المحاضرة الثالثة

الألياف البصرية

د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كرري

فتحة النفوذ العددية: Numerical Aperture

- هي عبارة عن قيمة عددية تعتبر أكثر شمولا من زاوية القبول والتي تمثل أو تعبر عن إمكانية إدخال الضوء لليف البصري بشكل صحيح وبأقل فقد ممكن

$$NA = n_o \sin\theta_a$$

$$NA = \sqrt{n_1^2 - n_2^2}$$

د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كرري

فتحة النفوذ العددية: Numerical Aperture

- حيث $n_{\circ}$ تمثل معامل انكسار الوسط الفاصل وغالبا ما يكون هواء بين المصدر الضوئي ومقدمة الليف ومنها

$$\theta_{\mathrm{a}} = \sin^{-1}(\mathrm{NA})$$

د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كرري

فتحة النفوذ العددية: Numerical Aperture

- ويمكن أيضا التعبير عن فتحة النفوذ العددية بدلالة الفرق النسبي (Δ) بين معامل انكسار اللب n_1 ومعامل انكسار العاكس n_2 كالتالي

$$NA \cong n_1\sqrt{2\Delta}$$

- حيث أن Δ تحسب وفقا للعلاقة التالية

$$\Delta = \frac{n_1^2 - n_2^2}{2n_1^2}$$

د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كردي

فتحة النفوذ العددية: Numerical Aperture

للمعلومية فإن:

θa تأخذ قيم بين الصفر و ٩٠ درجة.

NA بين الصفر والواحد.

Δ تكون عادة أقل بكثير من الواحد

د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كرري

أنماط الإنتشار فى الليف البصري

- ينتشر الضوء عبر الليف البصري على شكل عدد من الحزم الضوئية أو إشعاعات بزوايا معينة ذات قيم محددة.
- تسمى هذه الإشعاعات أو الحزم المختلفة بأنماط الانتشار حيث يرتبط كل شعاع بنمط انتشار معين.
- وحتى يمكن الحصول على هذه الأنماط تستخدم في ذلك النظرية الكهرومغناطيسية والتي توضح الأنواع الأساسية لأنماط الانتشار، أنماط كهربائية عرضية TE أنماط مغناطيسية عرضية TM أنماط هجينة من النوعين HE, EH

د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كرري

أنماط الانتشار فى الليف البصري

- عند الحديث عن أنماط الانتشار يجب التعرف على قيمة عددية لليف البصري تسمى بالتردد المقياس Normalized Frequency أو ما يعرف بالقيمة العددية أو V- Number لليف البصري ويرمز لها بالرمز (V) والتي يمكن حسابها بالعلاقة التالية:-

$$V = \frac{2\pi}{\lambda} a\, NA \qquad V = \frac{2\pi}{\lambda} a\, n_1 \sqrt{2\Delta}$$

- حيث λ تمثل الطول الموجي و a نصف قطر لب الليف البصري

د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كرري

أنواع الألياف البصرية

- تنقسم الألياف البصرية إلى أكثر من نوع وذلك بالاعتماد على المعيار المستخدم لعملية التقسيم
- فحسب تغير معامل الانكسار خلال لب الليف البصري تنقسم إلى:

➢ ألياف عتبية Step Index Fiber حيث يكون معامل الانكسار ذا قيمة ثابتة خلال لب الليف.

➢ ألياف تدريجية Graded Index Fiber حيث يتغير معامل الانكسار بشكل تدريجي ضمن منطقة لب الليف

د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كرري

أنواع الألياف البصرية

وكذلك تنقسم الألياف البصرية حسب عدد الأنماط المنتشرة خلال الليف البصري إلى:

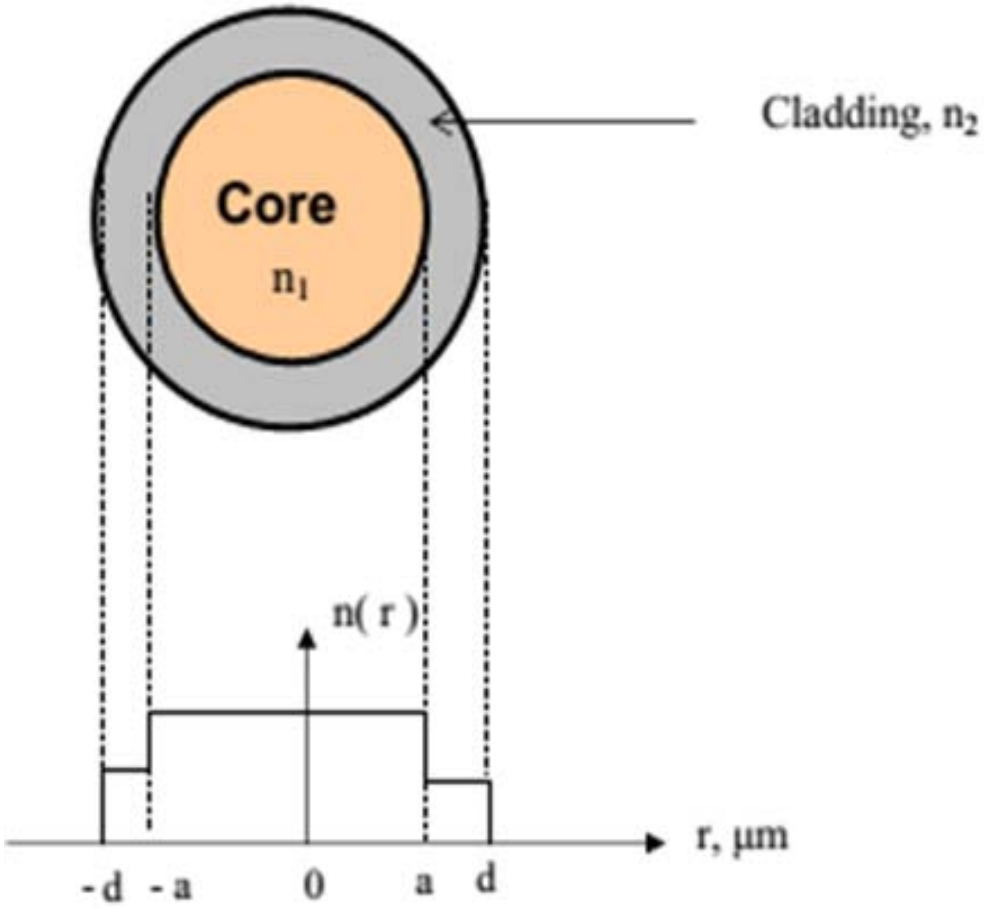
- ألياف أحادية النمط Single Mode Fiber حيث ينتشر نمط واحد فقط خلال لب الليف.
- ألياف متعددة النمط Multimode Fiber حيث ينتشر أكثر من نمط

د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كرري

الليف العتبي Step index

- لقد بدأ ظهور الألياف البصرية بهذا النوع تحديدا وذلك لسهولة التصميم والتصنيع
- حيث يتم تصنيع لب الليف من زجاج نقي له معامل انكسار (**ثابت**) n1 بينما يصنع العاكس من الزجاج أيضا بمعامل انكسار ثابت ولكن ذو قيمة اقل n2 كما هو مبين بالشكل أدناهـ:

د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كرري



الليف البصري العتبي Step index

د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كردفان

الليف العتبي Step index

- إذا ما نظر للشكل أعلاهـ فإننا نجد أن تغير معامل الانكسار من القيمة n2 الى n1 أو العكس له شكل الدرجة أو العتبة ومن هنا جاءت التسمية بالليف العتبي

