

الزجاج

الاسم : عمر هشام عبد الحميد

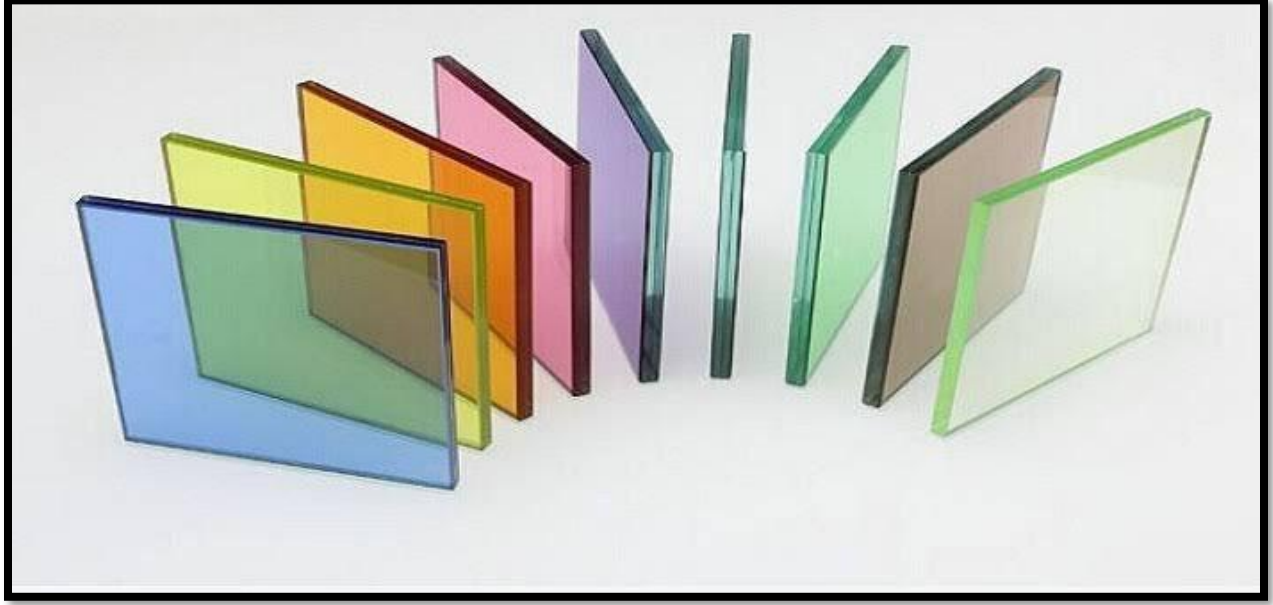
سكشن : 7

الفرقة : اعدادي

كلية : فنون تطبيقية

جامعة : حلوان

الزجاج



الزجاج

هو مادة صلبة لابلورية شفافة، يستخدم في تطبيقات عملية وتكنولوجية وزخرفية واسعة النطاق، منها النوافذ وأدوات المائدة والبصريات. غالبًا ما يتكون الزجاج عن طريق التبريد السريع (السقاية) للشكل المنصهر؛ تتشكل بعض أنواع الزجاج بشكل طبيعي، مثل الزجاج البركاني. أكثر أنواع الزجاج المصنعة شيوعًا والأقدم تاريخيًا هو "زجاج السيليكات" الذي يعتمد في تصنيعه على مركب السيليكا (ثاني أكسيد السيليكون، أو الكوارتز)، المكون الأساسي للرمل. زجاج الصودا-الجير، الذي يحتوي على حوالي 70% سيليكات، يمثل حوالي 90% من الزجاج المصنّع. غالبًا ما يستخدم مصطلح "الزجاج" للإشارة إلى هذا النوع من المواد فقط، على الرغم من أن الزجاج الخالي من السيليكا غالبًا ما يتمتع بخصائص مرغوبة للتطبيقات في تكنولوجيا الاتصالات الحديثة. بعض الأشياء، مثل أكواب الشرب والنظارات، غالبًا ما تصنع من زجاج أساسه السيليكات بحيث يطلق عليها ببساطة اسم المادة.

