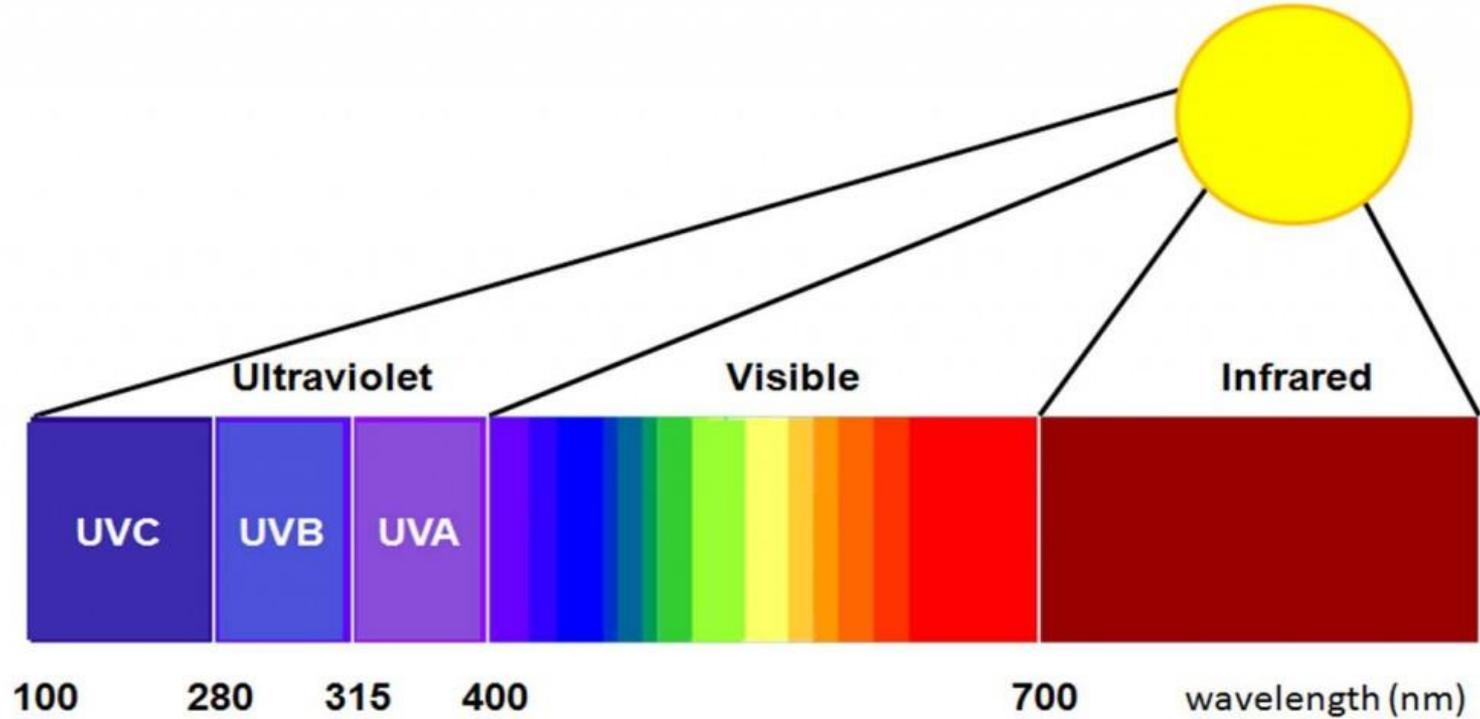


الفصل الرابع الأشعة فوق البنفسجية

Ultraviolet Radiation

د. سهام الطرايبشي

مجالات طيف الأشعة فوق البنفسجية



الإشعاع الشمسي يتكون من الضوء المرئي والأشعة تحت الحمراء والأشعة فوق البنفسجية. تظهر في الشكل المجالات وفقاً لتزايد توابعها وطاقتها UVA و UVB و UVC.

