الكيماوي بلال عبد الوهاب الرفاعي ***Chem. Bilal A. Al-rifaii***

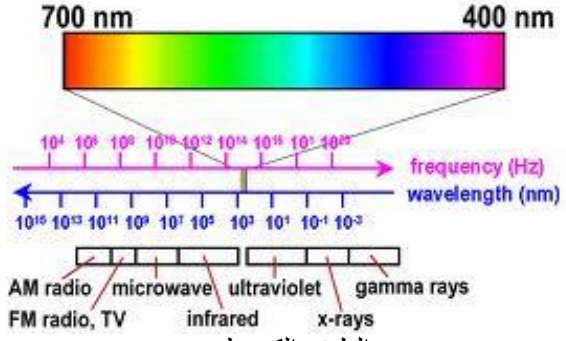
مستشار في الاتحاد العربي للصناعات النسيجية - مدرب التقنيات الصباغية في غرفتي صناعة دمشق وحلب

دمشق: هاتف: ٠١١ ٣٤٤٠٥٣٨ ، حلب: ٠٢١ ٢٢٦٢١٣٩ ، جوال: ٠٩٤٤ ٥٨٤٣١٦ - *b.rifatex@hotmail.com*

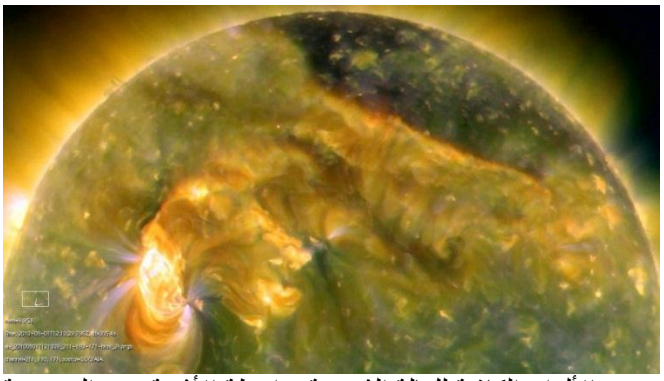
الأشعة فوق البنفسجية
Ultra Violet

الأشعة فوق البنفسجية: موجات كهرطيسية أقصر طولاً من أمواج الأشعة المرئية، وأطول من الأشعة السينية، وسميت بفوق البنفسجية لأنها الأقصر بين ألوان الطيف، إذ تتراوح أطوال أمواجها ما بين ١٠-٤٠٠ نانومتر، وتتراوح طاقتها ما بين ٣-١٢٤ الكترون ڤولت.

تتواجد الأشعة فوق البنفسجية في أشعة الشمس، ويمكننا توليدها بالقوس الكهربائي أو الضوء الأسود، وبما أنها أشعة مؤينة " أي أن الكتروناتها منفصلة عن ذراتها " فيمكنها أن تتسبب بسلاسل من التفاعلات الكيميائية النافعة والضارة على السواء، وتجعل العديد من المركبات بحالتها المفلورة.



الطيف الكهرطيسي



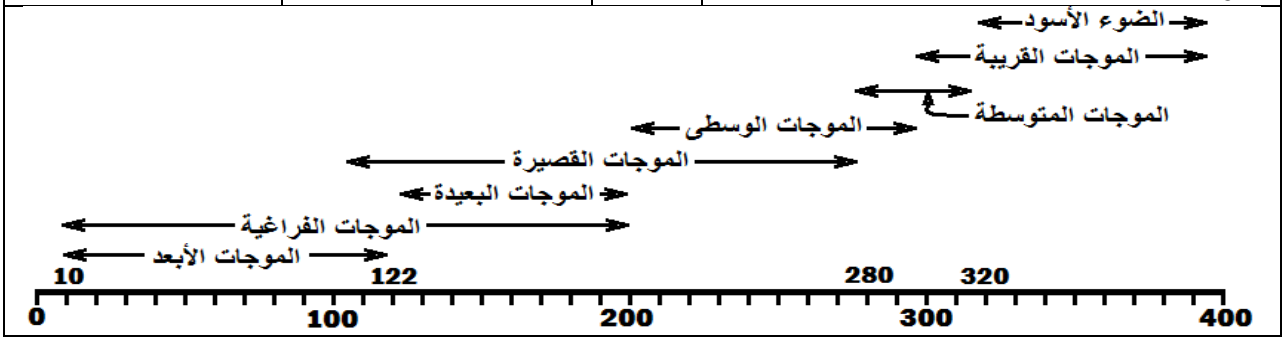
صور الألوان الكاذبة للهالة الشمسية بواسطة الأشعة فوق البنفسجية من مرصد للأشعة فوق البنفسجية

اكتشاف الأشعة فوق البنفسجية: ارتبط اكتشاف الأشعة فوق البنفسجية بحادثة اسوداد أملاح الفضة بعد تعرضها لضوء الشمس، فقد لاحظ العالم الألماني جون فيلهلم رايتر *Johann Wilhelm Ritter* أن أشعة غير مرئية، طول موجتها أقصر من اللون البنفسجي وتقع في نهاية الطيف المرئي هي التي تزيد من دكانة لون ورق الفضة المشبع بالكلوريد فأسماها " الأشعة المؤكسدة " ليميزها " الأشعة الحارة " الواقعة بالطرف الآخر من الطيف، ثم اعتُمِد اسم " الأشعة الكيميائية " بعد فترة وجيزة، ودام اعتماد هذا الاسم طوال القرن التاسع عشر، ليحل محلهما تعبيرا الأشعة فوق البنفسجية والأشعة تحت الحمراء، واكتشف الفيزيائي الألماني ڤيكتور شومان عام ١٨٩٣ أشعة يمتصها الهواء بشدة، ويقع طولها إلى ما دون ٢٠٠ نانومتر فأطلق عليها مصطلح الأشعة الفراغية.

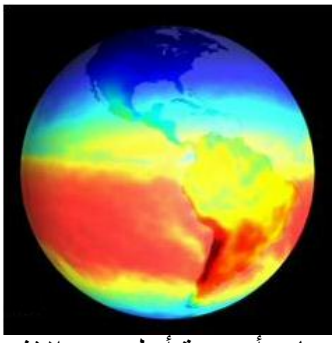
أنواع الأشعة فوق البنفسجية: تقسم الأشعة فوق البنفسجية إلى عدة موجات متداخلة مع بعضها البعض كما في الجدول (١) بحسب مشروع معيار ايزو (*ISO-DIS-21348*) في تحديد الإشعاعية الشمسية:

الجدول (١)

أنواع موجات الأشعة فوق البنفسجية بحسب مشروع معيار ايزو (*ISO-DIS-21348*)			
اسم الموجة		طول الموجة " نانومتر"	طاقة كل شحنة فوتون
الأشعة فوق البنفسجية الطويلة أو الضوء الأسود	*UVA*	*320-400*	*3.10-3.94 eV*
الموجات القريبة	*NUV*	*300-400*	*3.10-4.13 eV*
الموجات المتوسطة أو موجة *B*	*UVB*	*280-320*	*3.94-4.43 eV*
الموجات الوسطى	*MUV*	*200-300*	*4.13-6.20 eV*
الموجات القصيرة أو موجة *C*	*UVC*	*100-280*	*4.43-12.4 eV*
الموجات البعيدة *Far*	*FUV*	*122-200*	*6.20-10.2 eV*
الموجات الفراغية *Vacuum*	*VUV*	*10-200*	*6.20-124 eV*
الموجات الأبعد *Extreme*	*EUV*	*10-121*	*10.2-124 eV*



