

A decorative graphic on the left side of the slide, consisting of several overlapping, angled lines in shades of blue and grey, resembling the structure of fiber optic cables.

Sistemas Ópticos

Características das Fibras

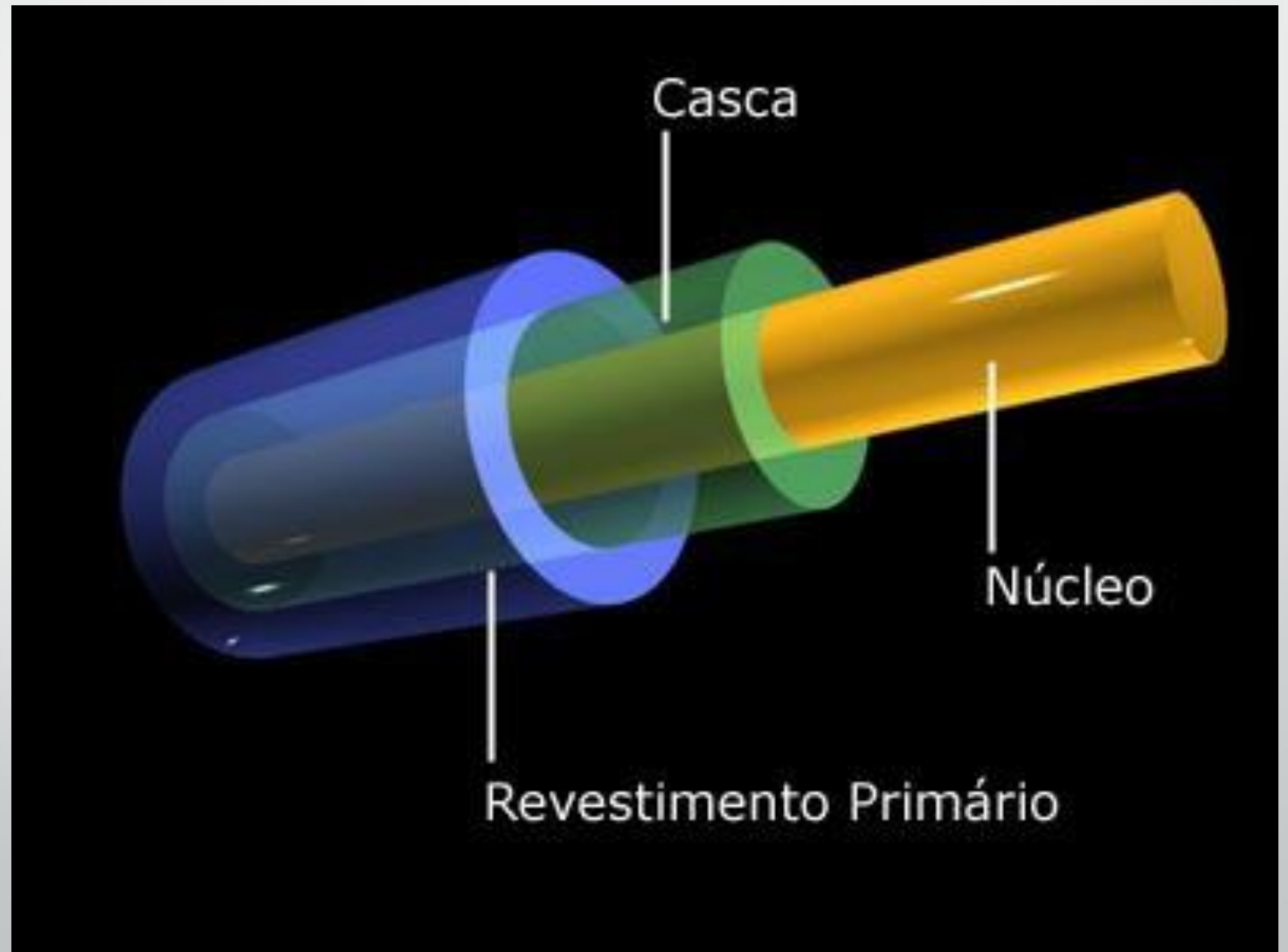
Introdução

A fibra óptica é:

- Uma estrutura cilíndrica;
- Visivelmente transparente;
- Fabricado com materiais dielétricos e vítreos
- E de material flexível;
- Composta por duas regiões: núcleo e casca.
- Revestidas por duas camadas poliméricas (proteção)

Introdução

Fibra Óptica:



Introdução

Fibra Óptica:

A existência de diferentes tipos de fibra, com diferentes características e aplicações, ocorre devido ao tipo de material e o respectivo índice de refração.