على الرغم من أن زجاج السيليكات الهش المدفون يبقى لفترات طويلة جدًا، وهناك العديد من الأمثلة على شظايا الزجاج من حضارات مبكرة. تشير الأدلة الأثرية إلى أن صناعة الزجاج تعود إلى ما لا يقل عن 3600 قبل الميلاد في بلاد ما بين النهرين، ومصر وسوريا. كانت أقدم الأجسام الزجاجية المعروفة الخزف، والذي ربما تم الحصول عليه مصادفة أثناء تشغيل المعادن أو إنتاج الفايانس. نظرًا قابلية الزجاج للتشكل في أي شكل، فقد تم استخدام الزجاج تقليديًا في صناعة الأواني، مثل الأوعية، المزهريات، الفناين، البرطمانات وكؤوس الشرب. في أكثر أشكاله صلابة، استخدم الزجاج أيضًا في صناعة ثقلات الورق والرخام. يمكن تلوين الزجاج بإضافة أملاح معدنية أو طباعته مثل الزجاج المطلي بالمينا.

الزجاج

إن خصائص الانكسار والانعكاس والنقل تجعل الزجاج مناسباً لتصنيع العدسات البصرية، المنشورات الضوئية والإلكترونيات الضوئية. تستخدم الألياف الزجاجية في صناعة الألياف البصرية في شبكات الاتصالات، والمواد العازلة للحرارة عند الصقل مثل الصوف الزجاجي لحبس الهواء، أو في اللدائن المدعمة بالألياف الزجاجية.

المواد الأساسية في تصنيع الزجاج

- 1- الرمل أو السيليكا: يشكل حمض السيليكون المادة الأساسية التي يصنع منها الزجاج العادي ونحصل عليه من الرمل ولا يستخدم رمل الكوارتز نظراً للصعوبات وارتفاع كلفة التحضير للصناعة ويشترط في الرمل المستخدم أن يحتوي على نسبة عالية من أكسيد السيليكون تصل إلى 80% وأن تكون نسبة الشوائب قليلة خاصة الملونة مثل مركبات الحديد.
- 2- مركبات الصوديوم حيث يعمل أكسيد الصوديوم على تقليل درجة الانصهار ويساعد في تشكيل الزجاج.
- 3- الكلس والدولوميت: حيث يساعد أكسيد الكالسيوم على تصلب الزجاج.
- 4- الفلدسبار: يستخدم بشكل كبير لوجوده بشكل نقي كما أنه رخيص الثمن وينصهر بسهولة.
- 5- البوراكس: يحتوي على أكسدي الصوديوم والبورون حيث أن هذه المادة تنصهر بشكل جيد وتقلل من معامل تمدد الزجاج. ولذلك نجد أن الزجاج الحاوي نسبة كبيرة من أكسيد البورون لا ينكسر إذا سخن أو برد فجأة.

ثانياً المواد الثانوية

وتتضمن المواد التي تضاف لتحسين نوعية الزجاج كالمواد الملونة ومسرعات الانصهار والشفافية مثل أكسيد الرصاص وأكسيد التيتانيوم وأكسيد الباريوم.

التشكيل من سائل فائق التبريد

للتبريد بالتسقية، إذا كان التبريد سريعاً بدرجة كافية (بالنسبة لوقت التبلور المميز، عندئذ يُمنع التبلور وبدلاً الميل إلى مادة Tg. من ذلك يتجمد التكوين الذري غير المنتظم للمبرد الفائق السائل في الطور الصلبة عند لتشكيل زجاج أثناء التسقية يسمى قدرة تشكيل الزجاج. يمكن التنبؤ بهذه القدرة من خلال نظرية الصلابة. بشكل عام، يوجد الزجاج في الطور شبه المستقر هيكلياً فيما يتعلق بالشكل البلوري، على الرغم من أنه في [ظروف معينة، على سبيل المثال في البوليمرات الترتيبية، لا يوجد نظير بلوري للطور الغير متبلور.