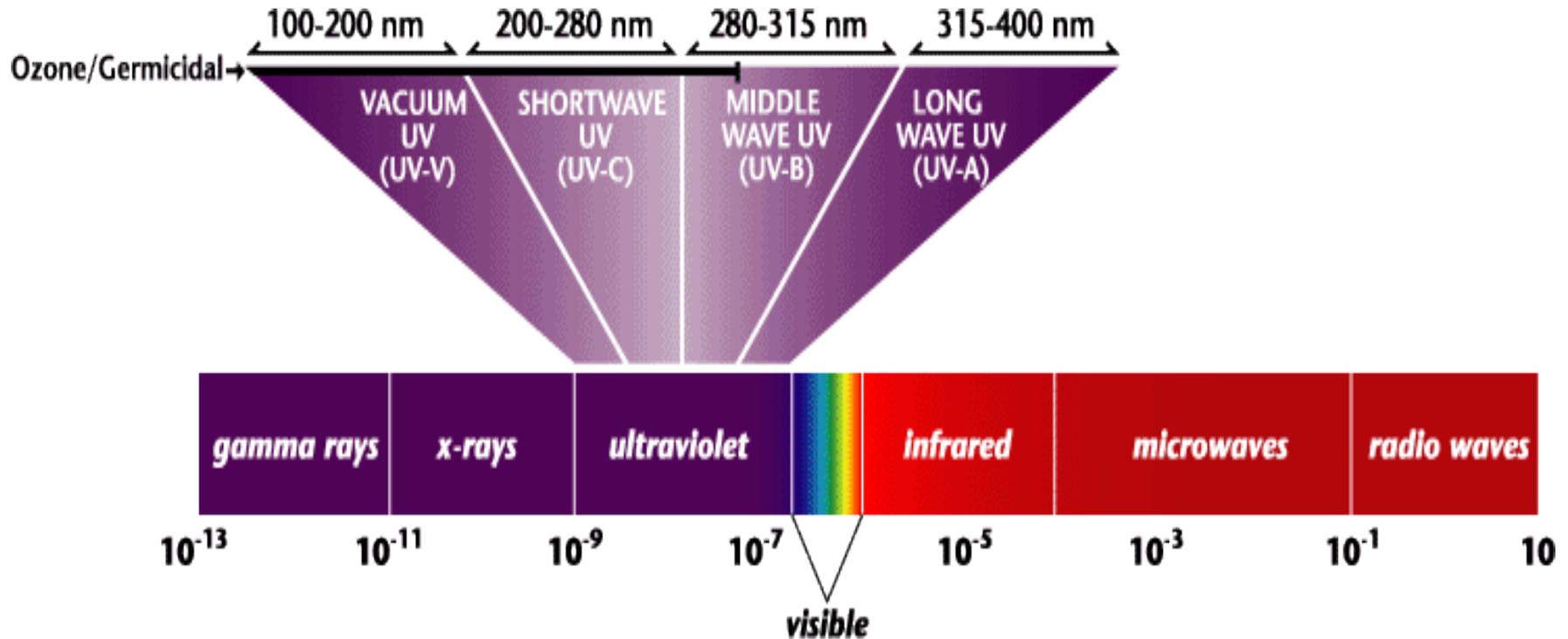
1- تجدر الإشارة إلى وقوع مجال الأشعة فوق البنفسجية في جهة التواترات الأعلى من المجال المرئي والأطوال الموجية الأقصر، إلى جوار اللون البنفسجي. وأن الأطوال الموجية للأشعة فوق البنفسجية تقع في المجال 10nm- 400nm .

2- كما تجدر الإشارة إلى أن طيف الأشعة فوق البنفسجية يقسم إلى ثلاثة مجالات، وأن المجال الذي يقع دون 200nm يُمتص بشدة من قبل الهواء ولذلك يطلق عليه الأشعة الخلائية. وأن الأطوال الموجية بالقرب من 200nm ذات فعالية حيوية و أن الأشعة فوق البنفسجية إجمالاً تؤثر في الـ DNA.

