

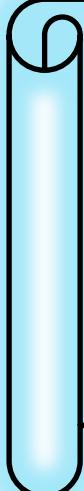
كلية العلوم

القسم : الكيمياء

السنة : الرابعة



٩



المادة : كيمياء ضوئية

المحاضرة : الثالثة/نظري/د . سعود

{{{ A to Z مكتبة }}}}

Maktabat A to Z Facebook Group



كلية العلوم ، كلية الصيدلة ، الهندسة التقنية

يمكنكم طلب المحاضرات برسالة نصية (SMS) أو عبر (What's app-Telegram) على الرقم 0931497960



الأحد: 2025/10/26	مقرر الكيمياء الضوئية الفصل الأول مفاهيم تمهدية Introductory Concepts	المحاضرة الثالثة قسم الكيمياء السنة الرابعة - الفصل الأول 2026 - 2025
د. سعود عبد الحليم كده	تتضمن هذه المحاضرة: كلمة تشمل: 2728 حرف موزعة ضمن: 14609 صفحات: 9	

الهدف التعليمي من المحاضرة الثانية

في نهاية هذا المحاضرة ستكون قادر على:

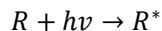
- ✓ المداريات الجزيئية، ومفهوم المداريات الرابطة والمعاكسة للربط.
- ✓ الجزيئات والحالات الإلكترونية.
- ✓ التعامل مع بعض المسائل وكيفية الحل.

جميع الحقوق محفوظة لأصحابها من حيث الاقتباس والصور على الشبكة العنكبوتية



جهاز التحليل الطيفي بالأشعة فوق البنفسجية

كما ذكرنا سابقاً، تبدأ جميع العمليات الضوئية والكيميائية الضوئية عن طريق امتصاص فوتون من الإشعاع المرئي أو فوق البنفسجي، الذي يؤدي إلى تكوين حالة من الإثارة الإلكترونية، يعبر عنها وفق الشكل العام التالي:



وحتى يكون لدينا هذا المفهوم واضحاً، لا بد من التطرق للمبدأ الفيزيائي لامتصاص الضوء من قبل المادة.

المحتوى	الصفحة
الأساس الفيزيائي لامتصاص الضوء	34
تشكل الجزيئات (المداريات الجزيئية)	34
المداريات الجزيئية الرابطة.	35
المداريات الجزيئية المعاكسة للربط.	35
المداريات الجزيئية غير الرابطة.	36
مصادر الضوء المستخدم في الكيمياء الضوئية.	36
مصايدل التنسجتين المتوجهة.	37
المصايدل الغازية المفرغة.	37
.LEDs	37
الثنائيات الباعثة للضوء	39
ليزر النبضات فائق السرعة.	39

يمكن متابعة المادة والاستفادة أكثر من خلال قناة PHOTOCHEMISTRY على تطبيق تلغرام وفق الرابط:



Telegram

@Photochemistry_tartousuniv



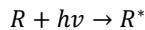
د. سعود عبد الحليم كده

جامعة طرطوس - كلية العلوم - قسم الكيمياء - السنة الرابعة - العام الدراسي 2025-2026

١-١١ - الأساس الفيزيائي لامتصاص الضوء من قبل الجزيئات

The Physical Basis of Light Absorption by Molecules

تنتج حالات الإثارة الإلكترونية (R^*), بعد عملية تنشيط تخضع لها الجزيئة (R), نتيجة امتصاصها إشعاعاً ضوئياً ذو طاقة مناسبة، وذلك وفق الشكل العام:



أي أن الجزيئات المنشطة (R^*), خضعت لعملية ضوئية فيزيائية، انتقل نتيجتها الكترون من مدارية ذرية/جزئية منخفضة الطاقة (ψ), إلى مدارية أعلى طاقة (ψ^*), مما هو الأساس الفيزيائي الذي أدى لحدوث هذه العملية؟

تحتوي الجزيئات الممتصة للضوء (R), على مجموعات مسؤولة عن عملية الامتصاص تُعرف باسم الكروموفور، والذي يُعرف بأنه:

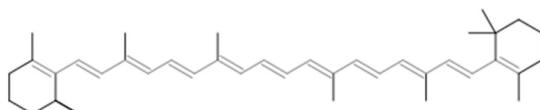
"القسم من الجزيء المسؤول عن لونه."