O índice de refração (n) analisa o quanto será alteração da velocidade da radiação luminosa em diferentes meios.

$$n = \frac{c}{V_P}$$

Índice de Refração

Absoluto:

É uma comparação, para a mesma fonte de radiação luminosa, em diferentes meios.

Material	Índice de refração (n)
Ar	1,00
Água	1,33
Álcool Etílico	1,46
Quartzo	1,46
Acrílico	1,49
Fibra Óptica	1,50
Vidro	1,50 ~ 1,90
Glicerina	1,90
Diamante	2,42

Índice de Refração

Relativo:

É uma comparação, para o mesmo material (meio), em diferentes formas de radiação.

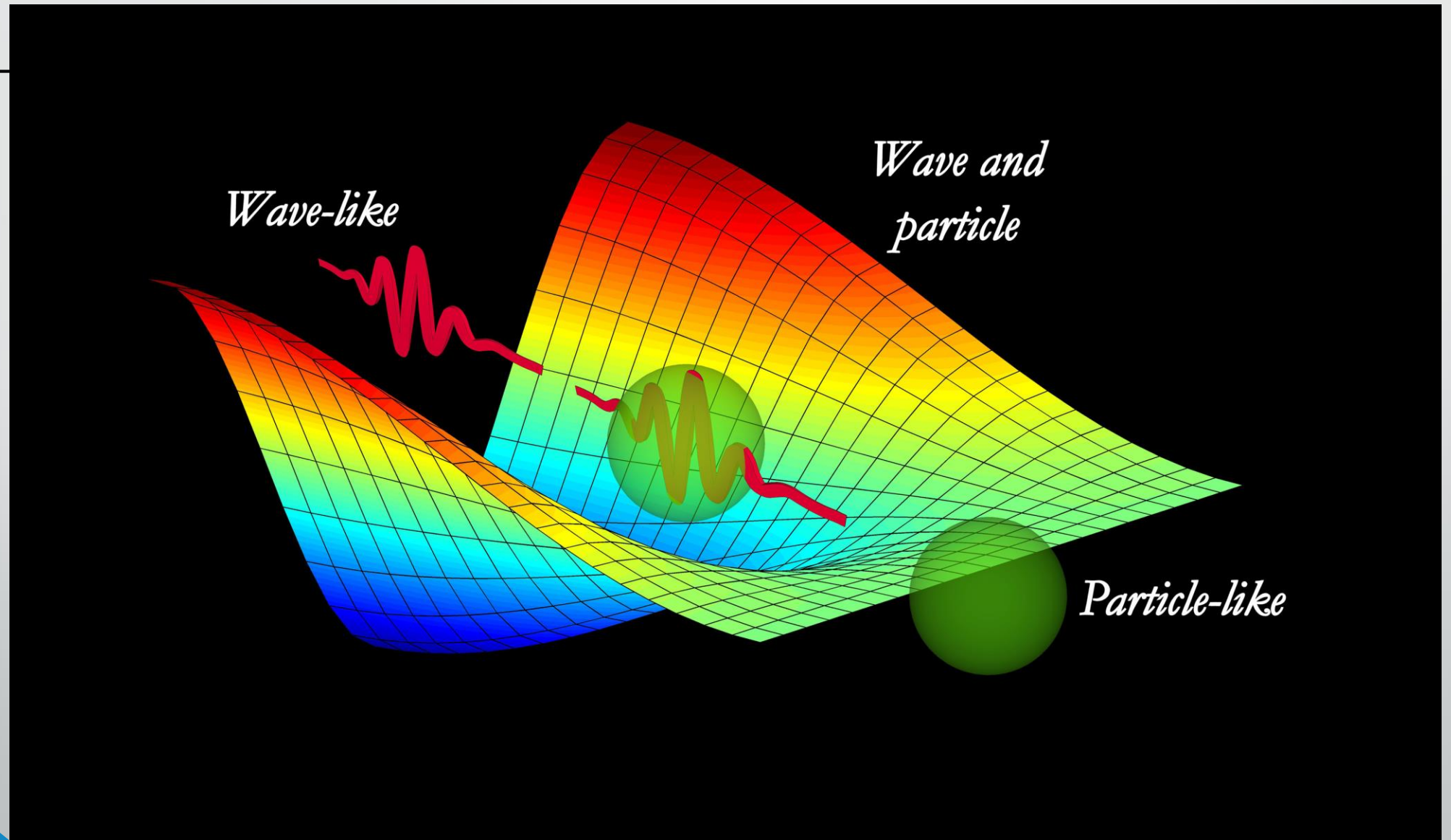
Material	Índice de refração (n) de um Cristal
Violeta	1,00
Azul	1,33
Verde	1,46
Amarela	1,46
Alaranjada	1,49
Vermelha	1,50

Princípio de Funcionamento

Propagação

O conceito de propagação da luz em fibras ópticas pode ser discutido através de duas aproximações distintas devido à natureza dual da luz, uma vez que esta pode ser descrita tanto como uma partícula discreta ou como uma onda eletromagnética.