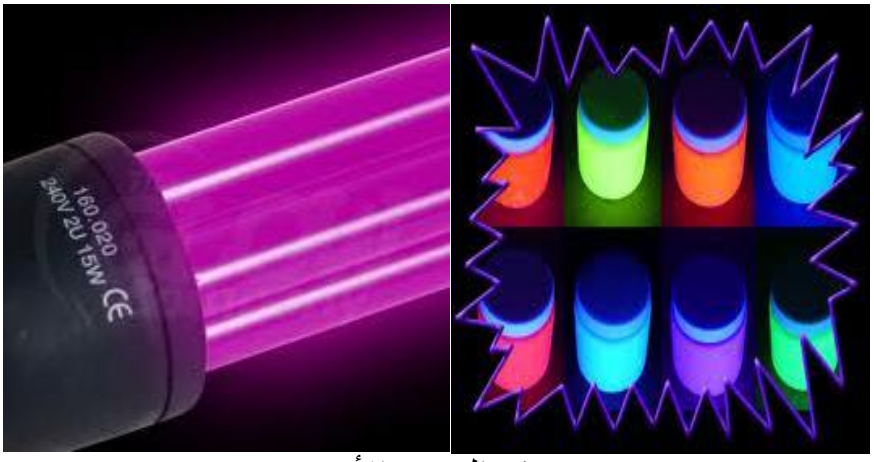
تستخدم الأشعة فوق البنفسجية العميقة (*DUV* أو *Deep UV*) بتقنية الطباعة الحجرية *Photolithography* أو الليزر، والتي تقع في طول موجي دون ٣٠٠ نانومتر، وسميت بالأشعة الفراغية لامتصاص الهواء الشديد لها ما يستوجب أن يتم استخدامها بالفراغ فقط ضمن النطاق الموجي ما بين ١٥٠-٢٠٠ نانومتر، إذ يمتص الأكسجين تلك الأطوال الموجية، لذا يتم تطبيق العمليات الصناعية التي تحتاج لهذه التقنية في جوٍ خالٍ تماماً من الأكسجين، ويستخدم النتروجين النقي تداركاً للحاجة لغرفٍ فراغية.



الأحمر: دليل مستويات أرضية أعلى من الإشعاع فوق البنفسجي

الضوء الأسود: يصدر الضوء الأسود أو إنارة وود (نسبة للعالم روبرت وليامز وود) أشعة فوق بنفسجية طويلة مع بعض الضوء المرئي، وتعرف باسم الأشعة فوق البنفسجية الطويلة (*UV light*)، وتتم الإضاءة الفلورية السوداء بنفس طريقة الإضاءة الفلورية العادية عدا عن كونها تستخدم الفوسفور فقط، مع استبدال الغطاء الزجاجي بغطاء زجاجي بلون بنفسجي مزرق غامق يسمى زجاج وود، وهو عبارة عن زجاج مغطى بأكسيد النيكل ليمنع أي نفوذٍ للضوء المرئي الأطول من ٤٠٠ نانومتر، ولهذه المصابيح تسميات تجارية متعددة، منها: ضوء أسود مزرق (*Black Light Blue: BLB*) لتمييزها عن مصابيح الأجهزة الصائدة للحشرات (*Bug Zapper Black light: BL*) التي لا تحتوي على لون زجاج وود الأزرق. وإما أن يكون الفوسفور المستخدم على الموجة القريبة (٣٦٨-٣٧١) نانومتر رباعي فلور بورات السترونسيوم المغلف باليوروبيوم ($SrB_4O_7F: Eu_2+$) أو بورات السترونسيوم ($SrB_4O_7: Eu_2+$)، بينما يستخدم الفوسفور لإنتاج إضاءة أعلى من ٣٥٠-٣٥٣ نانومتر على شكل سيليكات الباريوم المغلفة بالرصاص ($BaSi_2O_5: Pb+$)، أما الطول الموجي لمصابيح الضوء الأسود الزرقاء فتبلغ ٣٦٥ نانومتر.

يعطي الضوء الأسود إنارة ضمن نطاق الأمواج فوق البنفسجية، ويقتصر طيفها في مجال الأمواج الطويلة (*UVA*)، على العكس من أمواج (*UVC & UVB*) اللذان يؤثران سلباً على الصحة العامة بتدميرهما مادة الـ *DNA* لتتسببا بالسرطان، في حين أن للضوء الأسود طاقة محدودة بسبب طول أمواجه، بالتالي فإنه لا يتسبب بحروق الشمس، ولكنه يضر بالكولاجين ويدمر خلايا فيتامين *A* الموجود في الجلد.



مصباح الضوء الأسود

ويمكن إنتاج الضوء الأسود باستبدال الزجاج الشفاف بزجاج وود كغطاء للمصباح العادي، ويعتبر هذا المصدر أول مصدر لإنتاج الضوء الأسود، وإن كان البديل الرخيص للفلورسنت، لكنها طريقة غير فعالة للوصول لإنارة فوق بنفسجية (أقل من ٠١% من الطاقة الداخلة) بسبب طبيعة الجسم الأسود في ضوء المصباح العادي، وقد تكون خطرة الاستخدام بسبب ارتفاع حرارتها، ومن النادر الوصول لمصابيح من بخار الزئبق العالية الطاقة (مئات الواطات) استخدام الأشعة فوق البنفسجية بانبعاث الفوسفور بعد تغليفها بزجاج وود، وتستخدم هذه المصابيح بصورةٍ رئيسة لشاشات عرض المسارح والحفلات الموسيقية، ولكنها تنشر حرارة عالية جداً أثناء استخدامها.

تصمم بعض مصابيح الفلورسنت فوق البنفسجية بصورة تنجذب إليها الحشرات، وتستخدم ذات الفوسفور المستخدم للموجة القريبة في المصابيح السوداء، ولكنها تستخدم زجاجاً شفافاً بدلاً عن زجاج وود الغالي الثمن، فالزجاج الشفاف أقل منعاً لانبعاثات طيف الزئبق المرئية، ما يجعل لونه أزرق للعين المجردة، ويرمز لتلك المصابيح بالضوء الأسود (*Black Light: BL*) بحسب كتالوكات الإنارة. ويمكننا توليد إضاءة فوق بنفسجية بوساطة صمام ثنائي باعث للضوء.

المصادر الطبيعية: تنبعث الأشعة فوق البنفسجية من الشمس على شكل حزم موجات طويلة ومتوسطة وقصيرة، ويصل منها إلى الأرض ٩٩% من الحزمة الطويلة *UVA* بسبب امتصاص طبقة الأوزون، ومن الضروري أن نذكر هنا بمسؤولية الموجات المتوسطة والقصيرة عن تشكل طبقة الأوزون.

يكون الزجاج الطبيعي شفافاً بشكلٍ جزئي للموجة الطويلة من فوق البنفسجية، ولكنه عاتم بالنسبة للموجات الأقصر، وللسيليكا والكوارتز المشوبين خاصية الشفافية حتى للموجات الفراغية بحسب جودتها، ويمكن لزجاج النوافذ العادي تمرير ما يقارب ٩٠% من الضوء ذي الطول الموجي أطول من ٣٥٠ نانومتر، لكنه يمنع حوالي ٩٠% من الضوء ذي الطول الموجي دون ٣٠٠ نانومتر.

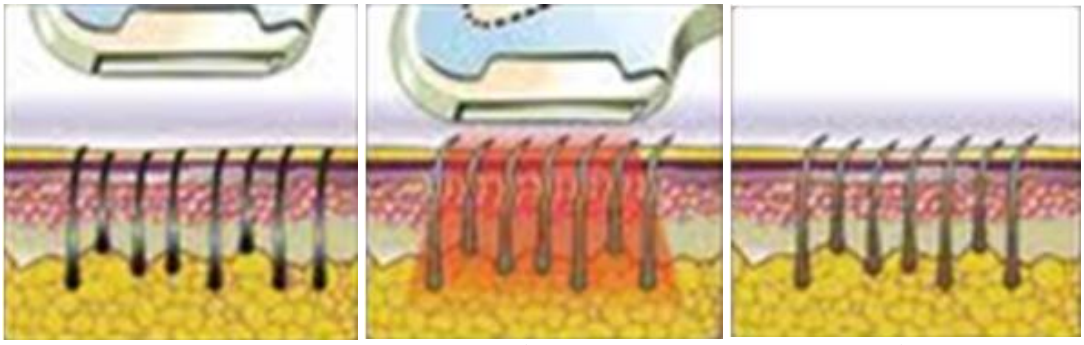
تبدأ الموجة الفراغية من ٢٠٠ نانومتر، وسميت بهذا الاسم لأن الهواء العادي يمنع مرور الموجات ذات الطول دون ٢٠٠ نانومتر بسبب شدة امتصاص الأكسجين له.