حيث أن الضوء الذي تراه أعيننا، هو اللون الذي لا يتم امتصاصه داخل طيف معين من الضوء المرئي، فعندما يواجه إشعاع كهرومغناطيسي متذبذب كروموفوراً مناسباً، يمكن أن يرتقي الكترون في الكروموفور إلى حالة إثارة ذات طاقة أعلى، شريطة أن يكون هناك توافق طاقة بين الفوتون و الزوج مستويات الطاقة الإلكترونية المشاركة في الانتقال الإلكتروني، أي تكون طاقة الفوتون كافية لتشكيل القفزة الإلكترونية للحالة المثارة.

عندما يحدث هذا التحول الإلكتروني، يمر الكروموفور الماصل بمرحلة انتقال ثنائي قطب كهربائي، وتصبح طاقة الفوتون جزءاً من الطاقة الكلية للجزيء، في الحالة المثارة، ويستمر عزم ثنائي القطب الانتقالي فقط خلال فترة الانتقال، نتيجة عملية إزاحة الإلكترون، حيث تتناسب شدة الامتصاص الناتج مع مربع عزم ثنائي القطب الانتقالي.

مثال توضيحي (١-١٨):

يتمثل الكروموفور في مركب بيتا كاروتين ($C_{40}H_{56}$), بالروابط المزدوجة الإلحادي عشر في هذا المركب، كما هو موضح فيما يلي:



مركب بيتا كاروتين Beta-Carotin

إذا من خلال ما سبق نجد أن هناك انتقال الكتروني بين المداريات الجزيئية، ولنأخذ فكرة عن هذه المداريات لا بد من فهم آلية تشكيل الجزيئات وفق هذا المفهوم.

١-١٢ - تشكيل الجزيئات (المداريات الجزيئية) MOELLING MOLECULES: MOLECULAR ORBITALS

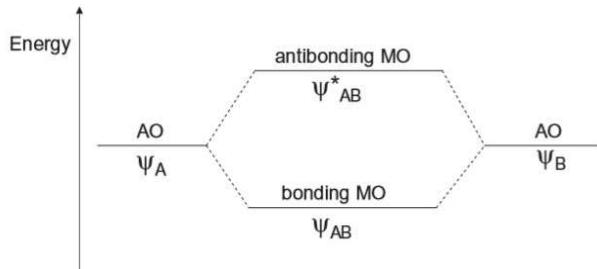
إن مفهوم تشكيل المداريات الجزيئات تمت دراسته خلال السنوات السابقة في مقررات عده، هنا سنقوم بعملية تذكير من خلال شرح بعض جوانب الترابط في الجزيئات بواسطة نموذج النظرية المدارية الجزيئية Molecular orbital theory، بطريقة مماثلة لتلك المستخدمة في المداريات الذرية، حيث أن النموذج الميكانيكي الكواوانيكي المطبق على الجزيئات لا يسمح إلا بوجود حالات طاقة معينة للإلكترون.

يتم وصف حالات الطاقة الكمية (الكواوانية) هذه باستخدام وظائف موجية محددة تسمى **المداريات الجزيئية** Molecular orbitals

للحظ من الشكل (I-10) تداخل مداريتن ذريتان **AO** (Atomic Orbitals) لتشكل مداريتن جزيئيتان **MO** (Molecular Orbitals).

وهاتان المداريتن عباره عن:

- مدارية جزيئية رابطة .Bonding Orbital MO
- مدارية جزيئية معاكسه للربط .Anti-bonding MO



الشكل (I-10):

تشكل المداريات الجزيئية (MO) الرابطة والمعاكسه للربط عن طريق تداخل مداريتن ذريتان محددتان

من أجل أن نختبر مفهوم المداريات الجزيئية في أبسط صورها، سنتنظر في حالة الجزيئات ثنائية الذرة.