Princípio de Funcionamento



Princípio de Funcionamento

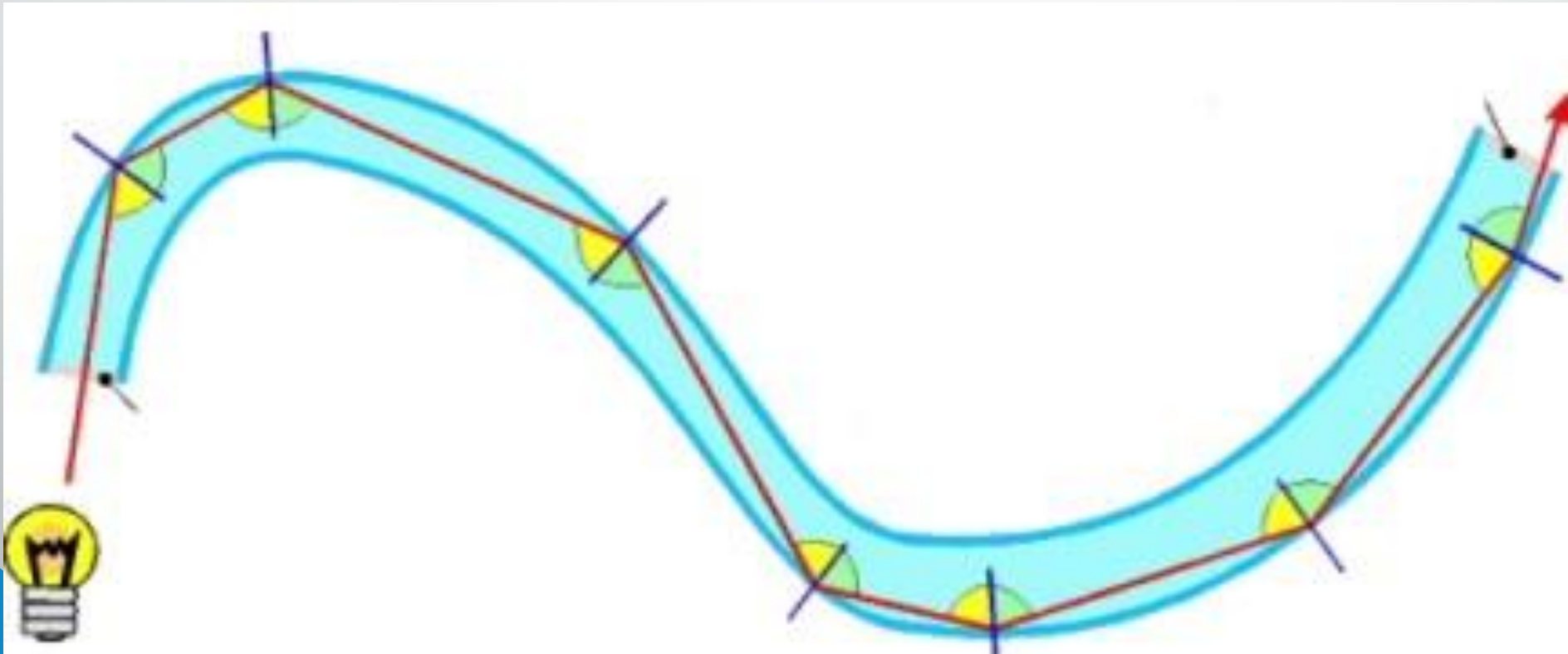
Tyndall

A fibra é uma estrutura projetada para guiar a luz sobre distâncias ou caminhos não necessariamente retos (flexível).



