المحاضرة الثانية

الألياف البصرية

د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كرري

الألياف البصرية

تعريف

- الألياف البصرية هي عبارة عن نوع من أنواع موجهات الموجة ذات شكل أسطواني تصنع من مادة قليلة الفقد غالبا ما تكون أكسيد السيلكون
- تتكون الألياف البصرية من طبقتين الأولى تسمى القلب والذي له معامل انكسار أكبر نسبيا مقارنة مع الطبقة الأخرى والتي تسمى العاكس
- العاكس يقوم بعكس الإشارة الضوئية مرة أخرى داخل القلب وذلك لضمان انتشار الضوء داخل الليف البصري حتى نهايته تسمى هذه العملية بالانعكاس الكلي الداخلي

د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كرري

الألياف البصرية

- تمثل الألياف البصرية العنصر الأساسي في أنظمة الاتصالات البصرية حيث تستخدم كقنوات إتصال لنقل الضوء المحمل بالمعلومات من مكان إلى آخر.
- عند دخول الضوء بزاوية معينة تحدث انعكاسات داخل الليف عندما تتقابل مع العاكس ويتطلب ذلك أن يكون معامل انكسار اللب أكبر من معامل انكسار العاكس.

د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كرري

الألياف البصرية

- بأخذ مقطع ليف بصري نرى انعكاس الضوء داخل الليف والذي يمكن تفسيره بنظرية الإشعاع وقانون سنل (Snell's Law).
- عند زاوية سقوط معينة تسمى الزاوية الحرجة ، نجد إن زاوية الإشعاع المنكسر تبلغ ٩٠ درجة بالنسبة للخط العمودي أو موازية للحد الفاصل بين اللب والعاكس
- عندما تزداد زاوية السقوط عن حد معين ينعكس الإشعاع داخل اللب وهو مايسمى بالانعكاس الكلي الداخلي(Total Internal Reflection) .

د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كرري

مكونات الليف البصري

يتكون الليف البصري من ثلاثة أجزاء رئيسية هي:

- القلب (core) :

وهو عبارة عن زجاج رفيع ينتقل فيه الضوء.

