكون الحديد فيها ثنائي التكافؤ وهذا ينطبق على الجزيئة ذات الرمز الكيماوي $FeSO_4.7H_2O$ والتي تكون دائماً متميعة وتكون على هيئة بلورات خضراء لامعة جافة غير مكسية بشوائب او قد تكون على هيئة كتل كبيرة يطلق عليها اسم تجاري مثل الزاج الاخضر.
- ٢- يجب ان تكون من النوع التجاري النقي الذي لاتزيد نسبة الشوائب فيه عن ٢% وان لا تكون هذه الشوائب مواد عضوية او غير عضوية مضررة بالصحة.

٣- يجب ان لا تزيد نسبة حامض الكبريتيك الحر عن 0.04% وفي حال استعمال هذه المادة في معالجة مياه الشرب يجب ان لا تزيد نسبة الزرنيخ عن 50ppm.

٤- يجب ان تحتوي كبريتات الحديدوز على ١٩.٧% من وزنها حديد قابل للذوبان في الماء.

٣- كبريتات الحديد $Fe_2(SO_4)_3$ Ferric Sulphate.

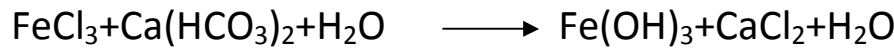
تركيبها الكيماوي $Fe_2(SO_4)_3$ ويفضل اضافتها الى الماء على شكل مسحوق اذ ان محلولها المائي يسبب تاكل المعادن. وعند اضافتها للماء يكون التفاعل كالاتي:-



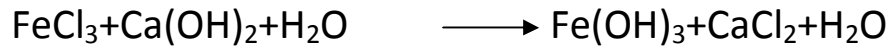
٤- كلوريد الحديد $FeCl_3$ Ferric Chloride.

تركيبه الكيماوي $FeCl_3$ ولمحلوله تاثير شديد على المعادن مسبباً تآكلها لذلك يجب الحذر منه عند استعماله. وعند اضافته للماء يكون التفاعل كالاتي :-

١- مع القلوية الطبيعية في الماء والتي تكون على هيئة بيكاربونات الكالسيوم



٢- مع القلوية المضافة الى الماء على هيئة هيدروكسيد الكالسيوم



وتتميز جميع املاح الحديد بما يلي :-

١- في جميع عمليات التكتيل التي تتم باستعمال املاح الحديدوز او الحديدك يتكون راسب هلامي على شكل كتل تركيبها الكيمياوي هيدروكسيد الحديدك $.Fe(OH)_3$

٢- هذه الكتل المتكونة من التفاعل الكيمياوي اثقل وزناً من تلك التي تتكون باستعمال الشب لذلك تترسب بسرعة اكبر بعد ان تتجذب الى سطحها المواد الدقيقة العالقة.

٣- تزيل اللون من المياه اثناء عمليتي التكتيل والترسيب.

٤- تساعد على ازالة الطعم والرائحة الناتجة من وجود الغازات في الماء.

٥- تساعد على ازالة املاح الحديد والمنغنيز الذائبة في الماء.

٦- محاليل هذه المكتلات قوية التفاعل مع المعادن فتسبب التاكل لها مما يتوجب الحذر عند استعمالها وذلك بتحضيرها ونقلها في معدات خاصة مبطنة بالزجاج او المطاط.

٥- الومينات الصوديوم.

لا تستعمل كثيراً في عمليات المياه الكبرى لارتفاع ثمنها وكذلك كبريتات الالمنيوم التشادرية $(NH_4)_2SO_4Al_2(SO_4)_3 \cdot 24H_2O$ بل يقتصر استعمالها على العمليات الصغيرة مثل حمامات السباحة وبعض الصناعات الخفيفة.

المعقات والمطهرات

استعمل الانسان منذ قديم الزمن عدة طرق لحفظ الاغذية من التلف مدة من الزمن مثل التجفيف والتلميح وذلك للحصول على هذه الاغذية في اوقات عدم توفرها لكن معرفته لاسباب تلفها كانت قليلة.

وبعد اكتشاف البكتريا تم التوصل الى انه يمكن القضاء على الاحياء المجهرية بالحرارة وانه عند تسخين المواد الغذائية لفترة معينة من الزمن وحفظها في علب زجاجية يمكن التخلص من عوامل تلفها.