يُعتبر الزجاج أحياناً سائلاً نظراً لافتقاره إلى التحول الطوري من الدرجة الأولى حيث تكون المتغيرات الديناميكية الحرارية مثل الحجم والاعتلاج والمحتوى الحراري متقطعة خلال نطاق التحول. يمكن وصف التحول الزجاجي بأنه مناظر لمرحلة انتقالية من الدرجة الثانية حيث تكون المتغيرات الديناميكية الحرارية المكثفة مثل التمدد الحراري والسعة الحرارية متقطعة، ولكن هذا غير صحيح. لا تنطبق نظرية التوازن للتحولات الطورية على الزجاج، وبالتالي لا يمكن تصنيف التحول الزجاجي كأحد تحولات طور التوازن.

الزجاج

على معدل T_g الكلاسيكي في المواد الصلبة. علاوة على ذلك، فإنه لا يصف اعتماد درجة الحرارة لـ. التسخين، كما هو موجود في قياس المسعرات التفاضلية



الخصائص الفيزيائية

البصرية

يُستخدم الزجاج على نطاق واسع في الأنظمة البصرية نظرًا لقدرته على الانكسار والانعكاس ونقل الضوء بعد البصريات الهندسية. أكثر تطبيقات الزجاج شيوعًا وأقدمها في البصريات هي العدسات والنوافذ والمرايا والمنشورات تعتمد الخصائص البصرية الرئيسية معامل الانكسار والتشتيت والتحول للزجاج بشدة على التركيب الكيميائي، وبدرجة أقل، وتاريخه الحراري. عادةً ما يكون للزجاج البصري معامل انكسار من 1.4 إلى 2.4، ومعامل آبي (الذي يميز التشتت) من 15 إلى 100. يمكن تعديل معامل الانكسار بواسطة مواد مضافة عالية الكثافة (زيادة معامل الانكسار) أو إضافات منخفضة الكثافة (انخفاض معامل الانكسار)

تنتج شفافية الزجاج عن غياب حدود الحبيبات التي تشتت الضوء الانتشاري في المواد عديدة البلورات. قد يحدث شبه تعتيم للتلور في العديد من أنواع الزجاج الأكواب في حالة الاحتفاظ بها لفترة طويلة في درجة حرارة غير كافية لإحداث الاندماج. بهذه الطريقة، تُنتج المادة البلورية الغير مزججة والمعروفة بـ بوسلين زجاج ريومور على الرغم من أنها شفافة بشكل عام للضوء المرئي، إلا أن النظارات قد تكون معتمدة للأطوال موجية ضوئية. في حين أن زجاج السيليكات معتم بشكل عام لموجات الأشعة تحت الحمراء مع قطع انتقال عند 4 ميكرون، فإن زجاج فلوريد والكالوجينيد المعدني الثقيل شفاف لأطوال الأشعة تحت الحمراء الموجية حتى 7 وما يصل إلى 18 ميكرومتر، على التوالي. تؤدي إضافة الأكاسيد المعدنية إلى ظهور زجاج ملون مختلف حيث تمتص الأيونات المعدنية الأطوال الموجية للضوء المقابلة لألوان معينة

في عملية التصنيع، يمكن صب الزجاج وتشكيله وبقته وتشكيله في أشكال تتراوح من الألواح المسطحة إلى الأشكال المعقدة للغاية. يكون المنتج النهائي هش وقابل للانكسار، إلا إذا كان زجاج مصفح أو مقسى لتعزيز المتانة عادةً ما يكون الزجاج خاملاً ومقاوماً للهجوم الكيميائي ويمكنه في الغالب تحمل تأثير المياه، مما يجعله مادة مثالية لتصنيع حاويات المواد الغذائية ومعظم المواد الكيميائية. ومع ذلك، على الرغم من أن

الزجاج

الزجاج عادة ما يكون شديد المقاومة للهجوم الكيميائي، إلا أنه سوف يتآكل أو يذوب في ظل بعض الظروف المواد التي تتكون منها تركيبة زجاجية معينة لها تأثير على مدى سرعة تآكل الزجاج. الزجاج الذي يحتوي على نسبة عالية من العناصر القلوية أو الأرضية القلوية أكثر عرضة للتآكل من تركيبات الزجاج الأخرى.]