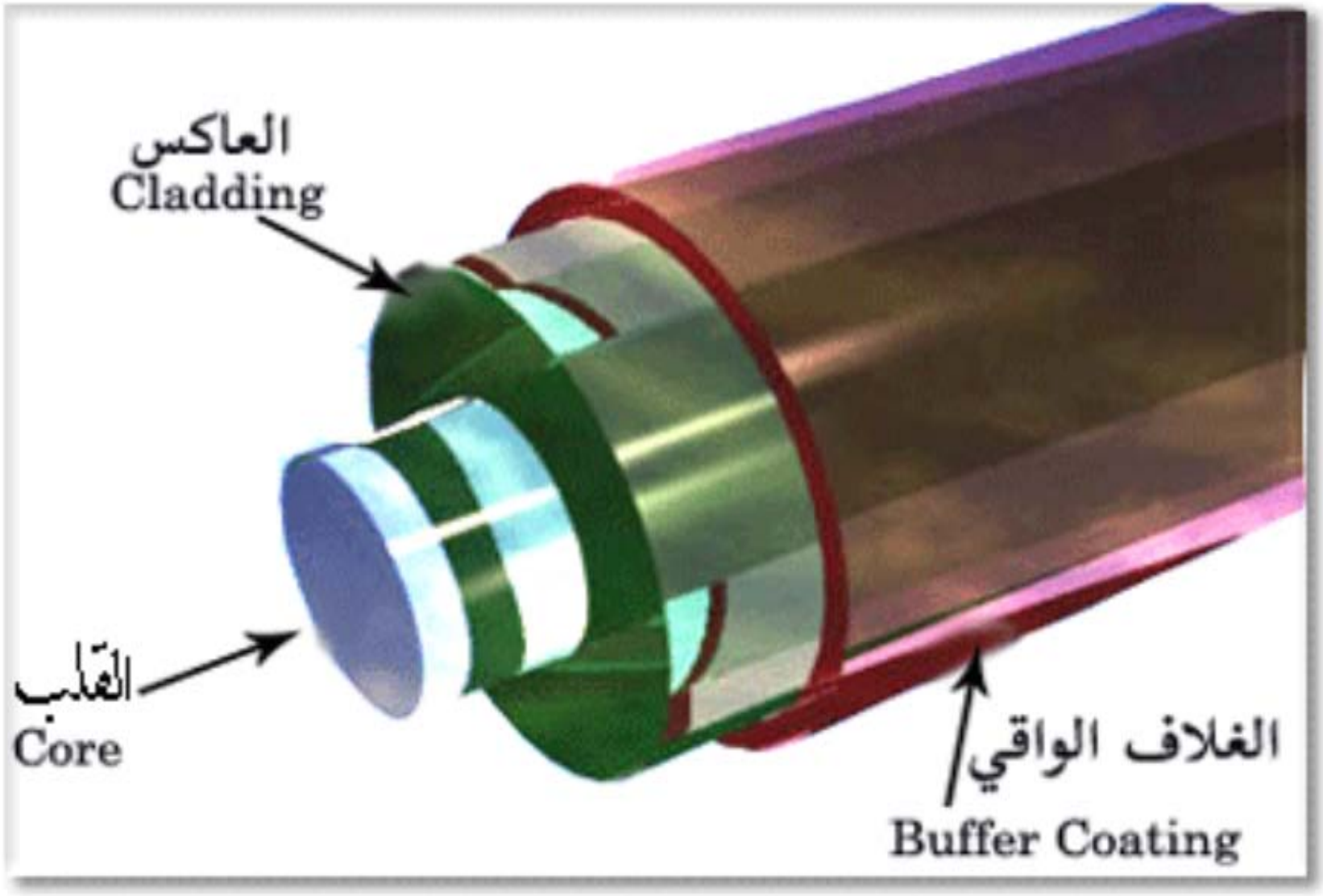
- العاكس (cladding) :

مادة تحيط باللب الزجاجي وتعمل على عكس الضوء مرة أخرى إلى مركز الليف البصري.

- الغطاء الواقي (Buffer Coating) :

هو عبارة عن غلاف بلاستيكي يحمي الليف البصري من الرطوبة أو يحميه من الضرر و الكسر

د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كرري



مكونات الليف البصري

د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كرري

كيفية انتقال الضوء داخل الليف البصري

- لتوضيح وفهم إلية عمل الضوء وانتقاله داخل الليف البصري هنالك ثلاثة مداخل واعتبارات لتفسير ذلك:

✓ اعتبار أن الضوء موجة كهرومغناطيسية وذلك باستخدام نظرية الأمواج Waves Theory .

✓ اعتبار أن الضوء كخط أو شعاع وذلك باستخدام علم البصريات Geometric Optics .

✓ اعتبار أن الضوء حزمة من الفوتونات وذلك بإستحدام نظرية الكم Quantum Theory

د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كرري

كيفية انتقال الضوء داخل الليف البصري

- وحتى نفهم مبدأ والية عمل الليف البصري سوف نستخدم الاعتبار الثاني وذلك بدراسة الضوء على أنه شعاع يتحرك بإتجاة وزاوية معينة
- وبذلك ستنطبق عليه القوانين الأساسية في علم البصريات الضوئية كقوانين الانعكاس والانكسار والانعكاس الكلي الداخلي والزاوية الحرجة وقانون سنل وغيرها من القوانين

د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كرري

نظرية الشعاع الضوئي

- كما هو معلوم فإن الضوء ينتشر كشعاع بإتجاة معين وسرعة معينة تعتمد قيمتها على نوع الوسط الذي يتم فيه الانتشار
- بمعنى أن كل وسط يعيق انتشار الضوء خلاله بنسب متفاوتة مما يعني أن سرعة انتشار الضوء عبر أي وسط أقل منها في الفراغ.
- إن هذه الخاصية للمواد والوسائط المختلفة تسمى معامل الانكسار للمادة أو الوسط المعني ويرمز له بالرمز (n) .