وقد اوضح العالم باستور ان عند تسخين النبيذ فترة من الزمن فانه يمكن القضاء على الاحياء المجهرية التي تسبب تلفه واطلق على هذه العملية البسترة كما يمكن ملاحظة قدرة الفينول في القضاء على البكتريا الضارة التي تلوث الجروح اثناء العمليات الجراحية.

كما وجد الباحثون ان هناك مواد عديدة لها القدرة على القضاء على الاحياء المجهرية في ظروف معينة وباسطتها يمكن السيطرة على الامراض التي تصيب الانسان ويمكن القضاء على الاحياء المجهرية الضارة باستعمال عوامل فيزيائية او كيميائية او الاثنين معاً وقد اطلق على المواد الكيميائية التي تستعمل للقضاء على الاحياء المجهرية بالمعقمات وعلى العملية نفسها بالتعقيم Disinfection والذي يعرف على انه العملية التي تقضي على الاحياء المجهرية.

وتوجد مواد كيميائية غير قادرة على القضاء على الاحياء المجهرية لكن تمنع نموها تسمى بالمطهرات Antiseptic.

ويصعب الفصل بين المعقمات والمطهرات لان بعض المعقمات عند استخدامه بتراكيز عالية تعمل عمل المطهرات وبعض المطهرات عند استعمالها بتراكيز عالية تعمل عمل المعقمات. لذلك فان نوع المادة وتركيزها هو الذي يحدد عملها كمعقم او مطهر وهناك عدة عوامل يجب ان تؤخذ بنظر الاعتبار عند اختيار مادة معينة كمعقم هي :-

١- تركيز وطبيعة المادة المعقمة

بعض المعقّمات لها تأثير قوي والآخر لها تأثير ضعيف على الأحياء المجهرية كما أن بعضها لا يقضي على الأحياء المجهرية إلا بتركيز عالية على العكس من أنواع أخرى تقضي على الأحياء باستعمال محلول مخفف منها.

٢- الزمن

يحتاج المعقم فترة زمنية للقضاء على الأحياء المجهرية وتعتمد هذه الفترة على نوع وتركيز المعقم. فالمحاليل المركزة من معقم معين تقضي على الأحياء المجهرية في وقت أقل من المحاليل مخففة منه. كما أنه لنوع معين من المواد المعقمة القدرة على القضاء على الأحياء المجهرية في وقت أقل من معقم آخر له نفس التركيز.

٣- تركيز الأحياء المجهرية

إن تركيز الأحياء المجهرية يعني عددها في سم^٣ واحد من المحلول الذي يحتويها. وقد وجد أن زيادة تركيز البكتريا إلى حد معين لا يؤثر على الزمن اللازم للقضاء عليها باستعمال معقم معين مثلاً لو أخذنا محلول فيه تركيز البكتريا 10^7 خلية لكل

سم^٣ ومحلول آخر من نفس النوع والحجم فيه تركيز البكتريا $10^6 \times 10$ خلية لكل سم^٣ وتمت معاملتها بنفس المعقم وتحت نفس الظروف سنلاحظ أن الزمن اللازم للقضاء على البكتريا في المحلول الأول هو ٦ دقائق بينما في المحلول الثاني ٧ دقائق.

إن الفرق في الوقت قليل ويمكن إهماله في حين أن تركيز البكتريا زاد بمعدل ١٠ مرات في المحلول الثاني عن الأول.

٤- درجة الحرارة

عند زيادة الحرارة تزداد سرعة التفاعل الكيمياوي ويمكن مضاعفة سرعة التفاعل بزيادة درجة الحرارة ١٠ م وقد وجد ان تاثير المعقمات في القضاء على الاحياء المجهرية في محلول معين باستخدام معقم معين بتركيز معين هو ٤ دقائق بدرجة حرارة 25°C ثم اعيدت العملية نفسها وبنفس الظروف وفي درجة حرارة 35°C لوجدنا ان الزمن اللازم للقضاء على البكتريا هو نصف الزمن الاول ٢ دقيقة. المهم ان درجات الحرارة العالية وحدها تستطيع القضاء على الاحياء المجهرية.

٥- طبيعة الاحياء المجهرية

تختلف الاحياء المجهرية في مقاومتها للمعقمات اعتماداً على نوعها وعمرها وتركيبها فالبكتريا ذات البذور (هي البكتريا التي تكون السبورات وتمتاز بتحولها الى بذور spore تكون شديدة المقاومة اذا وجدت في جو غير ملائم لها) اكثر مقاومة واكبر من البكتريا التي لبت لها بذور.