تختلف كثافة الزجاج باختلاف التركيب الكيميائي بقيم تتراوح من 2.2 جرام/سم³ (2.200 كغ/سم³) للسيليكا المنصهرة إلى 7.2 جرام/سم³ (7.200 كغ/سم³) للزجاج الصوان الكثيف.[29] الزجاج أقوى من معظم المعادن، مع قوة شد نظرية للزجاج النقي الخالي من العيوب مقدارها 14 جيجاباسكال (2.000.000 رطل/بوصة مربعة) إلى 35 جيجاباسكال (5.100.000 رطل/بوصة مربعة) نظرًا لقدرته على الخضوع لضغط عكسي بدون كسر. ومع ذلك، فإن وجود الخدوش والفقاعات والعيوب المجهرية الأخرى يؤدي إلى نطاق نمذجي من 14 ميغاباسكال (2000 رطل/بوصة مربعة) إلى 175 ميغاباسكال (25400 رطل/بوصة مربعة) في معظم النظارات التجارية يمكن أن تؤدي العديد من العمليات مثل التقوية إلى زيادة قوة الزجاج يمكن إنتاج ألياف زجاجية مرسومة بعناية بقوة تصل إلى 11.5 جيجاباسكال (1.670.000 رطل/بوصة مربعة).

التدفق المزعوم

غالبًا ما يشار إلى ملاحظة أن النوافذ القديمة في بعض الأحيان تكون أكثر سمكًا في الجزء السفلي منها في الجزء العلوي كدليل داعم للرأي القائل بأن الزجاج يتدفق عبر مقياس زمني لقرون، على افتراض أن الزجاج قد أظهر خاصية السائل للتدفق من شكل إلى آخر. هذا الافتراض غير صحيح، فبمجرد تصلب الزجاج، يتوقف الزجاج عن التدفق. كانت النتوءات والتموجات التي لوحظت في الزجاج القديم موجودة بالفعل يوم صنعها؛ عمليات التصنيع المستخدمة في الماضي يتم إنتاج الصفائح ذات الأسطح غير الكاملة والسماكة غير المنتظمة. (أصبحت الألواح الزجاجية شبه المثالية المستخدمة اليوم منشرة فقط في الستينيات).

الزجاج عند العرب



اعتنى العرب في العصور الوسطى بصناعة الزجاج وتطويره، فقد كانت الزخرفة تنفذ بأساليب مختلفة، منها طريقة الضغط على الأواني وهي لا تزال لينة، وكذلك بطريقة الملقاط، أو بطريقة «الإضافة» وهي