د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كرري

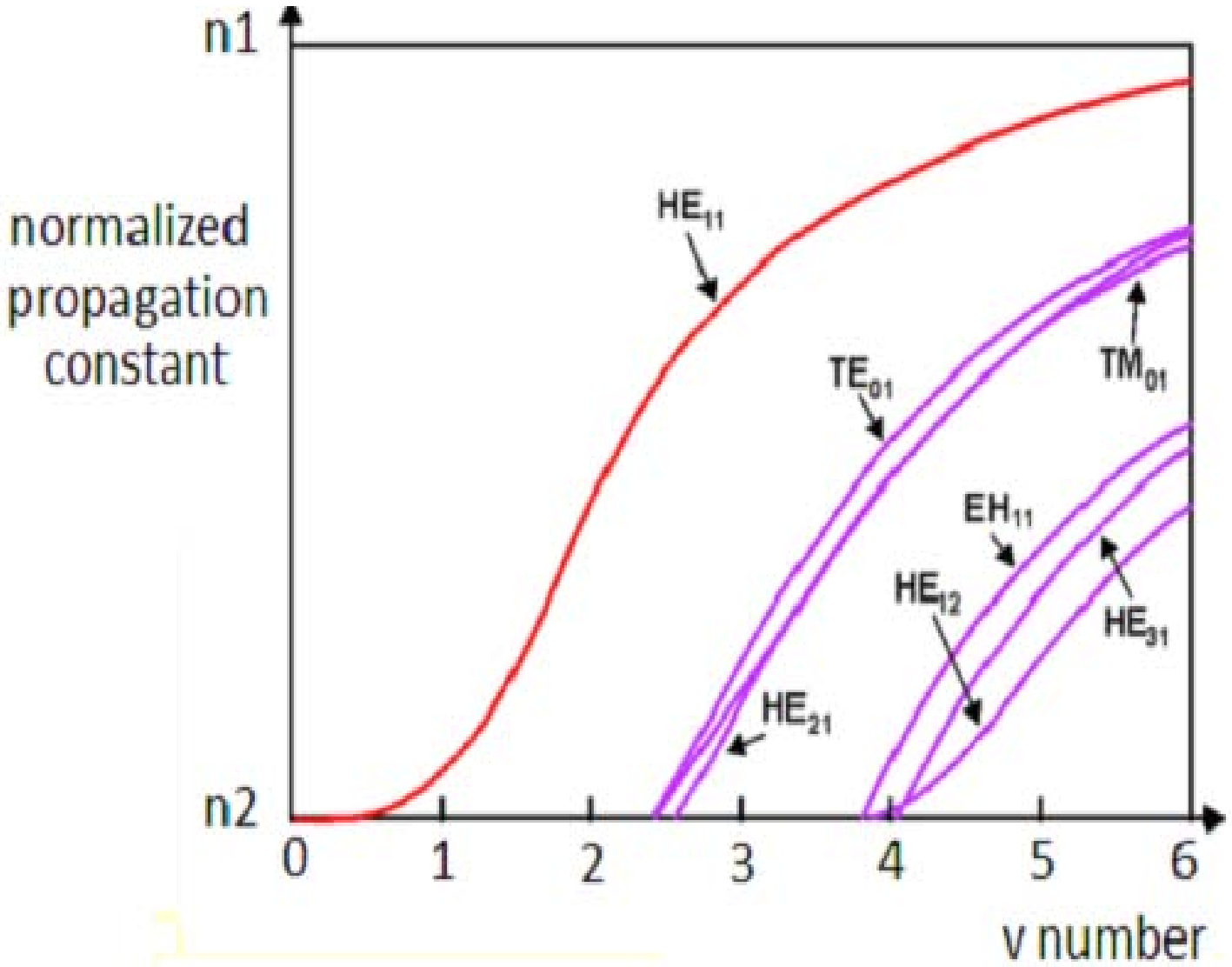
الليف العتبي Step index

- يمكننا حساب عدد الأنماط المنتشرة M_s خلال لب الليف العتبي بالعلاقة التالية:

$$M_s = \frac{V^2}{2}$$

- حيث: V يمثل التردد المقياس

د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كرري

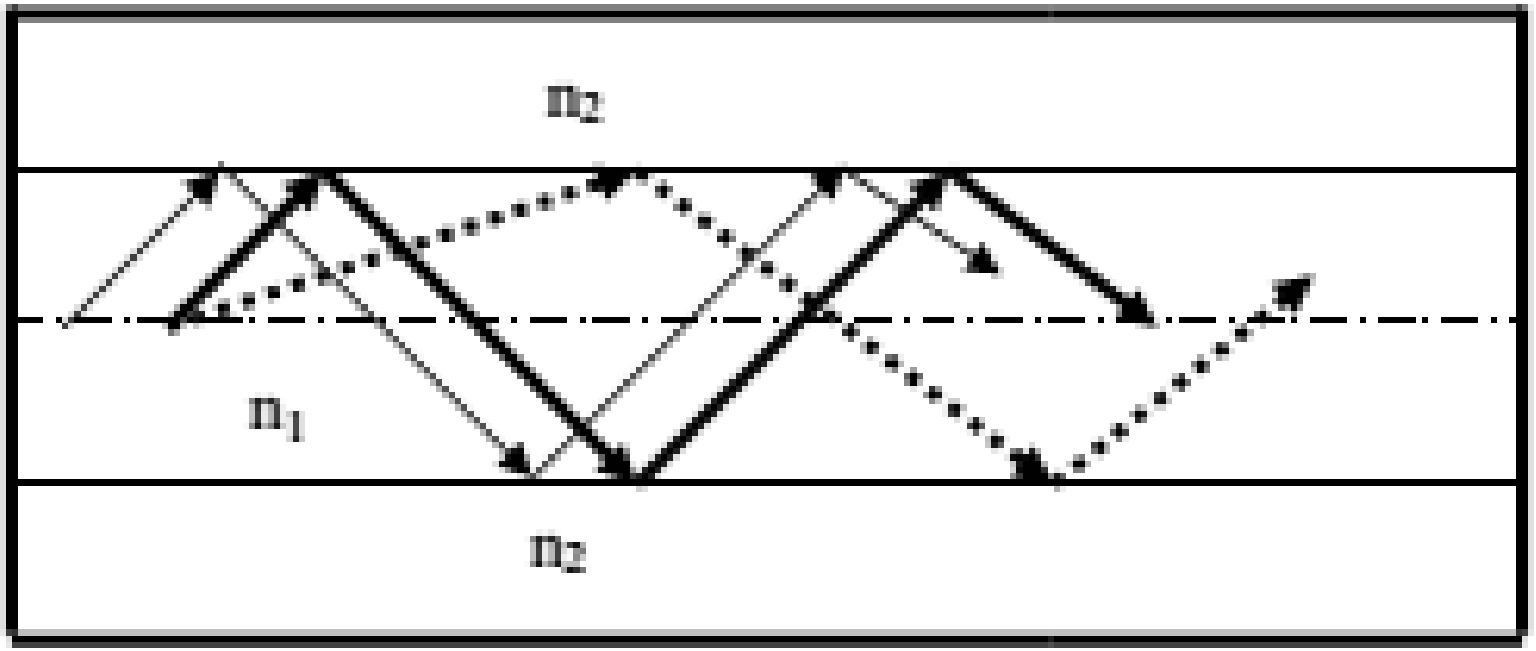


د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كردفان

الليف العتبي متعدد الأنماط: Multi Mode Fiber

- هندسيا تنتشر الحزم الضوئية أو الأشعة ضمن منطقة لب الليف البصري وتكون مساراتها على شكل خطوط مستقيمة
- ويعود ذلك إلى أن الضوء ينتشر على شكل خطوط مستقيمة خلال الوسط المتجانس (**ذو معامل الإنكسار الثابت**) وهذه الحالة في الألياف العتبية

د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كردي



الشكل يوضح مسارات انتشار الضوء خلال الليف العتبي

د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كرري

الليف العتبي متعدد الأنماط: Multi Mode Fiber

- تتميز الألياف العتبية ببساطتها وبالتالي تدني سعرها ولكنها متواضعة في بعض الخصائص والميزات حيث تكمن مشكلتها الرئيسية في التشتت الباطني أو الداخلي العالي نسبيا (Intermodal Dispersion)
- مما يؤدي إلى التأثير سلبا على مسافة الإرسال وسرعات البث المسموح بها

الليف العتبي متعدد الأنماط: Multi Mode Fiber

- أما السبب في حصول التشتت العالي فيعود الى أن الحزم الضوئية المختلفة تسلك مسارات مختلفة في الطول ولكنها تنتشر بسرعات ثابتة مما يؤدي الى وصولها في أزمان مختلفة وبالتالي تأخير زمني فيما بينها والذي يتسبب في حصول مشكلة التشتت الداخلي.