Princípio de Funcionamento

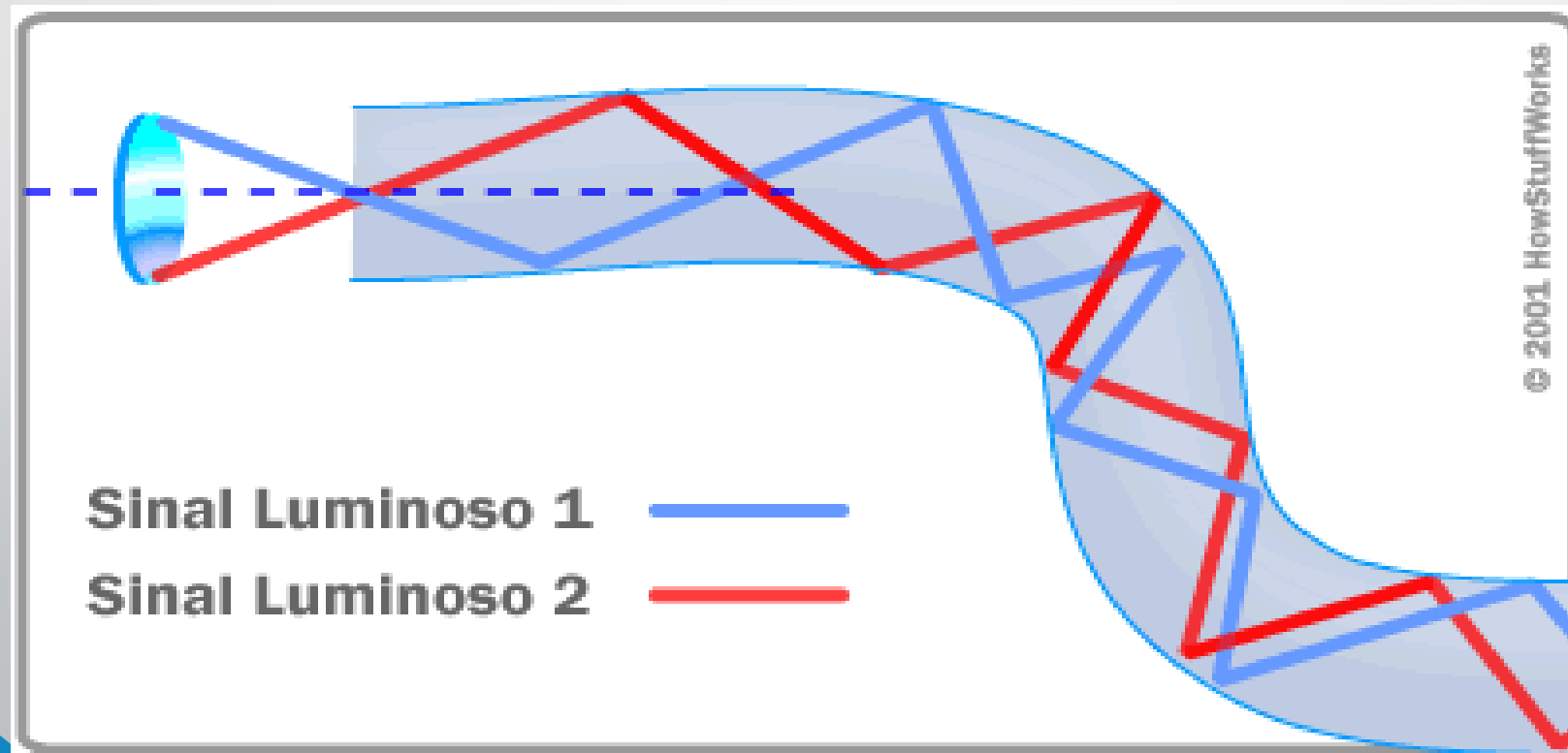
A propagação da luz em fibras ópticas ocorre devido ao confinamento da radiação no núcleo da fibra através do princípio de reflexão interna total da luz ($\theta_i = \theta_r$).



Princípio de Funcionamento

Para que isso ocorra de forma satisfatória é necessário respeitar seguinte condição:

$$n \text{ núcleo} > n \text{ casca}$$

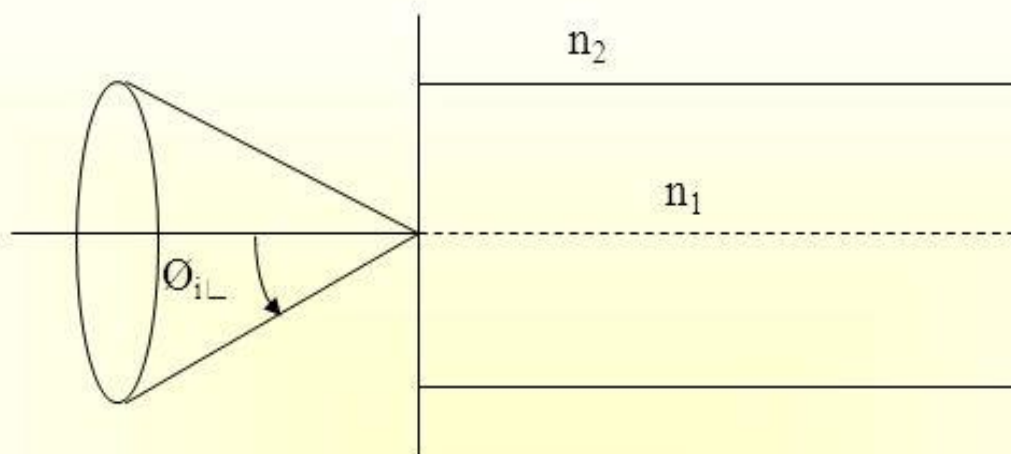


Princípio de Funcionamento

Quando um raio de luz, com ângulo de incidência maior ou igual ao ângulo crítico, se propaga no núcleo que possui n_1 e atinge a superfície da casca, transição de meios, com índice n_2 , ($n_1 > n_2$), ocorrerá a denominada reflexão total, resultando no retorno do raio de luz para o núcleo da fibra.

Baseada nesse princípio, a luz é injetada em uma das extremidades da fibra sob um cone de aceitação, que determina o ângulo no qual o feixe de luz deverá ser injetado, para que ele possa se propagar ao longo da fibra óptica.

Cone de aceitação



Abertura numérica NA

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

- A abertura numérica traduz a capacidade de captação da luz na fibra óptica.
- Se NA for elevado podem-se propagar modos com v_g muito diferentes o que aumenta a dispersão.

Características

ATENUAÇÃO

Depois dos tipos de fibra...

Características

DISPERSÃO

Depois dos tipos de fibra...

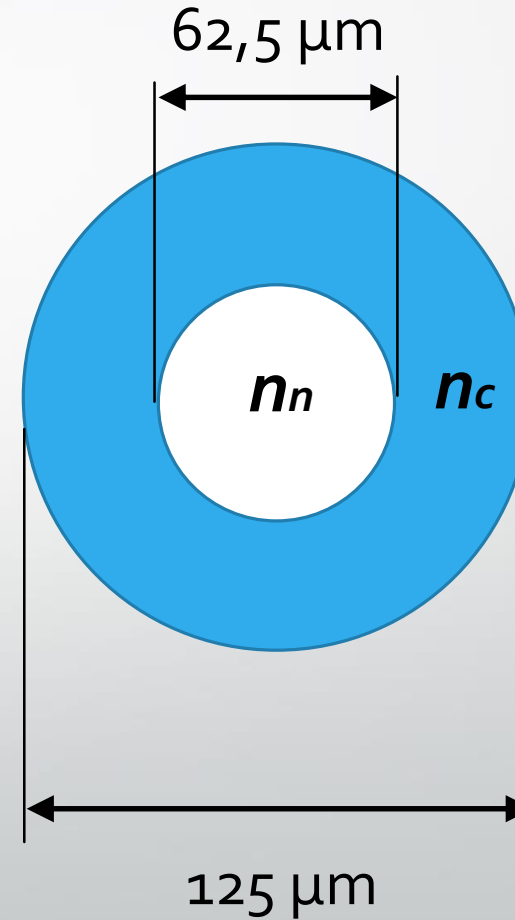
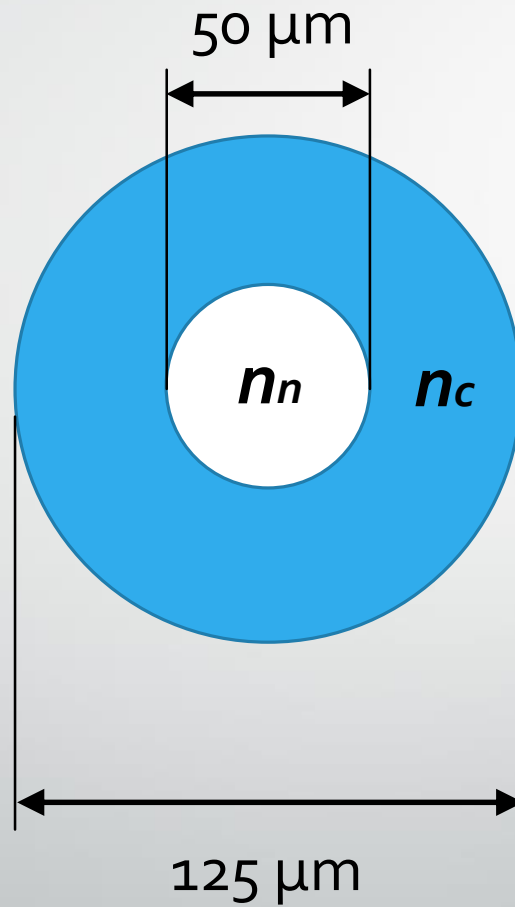
Tipos de Fibra