عمل المعقمات

تختلف المعقمات في طريقة قضاؤها على الاحياء المجهرية ويمكن تقسيم عملها الى الاقسام التالية :-

١- اكسدة مكونات البكتريا

المعقمات التي لها هذا التاثر الكلور ، اليود ، برممنكات البوتاسيوم، وبيروكسيد الهيدروجين.

٢- التحلل المائي لمركبات خلية البكتريا

من امثلتها الحوامض والقواعد.

٣- اتحاد كيميائي بين المعقم ومكونات خلية البكتريا كالمواد الاساسية التي فيها والانزيمات.

٤- تغيرات في جدار خلية البكتريا تسبب اختلاف في نفوذ المواد داخل الخلية بنسب لا تساعد على المحافظة على حيوية الخلية كتغير نسبة الكالسيوم او الصوديوم.

٥- تحطيم المواد البروتينية للخلية وتحويلها الى اشكال عديمة الفائدة ومن هذا النوع املاح المعادن الثقيلة والكحول والمركبات الفينولية.

تعقيم المياه:-

ان الغرض من تعقيم المياه هو ازالة المواد البكتريولوجية والجرثومية الموجودة في الماء قبل استخدامه لاغراض الشرب والاستعمالات المنزلية.

وعملية تعقيم المياه ليست بديلة عما يسبقها من عمليات ترسيب وترشيح بل هي مكملة لها وذلك لان البكتريا المسببة للامراض لا تحجزها احواض الترسيب او المرشحات وتتم عملية التعقيم باحدى الطرق التالية :-

١- التعقيم بالكلور chlorination.

٢- التعقيم بالاوزون Ozonation صعوبة السيطرة عليها.

٣- الاشعة فوق البنفسجية Ultraviolet ray غالية الثمن.

٤- التسخين Heating لا تعطي نتائج تعقيم ١٠٠%.

٥- التعقيم بالجير Lime

٦- التعقيم بالبروم Bromonation غالية الثمن.

التعقيم بالكلور

تعد هذه الطريقة اكثر الطرق شيوعاً نظراً لسهولة استعمالها والتحكم بمدى فاعليتها وذلك بالتأكد من وجود نسبة الكلور في الماء بعد اضافته. كما ان الكلور يمتلك طاقة عالية لبقائه في الماء بتركيز مقبول لذلك تكون قابليته على قتل المكروبات والجراثيم عالية من خلال تحطيم الانزيمات فيها.

ويتم التعقيم بالكلور باضافة جرعة من غاز الكلور Chlorinedose الى الماء قبل استعماله، اما في الخزان الارضي قبل الضخ او في الانابيب المغذية للخزانات العالية. ويجب ان لا تقل مدة مزج الكلور مع الماء عن ٣٠ دقيقة حيث يصبح التركيز 0.1 - 0.2 ملغم / لتر (جزء بالمليون).

ويقاس تركيز الكلور في الماء باستخدام دليل الاورثوتولوزين المركب العضوي الذي يتأكد في الوسط الحامضي بواسطة الكلور ومركباته ليعطي مركب اصفر اللون تتغير شدته مع تركيز الكلور في الماء حيث يتم ذلك باستعمال جهاز مقارنة بسيط مع مجموعة من الالوان القياسية يعبر كل منها عن تركيز معين.

وتتوقف فاعلية الكلور في قتل البكتريا على العوامل التالية:-

١- درجة تركيز الايون الهيدروجيني.

تبين ان الماء ذو PH المنخفض يحتاج جرعات من الكلور اقل من الماء ذو PH العالي للحصول على نفس كفاءة التعقيم.

٢- درجة الحرارة.

عند ارتفاع درجة الحرارة تقل جرعة الكلور للحصول على نفس كفاءة التعقيم.

٣-مدة التفاعل بين الكلور والماء.

تزداد فاعلية الكلور كلما زاد زمن التلامس بين الماء والكلور ويجب ان تمر ٣٠ دقيقة بعد اضافة الكلور قبل استعمال الماء نظراً لاختلاف مقاومة البكتريا المتعددة الانواع لتاثير الكلور عليها.

٤-قلوية وحامضية الماء.

تقل فاعلية الكلور بزيادة قلوية الماء لذلك يلزم جرعات كلور عالية.

٥-وجود المركبات الازوتية في الماء خاصة الامونيا.

تواجد هذه المركبات في الماء يضعف فاعلية الكلور لقتل البكتريا لذلك يجب اضافة كميات اكبر من الكلور او اطالة وقت التفاعل بين الماء والكلور.