أنواع الإشعاع فوق البنفسجي

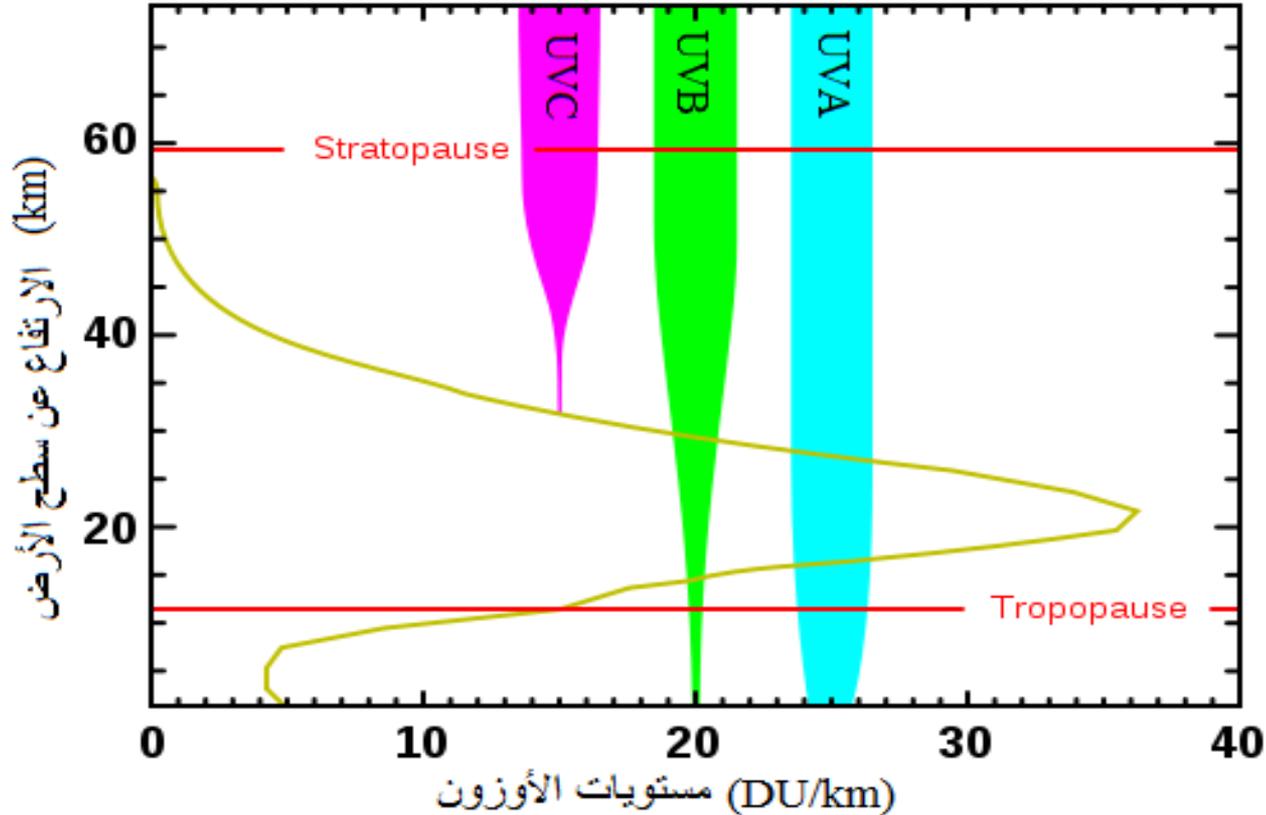
الاسم	الاختصار	مجال الطول الموجي nm	طاقة الفوتون eV	ملاحظات/ أسماء بديلة
المجال A	UVA	315-400nm	3.10-3.94	الضوء الأسود الطويل الموجة لا تمتصه طبقة الأوزون
المجال B	UVB	280-315	3.94-4.43	متوسط الطول الموجي الذي تمتص طبقة الأوزون معظمه
المجال C	UVC	100-280	4.43-12.4	قصير الطول الموجي، قاتل للجراثيم تمتصه طبقة الأوزون والغلاف الجوي بشكل كامل
القريب	NUV	300-400	3.10-4.13	أشعة مرئية للحصافير والحشرات والأسماك
المتوسط	MUV	200-280	4.13-6.20	
البعيد	FUV	100-200	6.20-10.16	
	H	121 – 122	10.16-10.25	الخط الطيفي 10.20 eV, 121.6 nm. إشعاع مؤين عند الأطوال الموجية القصيرة
	Lyman-α			
الخلائي	VUV	100-200	6.20-12.4	يمتصه الأكسجين الجوي بشدة في المجال 150-200 nm ويمكن أن ينتشر في الأزوت
الأتقسي	EUV	10-100	12.4-124	إشعاع مؤين تماماً؛ يمتصه الغلاف الجوي بشكل كامل

مجالات الأشعة فوق البنفسجية تبعاً لآثارها



موقع الأشعة فوق البنفسجية من الطيف الكهرطيسي وتقسيماته حسب آثاره. ويظهر على الشكل مجال الأشعة فوق البنفسجية الخلائية UVV ذات التواترات والطاقات الأعلى في الأشعة فوق البنفسجية

