

دراسة بعض الخواص العزليه والبصرية للبوليمير SiO_4 النقي وللبوليمير $(\text{SiO}_4 - \text{Fe}^{+3})$ والمطلي بمادة نترات الفضة

زيد عبد الزهرة حسن الشمري
كلية التربية للعلوم الصرفة - قسم الفيزياء - جامعة بابل

(١) القسم النظري :

الزجاج مادة عديمة اللون تصنع أساسا من السليكا المصهور في درجات حرارية عالية مع حامض اليوريك او الفوسفات .والزجاج يوجد في الطبيعة كما يوجد أيضا في المواد البركانية التي تسمى الزجاج البركاني او المواد التي تنشأ من النيازك وليس الزجاج صلبا ولا سائلا وإنما حالة خاصة تظهر فيها جزيئاته بشكل عشوائي ولكن يوجد تماسك كاف لإحداث اتحاد كيميائي بينهما .وعندما يتم تبريد الزجاج يصل حالته الصلبة ولكن بدون تبلور ومع تعريضه للحرارة يتحول إلى زجاج شفاف ولكنه قد يكون غير شفاف او نصف شفافا أيضا ، ويختلف لونه نبعاً لمكوناته فعند إضافة ايون الحديد الثلاثي يعطي الزجاج اللون الأصفر وعند إضافة ثاني اوكسيد المنغنيز فيعطيه اللون الأخضر.

يكون الزجاج المصهور كالدائن بحيث يمكن تشكيله باستعمال عدة تقنيات ومن الممكن تقطيع الزجاج عندما يكون باردا إذ يكون هشاً وينكسر في درجات الحرارة المنخفضة .أن المكونات الاساسية للزجاج هي السليكا المشتقة من الرمل والصوان والكوارتز وتصهر السليكا في درجات حرارة عالية جدا لإنتاج زجاج السليكا المصهور وهناك مركبات قلوية مثل كاربونات الصوديوم وكاربونات البوتاسيوم التي تخلط بنسب مختلفة حيث تقلل من درجة حرارة الصهر ولزوجة السليكا ^(٨،٣) . يعتبر الزجاج موصلاً رديئاً لكل من الحرارة والكهربائية ومن ثم فهو مفيد للعوازل الكهربائية والحرارية وتعد صناعة الزجاج من الصناعات الكيميائية المهمة . هناك أنواع عديدة من الزجاج تقسم حسب الاستعمالات المختلفة:

١- الزجاج المظلل :

هو مسطح شفاف يدخل في مكوناته أصباغ من أجل إكسابه خواص التظليل وامتصاص أشعة الشمس وهذا النوع من الزجاج يقلل من اختراق الشمس إلى المباني ، أن الزجاج الملون جزء مهم في التصميم المعماري والمنظر الخارجي للمباني .

٢- الزجاج المزدوج ذو الطبقتين :

ويسمى بالزجاج العازل وهو طبقتين من الزجاج يفصل بينهما منطقة فارغة مغلقة بإحكام ومن فوائده توفير الشفافية التامة ويقلل الفقد الحراري والذي يؤدي إلى تقليل استهلاك الكهرباء .

٣- الزجاج المقوى :

هو نوع من الزجاج يكون مغطى احد أوجهه جزئياً أو كاملاً بنوع من المعادن يستعمل هذا النوع من الزجاج في العزل الحراري وتغطية الأسقف لان له قدرة التحكم بدخول أشعة الشمس

٤- الزجاج الشمسي :

يستخدم هذا النوع في عملية تصنيع الألواح الشمسية التي تمتص الحرارة وتحولها الى طاقة كهربائية .

٥- البيركس :

وهو مقاوم للحرارة فعند التسخين لا ينكسر لصغر معامل تمدده بسبب احتوائه على نسبة كبيرة من أكسيد البورون وتصنع منه الصحون .
٦- الزجاج الصواني :

يحتوي على نسبة كبيرة من أكسيد الرصاص يستعمل في الأجهزة البصرية وهناك نوع آخر من الزجاج الصواني يحتوي على نسبة من أكسيد البوتاسيوم وهو غير ملون وصافي يستعمل في الأجهزة الكهربائية لأنه رديء التوصيل للكهربائية .
٧- الألياف الزجاجية :