في حين يكون النتروجين النقي شفافاً للموجات بين ١٥٠-٢٠٠ نانومتر، وهذه الميزة مهمة جداً صناعياً لأن عمليات توصيل أشباه الموصلات تستخدم ترددات بطول موجي دون ٢٠٠ نانومتر، وبجوٍ خالٍ من الأكسجين، ما يوجب تجهيز معدات العمل على احتمال اختلاف الضغط المطلوب للعمل في الفراغ، وتعقم بعض الأجهزة العلمية التي تعمل في هذا المجال الطيفي مثل مطياف حلقة ثنائية اللون *Circular Dichroism Spectrometer* بالنتروجين.

الأشعة الفوق بنفسجية القصوى *Extreme UV*: وهي الموجات الأطول من ٣٠ نانومتر، والتي تتفاعل كيميائياً مع الإلكترونات التكافؤية في المدارات الخارجية، في حين تتفاعل الموجات الأقصر منها مع إلكترونات المدارات الداخلية ومع النواة، وتحدد نهاية الطول الطيفي للأشعة الفوق البنفسجية العظمى *EUV/XUV* بواسطة الخط الطيفي المرتفع للهليوم He^+ عند الطول ٣٠,٤ نانومتر، وتمتص معظم المواد المعروفة هذه الأشعة، ويمكننا إنتاج أجهزة بصرية متعددة الطبقات لها قدرة على عكس ٥٠% من إشعاعات تلك الموجات فوق البنفسجية القصوى على زاوية سقوط عادية، وطبقت هذه التقنية في التصوير الشمسي بالتلسكوبات خلال التسعينات، ونجدها في صواريخ الرصد الشمسي، وفي الطباعة على الرقائق السيليكونية لتنفيذ الدارات الكهربائية.

تأثير الإشعاع فوق البنفسجي على الصحة البشرية: يساعد التعرض للموجات المتوسطة من الإشعاع فوق البنفسجي *UVB* على إنتاج ڤيتامين *D* في الجلد، وتشير التقديرات لوفاة الآلاف سنوياً بسبب نقصه في الجسم، كما يسبب نقصه مرض لين العظام أو الكساح عند الكبار ما يؤدي لضعف العظام وسهولة كسرها، ويمكننا الحصول عليه عادة من نظام تغذيتنا أو التعرض للشمس لأوقات محددة. لذلك تلجأ بعض الدول لتحصين نظامها الغذائي بفيتامين *D* للابتعاد قدر الإمكان عن التعرض للشمس خوفاً من أثارها المسرطنة.

الجماليات: يسبب نقص التعرض للموجة المتوسطة *UVB* نقصاً في ڤيتامين *D*، وتؤدي زيادة التعرض لضرر في الحمض النووي وحروقٍ في الجلد، ويحدد الجسم بحسب لون البشرة الكمية المناسبة من جرعة التعرض للموجة المتوسطة ما يحد من الأثر السيء على الحمض النووي، ويصلح الخلل الناجم عن نقصها، ما يؤدي لازدياد إنتاج أصبغة الميلانين السوداء وازدياد سواد البشرة لمدة قد تصل إلى يومين بعد التعرض للإشعاع، ولكنها أقل ضرراً وتبقى لمدة أطول باستخدام الإشعاعات فوق البنفسجية الطويلة *UVA*، كما تغني بعض الكريمات التجارية عن التعرض للأشعة فوق البنفسجية.

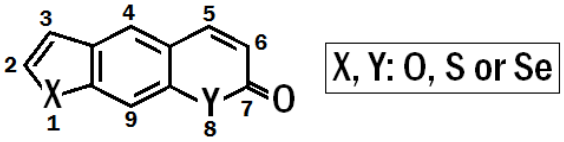


بعد خلال قبل

صبغة الميلانين هي المكون الذي يقوم بامتصاص الأشعة في بصيلة الشعر

التطبيقات الطبية للأشعة فوق البنفسجية: يتم الاعتماد على الأشعة فوق البنفسجية لمعالجة بعض الأمراض الجلدية كحالات البهاق والصدفية، بالاعتماد على الإشعاعات فوق البنفسجية الطويلة *UVA* مع دواء السورالين الموضعي *Psoralene* لاصطناع علاج بوڤا *PUVA treatment*، أما المتوسطة فنادراً ما يتم الاعتماد عليها.

PUVA treatment



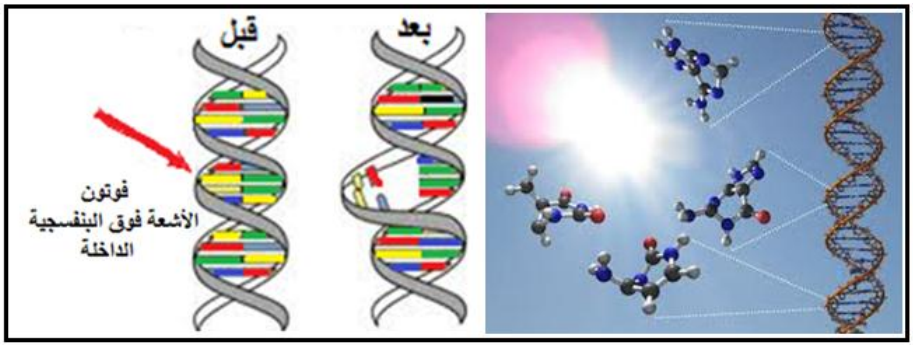
Psoralene

مضار التعرض للأشعة فوق البنفسجية: قد يسبب التعرض لفتراتٍ طويلة للشمس وأشعتها فوق البنفسجية المتوسطة *UVB* حروقاً شمسية وبعض أشكال السرطان، ولتأثيراتٍ صحية خطيرة ومزمنة بالجلد والعينين وجهاز المناعي في الجسم، وأخطرهم مرض ميلامينا السرطاني والذي ينجم عن تضرر غير مباشر للحمض النووي (جذور حرة وعوامل أكسدة)، ويمكن أن نرى ذلك من خلال علامة التغير للأشعة فوق البنفسجية في ٩٢% من ورم الميلامينا.

إشعاع *UVC* هو الأعلى طاقة من بين نظرائه من الأشعة فوق البنفسجية والأخطر أيضاً، ولحسن الحظ أنه يصفى عند غلاف الأرض الجوي، ومع ذلك فإن استخدامه يشكل خطراً إن تم تشغيل المصباح خارج حوض وحدة التعقيم الخاصة بأحواض السباحة.

التأثير على الجلد: يعتبر التعرض للأشعة فوق البنفسجية الشمسية بيئياً عامل مسرطن، إذ يتسبب بالتهاباتٍ جلدية ولفحات شمسية وإضعاف الجهاز المناعي للجسم *Matsumura and Ananthaswamy*، ويمكن للإشعاعات الفوق بنفسجية الطويلة *UVA* والمتوسطة *UVB* والقصير *UVC* أن يدمر ألياف بروتين الكولاجين وبالتالي تسريع شيخوخة الجلد، ويمكن للأشعة الطويلة والمتوسطة تحطيم ڤيتامين *A* الموجود في الجلد.

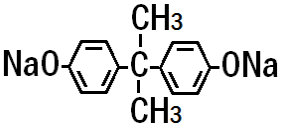
يخرب الإشعاع فوق البنفسجي الـ *DNA* للخلايا الحية بعدة طرق، وأكثر ما يجري إعادة تشكيل روابط قاعدة البيانات الثايمين إلى ثنائي الثايميدين ما يسبب انتفاخ بالسلم الوظيفي:



نبدأ بالموجة الطويلة *UVA*، فقد كان ينظر إليها سابقاً على أنها الأقل خطورة، وثبت حالياً أنها تعجل سرطان الجلد بتخريبها الـ *DNA*، إذ تنتشر نحو العمق دون أن تسبب حروقاً أو احمراراً للجلد، ولا يمكننا الكشف عنها طبياً، ويمكن للواقي الشمسي *Sunscreen* أن يعترضها واعتراض الموجة المتوسطة *UVB* معها، وتقوم آلية تخريب الأشعة الطويلة على توليد وسط كيميائي فعال من جذور الهيدروكسيل والأكسجين التي تحطم الحمض النووي، وعزا بعض العلماء إصابة مستخدمي الواقيات الشمسية بالسرطان لعدم وجود مرشحات لتلك الأمواج في الواقيات.