د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كرري

نظرية الشعاع الضوئي

- حيث يمكننا حساب معامل الانكسار لمادة معينة باستخدام العلاقة البسيطة التالية:

$$n = \frac{c_o}{c_n}$$

- حيث:

c_n تمثل سرعة انتشار الضوء عبر المادة المعينة.

c_o تمثل سرعة انتشار الضوء عبر الفراغ وهي تساوي 3×10^8 m/s

د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كرري

الجدول أدناهـ يوضح معامل الإنكسار لبعض المواد:

المـــــــادة	معـــــــــامل الإنكسار
الهواء	1
الماء	1.33
الزجاج	1.5
السيليكون	3.5
الجرمانيوم	4
الكحول	1.36

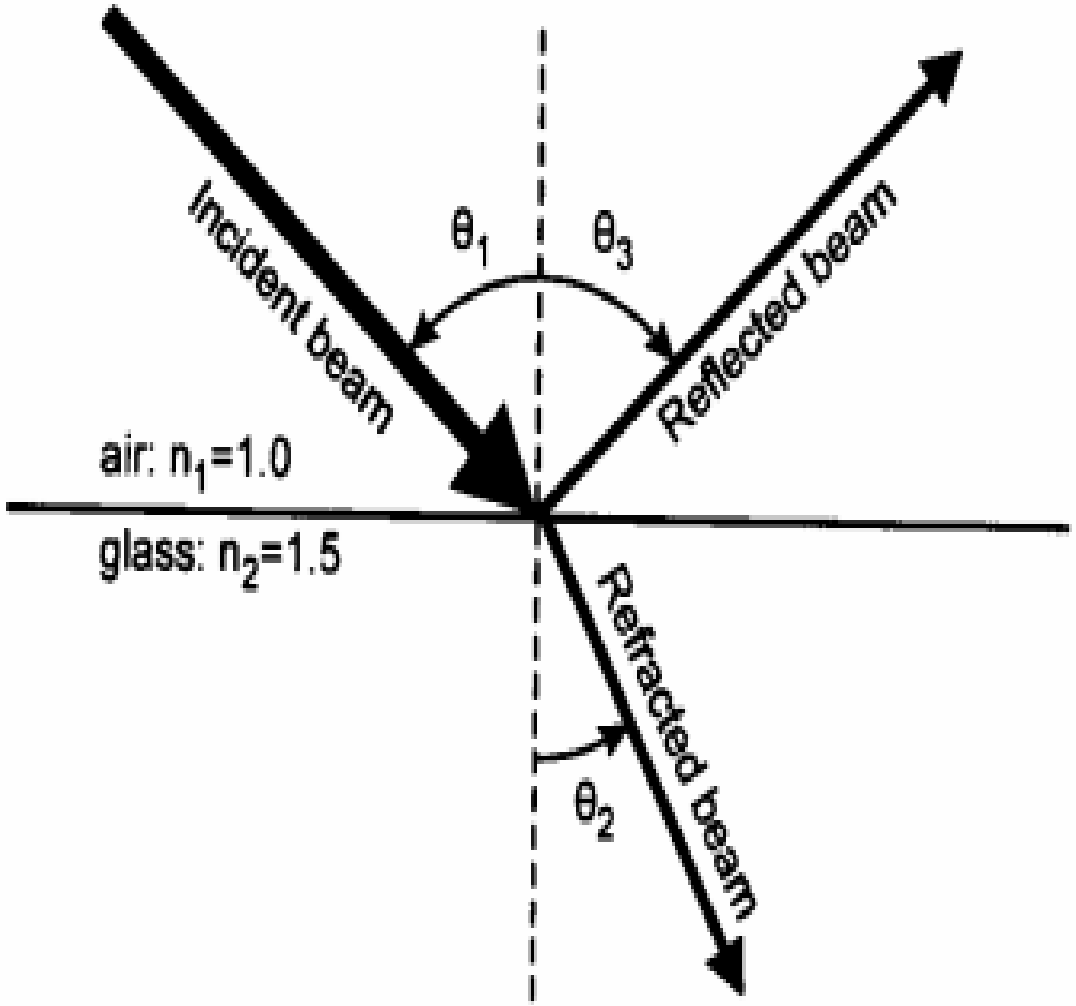
د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كرري