يؤدي تفاعل الوظائف الموجية المدارية الذرية المتطابقة إلى وظائف موجية لاثنين من المداريات الجزيئية المتميزة كما لاحظنا في الشكل (I-10) أعلاه، ويمكن توضيح ذلك من خلال ما يلي:

I-12-1. المداريات الجزيئية الرابطة Bonding Molecular Orbitals

تشكل المداريات الجزيئية الرابطة (المداريات منخفضة الطاقة) عندما تعمل الوظائف الموجية المدارية الذرية على تعزيز بعضها البعض في منطقة النواة، فماذا يعني ذلك؟

يتم ارتباط الذرات معًا عن طريق قوى التجاذب بين النواة والإلكترونات في المدارية الجزيئية الرابطة، وبالتالي يكون التابع الموجي للمدارية الجزيئية هو مجموع التابع الموجي للمداريات الذرية المتشكلة منها:

$$\Psi_{AB} = \Psi_A + \Psi_B$$

I-12-2. المداريات الجزيئية المعاكسه للربط Anti-Bonding Molecular Orbitals

تشكل المداريات الجزيئية المعاكسه للربط (المداريات الجزيئية مرتفعة الطاقة) عندما تلغى الوظائف الموجية المدارية الذرية بعضها البعض في منطقة النواة، حيث يتم رفض الإلكترونات من المنطقة، وبالتالي يكون التابع الموجي للمدارية الجزيئية المعاكسه للربط يساوي الفرق بين التابع الموجي للمداريات الذرية المتشكلة منها:

$$\Psi^*_{AB} = \Psi_A - \Psi_B$$

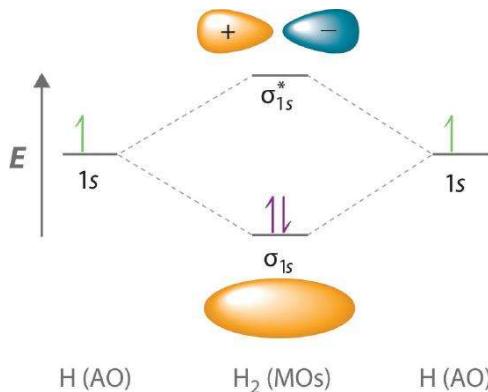
وبالتالي فإن:

"المدارية الجزيئية المعاكسه للربط تمثل حالة تميل إلى فصل الذرات بدلاً من ربطها معاً"



وهنا يمكننا التمييز بين حالتين:

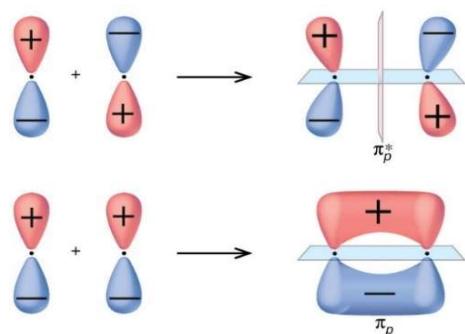
➤ إذا كانت المداريتن الذريتان من النوع (s)، فإن المداريات الجزيئية الناتجة تدعى المداريات الجزيئية الرابطة، والمداريات الجزيئية المعاكسه للربط ⁵ كما هو موضح في الشكل (I-11).



الشكل (I-11):

الحدود الرابطة boundary surfaces للمداريات الجزيئية الرابطة σ و المعاكسة للربط σ^*
لاحظ أن هذه المداريات تنتج عن تداخل مداريّتان ذريّتان من النوع σ في ذرة الهيدروجين

➤ إذا كانت المداريات الذريّتان من النوع (σ)، فإن المداريات الجزيئية الناتجة تدعى المداريات الجزيئية الرابطة σ ، والمداريات الجزيئية المعاكسة للربط σ^* كما هو موضح في الشكل (I-12).



الشكل (I-12):

الحدود السطحية boundary surfaces للمداريات الجزيئية الرابطة π و المعاكسة للربط π^*
لاحظ أن هذه المداريات تنتج عن تداخل مداريّتان ذريّتان متوازيّتان من النوع π

من ملاحظة الشكلين السابقين نجد أن طور المداريات الجزيئية يوضح على شكل إشارة (+ أو -)، وهو نتيجة للوظائف الموجية التي تصف المداريات، وليس رمز شحنة موجة أو سالبة كما يتصور البعض، حيث:

- (+) تدل على أن الوظيفة الموجية موجة في منطقة معينة في الفضاء (التموضع وفق الإحداثيات).
- (-) تدل على أن الوظيفة الموجية سالبة في منطقة معينة في الفضاء (التمposium وفق الإحداثيات).