تفاعل مجالات الأشعة فوق البنفسجية مع الغلاف الجوي

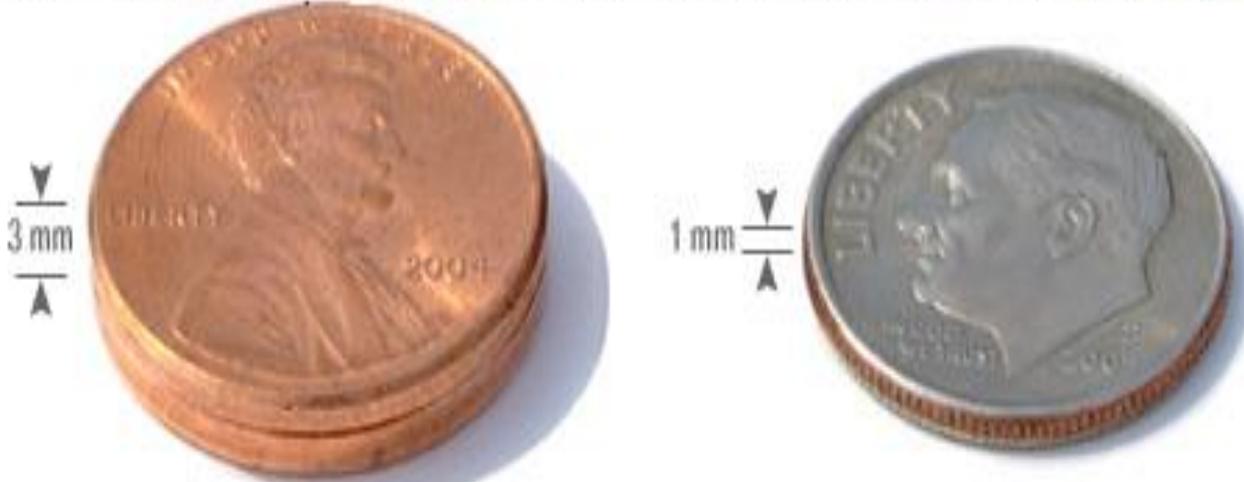


تغيرات مستويات الأوزون مع الارتفاع عن الأرض ومدى اختراق مجالات الإشعاع فوق البنفسجي المختلفة للغلاف الجوي.

- 1- المحور الشاقولي يدل على الارتفاع عن سطح الأرض، بينما يدل المحور الأفقي على تغيرات تركيز الأوزون مع الارتفاع (الخط الذهبي).
- 2- تقدّر مستويات تركيز الأوزون بوحدة خاصة تدعى الدُّبْسُن Dobson (DU) لكل كيلومتر.

تمثيل ثقب الأوزون

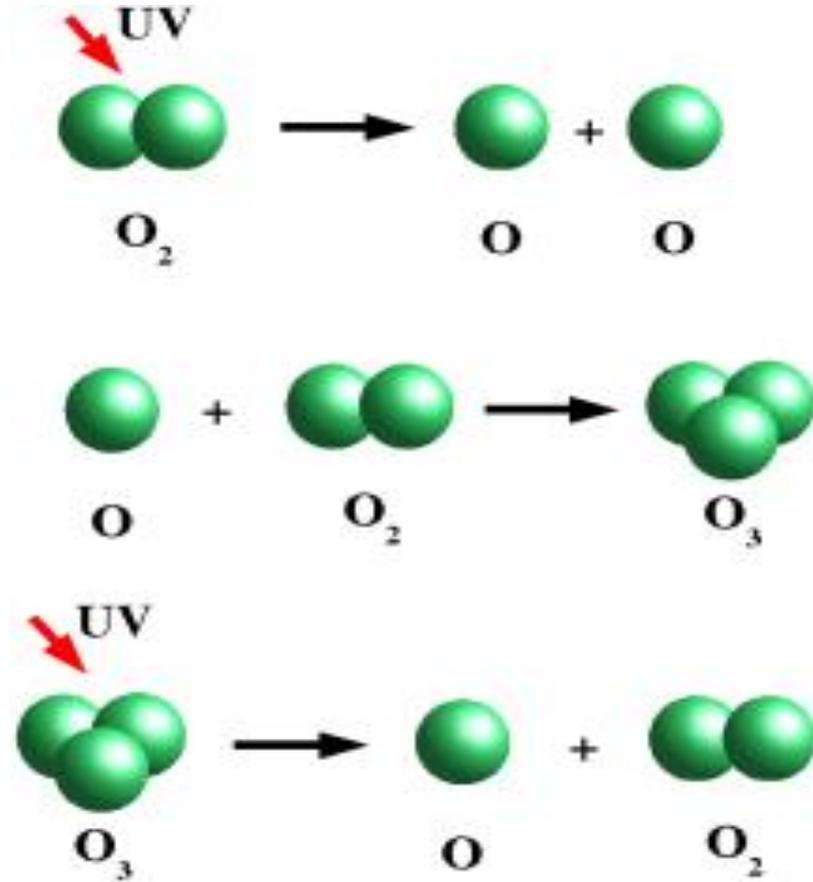
100DU=1mm الثخانة الوسطية عند ثقب الأوزون 300DU = 3mm الثخانة الوسطية لطبقة الأوزون في الغلاف الجوي



والدُّبْسُن وحدة تقيس تركيز الأوزون، وهي عدد جزيئات الأوزون اللازمة لتشكيل طبقة أوزون صافي ثخانتها 0.01mm في درجة حرارة الصفر المئوي وفي ضغط جوي واحد، أو أنها تقابل ارتفاع عمود الهواء مساحة مقطعه واحد سنتمتر مربع يحتوي 2.69×10^{16} جزيء أوزون.

- 1- يشير الشكل إلى ثقب الأوزون معبراً عنه بانخفاض تركيزه وبالذُّبْسُن.
- 2- الإشارة إلى أن الثخانة الوسطية لطبقة الأوزون في الغلاف الجوي $300DU=3mm$
- 3- الثخانة الوسطية لطبقة الأوزون في الغلاف الجوي عند ثقب الأوزون $100DU=1mm$.

