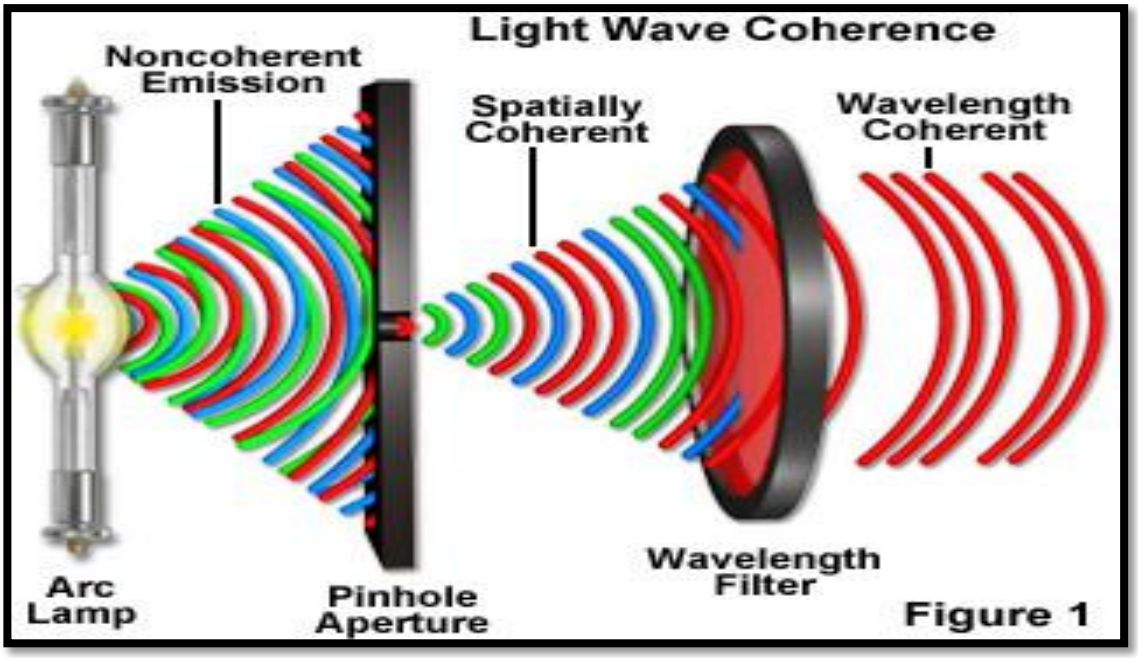
البصريات الفيزيائية

المرحلة الثالثة – الكورس الثاني

2024-2023



د. فالح لفته مطر الجشعمي

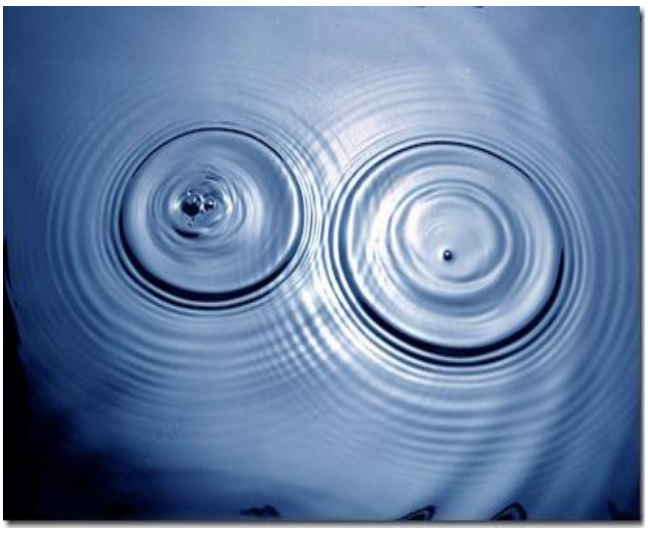
التشاكة ، تراكب الموجات ، التداخل و الحيود

3- التداخل

التداخل في الضوء
Interference of Light

المقدمة:-

ينتقل الضوء مثل الماء، على شكل موجات يمكن أن تجتمع وتتداخل فيما بينها، وينتج تداخل الموجات الضوئية وميضاً من الألوان على سطح فقاعات الصابون أو بقع الزيت أو أجنحة الطائر الطنان.