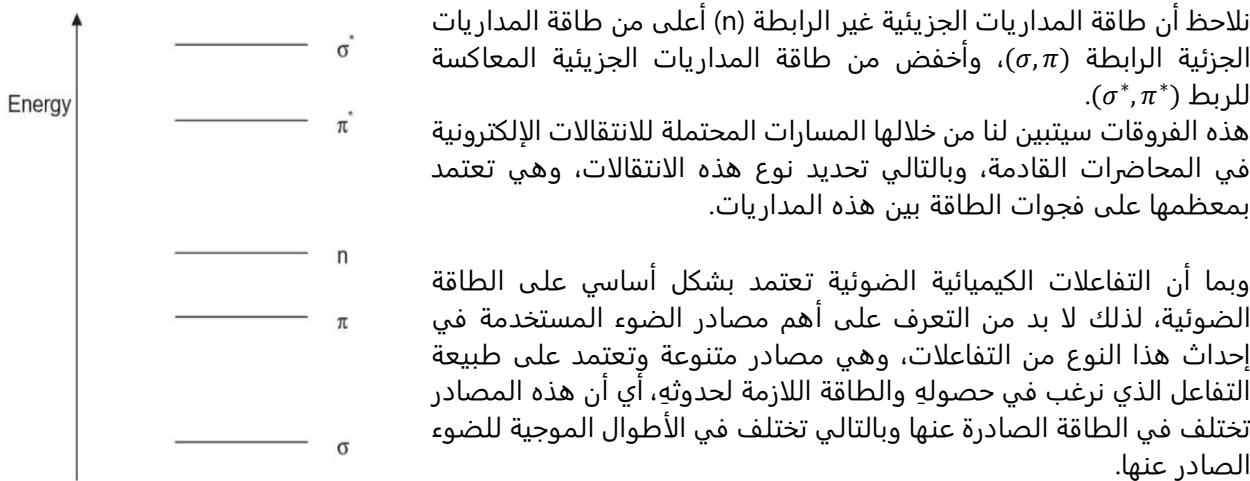
بالإضافة إلى المداريات الجزيئية الرابطة والمعاكسة للربط، من الضروري مراعاة المداريات الجزيئية غير الرابطة (n ، لأن هذه المدارية مع المداريات السابقة تعطيها فكرة عن نوعية الانتقالات الإلكترونية (الحالات المثارة) وطبيعتها (مسموحة أو محظورة).

فما هي هذه المداريات؟

1-12-3- المداريات الجزيئية غير الرابطة (n) Nonbonding Molecular Orbitals (n)

المداريات الجزيئية غير الرابطة (n) هي المداريات التي تحتوي على أزواج وحيدة من الإلكترونات، لا تدخل في تشكيل المداريات الرابطة أو المعاكسة للربط، وبالتالي لا تلعب أي دور في ربط الذرات مع بعضها البعض، يتم توطينها على ذرة واحدة فقط، تتمتع المداريات الجزيئية غير الرابطة بطاقة أعلى من المداريات الرابطة.

يوضح الشكل (I-13) في الصفحة التالية، تمثيلاً بسيطًا لمستويات طاقات المداريات الجزيئية Molecular Orbital Energies في الجزيئات العضوية Organic Molecules.