أما الموجة المتوسطة *UVB* فتسبب سرطان الجلد وتدمر خلايا الكولاجين ولكن بوتيرة أبطأ من أشعة *UVA* من خلال التخريب المباشر للحمض النووي، فالإشعاع يهيج جزيئات الحمض النووي في خلايا الجلد، مسببة بروابط تساهمية شاذة تتشكل ما بين قواعد السيتوزين ومنتجة وحدات ثنائية، فعندما يأتي دنا بوليميريز ليزيد من فتل هذا الجزء من الـ *DNA* لتقرأ الوحدة الثانية بـ *AA* بدلاً عن القراءة الأصلية *CC* مسبباً إعادة تشكيل روابط قاعدة البيانات الثايمين إلى ثنائي الثايمدين ما يشوه شكل لولب الـ *DNA* ويوقف التناسخ ويظهر الفجوات ويمنع الاندماج، وقد تظهر الطفرة الجينية ما يسبب النمو السرطاني، ويمكن ملاحظة هذه الطفرة باختبار زراعة البكتريا، ويعتبر هذا الرابط السرطاني من الأسباب التي تدعو للاهتمام حول ظهور ثقب الأوزون، ويميل الجسم للاسمرار عند تعرضه لحدودٍ معينة من إشعاع *UVA* (بحسب نوع الجلد) وتصبح الصبغة البنية قاتمة، بينما يحدث *UVB* إنتاج جديد، ويوقف هذا الاسمرار الأشعة فوق البنفسجية ويحد من التخرب الشديد لأنسجة الجلد الضعيفة، وتستعمل بعض مستحضرات التجميل لحماية الجلد من أشعة الـ *UVB*، وظهرت حديثاً مركبات تحتوي ثنائي أكسيد التيتانيوم يمكنها مقاومة الأشعة الطويلة للأشعة فوق البنفسجية *UVA*، وهناك مستحضرات طبيعية وأعشاب للحماية من الأشعة الفوق بنفسجية وتسمى باللاتيني *Phlebodium Aureum*.

العين: يشكل ازدياد كثافة الموجة المتوسطة *UVB* خطورة على العين، إذ يسبب ماء العين، ومن الأفضل استعمال النظارات لتغطية العين بالكامل للمعرضين للإشعاع فوق البنفسجي، وبخاصة من الموجات القصيرة *UVC*، وأكثر من يتعرض لها متسلقي الجبال بسبب ضعف الغلاف الجوي في المرتفعات من جهة، وانعكاس الثلوج لها من جهةٍ ثانية، وتحمي نظارات العين الزجاجية حماية بسيطة، وللعدسات البلاستيكية قدرة أكبر على الحماية من الزجاجية، لأن للزجاج قدرة على تمرير أشعة *UVA* فقط حين أن للبلاستيك الاكريليكي خاصية تمرير أضعف، ويتميز بلاستيك البولي كربونات بمنعه مرور جميع الأشعة فوق البنفسجية.



البولي كربونات

نظارات من البولي كربونات

تأثيرات أخرى للإشعاعات فوق البنفسجية: تتحلل بعض المنتجات البلاستيكية بتأثير الأشعة فوق البنفسجية، وما يضطرنا لبعض الإضافات لحمايتها من تأثيرها، كالمواد الحاوية على اللدائن الحرارية مثل البولي بروبيلين والبولي ايتيلين والخيوط الصنعية مثل خيوط الأراميد، ويضعف امتصاص الأشعة فوق البنفسجية تركيبها، بالإضافة لتغير ألوان الأصبغة ما يستوجب إضافة بعض المواد التي تحمي الأقمشة من الشمس والأشعة.

المواد المانعة والمستقبلة: تستخدم المواد التي يمكنها امتصاص الأشعة فوق البنفسجية كإضافات لبعض المنتجات كالأصبغة والبوليميرات لتحد من تفاعلات الأكسدة الضوئية، وتتمايز هذه المواد بمدى قدرتها على امتصاص الأشعة فوق البنفسجية، وتتراجع قدرتها على الامتصاص مع الزمن، ونجد من المواد التي تمتص أشعة *UVA & UVB* الأفوبنزن وأوكتيل ميثو كسيسيناميت التي تعاكس موانع الأشعة فوق البنفسجية مثل ثنائي أكسيد التيتانيوم وأكسيد الزنك.

تطبيقات الأشعة فوق البنفسجية:

علامة الطير التي يتم الكشف عنها بالضوء الأسود

الضوء الأسود: تظهر جميع بطاقات الفيزا علامة الطير، فالضوء الأسود يرسل أشعة بطول موجة *UVA* مع بعض الضوء المرئي، وأنوار الفلورسنت المستخدمة السوداء هي ذات الفلورسنت العادية عدا أن المستخدم هو فقط الفوسفور، ويكون لون الزجاج أزرق غامق إلى البنفسجي، ويسمى الزجاج الخشبي.

جهاز الكشف عن العملات المزورة

كما تستخدم هذه الأشعة للكشف عن تزوير الطاقات الهامة مثل بطاقات الضمان ورخص القيادة والجوازات و... بتعريضها لذلك الضوء لتظهر العلامات المائية الخاصة بالوثيقة، والتي من أشهرها العلامة الأمنية لبطاقة الفيزا (الصورة ثلاثية الأبعاد *Hologram*)، وهي علامة الطير كما في الصورة، علاوة عن العلامات المميزة للعملات على اختلاف أنواعها.

مصابيح الفلورسنت:

تنتج تلك المصابيح الأشعة فوق البنفسجية عبر تأين بخار الزئبق بجو منخفض الضغط، ويقوم مسحوق الفوسفور الذي يغلف داخل الأنبوب الزجاجي بامتصاص ذلك الإشعاع ويحوله لضوء مرئي.

ويكون الطول الموجي لانبعاثات الزئبق الرئيسة بمجال ما فوق لبنفسجي، وبالتالي من الخطورة بمكان تعرض العين أو الجلد مباشرة لضوء القوس الزئبقي الذي لا يحتوي على الفوسفور المحول، فغالباً ما تكون إضاءة الزئبق محددة الأطوال الموجية

مصابيح الفلورسنت

مصباح بخار الزئبق

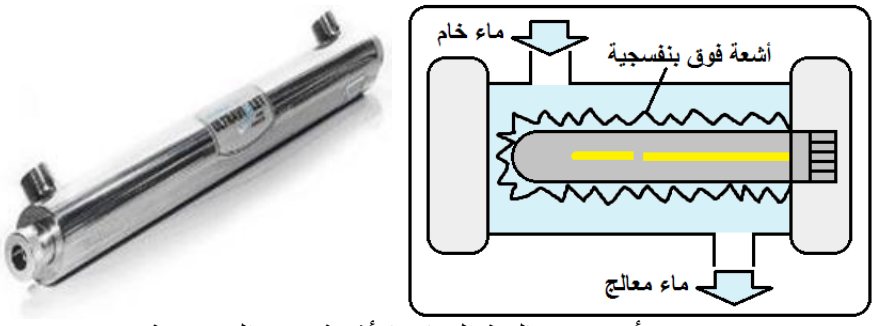
المصادر الأخرى للأشعة فوق البنفسجية: إنارة الزينون، إنارة الديتريوم، إنارة زينون – زئبق، مصابيح الهاليد المعدنية، ومصابيح تنغستين – هالوجين المتوهجة.

الفضاء الخارجي: تبعث الأجسام الساخنة الفضائية بإشعاعات فوق بنفسجية لا يصل منها للأرض شيء بسبب وجود طبقة الأوزون.