MULTIMODO

São tipos de fibras ópticas com dimensões de núcleo consideradas grandes em relação ao diâmetro da casca, por isso permitem que raios de luz, em vários ângulos, percorram o núcleo da fibra em muitos modos que se propagam simultaneamente em seu interior. São mais fáceis de fabricar devido ao seu tamanho.

Tipos de Fibra

MULTIMODO



Tipos de Fibra

MULTIMODO

As fibras com núcleo de $62,5 \mu\text{m}$ foram as primeiras a serem comercializadas e os transmissores e conectores ópticos utilizados apresentam menor custo. Os raios luminosos permitidos em seu interior são definidos pelo cone de aceitação que limita a quantidade de raios. A quantidade de raios luminosos representa os modos possíveis.

Perfis do Núcleo

CASCA

A casca que envolve o núcleo pode ser do tipo simples, apenas um envoltório sobre o núcleo ou do tipo dupla com mais de um envoltório sobre o núcleo.

Perfis do Núcleo

NÚCLEO

Com relação ao núcleo, existem dois tipos básicos:

- Núcleo com índice de grau;
- Núcleo com índice gradual;

Perfis do Núcleo

ÍNDICE DE GRAU

Apresenta apenas um nível de reflexão entre o núcleo e a casca, sendo o núcleo composto por um material homogêneo de índice de refração constante e sempre superior ao da casca ($n_n > n_c$). Este tipo de perfil por suas dimensões relativamente grandes, permite maior simplicidade de fabricação e operação, além de permitir grande capacidade de captação da luz (NA).