٦-وجود مركبات الحديد والمنغيز.

هذه المركبات تقلل ايضاً من فاعلية الكلور لقتل البكتريا.

٧-نوع البكتريا المراد القضاء عليها.

لكل نوع من البكتريا مقاومة معينة لفعل الكلور لذلك يجب اولاً معرفة نوع البكتريا في الماء ومعرفة عددها (تركيزها) لانه بزيادة عدد البكتريا يجب زيادة الكلور .

٨-العكارة

كلما زادت العكارة زادت كمية الكلور اللازم اضافتها حيث ان المكروبات قد تحتمي بالمواد المسببة للعكرة من تاثير الكلور .

٩- طريقة اضافة الكلور.

يضاف الكلور للماء على هيئة غاز او سائل او مسحوق لاحد مركباته فقد وجد ان اضافة الكلور كغاز اكثر فاعلية من اضافته كسائل وهذه اكثر فاعلية من اضافته كمسحوق.

١٠- جرعة الكلور.

تزداد فاعلية الكلور بزيادة الجرعة المستخدمة للقضاء على البكتريا.

جرعة الكلورين

هي كمية الكلور المضافة الى الماء مقدرة بجزء بالمليون وهي تتراوح بين نصف جزء بالمليون في الاحوال الاعتيادية الى جزئين في المليون في حالات الطوارئ كانتشار الامراض المعدية التي تنتقل بالماء وعندما يضاف الكلورين للماء يستهلك جزء منه في التفاعل مع الكيمياويات التي تتواجد في الماء ويسمى بالكلورين المستهلك Chlorine demand ويبقى جزء اخر في الماء يسمى الكلورين المتبقي Chlorine residual أي ان :-

جرعة الكلورين = الكلورين المستهلك + الكلورين المتبقي.

وتتوقف كمية الكلور (المتبقي) على العوامل التالية:-

١- درجة الحرارة.

٢- جرعة الكلورين.

٣- الزمن الذي مضى بعد اضافة الكلورين.

٤- كمية الكيمياويات والشوائب المتواجدة مع الماء.

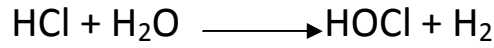
ولاثبات عملية التعقيم يختبر الماء بعد نصف ساعة من اضافة الكلور للتأكد من ان الكلورين المتبقي يتراوح بين 0.2 - 0.3 ملغم / لتر في الحالات الاعتيادية اما في حالات الطوارئ التي يزداد فيها جرعة الكلورين المضافة فيصل الكلورين المتبقي الى ٠.٦ ملغم / لتر. ويمكن تقسيم الكلورين المتبقي الى نوعين :-

١- الكلورين المتبقي الحر.

٢- الكلورين المتبقي المتحد.

١-الكلورين المتبقي الحر Free residual chlorine.

وهو الكلور الذي يوجد في الماء على هيئة حامض الهيبوكلوروز HOCl الذي ينتج من تفاعل الكلور مع الماء.



٢-الكلورين المتبقي المتحد Combined residual chlorine.

وهو الكلور الذي يوجد في الماء على هيئة مركبات الكلور والامونيا التي قد توجد مع الماء الا انه عند اختيار الماء لمعرفة قيمة الكلور المتبقي لا يميز بين النوعين ويكفي ان لا تقل هذه القيمة عن 0.2 - 0.3 ملغم / لتر.

طريقة اضافة الكلور للماء :-

يضاف الكلور الى الماء باحد الطرق التالية :-

١- اضافة الكلور كغاز.

٢- اضافة الكلور على هيئة احد مركباته التي يتصاعد منها غاز الكلور عند مزجه بالماء.

