# كيمياء الصناعية

# مرحلة الرابعة

# الزجاج

أعداد

د.بشرى تركي مهدي

# صناعه الزجاج

عرف منذو القدم من (5000-6000) سنة قبل الميلاد ووجودوا اثار زجاجية في مدينة اور وكذالك في تل اسمر شمال بغداد وفي مصر والشام حيث استعمل المصريون الزجاج الحلي والمجوهرات.

**يعرف الزجاج فيزيائيأ :-** مادة شفافة صلبة تمتاز بالمتانة وبمقاومة العوامل الكميائية وقوتي الشد و الكبس وكذالك الخدش وهو مادة رديئة التوصيل الكهربائي.

**اما تعريفها كيميائيأ :-** هي عبارة عن صهير لأكسدة الاملاح اللاعضوية غير المتطايرة منها اوكسيد الصوديوم وثنائي اوكسيد السليكون واوكسيد الكالسيوم وينتج عنها مادة صلبة شفافة تقاوم قوتي الشد و الانضغاط والتأكل الكيمياوي.

**المواد الأولية**

يعرف الزجاج المكون من المكونات ادناة بأسم زجاج الصودا الكلس السليكا . و مكوناته هي:-

1- ثنائي اوكسيد السليكون 71%

2- اوكسيد الكالسيوم 13%

3- اوكسيد الصوديوم 16%

## 1-الرمل (ثنائي اوكسيد السليكون $Sio_2$)

مصدرها الكوارتز ويحتوي على نسبة عالية من ($Sio_2$) ويحصل علية معمل الزجاج الرمادي – رطبة نسبة السليكونية فيه (99.5 – 98.5 %) ويفضل استخدام الرمل الابيض في التركيب مزيج الصهر لان وجود الشوائب في الرمل تظهر مباشرة في الزجاج لأنة شفاف .

## 2- حجر الكلس

وهو المسؤول عن تزويد الفرن بأوكسيد الكالسيوم ويحصل عليه من مناطق مختلفة من العراق والكلس العراقي يحتوي على (55%) اوكسيد كالسيوم .

## 3- رماد الصودا

ان كاربونات الصوديوم هي المسؤولة عن تجهيز الفرن بمادة اوكسيد الصوديوم .

هناك عدة طرق لأنتاج كاربونات الصوديوم

### 1- طريقة لابلان Leblan Process

وهي طريقة يتفاعل ملح الطعام مع حامض الكبريتيك ثم يضاف اليه الفحم الحجري ثم حجر الكلس (كاربونات الكالسيوم) الى ناتج ثم يحرق المزيج فتتحول من كبريتات الصوديوم الى كاربونات الصوديوم.

$2NaOl + H_2SO_4 \dashrightarrow Na_2SO_4 + 2HCl$

$Na_2SO_4 + 2C \dashrightarrow Na_2S + 2CO_2$

$Na_2S + CaCO_3 \dashrightarrow Na_2CO_3 + CaS$

*الفرن مبطن بالطابوق لمنع التأكل ولمنع تسرب درجات الحرارة.

### 2- طريقة سولفاي Solvay proceses

يتفاعل هيدروكسيد الامونيوم مع ثنائي اوكسيد الكاربون لتكوين كاربونات الامونيوم التي يتم تحويلها الى بيكاربونات الأمونيوم ثم تتفاعل البيكاربونات مع ملح الطعام لتكوين بيكاربونات الصوديوم وذلك في جهاز خاص يدعى جهاز (الكلسنة).

$\mathbf{2NH_4OH + CO_2 \dashrightarrow (NH_4)_2CO_3 + H_2O}$

$\mathbf{(NH_4)_2CO_3 + CO_2 + H_2O \dashrightarrow 2NH_4HCO_3}$

$\mathbf{NH_4HCo_3 + NaCl \dashrightarrow NaHCo_3 + NH_4Cl}$

$\mathbf{2NaHCo3 \dashrightarrow Na_2Co_3 + Co_2 + H_2o}$

## مراحل صناعة الزجاج

### 1. تحضير الخام الزجاجي

تتضمن سحق الخامات (الرمل ، حجر الكلس) الى دقات معينه تساعد على الأنصهار وتتفاوت الدقات حسب اختلاف المادة ومن توازن الخامات وتمزج وترسل الى فرن الصهر.

## 2. مرحلة صهر الزجاج

يتم تعيين النسب الوزنية للخلطات حسب المواصفات المطلوبة ثم توضع في حوض الصهر داخل افران مبطنه بالطابوق الناري لأنه مقاوم للتأكل ويسخن الفرن بغازات احتراق حتى تصل الى درجة حرارة 160 فيتصاعد غاز $(Co_2)$ $(So_2)$ وتسترجع حرارة الغازات بواسطة غرف تمتص الحرارة من الغازات.

التفاعل في صهر الزجاج

$$CaCO_3 \longrightarrow CaO + Co_2$$

$$CaO + SiO_2 \longrightarrow CaSiO_3$$

$$Na_2CO_3 + (x)SiO_2 \longrightarrow Na_2O \,.\, (x)SiO_2 + CO_2$$

$$CaCO_3 + (x)SiO_2 \longrightarrow CaO \,.\, (x)SiO_2 + CO_2$$

وفي حالة استخدام كبريتات الصوديوم كمصدر لأوكسيد الصوديوم نحصل على :

$$2Na_2SO_4 + (x)SiO_2 \longrightarrow 2Na_2O.\ (x)SiO_2 + CO_2 + SO_2$$

تختلف نسبة $(Sio_2)$ حسب نوع الزجاج . أما اذا أريد تلوين الزجاج يضاف اليه بعض الأملاح أو الأكاسيد لتلوينه.