امواج المياه تشكل انماط متداخلة بسبب حدوث اضطرابين متزامنين في بركة الماء

تنشأ ظواهر التداخل interference عن تراكب موجتين أو عدة موجات تواترها واحد صادرة عن منابع مترابطة، أي فروق الطور بينها ثابتة، وتتوقف شدة الضياء حيث تلتقي الموجات على فروق المسير أو فروق الطور بينها. ومن الظواهر المألوفة الألوان الزاهية التي تبدو بها فقاعات الصابون وأغشية الزيت الرقيقة الطافية على الماء، وكذلك الألوان المختلفة التي تزدان بها بعض الطيور وتظهر في أجنحة بعض الحشرات.

كان أول من بيَّن هذه الظواهر العالم الإنكليزي توماس يَنْغ T.Young بتجربته الشهيرة (التداخل من شقين) ووضع بذلك الأساس التجريبي في نظرية الضوء الموجي التي كان العالم الإنكليزي هوك R.Hooke من روادها الأوائل، والتي تطورت على يد العالم الهولندي هايْغِنْز C.Huygens الذي أدخل عليها تحسينات كثيرة، ونص على المبدأ المعروف باسمه، ((وهو أن كل نقطة يصلها الاضطراب الضوئي، يمكن أن تُعدَّ منبعاً لاضطراب جديد ينتشر كأمواج كروية، وهذه الأمواج الثانوية ينضم بعضها إلى بعض بحيث يحدِّد مغلِّفها في أي وقت لاحق جبهة الموجة wave front)). وقد دعم العالم الفرنسي فرينيل A.J.Fresnel النظرية الموجية بتحرياته الرياضية وأرساها على أساس متين. ولم يكن من الصعب على من خلفهم من العلماء أن يصمموا تجارب عديدة في التداخل، وأن يشرحوا أنماطاً مختلفة من ظواهره، فأجريت تجارب عدسة بييه Billet المشطورة ومرآة لويْد Loyd، كما صُممت وصنعت مقاييس التداخل التي تنسب إلى العلماء رايْلي Rayleigh وميكلسون Michelson وجامان Jamin وفابري وبيرو Fabry&Perot وماخ Mach.

ن ظاهرة التداخل في الضوء قد برهنت على صحة النظرية الموجية التي اقترحها العالم هايكنز.

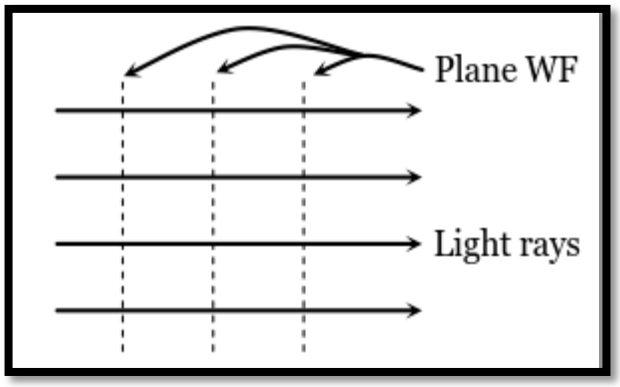
لابد لنا من معرفة مايلي :-

جبهة الموجة Wave fronts :

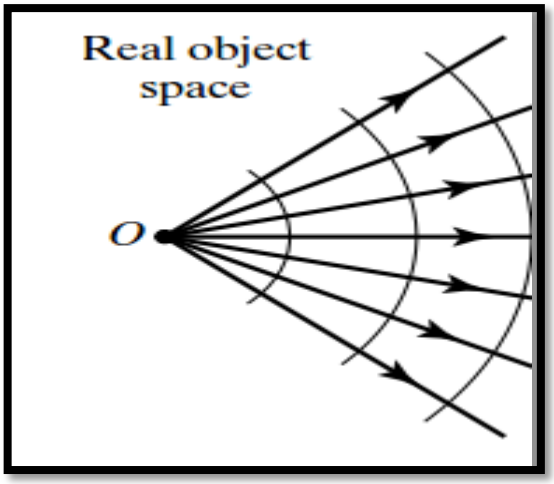
وهي المحل الهندسي لكافة النقاط التى تكون بطور واحد(ثابت.)

انواع جبهات الموجة Types of Wave fronts :

في حالة المصدر الضوئي النقطي فأن جبهات الموجة الصادرة تكون كروية من المصدر الضوئي وعندما تزداد إنصاف أقطار هذه الجبهات إلى درجة كبيرة تصبح سطوح مستوية متوازية، ($k.r=constant$)ان اي ، وكما موضح في الشكل أدناه.