تمثيل تخطيطي لتشكل الأوزون وتفكيكه بالكمياء الضوئية



- 1- يعزى امتصاص الأوزون للأشعة فوق البنفسجية قيامها بتشكيل الأوزون وتفكيكه وفق تفاعلات الشكل،
- 2- وإن تركيز الأوزون والطبقة اللازمة لامتصاص المجال المؤذي منها هو الذي تغير حديثاً نتيجة التفاعلات الكيميائية بينه وبين مركبات كيميائية تجعل تركيزه ينخفض وسطياً.
- 3- يأتي على رأس هذه المركبات مركبات الكلور والفلور الكربونية CFC المستعملة في التبريد وأكاسيد الآزوت.

آثار طبقة الأوزون في الإشعاع UV

- الإشعاع فوق البنفسجي العالي الطاقة UVC (طول الموجة 280nm) يضر كثيراً بصحة الإنسان.
- يتم امتصاص الـ UVC بشكل كامل بالأكسجين وجزيئات الأوزون.
- ويمتص الأوزون أيضاً الإشعاع UVB الأقل طاقة (-280 325nm) وهذا أيضاً مضر إذا وصل سطح الأرض.
- لا تكاد طبقة الأوزون تؤثر في UVA فيصل معظمه للأرض.
- يشكل هذا الأخير تقريباً 25% من المجال فوق البنفسجي الكلي الذي يخترق الغلاف الجوي الأرضي.

فوائد الأشعة فوق البنفسجية

- في المجال الصحي

- يحرض الـ UVB على تكوين فيتامين D في الجلد بمعدلات تصل إلى ألف وحدة دولية في الدقيقة 1,000 IUs per minute

- 1- الوحدة الدولية IU، في الصيدلة، هي وحدة قياس لمقدار مادة متفق عليه عالمياً، تبعاً للمادة المقيسة، ويعتمد الفارق بين الوحدات الدولية للمواد المختلفة على النشاط أو المفعول الحيوي لهذه المواد بغرض تسهيل المقارنة بينها. على سبيل المثال تستخدم وحدات دولية لتوصيف الفيتامينات والهرمونات وبعض الأدوية واللقاحات والمستحضرات الدموية ومواد فعالة حيويًا مماثلة. تعطى عادة المقادير المقابلة للوحدة الدولية مقدرة بالغرام وأجزائه أو بوحدات الحجم المقابلة.
- 2- يطلب من الطلاب الرجوع إلى الكتاب لمعرفة أهمية فيتامين D.

فوائد الأشعة فوق البنفسجية

• في المجال الصحي

- يزداد مقدار الميلانين في الجلد (وهو الصباغ البني) بعد التعرض لإشعاع الـ UV بمستويات معتدلة تبعاً لنوع البشرة؛ وهذا ما تشيع معرفته بالاسمرار الشمسي.
- يعد الميلانين واقياً ممتازاً من الضوء، فهو يمتص الإشعاع UVA و UVB ويبدد الطاقة على شكل حراري غير مؤذ، واقياً للبشرة.

فوائد الأشعة فوق البنفسجية

- تعقيم المعدات والتجهيزات الطبية
- تصدر مصابيح بخار الزئبق المنخفض الضغط المتوافرة تجارياً نحو 86% من ضوءها عند الطول الموجي 254nm، في إبادة الجراثيم.
- يؤدي الضوء UV عند هذه الأطوال الموجية المبيدة للجراثيم إلى إتلاف DNA المتعضيات الميكروبية، على نحوٍ لا يمكنها أن تعيد إنتاج نفسها، ويجعلها غير مؤذية (حتى لو لم تقتل المتعضية).

فوائد الأشعة فوق البنفسجية

- المعالجة بالضوء فوق البنفسجي
- يساعد الإشعاع فوق البنفسجي في معالجة حالات جلدية كالصداف [psoriasis](#) والبهق [vitiligo](#).
- إذ تجري معالجة الصدف بتناول الصدفولينات والتعرض لضوء الـ UVA فيصبح الجلد شديد الحساسية للضوء مع تناول الصدفولينات [psoralens](#)، وهي طريقة فعالة في معالجة الصدف