هي خيوط أو ألياف زجاجية تتم صناعتها بإمرار المصهور الزجاجي على شبكة بلايتين مسخنة كهربائياً بشكل مستمر حيث تنتج خيوط زجاجية تلف حول اسطوانة تدور بسرعة وتستعمل هذه المادة الزجاجية كمادة عازلة للحرارة وفي صناعة الملابس الواقية من الحريق .
يمتلك الزجاج خواص مميزة وهي (٧) :

١- الشفافية :
يمتاز الزجاج بشفافية صافية متجانسة تمر من خلاله جميع الأشعة الضوئية من فوق البنفسجية إلى تحت الحمراء كما أن الزجاج له القدرة على عكس وكسر الضوء .
٢- الصلادة :

الزجاج جسم هش سريع التحطم لا يتغير شكله عند الضغط أو الصدمة وتعرف صلابته بأنها قدرته على مقاومة الخدش أو الاحتكاك وتختلف صلابته باختلاف تركيبه حيث تعمل زيادة نسبة السليكا والجير على زيادة صلابته .
٣- مقاومته للمواد الكيميائية :

يقاوم الزجاج بشكل عام المحاليل الكيميائية عدا حامض الفلورديريك والمصهرات القلوية التي تحل الزجاج .
يعرف معامل الانكسار (n) أي وسط بأنه النسبة بين سرعة الضوء في الفراغ (c) وسرعة الضوء في ذلك الوسط (v) أي أن :

$$n=c/v \text{ -----(1)}$$

كما تعتبر الكثافة البصرية لأي وسط شفاف مقياساً لمعامل انكساره ويقال أن الكثافة البصرية كبيرة إذا كان معامل انكساره كبير ، كما يقال أن الكثافة البصرية صغيرة إذا كان معامل انكسار الوسط صغير .
تعرف الزاوية الحرجة بأنها أكبر زاوية سقوط في الوسط الاكثف ضوئياً والتي تقابلها زاوية انكسار قائمة وتطبق قانون سنيل نجد :

$$n_1 \sin \alpha = n_2 \sin \beta \text{ -----(2)}$$

$$n_1 = 1 / \sin \alpha \text{ ----- (3) وان}$$

حيث α تمثل الزاوية الحرجة

تعرف الموجة المستوية بانها الموجة التي تكون ذات اتساعات متساوية في أي نقطة من نقاط مستوي عمودي على اتجاه معين فاذا كان اتجاه الاحداثي (z) مثلا هو الاتجاه المعين بالتعريف فانه يوصف انتشار موجة مستوية أحادية الطول الموجي بالمعادلات الآتية :

$$E(r,t) = E(z) e^{-j\omega t} = E_0 e^{j\omega(z-t)} \text{ ----(4) } \sqrt{\epsilon\mu}$$

$$k E_0 e^{-j\omega(z-t)} = \sqrt{\epsilon\mu} B(r,t) = B(z) e^{-j\omega t} = \sqrt{\epsilon\mu} z-t \text{ -----(5)}$$

معادلة المجال المغناطيسي

$$k = \sqrt{\epsilon\mu} \quad \text{و} \quad z=r$$

إذا فرضنا أن

حيث r متجه وحدة و k متجه الانتشار

وبدلالة متجه الانتشار فان معادلة الموجة المستوية التي تنتقل في k تكتب بالشكل الآتي :

$$E(r,t) = E e^{j(k \cdot r - \omega t)} \text{ -----(6)}$$

$$B(r,t) = \frac{1}{\omega} k E_0 e^{j(k \cdot r - \omega t)} \text{ -----(7)}$$

لتمثيل سرعة انتشار موجة مستوية أحادية الطول الموجي بالسرعة التي تتحرك بها مستويات ذات طور ثابت. والطور الثابت يعني :

$$k \cdot r - \omega t = \text{constant}$$

فإذا أستعويض عن الكمية k.r بالكمية k ξ حيث أن ξ يمثل مسقط المتجه r باتجاه k فان المعادلة السابقة تصبح :

$$K\xi - \omega t = \text{constant}$$

وبتفاضل المعادلة السابقة بالنسبة للزمن ينتج :

$$v_p = \frac{d\xi}{dt} = \frac{\omega}{k} = \frac{1}{\sqrt{\epsilon\mu}} \text{ -----(8)}$$