أوكسيد النحاس ⟵ أزرق
أوكسيد الكروم ⟵ أخضر فاتح
أوكسيد الكوبالت ⟵ أخضر
أوكسيد النحاسوز ⟵ أحمر
أوكسيد الكادميوم ⟵ أصفر
أوكسيد اليورانيوم ⟵ أصفر فاتح
كلوريد الذهب ⟵ ذهبي
أوكسيد القصدير ⟵ أبيض
أوكسيد المغنيسيوم ⟵ وردي
الحديدوز ⟵ أخضر

### 3. مرحلة التشكيل

أما بطريقة يدوية بواسطة النفخ. أو بطريقة ميكانيكة بأستخدام قوالب مصنوعه من الحديد (الأسيل) على شكل النموذج المراد أنتاجه فيتشكل الزجاج المنصهر حسب القوالب المصنوعه لها.

## أنواع الزجاج

### 1. زجاج الرصاص

ينتج من استخدام أوكسيد الرصاص وأوكسيد الصوديوم وثاني أوكسيد السليكون بنسب متفاوته لتعطي نوعية تمتاز بالمتانه وأرتفاع معامل الأنكسار والمقاومة الكهربائية العالية ومقاومة جيدة لدرجات الحرارة العالية. منها يستخدم في صناعة العدسات والبصريات ومنها يستخدم في زجاج الزينه وزجاج مصابيح الاضاءة واجودها هو زجاج الكريستال الذي يحوي على نسبة عالية من أوكسيد الرصاص. يتكون الكريستال الجيد من أوكسيد البوتاسيوم بدلاً عن اوكسيد الصوديوم مع نسبة عالية من أوكسيد الرصاص والسيليكا. يزيل اوكسيد البوتاسيوم الشوائب اللونية ويعطي الكريستال اللون الابيض الناصع شديد اللمعان.

### 2. زجاج البايركس

يمتاز بمقازمته الكيمياوية العالية وكذلك المقاومة الكهربائية العاليه واستجابته لدرجات الحرارة وذو متانه عالية ومقاومة للصدمات. يتكون هذا النوع من الزجاج بوجه عام من السيلكا و اوكسيد البورون الذي نحصل عليه من البوراكس مع نسبة صغيرة من اوكسيد الصوديوم. لذالك فأنه يتكون بألاساس من سليكات البورون ويستخدم الأجهزة المختبرية وصناعة أواني الطبخ.

### 3. الزجاج الأبيض (الحليبي)

يصنع من سليكات ألأوبال الغير شفاف ويضاف للخامات ايضاً الفلورسبار الذي يحتوي على فلوريد الكالسيوم وتضاف ايضاً نسبة من الكريولايت الذي يتكون من فلوريد الالمنيوم والصوديوم. يستخدم هذا النوع في صناعه المصابيح الحليبية غير الشفافه.

### 4. الزجاج الليفي أو الفايبركلاس

يتكون من خيوط زجاجية ويحصل عليه عليها بمعاملة صهرة الزجاج الخاص بطرق ميكانيكية حيث تضغط الصهيرة خلال فتحات دقيقة تخرج منها على شكل خيوط أو شعيرات تغرض الى تيارات من البخار ذي الضغط العالي والتي تعمل على تهذيب الخيوط وصقلها. وبعد ذلك يضاف اليها مواد مثبته لتحويلها الى خيوط يسهل نسجها او غزلها ويستخدم هذا النسيج الزجاجي للعزل الحراري لانها غير قابلة للاحتراق وتستخدم ايضاً للعزل الكهربائي.

## 5. الزجاج الملون

يحضر من اذابة عدد من اكاسيد المعادن الانتقالية في الزجاج مثل اكاسيد Ti ,V,Cr,Mn,Co,Cu ,Fe حيث يظهر الالوان نتيجة تأثير هذه المركبات بالضوء المرئي بسبب ظاهرة الانتقالات d-d في ذرة المعدن الانتقالي. ويساتخدم هذا النوع في الديكورات والمصابيح الملونه وكذلك النظارات الملونة.

## 6. زجاج السليكا النقية (الكوارتز)

اذ يتكون من السليكات فقط ويساعمل للاغراض العلمية نظراً لصفاته المميزة وهي تمدده قليل جداً بالحرارة، يقاوم درجات الحرارة العالية نسبيا نظرا لارتفاع درجة لينوته، مقاوم كيماوي عالي جداً (و يتأثر بحامض الهيدروفلوريك) وأخيراً يسمح للاشعاع في المجال UV بأختراقه مما يكسبهَ صفة علمية وصناعية .

## 7. زجاج السلامة

ويتم استخدام $P_2O_5$ للتعويض جزئياً او كلياً عن السليكا في خلط المواد الاولية ويتم الحصول على زجاج ذات مواصفات مهمة في الاستعمالات التالية:-

1- زجاج يقاوم حامض الهيدروفلوريك اي لا يتأثر به عكس بقية انواع الزجاج.
2- لايسمح هذا النوع من الزجاج باختراق الاسعافات الضارة لذلك فهو يستخدم في الاقنعة الواقية الخاصة بالعاملين في مجالات المشعةواعداد خامات اليورانيوم في المنشئآت النووية.

## 8. زجاج الالومينى

يستخدم في الدرجات الحراريه العالية

## 9. زجاج الباريوم

يحتوي على نسبة كبيرة من اوكسيد الباريوم ويستخدم في صناعة العدسات البصرية.

## 10. الزجاج المائي

يذوب هذا الزجاج في الماء لاحتوائهِ على سليكات الصوديوم ويستخدم في صناعة المنظفات والورق حفظ البيض ومادة مانعة للتآكل.