فوائد الأشعة فوق البنفسجية

- تنقية الهواء

فوائد الأشعة فوق البنفسجية

- في الكشف الجرمي



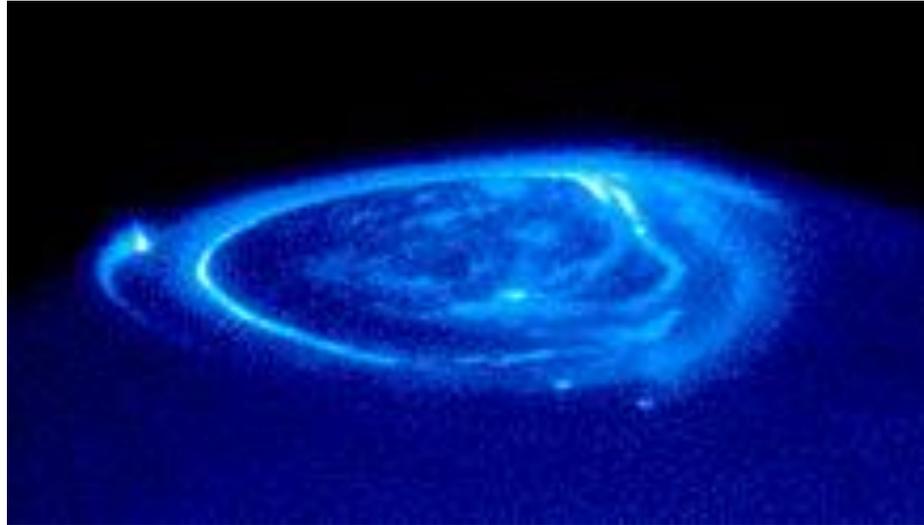
لإظهار بصمات الأصابع يستخدم رجال المباحث مسحوقاً يتفلور لدى تعرضه للأشعة فوق البنفسجية (غير المرئية بالعين المجردة).

الكشف عن تزوير العملة



فوائد الأشعة فوق البنفسجية

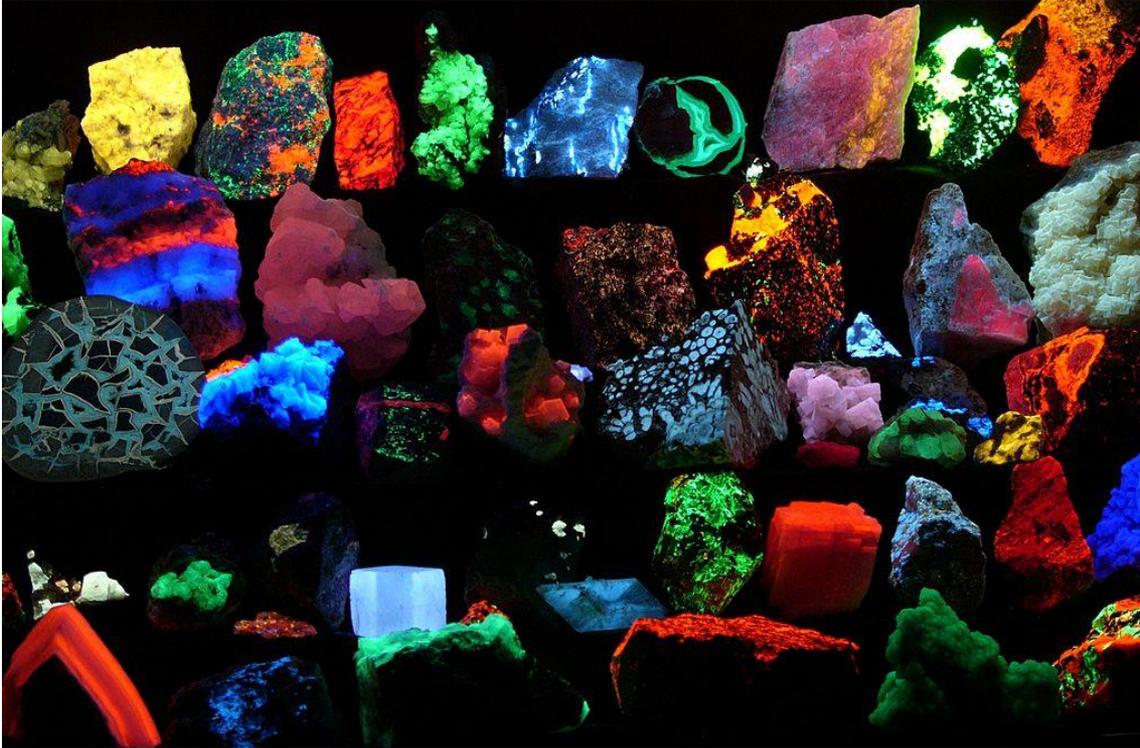
• في علم الفلك



هالة القطب الشمالي للمشتري كما ترى بالضوء فوق البنفسجي بالمقراب الفضائي هبل.