لسرعة سطوح ذات طور ثابت وفي حالة الفضاء الطليق

$$c = \frac{1}{\sqrt{\epsilon_0 \mu_0}} \text{-----(9)}$$

حيث ϵ_0 تمثل السماحية الفراغية ومقدارها $(8.85 \times 10^{-12} \text{ C}^2/\text{N.m}^2)$ و μ_0 تمثل النفوذية النسبية ومقدارها $(4\pi \times 10^{-7} \text{ N/m}^2)$ وبهذا تكون المعادلة (٨) بشكلها العام :

$$V_p = \frac{c}{\sqrt{kek_m}} \text{-----(10)}$$

$$c = \frac{1}{\sqrt{\epsilon_0 \mu_0}} = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$$

أن هذه النتيجة هي المتوقعة لان الضوء نوع من الشعاع الكهرومغناطيسي .
 أن الكميتان k_e و k_m في المعادلة (10) يمثلان ثابت العزل الكهربائي ومعامل النفوذية النسبية للوسط المادي على الترتيب .
 أن السلوك الكهربائي للمادة يحدد كلياً أما بالسماحية ϵ أو بقابلية التكهرب وعلى أية حال فإنه من الأفضل أن نأخذ كمية لاوحدة لها هي (معامل العزل) أو ما يسمى بثابت العزل ويرمز له بالرمز (k_e) ويعرف وفق العلاقة :

$$\epsilon = K_e \epsilon_0 \text{-----(11)}$$

فإذا كان المجال الكهربائي المسلط على العازل شديداً فإنه سيعمل على سحب الإلكترونات بصورة تامة خارج الجزيئات وعند ذلك تصبح المادة موصلة وأقصى قيمة للمجال الكهربائي الذي يستطيع عازل أن يتحملة دون أن يحدث فيه انهيار كهربائي يدعى (شدة العزل) ويرمز له بالرمز (E_{max}) . أن العلاقة التي تربط ثابت العزل الكهربائي (k_e) بمعامل انكسار الوسط (n) والتي وردت سابقاً هي :

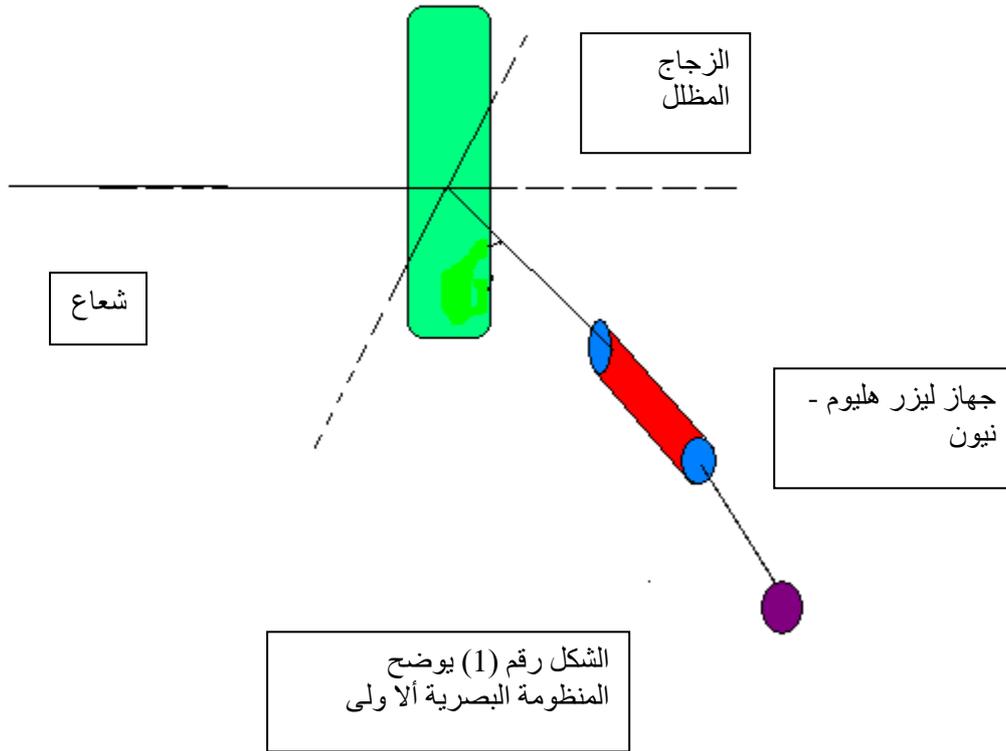
$$n = \sqrt{kek_m} \text{-----(12)}$$

أن المقدار (k_m) يمثل معامل النفوذية النسبية للوسط المادي ولقد أوضحت أكثر المصادر والمراجع أن هذا المقدار يكون قريباً من المقدار (1) لمعظم الأوساط الشفافة.