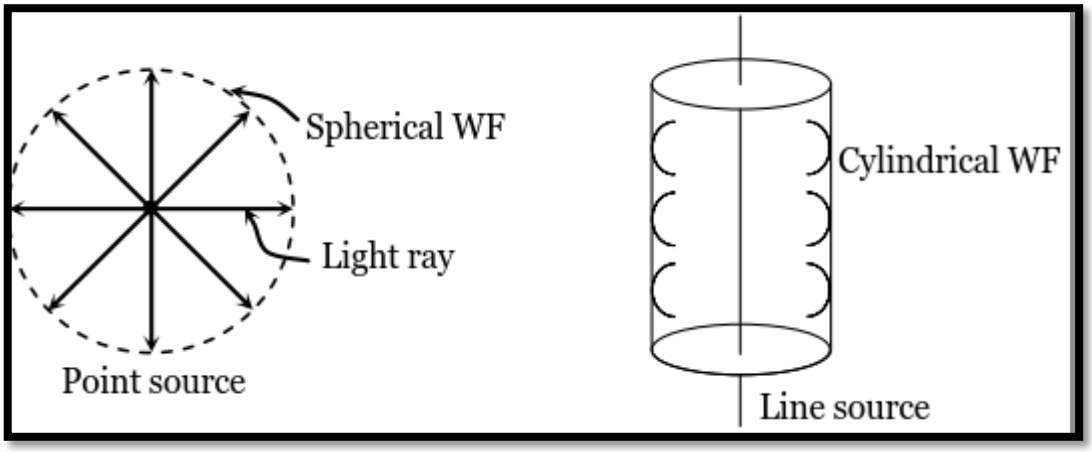
المصدر البعيد(موجات مستوية)



المصدر القريب(موجات كروية)

لذا تكون أشعة الموجات في الأوساط المتجانسة والمتناظرة الخواص عبارة عن خطوط مستقيمة عمودية على جبهات الموجة إما في الأوساط غير المتجانسة وغير متناظرة الخواص كما في بعض البلورات فعندئذ لايشترط إن يكون اتجاه الأشعة عموديا على جبهات الموجة دائم .

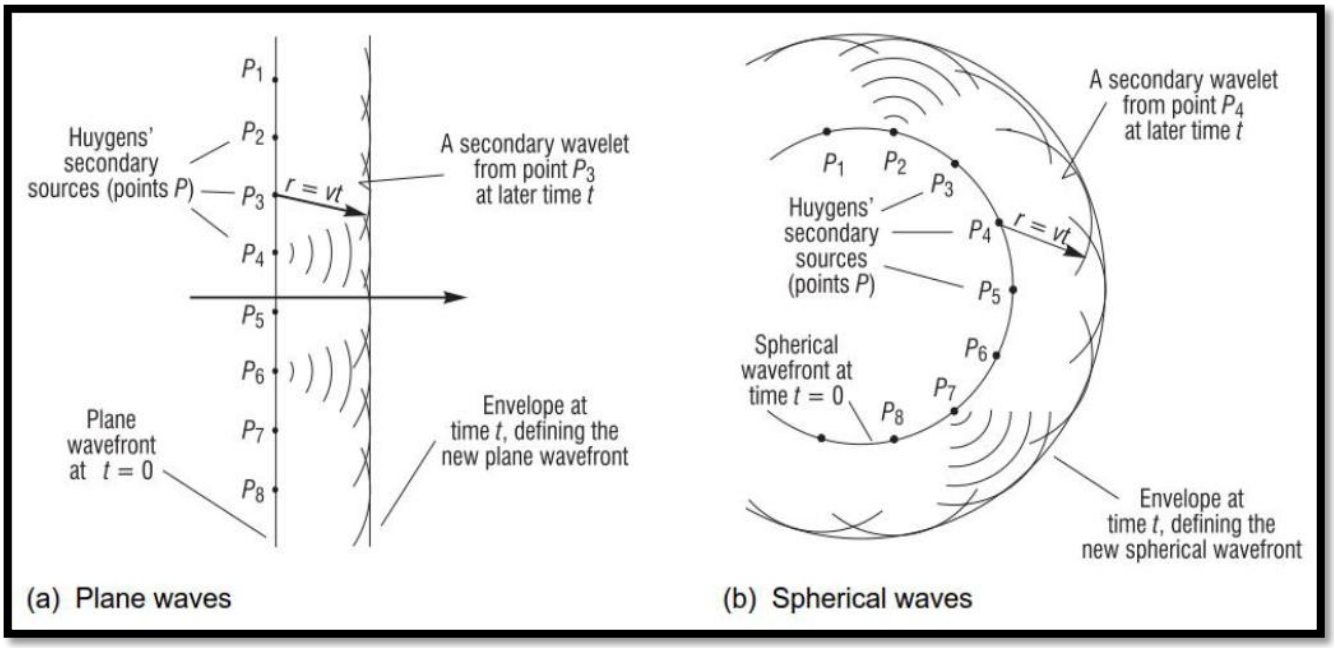
اما للموجة الكروية فان جبهات الموجة تكون كروية ايضا حيث $(r=constant)$