Perfis do Núcleo

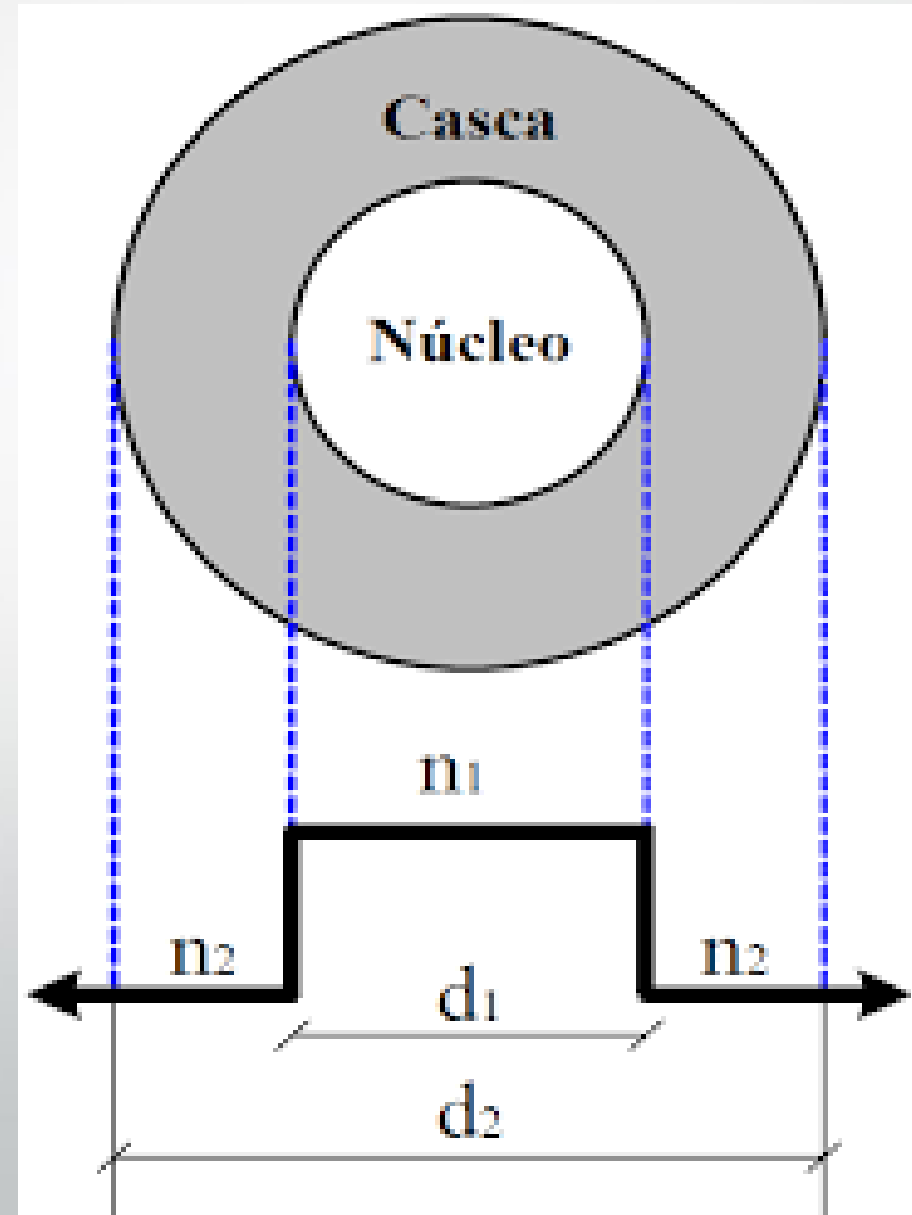
ÍNDICE DEGRAU

Este tipo básico de fibra óptica caracteriza-se por:

- Variação abrupta do índice de refração do núcleo em relação à casca, dando origem ao perfil de índice do tipo degrau.
- Dimensões e diferenças relativas de índice de refração resultando na existência de múltiplos modos de propagação.

Perfis do Núcleo

ÍNDICE DE GRAU



Perfis do Núcleo

ÍNDICE DE GRAU

A variedade de modos existentes faz com que sejam mais facilmente ajustáveis ao cone de aceitação, o que resulta em aumento da **dispersão** do sinal transmitido, limitando bastante a banda passante desse tipo de fibra óptica.

Estas fibras possuem características inferiores aos outros tipos, pois apresentam atenuação elevada ($>0,5$ dB/km) e pequena largura de banda (30MHz.km), o que restringe suas aplicações em relação à distância e à capacidade de transmissão, logo são utilizadas na transmissão de dados em curtas distâncias.

Perfis do Núcleo

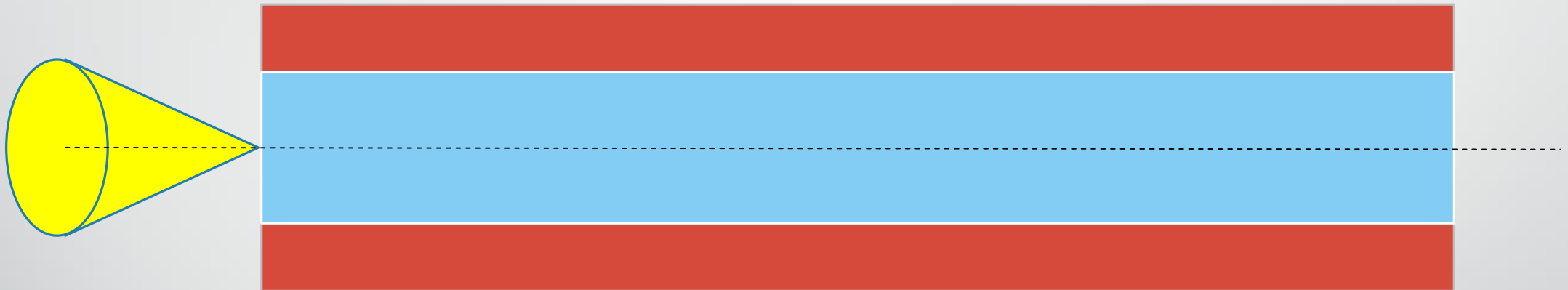
ÍNDICE DE GRAU

A casca tem função básica de confinar e guiar a luz, podendo ser de vidro, plástico e até mesmo de ar (chamadas de fibras bundle).

Como a maior parte da potência luminosa é transportada no núcleo e não na casca, a espessura desta, neste tipo de fibra, não afeta significativamente a propagação dos modos. Uma das principais propriedades das fibras MM ID é a sua grande capacidade de captar energia luminosa, que depende da diferença de índices de refração, sendo expressa pela abertura numérica que varia tipicamente entre 0,2 a 0,4.