الشكل (13-1):

طاقات المداريات الجزيئية للجزيئات العضوية

I-13 - مصادر الضوء المستخدم في الكيمياء الضوئية

الضوء هو العامل الأساسي في سير التفاعلات الكيميائية الضوئية، تُستخدم مصادر متنوعة منه توفر طاقة محددة الأطوال الموجية لتحفيز التفاعل، على شكل مصابيح متنوعة تختلف فيما بينهما، من حيث خصائص الإشعاع الضوئي الذي ينشأ عنها، فيما يلي أهم هذه المصادر المستخدمة في المختبرات والأبحاث:

I-13-1. مصابيح التنفسن المتوجهة Tungsten Filament Lamps



تُعد هذه المصابيح مصدراً جيداً للضوء المرئي، تعمل بتسخين سلك من التنغستن (~3000 K) بالتيار الكهربائي، مما يؤدي إلى توليد ضوء متصل (اشعاع جسم أسود)، كما تحتوي هذه المصابيح على غاز الالهاليجين (أيودين أو برومدين) لإعادة تدوير ذرات التنغستن المتبخرة مما يطيل عمر المصباح، تعمل على نطاق الأطوال الموجية (350 – 2500 nm)، من الأشعة تحت الحمراء إلى الأشعة فوق البنفسجية، تكون شدة الضوء الصادر عنها عالية في المنطقة المرئية والأشعة تحت الحمراء، وضعيفة في المنطقة فوق البنفسجية، وبسبب فقدان معظم طاقتها على شكل حرارة، فإن كفاءتها الطاقية (5-10%).

تُستخدم هذه المصابيح كمصدر ضوء عريض الطيف في أجهزة مطيافية UV-Vis، كما تُستخدم في دراسة التفاعلات الحساسة للضوء المرئي/ تحت الأحمر، مثل تفاعلات البلمرة الضوئية.

إلا أن هذه المصابيح غير مناسبة للتطبيقات التي تتطلب أشعة فوق البنفسجية قصيرة (UV-C)، بسبب شدة UV المنخفضة.

I-13-2. المصابيح الغازية المفرغة Gas Discharge Lamps

تحتوي المصابيح المفرغة على غاز الكريزنون أو بخار الرزباق أو الديوتيريوم، الذي يتم من خلاله تمرير التفريغ الكهربائي، فعند الضغط المنخفض، ينبعث الضوء الناتج كسلسلة من الخطوط الطيفية الحادة المميزة للعنصر المعنى.

تتمتع المصابيح التفريغ بالقدرة على إنتاج نبضات قصيرة من الضوء، وبسبب كثافتها العالية في الأطوال الموجية القصيرة، فهي مثالية للاستخدام كمصادر لضوء الضوء لأشعة الليزر، حيث تتم هنا ترقية الذرات إلى حالات الإثارة، والتي يمكن فيما بعد تحفيزها لإصدار ضوء أحادي اللون متماش.

1. المصابيح المفرغة التي تعتمد على بخار الرزباق (Mercury Lamps): يعتبر مصباح الرزباق مصدر الضوء التقليدي المستخدم في الكيمياء الضوئية، تمتلك ذرة الرزباق في حالتها الأرضية (S_0)، على الكترون في أعلى مدارية مشغولة لها



(65^2), أي مدارية مزدوجة الإشغال، لكن عند الإثارة ينتقل أحدها إلى مدارية أعلى ($6P$), مما يولد حالات مثارة أحادة أو ثلاثة، وبالتالي، يتَّسُّج الضوء المنبعث من مصباح الرئيق، عن التحولات الإلكترونية من مداريات ذرية ذات مستوى طاقة أعلى (المداريات P ، إلى مداريات ذرية ذات مستوى طاقة أقل (الحالة الأرضية).

تمتاز هذه المصايبخ بخطوط طيفية حادة عند أطوال موجية محددة، أبرزها:

UV-C: في المجال ($254\text{ nm} - 185\text{ nm}$)، يستخدم لتعقيم المياه، بسبب الطول الموجي المدمر للحمض النووي (254 nm)، كما يستخدم في تفكيك المركبات العضوية، وتحليل الملوثات الناشئة.

UV-A: عند الطول الموجي (365 nm)، يستخدم لتفعيل الحفازات الضوئية مثل أكسيد الزنك ZnO ، وفي الطباعة الضوئية الدقيقة.