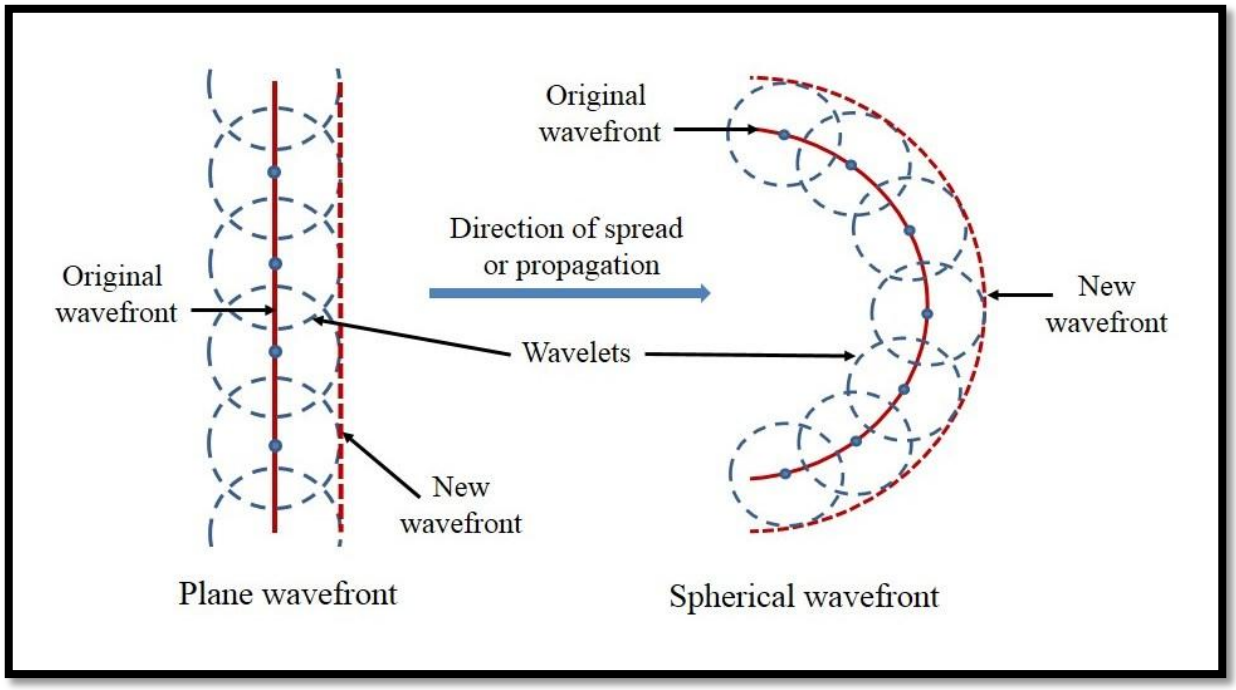


مبدأ هويكنز Huygens' principle :

يعتبر مبدأ هويكنز طريقة هندسية لإيجاد شكل جبهة الموجة في لحظة ما وينص على أن-:

(من الممكن اعتبارا كل نقطة على جبهة الموجة كأنها مصدر جديد لموجات كروية ثانوية تنتشرخارجه من مراكزها إلى جميع الاتجاهات بسرعة تساوي سرعة انتشار الموجة.)





ملاحظات:

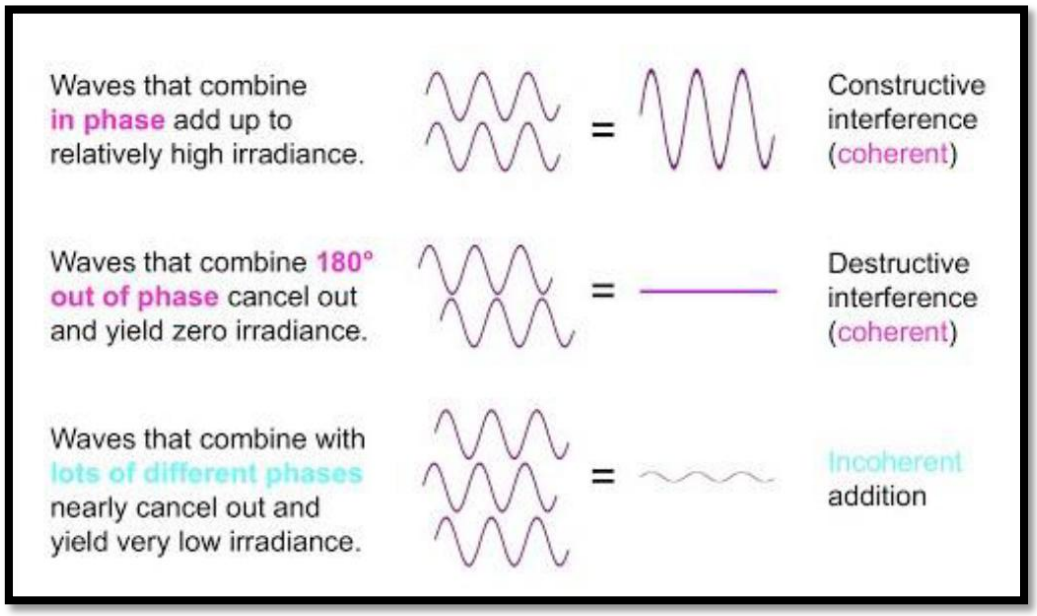
1- **ان جبهات الموجة تنتشر في الاتجاه الامامي للوسط دائما.**
2- **ان اشعة الضوء تكون عمودية على جبهة الموجة دائما.**
3- **ان فرق الطور بين مختلف الاجسام على الموجة يساوي صفر.**

أن ظاهرة التداخل في الضوء تعتمد على مفهوم تراكب موجتين أو اكثر لذا فأن الاهتمام بتأثير تقوية أو اضمحلال الموجات الضوئية نتيجة هذا التراكب يسمى بظاهرة التداخل في الضوء.

أن تقوية الموجة التداخل البناء (*Constructive Interference*) او اضمحلال الموجة التداخل الاتلافي أو الهدام (*Destructive Interference*)، تتناوب فيما بينها وتؤدي إلى تكوين شكل الأهداب. *Fringes*

شروط حدوث التداخل:

1- **يجب إن تكون مصادر الموجات متشاكه أي أن الموجات المتماثلة المنبعثة تكون بفرق طور ثابت.**
2- **يجب إن تكون الموجات أحادية الطول الموجي *Monochromatic***



مما سبق وذكرناه عن المصادر العشوائية والمتشاكه في الفصل الاول ومن الشكل اعلاه نستنتج ما يلي:

1- **إن مصادر الضوء الاعتيادية تكون غير متشاكة، اذ تكون المصادر عشوائية من ناحية الزمن والتردد والطور والاتجاه، بينما تكون المصادر الليزرية متشاكه حيث تمتلك هذه المصادر نفس التردد والطور والاتجاه.**
2- **تكون الحزم الضوئية غير متشاكه، عندما يتغير فرق الطور بينهما عدة مرات وبطريقة غير منتظمة، بينما تكون الحزم متشاكه، عندما يكون فرق الطور بينها ثابت خلال الفترة الزمنية اللازمة لمشاهدة عملية التداخل.**
3- **ان شدة الضوء تكون اعلى بكثير في حالة الموجات المتشاكه من الموجات العشوائية غير المتشاكه.**
4- **ان التشاكه يعني وجود موجتين او اكثر ذات علاقة طورية ثابتة.**
5- **ان التشاكه خاصية ضوئية اما التداخل فهو عملية تفاعل بين موجات ضوئية.**

أنواع أجهزة التداخل:

1- **أجهزة تقسيم جبهة الموجة :(*Wave front division*) مثل الشقين، متعدد الشقوق، ومحزز لحيود.**
2- **اجهزة تقسيم السعة :(*Amplitude division*) مثل الاغشية الرقيقة، مرشحات الادخال، مدخال مايكلسون، ومدخال فابري بيروت.**

أهمية تداخل الضوء في العلوم:-

تداخل الضوء له أهمية كبيرة في العديد من المجالات العلمية والتطبيقات التكنولوجية. يستخدم في العديد من أجهزة الاستشعار مثل أجهزة الانتقال والتدريج وأجهزة الاستشعار الضوئية.أحد التطبيقات الشائعة لتداخل الضوء هو الانتفاض الضوئي الذي يحدث عندما يتداخل الضوء بشكل مباشر. يُنتج الانتفاض الضوئي أنماطًا تفاوتيًا في السطوع والإضاءة، ويتم استخدامه في علم الأجسام الصغيرة وعلم المواد.