قانون سنل والزاوية الحرجة

- يعتبر قانون سنل من القوانين الأساسية في علم البصريات والذي يعطي العلاقة ما بين الشعاع الساقط والشعاع المنعكس أو المنكسر والزوايا المصاحبة لذلك.
- العلاقة أدناهـ توضح فكرة قانون سنل:

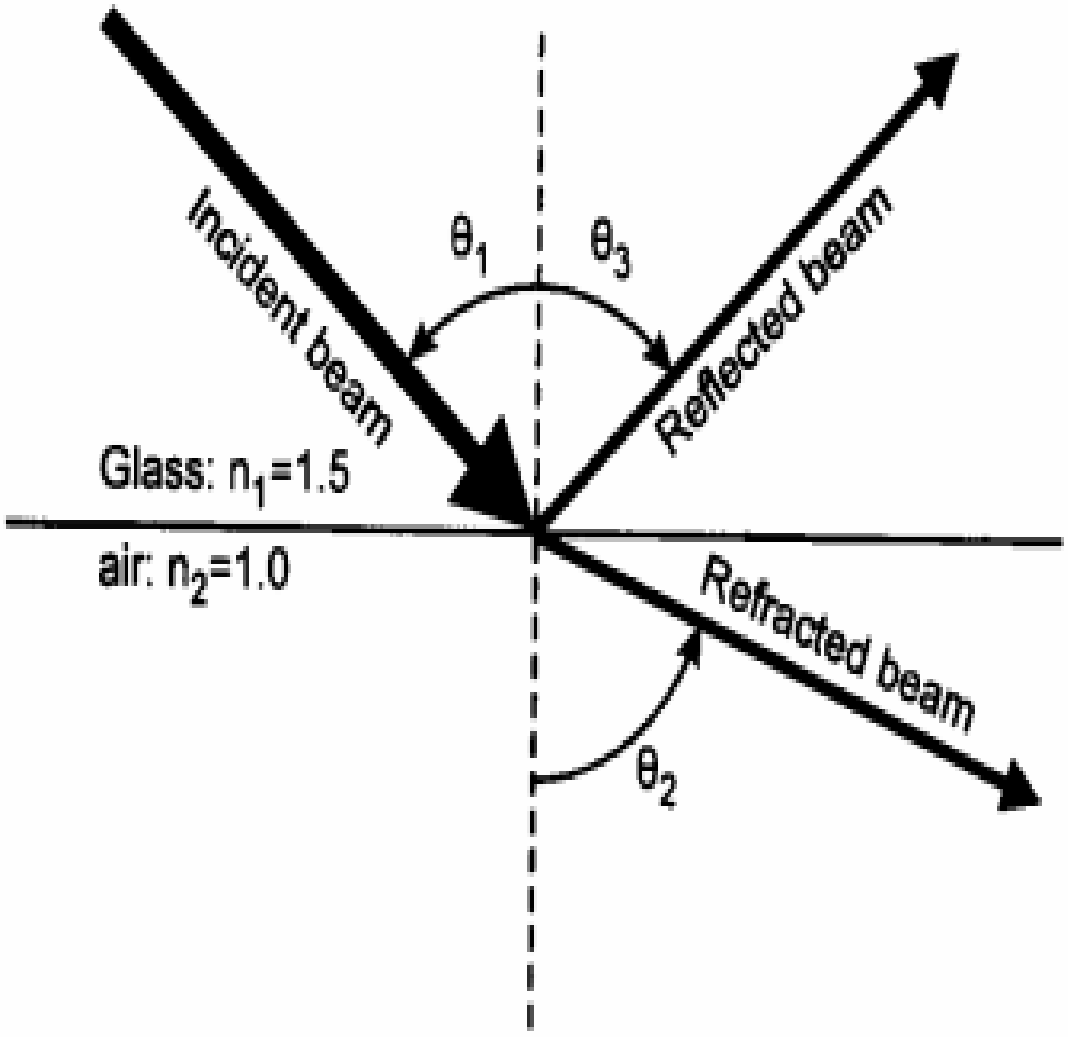
$$n_1 \sin\theta_1 = n_2 \sin\theta_2$$

د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كرري



الشكل يوضح الضوء الساقط من الهواء الى الزجاج

د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كرري