د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كرري

الليف العتبي أحادي النمط: Single Mode Fiber

- في الليف أحادي النمط، يوجد نمط واحد فقط single mode منتشر خلال لب الليف وهو أول نمط يبدأ بالظهور والانتشار عبر الليف البصري
- بالتالي يسمي النمط الأساسي أو الأول. لكن لا يمكن الحصول على هذا النمط (انتشار نمط واحد فقط) إلا إذا كانت قيمة V صغيرة للغاية (أقل من أو تساوي 2.405)

د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كرري

الليف العتبي أحادي النمط: Single Mode Fiber

- عادة ما تسمى هذه القيمة بالقيمة الحدية والتي تضمن انتشار نمط واحد فقط خلال لب الليف بقيمة القطع cutoff V-Number والتي يرمز لها بالرمز Vc
- إن الميزة الرئيسية لليف أحادي النمط هي عدم وجود التشتت الداخلي وذلك لوجود نمط نمط واحد وبالتالي لا يوجد تأخير أو فروق زمنية بين الأنماط المختلفة والتي هي السبب الرئيسي لظهور التشتت الداخلي

د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كردي

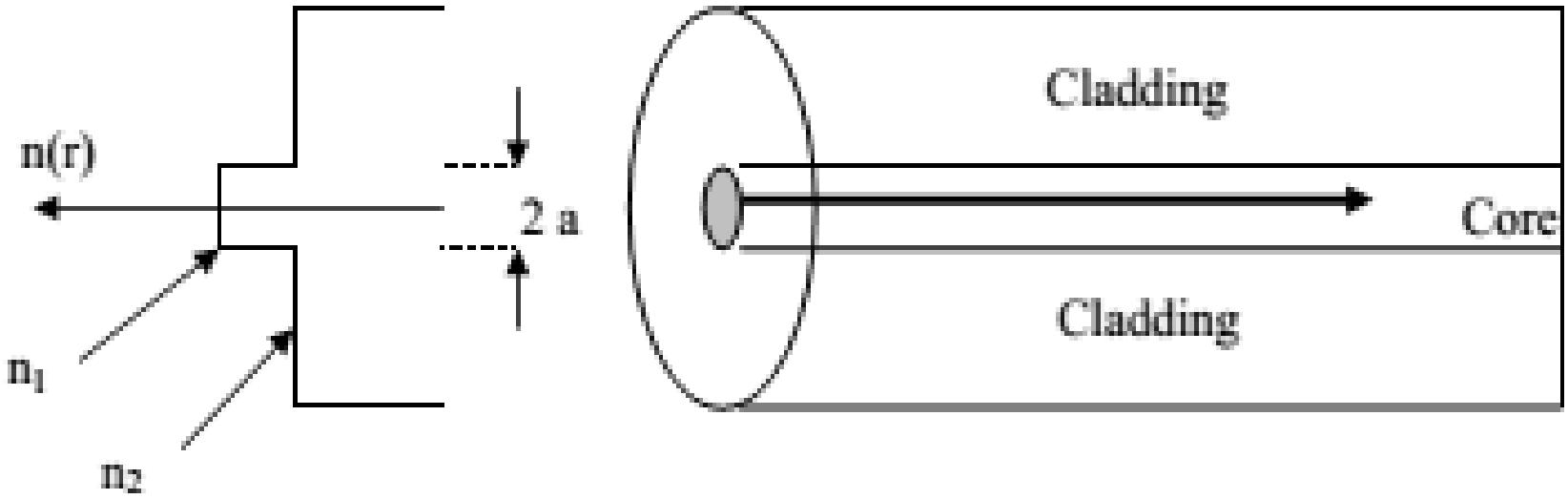
الليف العتبي أحادي النمط: Single Mode Fiber

- للحصول على الليف أحادي النمط من النوع العتبي يجب أن يتحقق الشرط التالي:

$$0 \le V \le 2.405$$

- الشكل التالي يوضح معامل الإنكسار لليف أحادي النمط من النوع العتبي وإنتشار الشعاع الوحيد داخل الليف

د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كرري



الشكل يوضح معامل الانكسار لليف أحادي النمط من النوع العتبي

د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كرري