مكافحة الحشرات: تعمل هذه المصائد على إطلاق أشعة فوق بنفسجية مغرية للحشرات لتصطادهم بالصعق الكهربائي.
مقياس الطيف الضوئي *Spectrophotometry*: كثيراً ما تعتمد الكيمياء على الأشعة فوق البنفسجية والضوء المرئي لدراسة البنى الكيميائية وأنظمة الترافق.
تحليل المعادن: تظهر بعض المعادن بعضاً من التوهج عند تعريضها للأشعة فوق البنفسجية، لذلك يستخدم الضوء فوق البنفسجي لتحليل المعادن والأحجار الكريمة ولأعمال الكشف والتوثيق، فمشهد الخام تحت الضوء المرئي شيء، وتحت الإشعاع فوق البنفسجي شيء آخر، كما تختلف درجة التوهج ما بين تحت وفوق البنفسجي، وما بين فوق البنفسجي الطويل والقصير.
العلامات الدالة الكيميائية: لأصبغة الفلورسنت الفوق بنفسجية تطبيقات كثيرة في الكيمياء الحيوية والأدلة الجنائية، وهناك بروتين الفلورسنت الأخضر *Green Fluorescent Protein: GFP* الذي يستخدم كعلامة كيميائية في علم الوراثة، إذ أن للبروتينات قابلية كبيرة لامتصاص الأشعة فوق البنفسجية.
المعالجة بالكيمياء الضوئية *Photochemotherapy*: عند تعرض أجسام شديدة الحساسية لضوء الأشعة فوق البنفسجية مع إعطاء أدوية خاصة للمعالجة كما في حالات الصدفية والبهاق والأكزيما التي سبق وذكرناها باسم عملية *PUVA*، ولكن لفتراتٍ محدودة خوفاً على الكبد.

تنقية المياه بالأشعة فوق البنفسجية

يمتلك الضوء فوق البنفسجي الواصل إلى سطح الأرض تأثيراً قاتلاً للبكتيريا، ولذلك فإن ضوء الشمس يلعب دوراً مهماً في القضاء على الجراثيم، والأمواج الأقصر في الطيف فوق البنفسجي أكثر فاعلية من الطويلة، إذ يقع أكثرها فاعلية بين (٢٠٠-٣٠٠) نانومتر، وتحديداً (٢٥٠-٢٦٥) نانومتر، وتعتبر عملية التطهير بالأشعة الفوق بنفسجية للمياه عملية طبيعية تماماً وخالية من المواد الكيميائية.
يبدأ الإشعاع برد فعل كيميائي ضوئي يؤدي إلى تدمير المعلومات الجينية الموجودة في الحمض النووي، فتفقد الجراثيم قدرتها على التكاثر وتتلف، حتى أن الطفيليات مثل *Cryptosporidia* أو *Giardia* المقاومة بشكل عنيف للمطهرات الكيميائية، يتراجع تعدادها بصورةٍ كبيرةٍ نتيجة الإشعاع، كما يمكن استخدام الأشعة فوق البنفسجية للتخلص من بقايا الكلور وأنواع الكلورامينات من المياه بتحليلها ضوئياً بتسليط جرعة أكبر من الجرعات الاعتيادية، أما الكائنات المجهرية العقيمة فلا يمكننا التخلص منها.
تخرب الأشعة فوق البنفسجية الخلايا مؤدية إلى موتها إضافة إلى تأثيرات مؤذية على مكونات الخلية الأخرى، ويتراجع تأثير الأشعة فوق البنفسجية على الميكروبات الموجودة في جو مغبر أو تحت الماء أو تلك المحاطة بمواد حامية مثل البروتين، إذ أن له تأثير سلبي ملحوظ على مرور هذه الأشعة ولو كان بمعدل طبقة واحدة منه حول الميكروبات.
وحدات الأشعة فوق البنفسجية لمعالجة المياه: تتألف وحدات الأشعة فوق البنفسجية لمعالجة المياه من مصدر إشعاع بخاري زئبقي خاص منخفض الضغط يقوم بإنتاج الإشعاع الفوق بنفسجي عند (٢٥٤) نانومتر، أو من مصدر إشعاع فوق بنفسجي متوسط الضغط يولد ناتجاً متعدد الألوان من (٢٠٠) نانومتر إلى طاقة مرئية تحت الحمراء، علماً بأن الطول الموجي الأمثل للتطهير بحدود (٢٦٠) نانومتر.
إن مصدر الإشعاع المتوسط الضغط فعّال بما يقارب ١٢%، في حين تصل فعالية مصابيح الضغط المنخفض الملغمّة حتى ٤٠%، ولا تلامس المصابيح الفوق بنفسجية المياه نهائياً، فإما أن تقع في غطاء زجاجي داخل حجرة المياه أو تحمل خارجياً إلى المياه التي تتدفق من خلال أنبوب فوق بنفسجي شفاف.



وحدة وأنبوب معالجة المياه بالأشعة فوق البنفسجية

ويتأثر حجم نظام الأشعة فوق البنفسجية بثلاثة متغيرات وهي:

١. معدل التدفق.
٢. قوة المصباح.
٣. نفاذية الضوء في المياه.

جهاز التحليل الطيفي في مجال الأشعة المرئية وفوق البنفسجية

مقدمة: يسلك الضوء المرئي سلوك الضوء فوق البنفسجي في كثير من مظاهره حيث أن كلاهما ينتج عن امتصاصه إثارة إلكترونية في الجزيئات، كما أن أغلب الأجهزة التي تستخدم في طرق التحليل الطيفي في مجال الأشعة المرئية هي نفسها التي تستخدم في طرق التحليل الطيفي في مجال الأشعة فوق البنفسجية، لذا فقد جرت العادة على دراستهما معاً، ويغطي هذان الطيفان المجال (٢٠٠-٨٠٠) نانومتر.

مطيافية فوق البنفسجية والمرئية *UV and Visible Spectroscopy*: المطيافية الإلكترونية إحدى أنواع الدراسات الطيفية والتي تعتمد على امتصاص الأشعة فوق البنفسجية أو المرئية، وسميت بهذا الاسم لأن امتصاص الأشعة في هاتين المنطقتين يؤدي لإثارة الإلكترونات في الجزيء الذي يمتص تلك الأشعة.

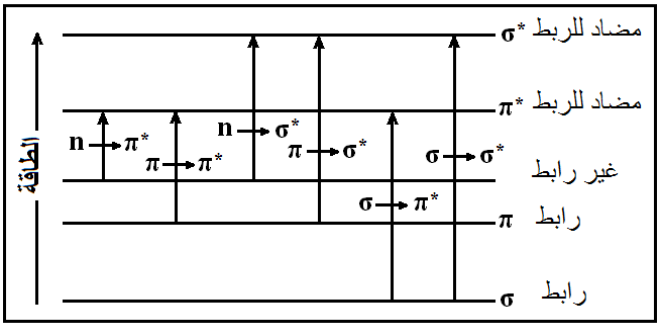
الإثارة الإلكترونية: تتكون الجزيئات من ذرات كل منها يتألف من نواة وإلكترونات تدور حولها في مستويات طاقة محددة، فإذا امتصت الجزيئات طاقة معينة انتقلت الإلكترونات من مستوى الطاقة الأدنى *Ground state* إلى مستوى طاقة أعلى *Excited state* وهو ما يدعى بالإثارة الإلكترونية، ولكي يسبب شعاع ضوئي إثارة إلكترونية ينبغي أن يكون في مجال الأشعة المرئية أو فوق البنفسجية، ويرتبط تردد الشعاع الممتص مع الطاقة بالعلاقة $E = h\upsilon$، ويوجد في الجزيئات العضوية ثلاث أنواع من الإلكترونات:

أ- إلكترونات مشتركة في رابطة مشبعة كالرابطة بين الهيدروجين والكربون، والكربون مع الكربون في المركبات المشبعة برابطة σ، وكمية الطاقة اللازمة لإثارة إلكترونات الرابطة σ أكبر بكثير من طاقة الأشعة فوق البنفسجية لذا فإن المركبات المشبعة لا تمتص في هذا المجال لذا تستعمل عادة كمذيبات جيدة.

ب- إلكترونات الروابط غير المشبعة، والتي تحتوي على رابطتين: σ و π. وإلكترونات المركبات التي تحتوي على ثلاث روابط متناوبة *Conjugated*، مثل البنزن وهيكسا تترايين المتناوب.