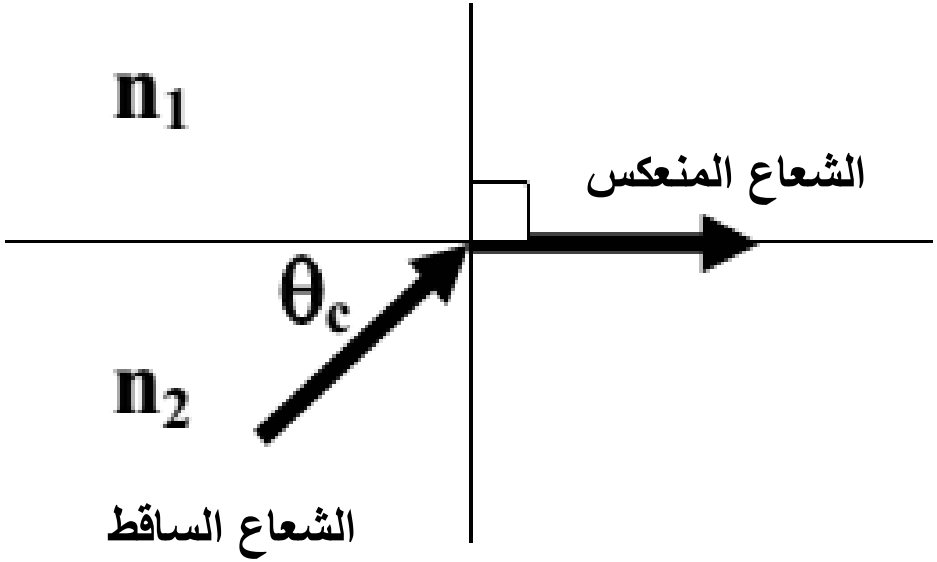


الشكل يوضح الضوء الساقط من الزجاج الى الهواء

د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كرري

الزاوية الحرجة

- هي عبارة عن الحالة الخاصة لقيمة زاوية سقوط الشعاع عندما تكون زاوية الانعكاس له تساوي ٩٠ درجة.
- الشكل التالي يوضح فكرة الزاوية الحرجة



د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كرري

الزاوية الحرجة

- بالرجوع لقانون سنل يمكن الحصول على العلاقة التالية لحساب قيمة الزاوية الحرجة θc