Perfis do Núcleo

ÍNDICE DE GRAU



$$AN = \sin \theta_a = \sqrt{n_n^2 - n_c^2}$$

Perfis do Núcleo

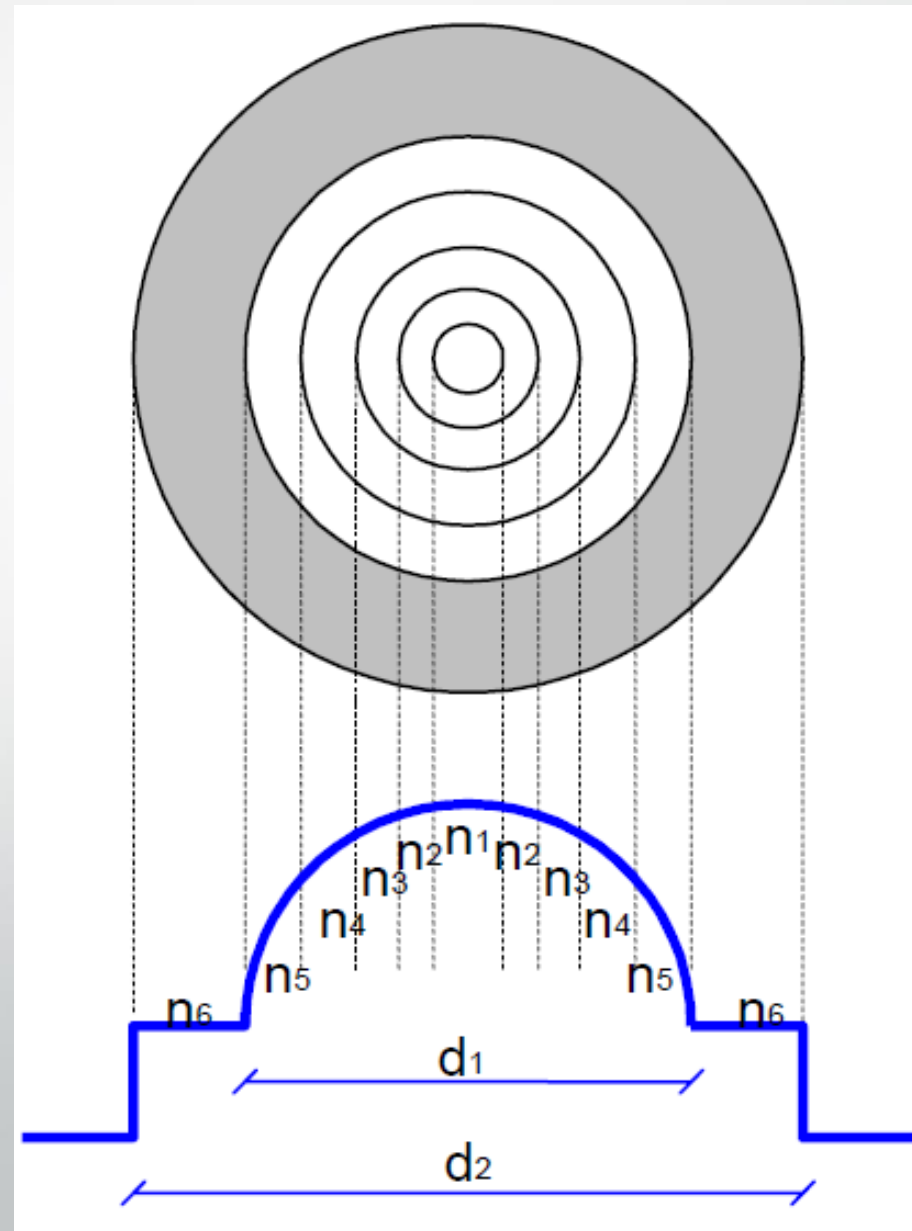
ÍNDICE GRADUAL

Este tipo de fibra óptica caracteriza-se por:

- Variação gradual do índice de refração do núcleo em relação à casca, dando origem ao perfil de índice do tipo gradual.
- Dimensões e diferenças relativas de índice de refração resultando na existência de múltiplos modos de propagação.

Perfis do Núcleo

ÍNDICE GRADUAL



Perfis do Núcleo

ÍNDICE GRADUAL

Esse tipo de fibra tem seu núcleo composto por vidros especiais, com diferentes valores de índice de refração, que diminuem as diferenças de tempo de propagação da luz no núcleo devido aos vários caminhos possíveis que a luz pode tomar no interior da fibra. Isso resulta na diminuição da dispersão do impulso e no aumento da largura de banda passante da fibra óptica.