ج- الإلكترونات التي لا تشترك بروابط بين الذرات وتدعى بإلكترونات n الحرة، والمركبات العضوية المشبعة لا تحوي إلكترونات n لأن كل الإلكترونات في المستويات الخارجية للكربون والهيدروجين تشترك في الروابط الكيميائية، أما المركبات العضوية التي تحوي النيتروجين والأكسجين والكبريت والهالوجينات فإنها تحتوي على إلكترونات n ويمكنها أن تمتص الأشعة المرئية أو فوق البنفسجية لأن هذه الأشعة يمكنها إثارة الإلكترونات n.

والخلاصة أن الأشعة فوق البنفسجية أو المرئية يمكن أن يمتصها مركب يحتوي على ذرة نيتروجين أو أكسجين أو هالوجين أو كبريت أو يحوي على رابطة غير مشبعة وتسمى المجموعة التي تحوي ذلك بالمجموعة الماصة أو الكروموفور *Chromophore*.



الأطياف الإلكترونية *Electronic Spectra*: الطيف الإلكتروني لمركب ما عبارة عن منحني يوضح تغير شدة الامتصاص مع تغير طول موجة الأشعة المارة في محلول المركب تحت الدراسة، ويهمنا من هذا المنحني معرفة طول الموجة التي تكون عندها شدة الامتصاص أكبر ما يمكن ويرمز لها بالرمز λ_{max}، وكذلك معامل الامتصاص المولي ε عند هذه الموجة، وترتبط شدة الامتصاص A بتركيز المحلول C وطول الخلية L بالمعادلة التالية:

$$A = \varepsilon\, cl$$

وتعرف هذه المعادلة أحياناً باسم قانون لامبرت – بير، ويتضح منها أن شدة الامتصاص للمركب تتناسب تناسباً طردياً مع كل من التركيز المولي C وطول الخلية L، وأن معامل الامتصاص المولي لمركب ما يساوي شدة الامتصاص لمحلول المركب الذي تركيزه 1 مول / لتر وموضوع في خلية طولها ١ سم.

ويعتبر كلاً من λ_{max} و ε من الثوابت الفيزيائية التي تميز المركبات العضوية عن بعضها، ولا تصلح هذه العلاقة مع التراكيز المرتفعة جداً، لذا ينصح في التطبيق العملي استعمال المنحنى العياري *Calibration curve* للامتصاص بدلالة التركيز عند قمة الامتصاص الضوئي للمركب، كما يمكن تقدير الكثير من المواد التي لا تمتص الضوء مباشرة وذلك بإضافة مركبات معينة لتكون متراكبات ماصة للضوء أو تكون مجموعة امتصاص *Chromophore*.

مكونات جهاز *UV- Visible* الأساسية: المصدر الضوئي، خلية العينة، موحد طول الموجة، الكشاف، الشاشة *Monitor*.

المصادر الضوئي: يوجد نوعين من المصادر الضوئية، أولها الأول لمبة تنجستن *lamp Tungsten* لقياس الأشعة المرئية *Visible* في المجال ٣٥٠-٨٠٠ نانومتر. والثاني مصباح ديتيريوم *Lamp D2* وهو مصباح يفضل عدم مشاهدته بالعين المجردة كونه قد يسبب عمى مؤقتاً لقوة إشعاعها، وتعمل في المجال ٢٠٠-٣٥٠ نانومتر.

خلية العينة *Sample Cell*: ويتم تصنيعها إما من الزجاج أو من الكوارتز، والكوارتز أفضل لأن الخلية المصنوعة من الزجاج من ضمن مكونات صنعها الصوديوم الذي يمتص في مجال *UV*.

موحد طول الموجة *Monochromator*: وهو عبارة عن المنشور الزجاجي، وكان يستخدم هذا المنشور في الأجهزة القديمة، أما في الأجهزة الحديثة للتحليل الطيفي فقد تم اصطناع قطعة تقوم بمعاينة العينة لتحديد الطول الموجي الذي يحدث عنده أعلى امتصاص، فعندما يسلط الضوء سواءً ضوء مصباح تنجستن لقياس الأشعة المرئية أو من لمبة ديتيريوم لقياس الأشعة فوق البنفسجية تتجه للموحد طول الموجة حزم كثيرة من الضوء يقوم *Monochromator* باستقبال الحزمة التي تكون زاوية

سقوطها مناسبة على موحد طول الموجة، ومن ثم يقوم موحد طول الموجة بعملية انعكاس للأشعة الساقطة عليه موجهاً إياها إلى مرشح يقوم باختيار الحزمة المناسبة بشكل دقيق جداً، ومن ثم يستمر انتقال الحزمة إلى مرآة عاكسة ترسل الحزمة الضوئية الساقطة إلى خلية العينة ومن ثم إلى الكشاف.

المذيبات المستخدمة لتسجيل الأطياف الإلكترونية: لتسجيل الطيف الإلكتروني لمركب ما يجب استخدام محلول المركب تحت الدراسة في مذيب مناسب، ويجب أن تتميز المذيبات المستخدمة لهذا الغرض بامتصاصية ضعيفة جداً أو لا تمتص على الإطلاق الأشعة في المنطقة التي يمتص فيها المركب، ومنها الإيثانول ، الإيثرات، حلقي الهكسان، والكلوروفورم.

الكشاف *Detector*: وهو الذي يبين كمية الضوء الخارج من خلية العينة ويقوم بتوضيح ما إذا كانت كمية الضوء الخارج من خلية العينة مساوي لكمية الضوء الداخل للعينة، فإذا حدث ذلك وكانت كمية الضوء الداخل للعينة مساوي لكمية الضوء الخارج من العينة، أي أنه لم يحدث امتصاص وبالتالي لا نحصل إلا على خط مستقيم لا يدل على أي امتصاص، أما إذا حدث العكس وكان الضوء الخارج من خلية العينة أقل من الضوء الداخل للعينة نستدل على حدوث الامتصاص.

أنواع أجهزة التحليل الطيفي للأشعة المرئية وفوق البنفسجية: يوجد العديد من أنماط الأجهزة الحديثة، إلا أن مبدأ عملها واحدة في جميعها، وتصنف بحسب استخدامها إلى:

أجهزة قياس طيف الأشعة المرئية فقط أو طيف الأشعة فوق البنفسجية فقط: أجهزة وحيدة الشعاع، وعلى نوعين:

- النوع الأول: يستخدم أنابيب *Test tube* في عملية التحليل.
- النوع الثاني: يستخدم خلايا *Cell* من الكوارتز أو الزجاج في عملية التحليل، وفكرة هذا الجهاز أنه لإجراء عملية التحليل لا بد في البداية من القيام بتصفير الجهاز ويتم ذلك باستخدام المذيب أو خلية خاوية، وبعد تصفير الجهاز ترفع الأنبوبة أو الخلية الخاوية ويوضع في مكانها أنبوبة أو خلية العينة المراد قياسها.

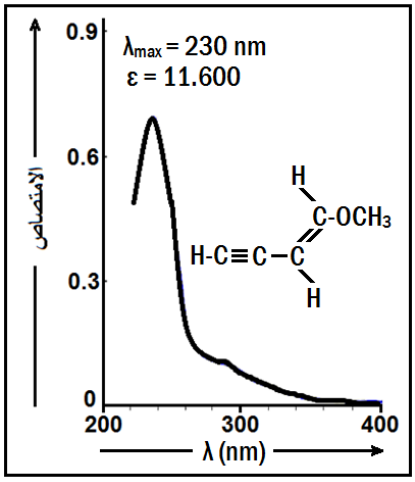
في الأجهزة التي تقيس فقط الأشعة المرئية المصدر الضوئي فيها عبارة عن مصباح تنغستين، وأجهزة قياس الأشعة فوق البنفسجية مصباح الديتريوم.