تمتاز مصايبخ الرئيق بكفاءة عالية في نطاق أشعة UVA ، ويعتمد ابتعاثها على ظروف التشغيل الخاصة بها، حيث يمكن أن تميز الحالات التالية:

- المصايبخ ذات الضغط المنخفض: لها ابتعاث أقل شدة، وخطوط إخراج طيفية أقل، أبرزها خط عند الطول الموجي (254 nm).
- المصايبخ ذات الضغط المتوسط: أكثر إشراقاً، تنتج عدداً أكبر من الخطوط.
- المصايبخ ذات الضغط العالي: تعمل عند درجات حرارة وضغط مرتفعين، ولديها ابتعاثات أكثر شدة، وتعمل على مدى واسع من الأطوال الموجية بسبب الضغط الشديد، كما يقل الامتصاص الذاتي من شدة الخط الطيفي عند الطول الموجي (254 nm)، بينما تؤدي تصدامات الذرات عند الضغط العالي إلى توسيع الخطوط الطيفية، مما يجعل الطيف يبدو متصلة جزئياً.

تبلغ الكفاءة الطاقية، في تحويل الطاقة إلى UV ، لمصايبخ الرئيق ($30\text{ - }40\%$ ~)، وتتمتع عمر تشغيل ($10000\text{ hour} - 2000\text{ hour}$) لمصايبخ الرئيق منخفضة الضغط، أما بالنسبة لمصايبخ الرئيق عالية الضغط فيبلغ العمر ($5000\text{ hour} - 1000\text{ hour}$)، وهذا يعتمد على تقليل دورات التشغيل / الإيقاف، كما يعتمد على نظام التبريد، حيث أن المصايبخ المبردة بالهواء تدوم أقل من تلك المبردة بالماء.

2. المصايبخ المفرغة التي تعتمد على غاز الكريزنون (Xe Arc Lamps): تصدر طيف متصل يشبه ضوء الشمس ($200\text{ - }2500\text{ nm}$)، مع شدة ضوء عالية في المنطقة المرئية فوق البنفسجية، وتبلغ كفاءتها الطاقية ($15\text{ - }20\%$ ~)، مع عمر تشغيل ($500\text{ - }1000\text{ hour}$).

من أهم تطبيقاتها، استخدامها في محاكاة ضوء الشمس أثناء اختبارات التحلل الضوئي، إضافة لكونها تشكل مصدر ضوء للبليزارات الصبغية، إضافة لدراسة التفاعلات الجذرية الحرجة، كما أنها في مجال UV ($200\text{ - }400\text{ nm}$) تستخدم لتفكيك الروابط الكيميائية، وفي المجال المرئي ($400\text{ - }700\text{ nm}$) تستخدم لدراسة التفاعلات الحساسة للضوء المرئي.

3. المصايبخ المفرغة التي تعتمد على غاز الديوتيريوم (Deuterium Lamps): تصدر طيف في المجال فوق البنفسجي البعيد والقريب ($190\text{ - }400\text{ nm}$), مع شدة ضوء عالية في المنطقة فوق البنفسجية القصيرة ($190\text{ - }250\text{ nm}$), وتبلغ كفاءتها الطاقية ($10\text{ - }15\%$ ~)، مع عمر تشغيل ($1000\text{ - }2000\text{ hour}$).

من أهم تطبيقاتها، استخدامها في المطيافية فوق البنفسجية العميق، لدراسة البروتينات والأحماض النووية، إضافة لاستخدامها في معايرة أجهزة الطيف الضوئي.

13-3. الثنائيات الباعثة للضوء LEDs

تصدر ضوء أحادي اللون تقريرياً نطاق ضيق حول طول موجي محدد، وتمتاز بكفاءة طاقية عالية (> 50 %)، مما يميزها عن المصابيح التقليدية ذات الكفاءة المنخفضة، وهي مصادر ضوئية قابلة للضبط، إذ يمكن اختيار أطوال موجية محددة (250 – 1000 nm)، وأهم الأطوال الموجية الشائعة لها:

UV-LEDs(235 nm, 365 nm): تستخدم لتحفيز الحفازات الضوئية.

Vis(450 nm, 530 nm): يستخدم لتفاعلات البلمرة الضوئية، والتفاعلات الانتقائية.