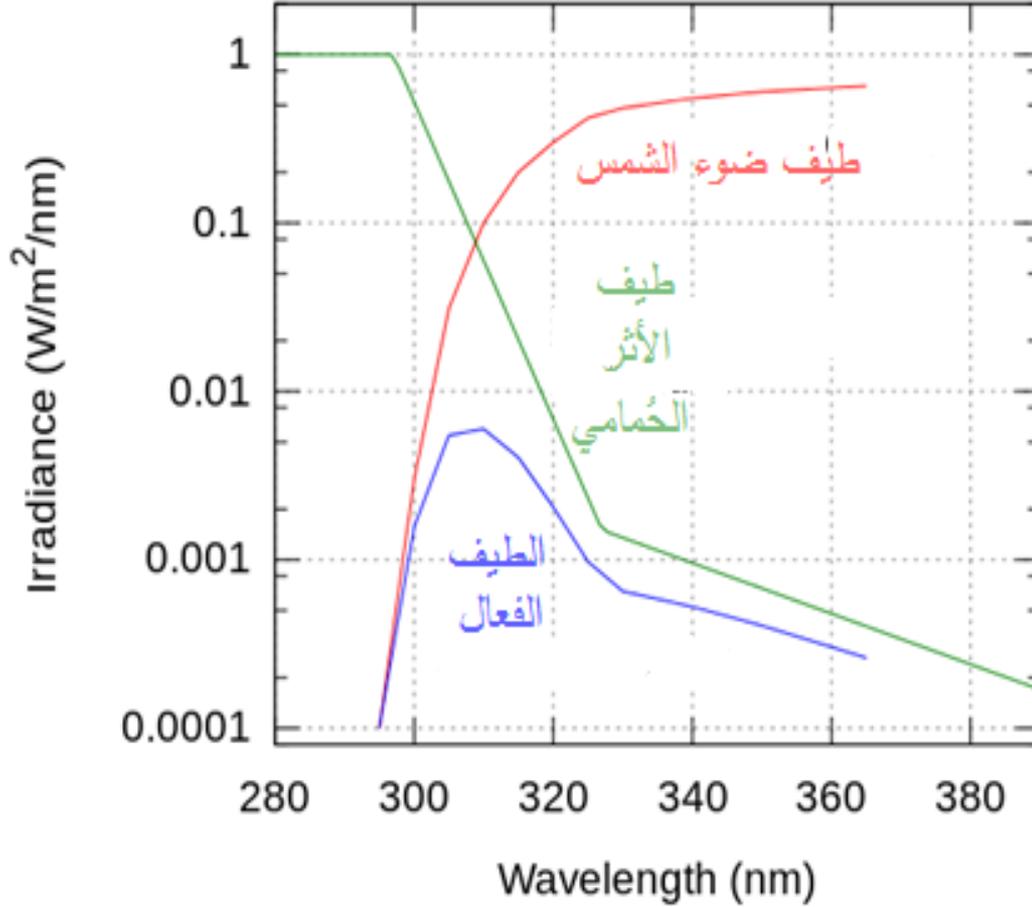
فوائد الأشعة فوق البنفسجية

• في الكيمياء والجيولوجيا



مجموعة من الفلزات التي تتفلور فتتألق بأطوال موجية مختلفة في أثناء تعريضها للضوء فوق البنفسجي

الآثار الضارة للأشعة فوق البنفسجية



طيف الأثر الحُمامي،
أي معدل النشاط
الفيزيولوجي بدلالة
طول موجة الضوء
(احمرار البشرة بسبب
التعرض للإشعاع)
والطيف الفعال بدلالة
طول موجة الأشعة
الشمسية

- 1- لفهم طيف الأثر الحمامي (أي احمرار البشرة بسبب التعرض للأشعة)، يجب الانتباه إلى واحدات المحورين الشاقولي والأفقي.
- 2- يجب الانتباه بأن واحدة المحور الشاقولي تشبه واحدة تابع إشعاع الجسم الأسود (الفصل 6) أي الطاقة الصادرة من واحدة السطوح لكل واحدة من واحدات الطول الموجي ولو أننا نعرفها في هذه الحالة بأنها طاقة الإشعاع التي تتعرض لها واحدة السطح من الجلد في واحدة الزمن ومن أجل كل واحدة من واحدات الطول الموجي (وهي النانومتر في الشكل أعلاه)
- 3- الخط الأحمر طيف الأشعة الشمسية، 4- طيف الأثر الحمامي ، 5- الطيف الفعال

الآثار الضارة للأشعة فوق البنفسجية

يبين طيف الأثر الحمامي على أن المجال UVA لا يسبب أي تفاعل فوري. تبدأ تقرنات ضيائية Actinic keratosis واحمرار في الجلد (أكثر حساسية عند القوقاسيين Caucasians) بالحدوث عند الأطوال الموجية التي تبدأ بالقرب من العصابة UVB عند الطول الموجي 315nm، ثم تزداد بسرعة نحو 300nm.

الآثار الضارة للأشعة فوق البنفسجية

يعد كل من الجلد والعينين أكثر حساسية للـ UV في المجال **265–275 nm**، الذي يقع في العصابة UVC الأخفض.

يستمر الأذى بالحدوث عند الأطوال الموجية الأقصر للـ UV،

ولكن آثارها المفتوحة ليست كبيرة في حالة الأشعة الضعيفة الاخرق للغلاف الجوي.