$$n_1 \sin\theta_c = n_2 \sin 90$$

$$n_1 \sin\theta_c = n_2$$

$$\sin\theta_c = \frac{n_2}{n_1}$$

د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كرري

الانعكاس الكلي الداخلي

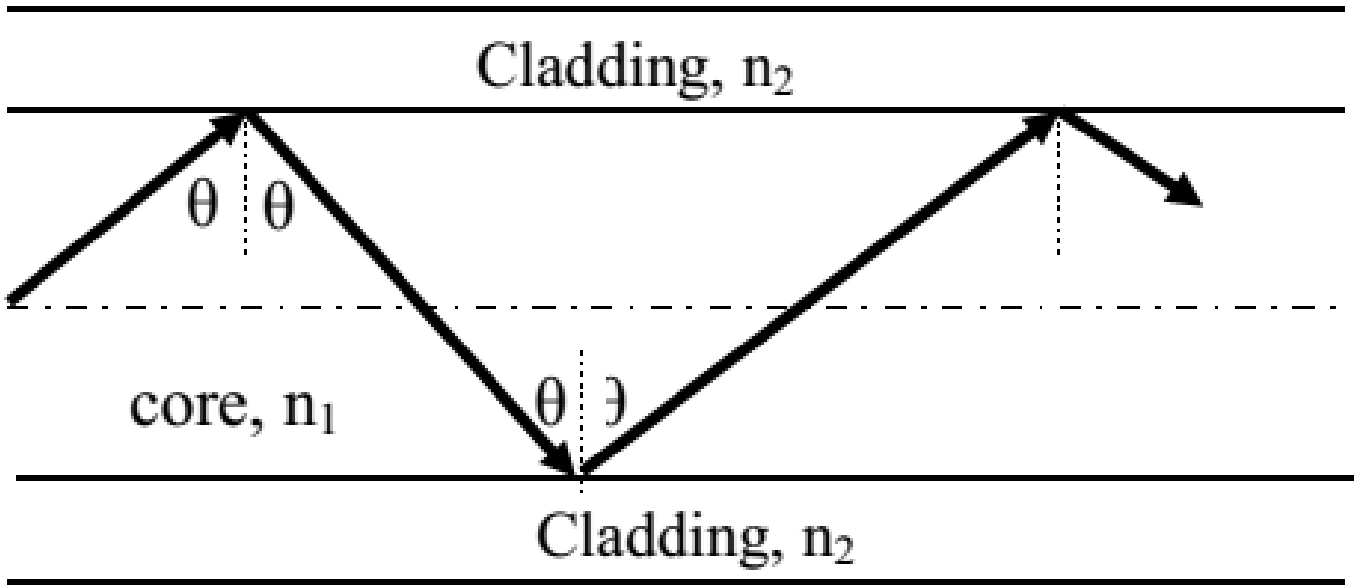
- كما يتضح من قانون سنل أنه كلما تغيرت قيمة زاوية السقوط كلما رافقها تغير في قيمة زاوية الانعكاس.
- في حالة تكون زاوية السقوط أكبر من الزاوية الحرجة فإن الضوء ينعكس كليا مرة أخرى لنفس الوسط.
- حيث تسمى هذه الظاهرة بالانعكاس الكلي الداخلي

د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كرري

الانعكاس الكلي الداخلي

- يعتمد انتشار الضوء عبر الألياف البصرية على مبدأ عمل الانعكاس الكلي الداخلي.
- الشكل أدناهـ يوضح عملية انتشار الضوء عبر الألياف البصرية طبقا لمبدأ الانعكاس الكلي الداخلي