٢- القسم العملي:

- لدراسة الخصائص العزليه لألواح الزجاج الشفاف والمظلل بمادة ايون الحديد الثلاثي (Fe^{+3}) عمليا نتبع الخطوات التالية :
- باستعمال جهاز ليزر هليوم - نيون ذات طول موجي (623.8) نانومتر وبواسطة المنقله نعمل على قياس الزاوية الحرجة لهذه الألواح الزجاجيه

كما في الشكل رقم (1) أدناه :



* باستخراج قيم الزاوية الحرجة نطبق العلاقة أدناه لاجاد معامل الانكسار

$$n = 1/\sin \alpha$$

α هي الزاوية الحرجة
نضع القراءات المستخرجة أعلاه في جدول كما يلي :

البوليمير	n معامل الانكسار
SiO ₄	1.562
SiO ₄ - Fe ⁺³	1.824
مطلي بنترات الفضة SiO ₄ -Fe ⁺³	2.642

جدول رقم (1)

باستخراج قيم معامل الانكسار نعمل على إيجاد قيم ثابت العزل الكهربائي لهذه الألواح للبوليميرات الثلاثة باستخدام العلاقة التالية :

$$n = \sqrt{kek m}$$

بأخذنا القراءات في الفقرة السابقة نثبتها في جدول كما يلي :

جدول رقم (٢)

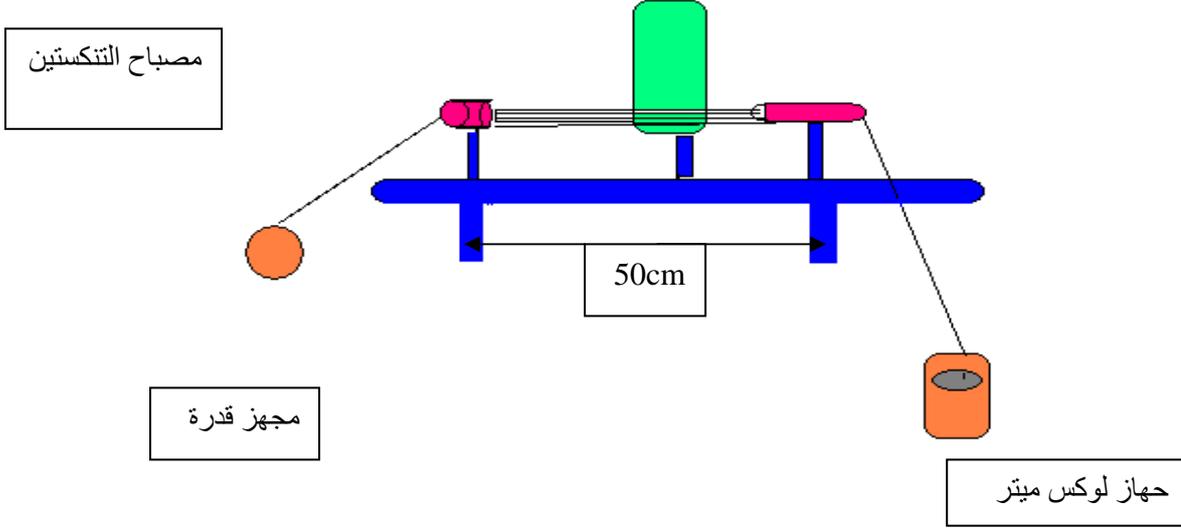
البوليمير	Ke ثابت العزل الكهربائي
SiO ₄	2.43
SiO ₄ - Fe ⁺³	3.32
مطلي بنترات الفضة SiO ₄ -Fe ⁺³	6.98

ولإيجاد قيم معامل الامتصاص وعلاقتها بالشدة النافذة نعمل على تصميم منظومة بصرية تحدد العوامل التالية :

* بعد المصدر المضيء وهي المسافة بين المصدر ولوح الزجاج حيث احتسبت 50cm

* قدرة أناره المصدر المضيء وقيمتها 40 watt

* سمك ألواح الزجاج المستعمل وقيمته 3mm
نعمل على تثبيت المنظومة البصرية كما في الشكل رقم (2) أدناه :