الآثار الضارة للأشعة فوق البنفسجية

معيار منظمة الصحة العالمية لمؤشر الـ UV قياسٌ تم إعلانه على نطاق واسع للقوة الكلية للأطوال الموجية التي تحدث حرقاً شمسياً في جلد الإنسان، بتثقيل التعرض للـ UV من أجل مفعولات طيف الأثر في لحظة وموضع معينين.

يبين هذا المعيار أن معظم الحرق الشمسي يعود للـ UV عند أطوال موجية قريبة من الفاصل بين العصابتين UVA و UVB.

الآثار الضارة للأشعة فوق البنفسجية

- **ضرر الجلد**
- إن فرط التعرض للإشعاع UVB لا يسبب الحرق الشمسي فحسب، بل أيضاً يمكن أن يحدث بعض أشكال سرطان الجلد.
- غير أن درجة الاحمرار وإثارة العين الذي تحدثه الـ UV لا تتنبأ بالآثار البعيدة المدى للـ UV على الرغم من أنها تعكس مباشرة الأذى الذي تحدثه بالـ DNA في خلايا الجلد.

الآثار الضارة للأشعة فوق البنفسجية

• ضرر الجلد

يصنف الإشعاع فوق البنفسجي الواسع الطيف بأنه المجموعة 1 المولدة للسرطان.

يمكن لأشعة الـ UV في المجال المتوسط

– أن تؤين

– وأن تحطم الروابط الجزيئية

– وتجعل الجزيئات شديدة الفعالية

فالحروق الشمسية مثلاً تتجم عن المفعولات التمزيقية للجزء المتوسط من مجال الـ UV لخلايا الجلد، التي تشكل السبب الرئيسي لسرطان الجلد skin cancer.

الآثار الضارة للأشعة فوق البنفسجية

• ضرر العين

لا يمكن للأفراد أن يدركوا الأشعة فوق البنفسجية مباشرة؛ لأن عدسة عين الإنسان توقف معظم الإشعاع في مجال الأطوال الموجية 300–400 nm

بينما توقف القرنية الأطوال الموجية الأقصر. ومع ذلك تتحسس المستقبلات الضوئية في الشبكية بالأشعة فوق البنفسجية القريبة.

ويمكن للأفراد اللاعدسيين (الذين يفتقدون للعدسة aphakia) أن يدركوا المجال فوق البنفسجي القريب على شكل أزرق ضارب إلى البياض أو بنفسجي ضارب إلى البياض.

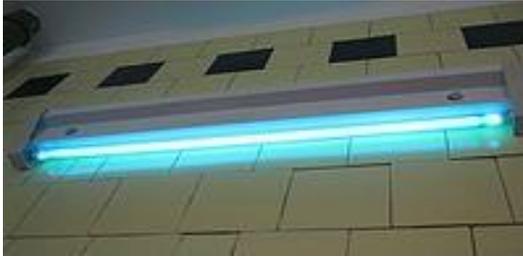
الآثار الضارة للأشعة فوق البنفسجية

- **ضرر العين**
- والعين أكثر حساسية للتلف بالـ UV في العصابة ذات الأطوال الموجية الأقصر **UVC (265–275 nm)**.
- إن ضوء هذا المجال غائب تقريباً من ضوء الشمس، ولكنه يوجد في ضوء قوس اللحم والمصابيح الصناعية الأخرى.
- والتعرض إليها يمكن أن يسبب التهاب القرنية الضوئي أو **التهاب القرنية عند العاملين بلحام المعادن**.
- كما أن UVB في ضوء الشمس ضمن المجال 310nm–280 nm يسبب أيضاً التهاب القرنية الضوئي (العمى الثلجي). كما يمكن أن يتلف كلاً من القرنية والعدسة والشبكية.

الآثار الضارة للأشعة فوق البنفسجية

- **ضرر الدنا DNA**
- يمكن لضوء الـ UVB أن يؤدي إلى إتلاف الـ DNA مباشرة.
- كما يتأذى الـ DNA أيضاً، بشكل غير مباشر، بأنواع الأكسجين التفاعلي الذي تحدثه الأشعة فوق البنفسجية UVA الأخفض بكثير من أن تضر بالـ DNA بشكل مباشر.

توليد الأشعة فوق البنفسجية



مصباح تعقيم



- يتم توليدها حسب الطلب
- مصابيح زئبقية وانفراغية مملوءة بغازات مختلفة
- ليزرات خاصة (ليزر الإكسايمر) نتعرف عليها في الفصل 9 وعلى تطبيقاتها الطبية في الفصل 11
- ديودات منزلية لقراءة العلامات التجارية.

- فقد شاعت مصابيح عالية الاستطاعة للعروض المسرحية والغنائية لإيجاد مؤثرات خاصة.
- ومصابيح الاسمرار ذات استطاعات متوسطة.
- ومصابيح لقتل الجراثيم أو تهريبها. يظهر في الشكل أعلاه مصباح يستعمل في متجر للتعقيم

أمثلة على المواد المتفلورة