الزجاج

تتم بلصق خيوط من الزجاج على جدران الأواني وهي لينة، أو لصق حامل من الزجاج الذي لا زال ليناً، وربما يكون ملوناً، وغيرها من الطرق الأخرى. ومن آثار صناعة الزجاج عند العرب القدامى، هي المجموعات المختلفة من القرن الثاني أو الثالث هجري، التي كانوا يصنعون منه الإبريق الزجاجي المصنوع بالطريقة الرومانية من القرن الثاني الهجري، وهذا القدر المزخرف بطريقة «الإضافة» من الدولة الفاطمية في القرن الخامس الهجري، وهذا إبريق من القرن الثالث الهجري من مصر، وهذه المزهرية من عصر المماليك. وقد زودت فوهتها بخيوط زجاجية ملونة، أما هذه القنينة فلها بدن مصلع ونقذت بال قالب وزخرفت رقبتها بإضافة خيوط زجاجية من القرن الثامن الهجري. وهذا جزء من إناء فاطمي العصر زُخرف بالكتابة الكوفية مع الكائنات المتقابلة من القرن الخامس الهجري، أما هذه القنينة وتلك المكحلة فمن البلور الصخري، وقد زخرفتا بالقطع والشطف في مصر الفاطمية خلال القرن الخامس الهجري. والبلور هو زجاج مضافاً إلى خلطته عناصر ثقيلة مثل الكوبلت ويتميز بكثافة عالية. وهذه بعض المكايل الزجاجية المخصصة للعطور أو السوائل الطبية من القرن الثاني الهجري من عهد الأمويين، كما صنع العرب الموازين والصنّج من الزجاج أيضاً، فهذا ثقل ميزان يوازي رطلاً ويرجع إلى عام 129 للهجرة. وهذا مثقال فلس من العصر الأموي المبكر، أما هذه الصنّج فمن عهد «العزیز بالله» الخليفة الفاطمي، وهذا الثقل من عهد السلطان قايتباي عام 893 للهجرة. كما برع العرب في صنع المشكاوات؛ وذلك لإضاءة المساجد والمنازل وخلافه، منها عدد من المشكاوات المملوكية العصر المموهة بالمينا والمزخرفة بكتابة النسخ وكذلك عليها زخرفة نباتات. وهذه المشكاة باسم السلطان «حسن» وقد موهت بالمينا، وزخرفت بكتابات نسخية قرآنية وزخرفة نباتية فنية. وهذه من عهد السلطان «حسن»، وقد زخرفت فقط بزخارف نباتية دقيقة. وهذه المشكاة باسم الأمير «شاخو» ساقى السلطان المملوكي الناصر "محمد بن قلاوون"، وتضم مع الكتابة النسخية «رنك الكأس» الذي يشير إلى وظيفة الساقى؛ حيث تعتبر «الرنوك الوظيفية» سمة من سمات العصر المملوكي. واستخدم العرب الزجاج في زخرفة النوافذ أيضاً؛ حيث صنعوا الزجاج المعشق في الجص. وتتم هذه الصناعة بعدة مراحل؛ بداية برسم الوحدات الزخرفية على الجص، ثم تبدأ مرحلة التفريغ أي التخريم لهذه الوحدات المراد تعشيقها بالزجاج. وأخيراً تبدأ مرحلة تركيب القطع الزجاجية المختلفة الأحجام والألوان من الخلف وتثبت بالجص السائل. وما زالت هذه الطريقة متوارثة لانتاج لوحات زخرفية متنوعة الأشكال تُشع من الضوء مثل نوافذ العمارات الإسلامية المختلفة. كما استخدمتها الكنائس في مصر أيضاً للتزيين وصناعة النوافذ الملونة. كما استخدم العرب الزجاج في عمل زخارف الفسيفساء؛ مثل الجامع الأموي بدمشق الذي تضم زخارفه مناظر طبيعية بديعة

صناعة الزجاج عند العرب



الزجاج

اعتنى العرب في العصور الوسطى بصناعة الزجاج وطوروها لحاجتهم إلى الأواني الزجاجية التي تستخدم في العطور، والعقاقير، والإنارة، والشرب، وغيرها. وكانت الزخرفة تنفذ بأساليب مختلفة منها طريقة الضغط على الأواني وهي لا تزال لينة، وكذلك بطريقة الملقاط، أو بطريقة «الإضافة» وهي تتم بلصق خيوط من الزجاج على جدران الأواني وهي لينة، أو لصق حامل من الزجاج الذي لا زال ليناً، وربما يكون ملوناً وغير ذلك من الطرق الأخرى.