د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كرري

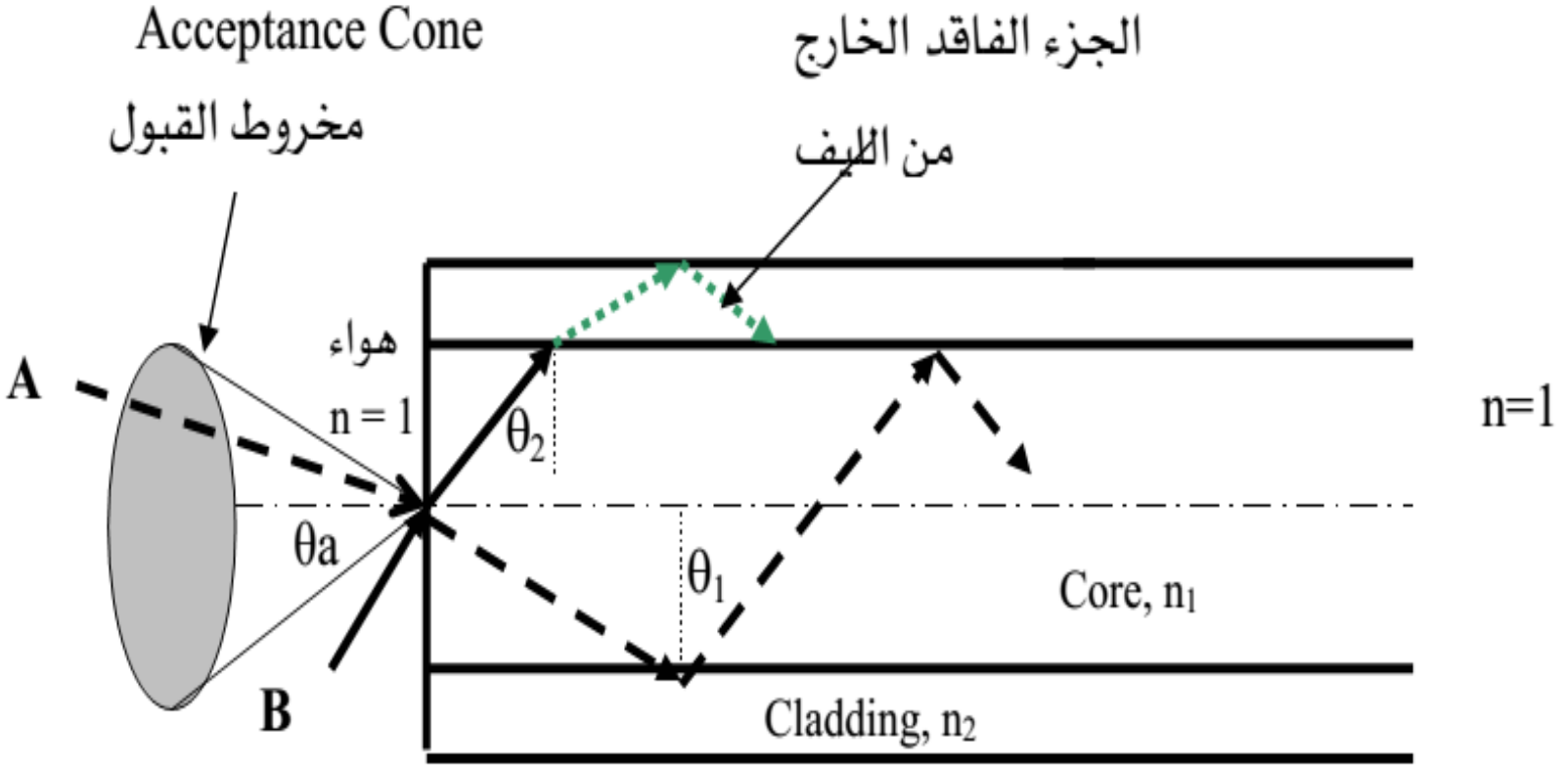


الشكل يوضح عملية الانعكاس الكلي الداخلي

د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كرري

زاوية القبول

- تعتبر زاوية القبول θa من القيم العددية المهمة التي يتوجب معرفتها عن الليف البصري. الشكل التالي يوضح ذلك



زاوية القبول

- كما موضح بالشكل أعلاهـ فإن الشعاع A يدخل الى الليف بزاوية أقل من زاوية القبول ويصل الى الحد الفاصل بين اللب والمحيط بزاوية سقوط تكون أكبر من الزاوية الحرجة
- وبذلك ينعكس الشعاع ويتابع مسارهـ بشكل صحيح (يحقق الانعكاس الكلي الداخلي) ويكون الفقد في هذه أقل ما يمكن.

د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كرري

زاوية القبول

- أما بالنسبة للشعاع B فإنه يدخل الليف البصري بزاوية أكبر من زاوية القبول حيث يصل إلى الحد الفاصل بين اللب والمحيط بزاوية أقل من الزاوية الحرجة
- وبذلك فإن جزءا كبيرا منه ينكسر بإتجاهـ المحيط ويخرج خارج الليف مما يتسبب في فقد جزء كبير من الضوء المنتشر (لا يحقق الانعكاس الكلي الداخلي)

د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كرري