

## كيمياء الصناعية

### مرحلة الرابعة

### الزجاج

أعداد

د.بشرى تركي مهدي

## صناعة الزجاج

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

**يعرف الزجاج فيزيائياً :-** مادة شفافة صلبة تمتاز بالمتانة وبمقاومة العوامل الكيميائية وقوتي الشد و الكبس وكذلك الخدش وهو مادة رديئة التوصيل الكهربائي.

**اما تعريفها كيميائياً :-** 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 والتآكل الكيماوي.

### 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 $\text{SiO}_2$ )

مصدرها الكوارتز ويحتوي على نسبة عالية من ( $\text{SiO}_2$ ) ويحصل عليه 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 لأنه 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 .

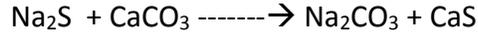
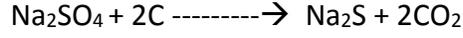
### 3- رماد الصودا

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

هناك عدة طرق لإنتاج كاربونات الصوديوم

**1- طريقة لابلان Leblan Process**

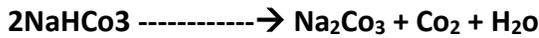
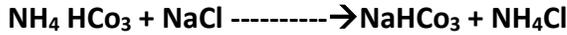
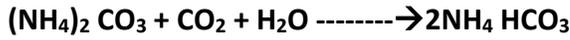
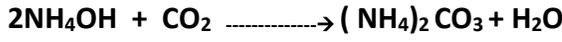
وهي طريقة يتفاعل ملح الطعام مع حامض الكبريتيك ثم يضاف اليه الفحم الحجري ثم حجر الكلس (كربونات الكالسيوم) الى ناتج ثم يحرق المزيج فتنحول من كبريتات الصوديوم الى كربونات الصوديوم.



\*الفرن مبطن بالطابوق لمنع التآكل وللمنع تسرب درجات الحرارة.

**2- طريقة سولفاي Solvay proceses**

يتفاعل هيدروكسيد الامونيوم مع ثنائي اوكسيد الكربون لتكوين كربونات الامونيوم التي يتم تحويلها الى بيكربونات الامونيوم ثم تتفاعل البيكربونات مع ملح الطعام لتكوين بيكربونات الصوديوم وذلك في جهاز خاص يدعى جهاز (الكلسنة).

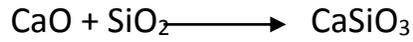
**مراحل صناعة الزجاج****1. تحضير الخام الزجاجي**

تتضمن سحق الخامات (الرمل ، حجر الكلس) الى دقائق معينة تساعد على الأنصهار وتنفووت الدقائق 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 للتآكل ويسخن الفرن بغازات احتراق حتى تصل الى درجة حرارة 160 فيتصاعد غاز (CO<sub>2</sub>) (SO<sub>2</sub>) وتسترجع حرارة الغازات بواسطة غرف تمتص الحرارة من الغازات.

التفاعل في صهر الزجاج



وفي حالة استخدام كبريتات الصوديوم كمصدر لأوكسيد الصوديوم نحصل على :



تختلف نسبة (SiO<sub>2</sub>) حسب نوع الزجاج . أما اذا أريد تلوين الزجاج يضاف اليه بعض الأملاح أو الأكاسيد لتلوينه.

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

### 3. مرحلة التشكيل

أما بطريقة يدوية بواسطة النفخ. أو بطريقة ميكانيكية باستخدام قوالب مصنوعة من الحديد (الأسيل) على شكل النموذج المراد إنتاجه فيتشكل الزجاج المنصهر حسب القوالب المصنوعة لها.

## أنواع الزجاج

### 1. زجاج الرصاص

ينتج من استخدام أكسيد الرصاص وأكسيد الصوديوم وثاني أكسيد السليكون بنسب متفاوتة لتعطي نوعية تمتاز بامتانه وأرتفاع معامل الانكسار 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 أكسيد الرصاص. يتكون الكريستال الجيد من أكسيد البوتاسيوم بدلاً عن اوكسيد الصوديوم مع نسبة عالية من أكسيد الرصاص والسيليكا. يزيل اوكسيد البوتاسيوم الشوائب اللونية ويعطي الكريستال اللون الابيض الناصع شديد اللمعان.

### 2. زجاج البيركس

يمتاز بمقاومته الكيميائية العالية وكذلك المقاومة الكهربائية العاليه واستجابته لدرجات الحرارة وذو منانه 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. لذلك فإنه يتكون بالاساس من سليكات البورون ويستخدم الأجهزة المخبرية وصناعة أواني الطبخ.

### 3. الزجاج الأبيض (الحليبي)

يصنع من سليكات الأوبال 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 صناعة المصابيح الحليبية غير الشفاه.

### 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 مثبتة 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. ويستخدم هذا النوع في الديكورات والمصابيح الملونه وكذلك النظارات الملونه.

**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 نسبياً نظراً لارتفاع درجة لينوته، مقاوم كيميائي عالي جداً (و يتأثر بحامض الهيدروفلوريك) وأخيراً يسمح للاشعاع في المجال UV بأختراقه مما يكسبه 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 المشعة واعداد خامات اليورانيوم في المنشآت النووية.

**8. زجاج الالوميني**

يستخدم في الدرجات الحرارية العالية

**9. زجاج الباريوم**

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

**10. الزجاج المائي**

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