١- اضافة الكلور كغاز

يتميز غاز الكلور بالصفات التالية :-

- ١- لونه اصفر مائل للاخضرار.
 - ٢- رائحته نفاذة خانقة.
 - ٣- اثقل من الهواء بـ ٢.٥ مرة عندما يكون غاز.
 - ٤- يسيل الغاز تحت الضغط العالي لذلك يحفظ وينقل على هيئة غاز مسال تحت ضغط في اسطوانات من الصلب.
 - ٥- الغاز الجاف لا يسبب تاكل في الانابيب او المعادن لكنه يتفاعل مع المعدن عندما يكون رطباً .
 - ٦- الكلور المسال اثقل من الماء بـ ١.٥ مرة.
- ان الغاز المتداول تجارياً يحفظ وينقل تحت ضغط كافي لاسالته مقداره ٧ - ١٠ ضغط جوي في اسطوانات من الصلب على ان يكون جافاً (خالي من الرطوبة) ولا يحتوي على شوائب اكثر من ٠.٥% أي ان نقاوته ٩٩.٥% ويضاف غاز الكلور بواسطة اجهزة الكلورة وهي قد تختلف في الشكل او طريقة التشغيل الا انها تتفق في الاسس الرئيسية التي تتلخص في تخفيض الضغط المسلط على الغاز المسال حتى يتحول الى غاز ثم امراره في كمية محدودة من المياه لاذابته بنسب عالية ثم حقن المحلول في الانبوب الرئيسي للمياه عند مدخل خزانات المياه النقية على ان لا يقل ضغط المحلول عند نقطة الحقن عن ثلاثة امثال الضغط في الانبوب الرئيسي وذلك ضماناً لكفاءة عملية الحقن.

٢- اضافة الكلور على هيئة احد مركباته التي يتصاعد منها غاز الكلور عند

اضافته للماء وتشمل :-

١- المسحوق الابيض.

٢- هايپوكلورات الكالسيوم.

٣- هايپوكلورات الصوديوم.

١- المسحوق الابيض Bleaching Powder.

ويسمى ايضاً كلوريد الجير Chloride of lime وهو مزيج من كلوريد الكالسيوم القاعدي وهايپوكلوريد الكالسيوم القاعدي والمسحوق الابيض عبارة عن مسحوق ابيض مائل للاصفرار له رائحة قوية نفاذة يحتوي الجديد منه على ٣٢% من وزنه كلور فعال وتتناقص هذه النسبة بمرور الوقت خاصة عند تعرضه للجو او الضوء لذلك يجب حفظه في عبوات محكمة السد كما يجب اختباره لمعرفة نسبة الكلور الفعال قبل كل استعمال.

وتتوقف كمية المسحوق المستعملة للتعقيم على العوامل التالية :-

١- نسبة الكلور الفعال في المسحوق.

٢- كمية المياه المراد تعقيمها.

٣- جرعة الكلور المستعملة.

وبعد تقرير كمية المسحوق الابيض تصنع عجينة سميكة منه تخفف تدريجياً حتى تصبح مستحلب يمزج جيداً ثم يترك لمدة ساعة ثم يصفى لازالة ما به من رواسب ثم يضاف الى الماء بالمعدل المطلوب بواسطة اجهزة خاصة.

٢- هايپوكلورات الكالسيوم

كمية الكلور الفعال فيه ٧٠ - ٦٠% من وزنه ويمتاز عن المسحوق الابيض بارتفاع نسبة الكلور الفعال كما انه لا يتاثر بالتخزين وعند استعماله يحضر محلول مركز منه ثم يضاف الى الماء بالجرعات اللازمة بواسطة اجهزة خاصة.

٣- هيبوكلورات الصوديوم

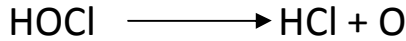
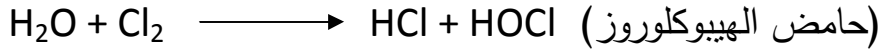
يحتوي هذا الملح على ١٥% من وزنه كلور فعال لذلك يستعمل بكثرة اضافة الى ان هذا المحلول لا يسبب تاكلاً في الانابيب.

ان استعمال مركبات الكلور اعلاه اصبح غير شائع في تعقيم المياه في مشاريع الاسالة نظراً لكثرة متاعب التشغيل. الا انها ما تزال مستمرة في تطهير شبكات انابيب المياه وتطهير المرشحات وخزانات المياه.

كيف يقتل الكلور البكتريا :-

هناك اكثر من تفسير لطريقة قضاء الكلور على البكتريا واهم هذه التفسيرات هي :-

١- عند اضافة الكلور الى الماء ينتج اوكسجين احادي الذرة وهو الذي يقضي على البكتريا



٢- يتفاعل الكلور مع جدران خلية البكتريا ومحتوياتها فيسبب بذلك هلاكها.

٣- احتراق خلايا البكتريا بفعل الكلور وتحولها الى مواد قابلة للذوبان ويؤيد هذا التفسير اختفاء بعض البكتريا وعدم تواجدها حية او ميتة بعد اضافة الكلور.

اماكن اضافة الكلور في مشروع التصفية

يمكن اضافة الكلور في اكثر من موقع في المشروع تبعاً لحالة المشروع وتبعاً لصفات الماء المعالج في كل حالة وتبعاً لتجارب وخبرات المشرف على التشغيل.