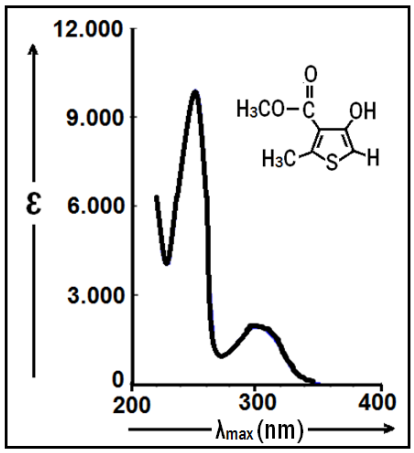
أجهزة قياس طيف الأشعة المرئية وطيف الأشعة فوق البنفسجية معاً في جهاز واحد: وهي أجهزة ثنائية الشعاع، تتميز بأنه لا داعي لتصفيرها يدوياً، إذ يقوم بذلك الجهاز آلياً، كما أنها تحتوي على فتحتين: الأولى للخلية الخاوية والفتحة الثانية لخلية العينة المراد قياسها، فلو أردنا قياس الطيف المرئي في هذا الجهاز نقوم باختيار المصدر الضوئي المناسب أي مصباح التنغستين فقط، ونضع الخلية الخاوية في فتحتها الخاصة، ونضع خلية العينة في الفتحة الثانية ونقوم بإجراء التحليل، أما إذا أردنا إجراء قياس الطيف فوق البنفسجي فقط فما علينا إلا الأخذ بمصباح الديوتيريوم فقط.

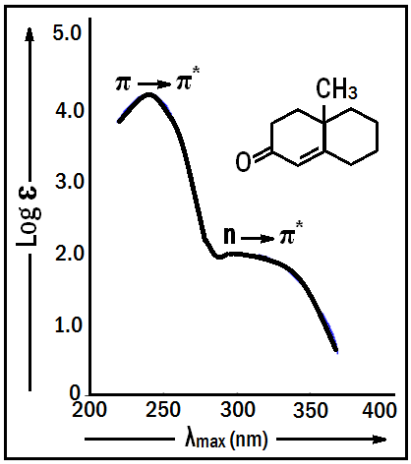
تطبيقات طيف الأشعة المرئية وفوق البنفسجية: يعتبر طيف امتصاص الأشعة في المجال المرئي وفوق البنفسجي وسيلة مفيدة لتأييد دليل على تركيب بنائي معين لمركب ما، ويندر وجود امتصاص مختار يعطي برهاناً قاطعاً على تفاصيل تركيب معين، ويساعد في ترجيح أحد الاحتمالات المتعددة، وعلى سبيل المثال فإن عدم وجود امتصاص في المجال ٢٧٠-٢٨٠ نانومتر يعتبر دليلاً قاطعاً على عدم وجود حلقة بنزين في المركب، كما أن انعدام الامتصاص من ٢١٠ نانوميتر حتى المجال المرئي دليل قاطع

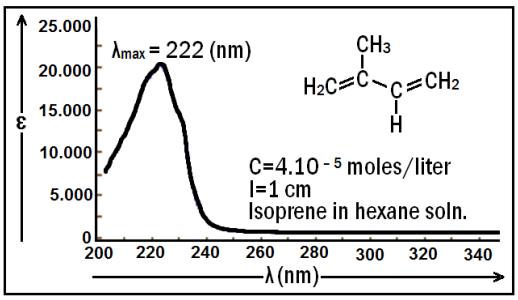
على عدم وجود روابط ثنائية متناوبة، وعدم وجود امتصاص حتى ١٨٠ نانوميتر فهذا دليل على عدم وجود رابطة ثنائية في المركب.

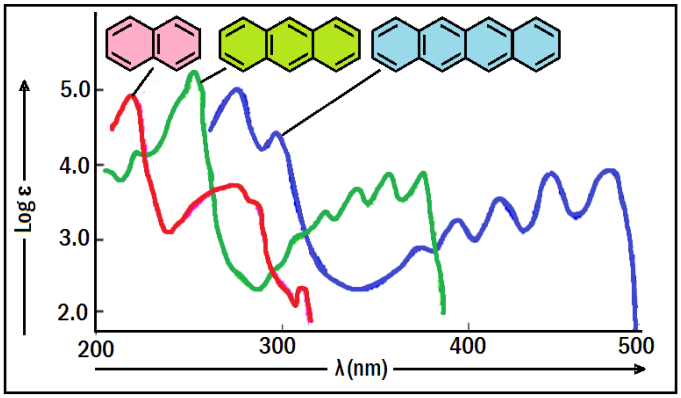
نلاحظ في الأشكال التوضيحية التالية أن زيادة عملية الاقتران في المركب تؤدي لزيادة في الطول الموجي، كما أن وجود أو دخول إحدى المجموعات الوظيفية على المركب تؤدي أيضاً إلى زيادة في الطول الموجي.

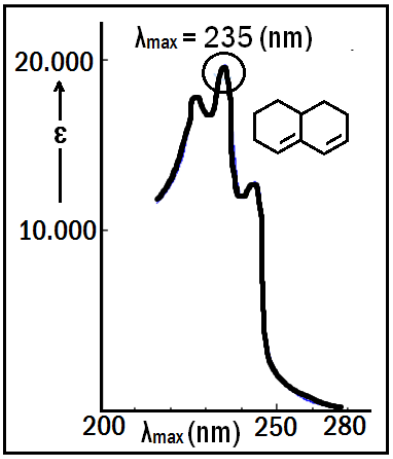


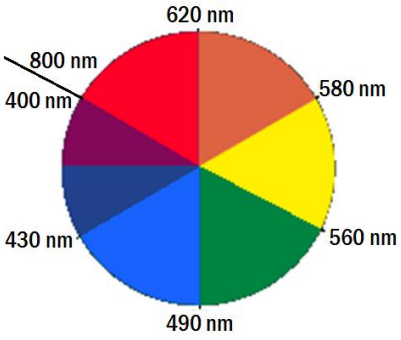










أطوال موجات الألوان الرئيسة على قرص الألوان			
	*Violet*	*400 - 420*	*nm*
	Indigo	*420 - 440*	*nm*
	Blue	*440 - 490*	*nm*
	Green	*490 - 570*	*nm*
	Yellow	*570 - 585*	*nm*
	Orange	*585 - 620*	*nm*
	Red	*620 - 780*	*nm*

أنواع المصابيح

المصباح المتوهج:

يتكون المصباح المتوهج من مصباح زجاجي ضخم ملحق بقاعدة معدنية تستخدم كموصل كهربائي، ويكون الجانب الخارجي للقاعدة متعرج ليثبت بلولب وحدة الإضاءة. ويحتوي المصباح الزجاجي المجوف على سلك حديد يعرف بالفتيلة - وتلك الفتيلة مصنعة من التنغستين - ملحقة بملامسات كهربائية في قاعدة المصباح، وتكون الفتيلة طويلة للغاية (٢) م تقريباً في المصباح القياسي، وفي المصابيح الرفيعة جدًا يكون طولها (٠,٢٤٥) ملم تقريباً، يلف السلك بإحكام ليلائم المصباح من الداخل، وتملأ الغازات الخاملة مثل الأرغون الجزء الداخلي من المصباح. وعندما يمر تيار كهربائي عبر الفتيلة، فإنها تضيء وتوقد.

هناك عدد من العيوب في المصابيح المتوهجة. فالتنغستن يتبخر مع طول وقت الاستخدام، مما يضعف الفتيلة حتى تنكسر. وعند حدوث ذلك، لا يعمل المصباح مجدداً ويحتاج أن يستبدل. ويقدر أن يتحمل المصباح المتوهج بقدرة ١٠٠ واط لمدة ٧٥٠ ساعة وهو وقت قصير، لكن على الرغم من ذلك، فإن إحدى أكبر مشاكل المصابيح المتوهجة أنها غير

موفرة للطاقة: فهي تصدر حرارة وضوء، وتتسرب الحرارة إلى البيئة المحيطة، وعملياً تصدر المصابيح المتوهجة ضوءً أقل من مقدار الطاقة المستخدمة لتشغيلها ما يجعلها مبددة للطاقة بشكل كبير.

مصابيح الفلورسنت:

هي النوع الشائع الآخر من مصابيح الإضاءة الكهربائية، لكنها أكثر توفيراً للطاقة من المصابيح المتوهجة. تستخدم مصابيح الفلورسنت ٣٠% تقريبًا من الطاقة التي يستخدمها المصباح المتوهج لإنتاج نفس المقدار من الإضاءة. وتعد وحدات الإضاءة التي تستخدم مصابيح الفلورسنت أكثر اقتصادية.