13-4. ليزر النبضات فائق السرعة Ultrafast Laser

يعتمد الليزر بشكل خاص في الأبحاث الكيميائية الضوئية، لأن ابعاذه المحفز ينتج عنه ضوء أحادي اللون متماساك وكثيف للغاية، بالإضافة إلى ذلك، أدت التطورات في تكنولوجيا أشعة الليزر من تقديم نبضات لمدة أقصر وأقصر، بحيث أصبح من الممكناليوم إنتاج نبضات من مرتبة الفمتوثانية.

يمكن لمصابيح الليزر اصدار ضوء ذو شدة عالية جداً، وبأطوال قابلة للضبط في نطاق واسع من IR إلى UV، ومن أهم الأطوال الموجية:

- **الليزر الثنائي نيوديميوم / ياغ (Nd: YAG):**

يعمل عند الأطوال الموجية الأساسية (في الأشعة تحت الحمراء nm 1064)، مع إمكانية توليد أطوال موجية أخرى عبر مضاعفة التردد مثل:

- 532 nm (الأخضر)، الأكثر استخداماً في الكيمياء الضوئية.

- (UV) 355 nm

- UV 266 nm (UV العميق).

حيث البلورة المستخدمة عبارة عن حجر كريم اصطناعي YAG ($Y_3Al_5O_{15}$) من إيتريوم ألومنيوم غارنت، مطعم بشاردة النيوديميوم (Nd^{3+}) بنسبة (~1%) لتحل محل بعض ذرات الإيتريوم في الشبكة البلورية.

آلية العمل: تثار شوارد النيوديميوم (Nd^{3+}) إلى مستويات طاقة عالية بواسطة مصباح فلاش، ثم تطلق فوتونات بطول موجة (1064 nm)، أي أشعة تحت حمراء، عند عودتها لحالتها الأساسية، حيث تستخدم بعدها بلورات غير خطية لتحويل الطول الموجي إلى قيم أخرى مثل (532 nm).

أهم الخصائص: نبضات فائقة القصر من رتبة النانو ثانية إلى الفيمتو ثانية، وكفاءة عالية (~ 20% – 10%) مقارنة بليزرات الغاز (مثل ليزر ثاني أكسيد الكربون).

ملاحظة: الغارنت الطبيعي عبارة عن مركب للسيликات صيغته $(A_3B_2SiO_4)_3$ ، حيث تمثل (A) شوارد موجبة ثنائية التكافؤ، بينما (B) شوار موجبة ثلاثة التكافؤ.

YAG: ليس مركب للسيликات كما في الغارنت الطبيعي، لكنه يشتراك معه في البنية البلورية المكعبية، لذلك أطلقت عليه هذه التسمية، والشكل النقي منه يشبه الأحجار الكريمة الطبيعية (الغارنت أو الزمرد)، ويستخدم كمجوهرات أو عدسات، ولكن عند تعديمه بالنيوديميوم يستخدم في الليزر (طب، صناعة، أبحاث).

• الليزر القابل للضيبلت تيتان - سفير (Ti-Sapphire)

يستخدم بلورة من السفير (Al_2O_3), مطعمة بشوارد التيتانيوم (Ti^{3+}), من أهم خصائصه أنه يعطي طيف ضوئي واسع قابل للضيبلت من (650 nm) إلى (1100 nm)، أحمر إلى أشعة تحت حمراء قريبة، مع نبضات فائقة القصر (أقصر من ليزر نيوديميوم / ياغ)، يستخدم في التطبيقات المجهريّة متعددة الفوتوونات.

الجدول (٤-٧)، يبيّن أهم الفروقات بين هذين النوعين من الليزر.

الجدول (٤-٧): الفروقات بين الليزر الثنائي نيوديميوم / ياغ، وليزر سفير/تيتانيوم.

Ti : Sapphire	Nd:YAG	المعيار
(ليزر) 650-1100 nm (قابل للضيبلت)	(ليزر) 1064 nm (أساسي)	الطول الموجي
$Al_2O_3 + Ti^{3+}$	$Nd^{3+} + Y_3Al_5O_{15}$	نوع البلورة
فيimoto ثانية فائقة القصر	نانو ثانية إلى فيimoto ثانية	مدة النبضة
~5-15%	~10-20%	الكفاءة
عالية	منخفضة نسبياً	التكلفة

من أهم تطبيقات ضوء الليزر دراسة ديناميكية التفاعلات فائقة السرعة، إضافة للتحكم في التفاعلات الكيميائية بالليزر، وتوليد البلازما الضوئية.