أ - الحقن في مداخل خزان المياه النقية.

وهو ما يسمى Post chlorination وذلك باضافة الكلور للماء بعد الترسيب والترشيح أي في مدخل المياه النقية وهذه الطريقة هي الاكثر اتباعاً بسبب بساطتها وسهولة تشغيلها وكفاءة فاعلية الكلور في قتل البكتريا بسبب خلو الماء من أي عكارة او شوائب مما يوفر في كمية الكلور المضافة.

ب- اضافة الكلور قبل احواض الترسيب والمرشحات

وتسمى Pre chlorination أي حقن الكلور قبل احواض الترسيب او قبل المرشحات وتتميز هذه الطريقة بما يلي :-

- ١- خفض عدد البكتريا في المياه قبل وصولها الى المرشحات مما يخفض الحمل البكتيري على المرشح.
- ٢- تطهير رمل المرشح نظراً لمرور المياه بما فيها من كلور في مسامات المرشح (الرمل) اثناء عملية الترشيح وهذا يساعد على قتل البكتريا والتخلص منها وكذلك المواد الذائبة بالمرشح.
- ٣- كفاءة عالية في ازالة لون الماء.
- ٤- نقص كمية الكيماويات المكتلة.
- ٥- الحد من نمو الكائنات الحية الدقيقة داخل المرشح.

٢- اضافة الكلور في اكثر من موقع

وتسمى Multiple chlorination وتتبع هذه الطريقة اذا كانت المياه صافية (رائقة) والتلوث البكتيري عالي نسبياً وهنا يجب اضافة الكلور في اكثر من نقطة على مسار الماء في عملية التصفية لضمان كفاءة عملية الكلورة بشكل عالي . كما تستعمل هذه الطريقة اذا خزنت المياه المرشحة في خزانات مكشوفة ففي هذه الحالة

يجب اضافة الكلور في مخارج المياه من الخزانات المكشوفة بالرغم من سابق اضافة الكلور في المشروع مفسه.

٣- اضافة الكلور بجرعات عالية ثم ازالة الزائد منه

تسمى Super Chlorination followed by dechlorination والمقصود بذلك اضافة الكلور بجرعات اعلى من المسموح بها وقد تصل الى 2 - 3 p ملغم / لتر وبهذا يمكن الحصول على كفاءة وفاعلية عالية لعملية الكلورة اضافة الى اباده كميات كبيرة من المواد العضوية والطحالب التي قد تتواجد في الماء مسببة الطعم والرائحة المميزة. وتتميز هذه الطريقة بما يلي :-

- ١- كفاءة وفاعلية عالية لتاثير الكلور على البكتريا.
- ٢- اكسدة الكلور من المواد العضوية التي قد تتواجد في الماء.
- ٣- اباده الكائنات الحية الدقيقة التي تقاوم الجرعات الاعتيادية من الكلور.
- ٤- الحد من الطعم والرائحة التي قد توجد مع الماء . على انه يلزم ازالة الكلور الزائد بعد التاكد من قتلة للبكتريا وذلك للحد من الطعم ورائحة الكلور النفاذه في المياه.

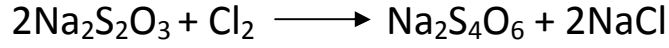
طرق ازالة الكلور الزائد :-

- ١- اضافة SO₄ الى الماء بجرعة حوالي ١.٥ ملغم / لتر لكل جزء بالمليون من الكلور المراد ازالته والتفاعل هو :-



ان كميتي حامض الكبريتيك والهيدروكلوريك الناتجة من التفاعل ضئيلة جداً ولا اهمية لها كما يجب ان تمر فترة ١٥ دقيقة بعد اضافة SO₂ قبل استعمال الماء.

- ٢- اضافة ثايوسلفات الصوديوم Na₂S₂O₃ ويكون التفاعل كالآتي :-



(نتراتيونات الصوديوم)

٣-تخزين المياه في احواض مكشوفة لمدة ٣ - ٤ ساعات قبل الاستعمال فيتصاعد الكلور الزائد الى الجو.

٤-مزج المياه المضاف اليها جرعات عالية من الكلور بمياه لم يضاف لها الكلور فنتعادلان.

٥-ترشيح الماء في طبقة من الكربون النشط الذي يمتص الكلور الزائد.

٦-اضافة كبريتيت الصوديوم Na_2SO_3 للماء فيكون التفاعل.