مصباح إضاءة الفلورسنت المضغوط CFL:

يعتبر مصباح إضاءة الفلورسنت المضغوط من أكثر الخيارات شيوعاً لتقليل تكاليف الإضاءة. فمصباح إضاءة الفلورسنت هو مصباح فلورسنت تم تصنيعه ليلائم نفس الوحدات المماثلة للمصابيح المتوهجة. ويتوفر هذا النوع من المصابيح منذ فترة الثمانينات لكنه يجذب المستهلكين في الوقت الراهن فقط. والميزة الأكبر له هي: أن مصابيح إضاءة الفلورسنت المضغوطة تستخدم طاقة أقل بنسبة ٧٠% إلى ٧٥%، وفقاً لبعض المصادر.

تعتبر مصابيح إضاءة الفلورسنت المضغوطة بديلاً مثالياً للمصابيح المتوهجة. فالعديد من المستهلكين لا يحبون الإضاءة التي تصدرها تلك المصابيح، على الرغم من التحسينات الواسعة في السنوات القليلة الماضية. ولا تزال المصابيح تستغرق بعض الوقت للتسخين لتصل إلى طاقتها الكاملة. كما أنه، مثل الأنواع السابقة منها ذات الأنبوب الطويل، تحتوى مصابيح الإضاءة المضغوطة على مقدار صغير جدًا من الزئبق - وهو مادة سامة - تكون في الغالب من ٤ إلى ٥ ملجم، فإذا ما انكسر المصباح، سيدخل الزئبق إلى البيئة العامة. سيتبخر جزء من هذا الزئبق، لكن مقدار قليل للغاية يدخل إلى البيئة، ويرى الباحثون أنه يشكل خطراً ضئيلاً أو لا يشكل أي خطر على الإطلاق. لكن التنظيف المناسب أو التخلص من المصباح المكسور يتولى العناية ببقية الزئبق.

الصمامات الثنائية الباعثة للضوء:

درج الآن استخدام الصمامات الثنائية الباعثة للضوء (LED) للإضاءة الداخلية. تُستخدم الصمامات الثنائية الباعثة للضوء بالفعل في العديد من المنتجات كالساعات الرقمية وأضواء ساعات المعصم المضيئة. لكن الآن تستخدم تلك الأضواء في المصابيح، لتستبدل المصابيح المتوهجة للإضاءة الداخلية.

تستخدم الصمامات الثنائية الباعثة للضوء تقنية مختلفة من تقنية المصابيح المتوهجة والفلورسنت. فبدلاً عن الاعتماد على الفتيلة التي تُستهلك أو الأقطاب الكهربائية التي يتم تشغيلها لعدد محدود من المرات، تصدر الصمامات الثنائية الباعثة للضوء الضوء بحركة الإلكترونات في مادة أو مركب شبه موصل يسمح ببعض التدفق للكهرباء. ثم يتم إرسال الكهرباء إلى صمام ثنائي مصنوع من مادة شبه موصلة، مما يدفع الإلكترونات إلى زيادة مستوى الطاقة. وبمجرد هبوط الإلكترونات إلى المستويات الطبيعية، تقوم بإصدار فوتونات أو طاقة ضوئية. ويعتمد لون الإضاءة على المادة المستخدمة في الصمام الثنائي. حيث يُصدر الصمام الثنائي المصنوع من السليكون إضاءة تحت حمراء، لكن المواد الأخرى تصدر ألوانًا مختلفة في الطيف. وبالإضافة إلى ذلك، فإن المادة شبه الموصلة المستخدمة في الصمام الثنائي يجب أن تكون غير ممتصة للفوتونات، لكنها تطلقهم إلى الخارج، لتصدر الضوء. ويُلاحظ أنه يمتد الضوء الصادر من الصمام الثنائي إلى كل جانب، لكن يوجد بالمصباح غطاء بلاستيكي، يقوم بتركيز الضوء. وتعتبر الصمامات الثنائية الفردية غير ساطعة. ولهذا السبب، يتم تجميعها معًا في المصابيح، لتصدر المقدار المطلوب من الضوء بالنسبة للمصباح.

مصباح الهالوجين:

المصابيح الفتيلية المتوهجة، وتتكون من بصيلة زجاجية من الكوارتز الشفاف بداخلها فتيلة اللمبة من التنغستين وغاز خامل مع كمية صغيرة من خليط من الهالوجينات (اليود – البروم – الفلور – الكلور).

مصباح الهالوجين

لمبات الزينون Xenon:

الزينون غاز خامل نبيل غير فلز عديم اللون ورمزه الكيميائي Xe، تتميز اللمبات التي تستخدم غاز الزينون بإضاءة تعادل ٣ اضعاف إضاءة الهالوجين مع توفير طاقة يصل لـ ٤٠ % وعمر تشغيلي أكبر .

طريقة عمل لمبات الزينون وبداية استخدامها:

لمبة الزينون تتكون من كبسولة زجاجية مضغوطة بها غاز الزينون مع خليط من غازات اخرى قابلة للاشتعال وتحتاج هذا الغازات إلى نظام كهربائي خاص يولد قدرة تصل الى ٢٥ الف فولت لتشغيل اللمبة عن طريق محولات كهربائية مع النظام، بداية من عام ١٩٩٣ بدأت شركات السيارات الألمانية بوضع هذه المنظومات على سياراتها من الفئات الفخمة ما أحدث طفرة في منظومات الإنارة وبعدها قامت معظم شركات السيارات باستعمالها لسياراتها الفاخرة، أما اليوم أصبحت منظومات الزينون متوفرة لجميع السيارات تقريبا حيث يمكن تركيبها على كل سيارة بعد إجراء تعديلات بسيطة لتركيب المنظومة.

حقيقة درجات ألوان لمبات غاز الزينون:

الزينون غاز لا لون له، ويمكن وصفه بأنه ناصع البياض ولكن الكثير من الناس يعتقد ان الزينون يجب ان يكون لونه أزرق أو حتى قريب من البنفسجي، والسؤال: من أين يكتسب الزينون لونه الازرق أو البنفسجي؟، الجواب: يتغير لون إضاءة الزينون حسب درجة الحرارة فكلما زادت درجة حرارة الغاز أصبح لونه أكثر زرقة وكلما قلت اصفر لونه، وتقاس الحرارة هنا بوحدة الكلفن، فالزينون الأبيض درجة حرارته ٤٣٠٠ كلفن وهي أقصى درجة بياض وهي معتمدة لدى صانعي السيارات والجدول المرفق يبين درجات حرارة ولون الغاز:

لمبات بي زينون Bi-Xenon:

كان من الصعب سابقاً استخدام الزينون في الإضاءة العالية لأن الزينون يحتاج الى وقت حتى يصل للإضاءة القوية وهو ما يجعله غير عملي للإضاءة العالية فكانت معظم السيارات تستخدم الزينون للإضاءة الرئيسة وتستخدم الهالوجين للإضاءة العالية .

تم حل هذه المشكلة اليوم بتقنية بي زينون حيث تحتوي اللمبة على خطين (قوي – ضعيف) داخل عاكس بقوم بتحويل الإضاءة الى الأعلى وبحركة سريعة، وتستخدم اليوم الكثير من السيارات هذه التقنية لمصابيح سيارتها.

مفاهيم يجب معرفتها عن الزينون:

مع اعتقاد البعض أن إضاءة الزينون يجب ان تكون زرقاء فإنهم يقومون بتركيب نوعية زرقاء من الزينون حيث أن النوعية الشديدة الزرقة غير عملية لضعف انتشارها بسبب اللون ما يسبب تدني الرؤية .

- يقوم البعض بتركيب منظومة زينون شديدة الإضاءة وهي تعتبر مخالفة لأنها تسبب إزعاج أعين سائقي السيارات التي أمامها .
- عند تركيب منظومة زينون يجب الحرص على اختيار قوة الاضاءة واللون السليمين .
- يعتقد بعض الناس ان لمبات LED هي نفسها زينون او هالوجين ولكن لمبات LED مختلفة

الفرق بين لمبات هالوجين والزنون