من أهم الشروط لتوليد الليزر هو وجود وسط ليزر laser Medium في أنبوب داخل تجويف الليزر، حيث يتم تصنيف الليزر حسب طبيعة الوسط إلى:

١. ليزر الحالة الصلبة: مثل ليزر الياقوت Ruby Laser.
٢. الليزر الغازي: مثل ليزر الهيليوم - نيون Helium - Neon Laser وليزر الأرغون الشاردي Argon Ion Laser.
٣. الليزر الصبغي Dye Laser: حيث يكون وسط الليزر متوهجاً ملوناً نتيجة استخدام أصبغة منحلة في محل غير ممتص.

يُذكر أن الاتجاهات الحديثة في أبحاث الكيمياء الضوئية، تتوجه في التحول نحو الثنائيات الباختنة للضوء LEDs كمصدر للضوء بسبب كفاءتها العالية وتقليل استهلاك الطاقة، ونحو الليزر فائق السرعة لفهم آلية التفاعلات في الزمن الحقيقي، كما يتم حديثاً دمج الذكاء الاصطناعي لتحسين اختيار مصادر الضوء المثلث لكل تفاعل.

إذا تعرّفنا على أهم المفاهيم العامة في الكيمياء الضوئية من خلال هذا الفصل الذي شمل ثلاث محاضرات، وبالتالي ستنتطرق في المحاضرات القادمة من خلال فصل جديد إلى مفهوم الحالات المثارة وأنواعها وآلية حدوثها، وأهم التحولات اللاحقة لها، سواء كانت تحولات فيزيائية (أشعاعية)، أو تحولات كيميائية.

المفاهيم الأساسية للمحاضرة والموجز

Key Concepts and Summary

في هذه المحاضرة درسنا بداية الأساس الفيزيائي لامتصاص الضوء من قبل الجزيئات، ووجدنا أن الجزيئات التي تقوم بامتصاص الضوء تحتوي على مجموعات مسؤولة عن عملية الامتصاص تعرف باسم الكروموفور، وهو القسم من الجزيء المسؤول عن لونه، ثم تطرقنا بعدها لتشكيل المداريات الجزيئية وفق النظرية المدارية الجزيئية، حيث تتبع أيضاً النموذج الميكانيكي الكوانتي، وجدنا أن هناك مداريات رابطة، أو معاكسة للربط، أو غير رابطة، والتي تختلف عن بعضها البعض في السويات الطافية التي تحللها، والتي تكسبها خصائصها المميزة، وجدنا من خلال هذه الفقرة أن المداريات المعاكسة للربط تمثل حالة تمثيل إلى فصل الذرات بدلاً من ربطها، وبالتالي هي مداريات عالية الطاقة.

كما تم دراسة أهم مصادر الضوء المستخدم في الكيمياء، والتي تعتبر أساساً لحدوث التفاعلات الكيميائية الضوئية، حيث نطرقنا بشيء من الإيجاز إلى أهم هذه الأنواع، مثل مصابيح التنفسن، والمصابيح المفرغة، ومصابيح الليزر، وأهم خصائصها المميزة.

"هذا موجز مدرس المقرر الألهم مفهوم موجز عزيزي الطالب بعد قراءة المحاضرة وتعريف أهم الأفكار التي وردت فيها وتطبيقاتها"

-- نهاية المحاضرة --

في المحاضرة القادمة بهم الأحد تاريخ 02/11/2025 ستتعرف إلى عناوين متعددة منها:

- ✓ الظواهر المترافقه مع حالة الإثارة الإلكترونية والتعددية السبئينية.
 - ✓ التتابع الموحد، وخصائصه.

أعدت هذه المحاضرة وفق قواعد الجودة العالمية لمناهج التدريس، كما تم الاستعانة في إعداد هذه المحاضرة بجامعة مانشستر ميتروبولitan Manchester metropolitan في المملكة المتحدة.

د. سعاد عبد الحليم كده