الشكل رقم (2) يوضح المنظومة البصرية الثانية

باستخدام معادلة بير لامبرت (1) :

$$I = I_0 e^{-\alpha x}$$

حيث أن العامل I يشير إلى الأشعة النافذة والتي سجلت بواسطة جهاز اللوكس ميتر

العامل I_0 يشير إلى شدة الأشعة الضوئية الساقطة حيث أخذت قبل وضع الزجاج

العامل α يشير إلى ثابت هو معامل الامتصاص للزجاج

العامل x يشير إلى سمك الزجاج

باستخدام المعادلة أعلاه وبتثبيت الاجهزه كما في الشكل رقم (2) نعمل على اخذ القراءات لكل نوع من الزجاج وكما في الجدول رقم (3) :

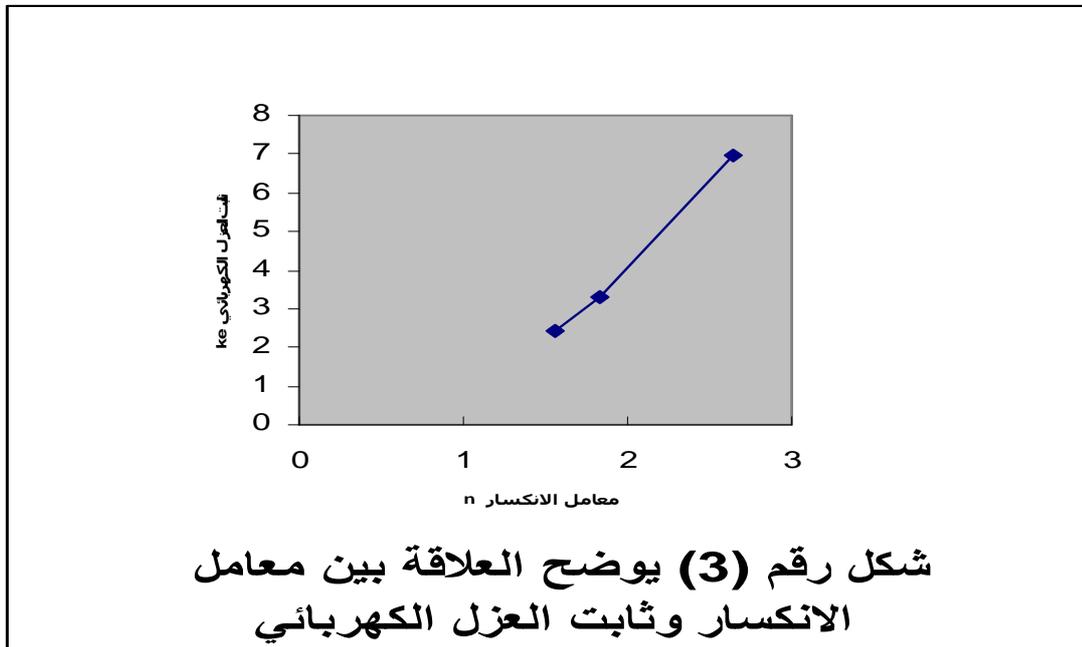
الشدة الاصلية I_0 Lux	البوليمير	الشدة النافذة I Lux	معامل الامتصاص αm^{-1}
140	SiO ₄	130	24
140	SiO ₄ -Fe ⁺³	90	147
140	SiO ₄ -Fe ⁺³ مطلي بنترات الفضة	30	520

جدول رقم (3)

٣- النتائج ومناقشتها:

أولا :دراسة الخصائص العزلية للزجاج الشفاف والمظلل بمادة أيون الحديد الثلاثي Fe⁺³

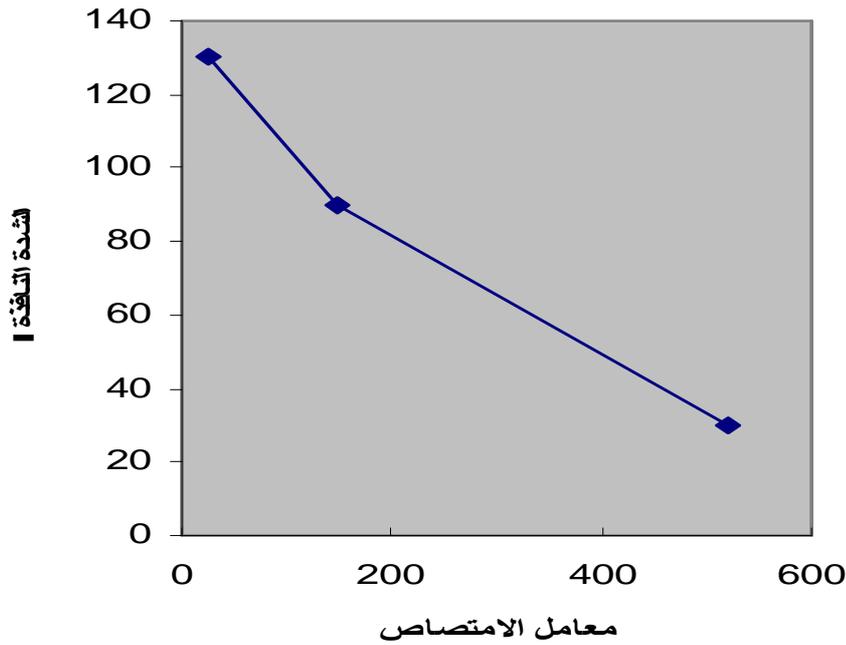
لدراسة الخصائص العزلية لهذه الأنواع من الزجاج نأخذ بنظر الاعتبار شكل العلاقة البيانية بين معامل الانكسار وثابت العزل الكهربائي بعد أن تعرفنا سابقا على الصيغة الرياضية في المعادلة رقم (12). أن العلاقة البيانية موضحة في الشكل أدناه :



نستدل من الشكل أعلاه أن الزجاج يتغير ثابت العزل الكهربائي له بتغير واختلاف التركيب الكيميائي كما يجب أن لا يستدل من ذلك أن هذه المواد غير خطية ومن أمثلة الزجاج البلورات والمواد الصلبة غير المتبلورة كالمطاط والخشب أن هذه المواد يطلق عليها اسم العوازل الخطية وهي تعد من المواد متساوية الاتجاه كهربائياً .
أن اختلاف معامل الانكسار للزجاج بسبب التركيب الكيميائي وألا خير سبب اختلاف في مقدار ثابت العزل الكهربائي .

ثانياً : دراسة بعض الخصائص البصرية للزجاج الشفاف والمظلل بمادة أيون الحديد الثلاثي Fe^{+3} .

لدراسة الخصائص البصرية و باستفادة من الجدول رقم (3) الذي يوضح مجمل قيم معامل الامتصاص وقيم الشدة النافذة وتحليلها بيانياً كما في الشكل رقم (4) المبين أدناه :



شكل رقم (4) يوضح العلاقة بين معامل الامتصاص والشدة النافذة

أن الاختلاف في التركيب الكيميائي للزجاج سبب اختلاف مبين في الشكل أعلاه لكل من معامل الامتصاص ومقدار الشدة النافذة ومعامل الانكسار حيث وجدت الخصائص التالية :

• أن الزجاج الشفاف يمتلك الخصائص التالية
أثبتت القراءات أنه يمتلك اقل معامل انكسار وذلك بسبب عدم احتوائه على التراكيب الكيميائية للصبغات وكذلك يمتلك اقل معامل امتصاص ولنفس السبب السابق بينما امتلك اكبر قيمة لشدة الأشعة النافذة وهنا لا بد أن نذكر أن الزجاج يمرر معظم الأشعة الضوئية باستثناء الأشعة تحت الحمراء حيث يعمل على امتصاصها .

• أن الزجاج المظلل يمتلك الخصائص التالية :
لقد أوضحت القراءات أن كل من الزجاج المظلل والمظلل المطلي يمتلك خواص كبر معامل الامتصاص ومعامل الانكسار بسبب احتوائه على الصبغات الكيميائية المتمثلة بأيون الحديد الثلاثي والذي يعطيه اللون الغامق الأصفر كما تعمل هذه الصبغات على امتصاص معظم الشدة الضوئية مما تسبب نقصان في شدة الأشعة النافذة ولذلك يفضل هذا النوع من الزجاج في تزيين واجهات الأبنية لسببين هما أولاً لغرض التزيين وثانياً لتقليل من فقدان الحرارة واستهلاك الطاقة الكهربائية خصوصاً أيام الصيف في وطننا العربي حيث يمتد بأشهره أكثر من الدول الأوروبية وأمريكا وشرق آسيا .