ولقد صنع العرب القدامى أنواعاً كثيرة من الأواني الزجاجية؛ منها هذه المجموعة المختلفة الأشكال التي ترجع إلى القرن الثاني أو الثالث الهجري. هذه أنية زجاجية ترجع إلى القرن الثالث الهجري، وهذا إبريق الزجاجي المصنوع بالطريقة الرومانية يرجع إلى القرن الثاني الهجري من عصر الدولة العباسية، أما هذا القدر فقد زخرف بطريقة «الإضافة» في مصر الفاطمية خلال القرن الخامس الهجري، وهذا إبريق يرجع إلى القرن الثالث الهجري من الدولة العباسية، كما وصلتنا هذه المزهرية عصر المماليك. وقد زودت فوهتها البديعة الصنع بخيوط زجاجية ملونة، أما هذه القنية فذات بدن مصلع ونفذت بالقالب وزخرفت رقبتها بإضافة خيوط زجاجية وهي من القرن الثامن الهجري.

وهذا جزء من إناء فاطمي العصر، وقد زُخرف بالكتابة الكوفية مع الكائنات المتقابلة ويرجع إلى القرن الخامس الهجري، أما هذه القنية وتلك المكحلة فمن البلور الصخري، وقد زخرفتا بالقطع والشطف في مصر الفاطمية خلال القرن الخامس الهجري. والبلور هو زجاج مضافاً إلى خلطته عناصر ثقيلة مثل الكوبلت ويتميز بكثافة عالية.

وهذه بعض المكايل الزجاجية المخصصة للعطور أو السوائل الطبية من القرن الثاني الهجري من عهد الأمويين، كما صنع العرب المسلمون الموازين والصنّج من الزجاج أيضاً، فهذا ثقل ميزان يوازي رطلاً ويرجع إلى عام 129 للهجرة. وهذا مثقال فلس من العصر الأموي المبكر، أما هذه الصنّج فمن عهد «العزیز بالله» الخليفة الفاطمي، وهذا الثقل من عهد السلطان قايتباي عام 893 للهجرة.

كما برع المسلمون في صنع المشكاوات؛ وذلك لإضاءة المساجد والمنازل وخلافه، منها عدد من المشكاوات المملوكية العصر المموية بالمينا والمزخرفة بكتابة النسخ وكذلك عليها زخرفة نباتات. وهذه المشكاة باسم السلطان «حسن» وقد موهت بالمينا، وزخرفت بكتابات نسخية قرآنية وزخرفة نباتية فنية. وهذه من عهد السلطان «حسن»، وقد زخرفت فقط بزخارف نباتية دقيقة.

أما هذه المشكاة فباسم الأمير «شاخو» ساقى السلطان المملوكي الناصر "محمد بن قلاوون"، وتضم مع الكتابة النسخية الجميلة «رنك الكأس» الذي يشير إلى وظيفة الساقى؛ حيث تعتبر «الرنوك الوظيفية» سمة من سمات العصر المملوكي.

واستخدم العرب الزجاج في زخرفة النوافذ أيضاً؛ حيث برعوا في صناعة الزجاج المعشق في الجص. وتتم هذه الصناعة بعدة مراحل؛ بداية برسم الوحدات الزخرفية على الجص، ثم تبدأ مرحلة التفريغ أي التخریم لهذه الوحدات المراد تعشيقها بالزجاج. وأخيراً تبدأ مرحلة تركيب القطع الزجاجية المختلفة الأحجام والألوان من الخلف وتثبت بالجص السائل.

الزجاج

وما زالت هذه الطريقة المتوارثة تنتج لوحات زخرفية متنوعة الأشكال تُشع من الضوء، ويبدو ذلك جليا في نوافذ العمائر الإسلامية المختلفة. كما استخدمتها الكنائس في مصر أيضا للتزيين وصناعة النوافذ الملونة. كما استخدم العرب الزجاج في عمل زخارف الفسيفساء؛ مثل الجامع الأموي بدمشق الذي تضم زخارفه مناظر طبيعية بديعة، وتعتبر فسيفساء هذا المسجد أقدم نموذج للفسيفساء الزجاجية الإسلامية بعد قبة الصخرة.