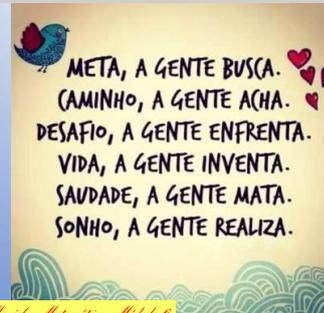


TOP DINÂMICO + ENEM

NUNCA DESISTA DE UM SONHO
SÓ POR CAUSA DO TEMPO QUE
VOCÊ VAI LEVAR PARA REALIZÁ-LO.

O TEMPO VAI PASSAR
DE QUALQUER FORMA.

Prof. Estefanio Franco Maciel - Matemática - Módulo 9

TOP DINÂMICO + ENEM

Prof. Estefanio Franco Maciel - Matemática - Módulo 9

TOP DINÂMICO + ENEM

FÍSICA

MÓDULO 6

Prof. Estefanio Franco Maciel - Física - Módulo 6

TOP DINÂMICO + ENEM

ÓPTICA GEOMÉTRICA

O QUE É LUZ?

O QUE IMPRESSIONA NOSSA VISÃO.
Uma onda eletromagnética que pode ser detectada por nossa visão.

ELETROMAGNÉTICA → SE PROPAGA NO VÁCUO
VELOCIDADE DE PROPAGAÇÃO →
 $C = 300000 \text{ km/s} = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$

Prof. Estefanio Franco Maciel - Física - Módulo 6

TOP DINÂMICO + ENEM

O QUE SÃO FONTES DE LUZ?



TUDO QUE ENXERGAMOS

Prof. Estefanio Franco Maciel - Física - Módulo 6

TOP DINÂMICO + ENEM

TIPOS DE FONTES DE LUZ

INCANDESCENTES: **PRODUZEM LUZ A ALTAS TEMPERATURAS**

LUMINESCENTES: **PRODUZEM LUZ SOB BAIXAS TEMPERATURAS**

- * FLUORESCENTES
- * FOSFORECENTES

Prof. Estefanio Franco Maciel - Física - Módulo 6

TOP DINÂMICO + ENEM

O QUE É UM ANO LUZ?

**É A DISTÂNCIA QUE A LUZ
PERCORRE EM UM ANO**

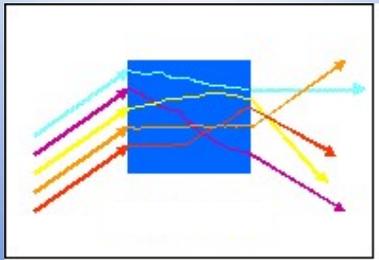
Prof. Estefanio Franco Maciel - Física - Módulo 6

TOP DINÂMICO + ENEM

MEIOS TRANSPARENTES



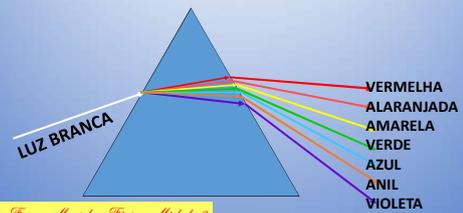
Prof. Estefanio Franco Maciel - Física - Módulo 6

TOP DINÂMICO + ENEM

Prof. Estefanio Franco Maciel - Física - Módulo 6

TOP DINÂMICO + ENEM

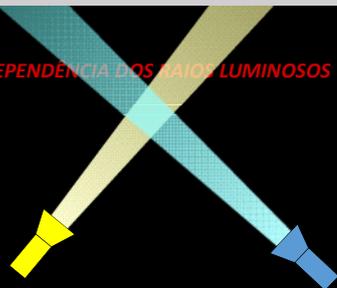
A LUZ BRANCA É COMPOSTA
DE SETE CORES (POLICROMÁTICA)



Prof. Estefanio Franco Maciel - Física - Módulo 6

TOP DINÂMICO + ENEM

INDEPENDÊNCIA DOS RAIOS LUMINOSOS

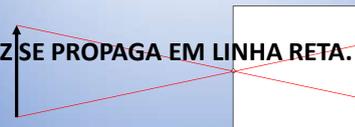


Prof. Estefanio Franco Maciel - Física - Módulo 6

TOP DINÂMICO + ENEM

CÂMARA ESCURA

A LUZ SE PROPAGA EM LINHA RETA.



Prof. Estefanio Franco Maciel - Física - Módulo 6



TOP DINÂMICO + ENEM**ASSOCIAÇÃO DE ESPELHOS**

$$n = \frac{360^\circ}{\alpha} - 1$$

Prof. Estefânio Franco Maciel - Física - Módulo 6

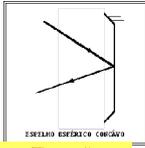
TOP DINÂMICO + ENEM**ESPELHOS ESFÉRICOS**

Prof. Estefânio Franco Maciel - Física - Módulo 6

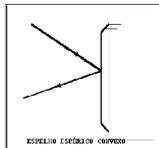
TOP DINÂMICO + ENEM**• ESPELHOS ESFÉRICOS:**

- Chamamos de Espelhos Esféricos toda superfície refletora com a forma de uma calota esférica. Temos dois tipos de espelhos esféricos: Côncavo e Convexo.

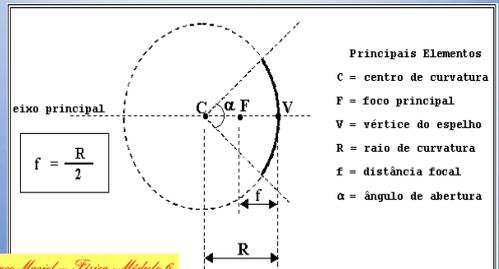
ESPELHO ESFÉRICO CÔNCAVO é aquele espelho cuja face interna da calota é refletora de luz.



ESPELHO ESFÉRICO CONVEXO é aquele espelho cuja face externa da calota é refletora de luz.



Prof. Estefânio Franco Maciel - Física - Módulo 6

TOP DINÂMICO + ENEM**PRINCIPAIS ELEMENTOS DE UM ESPELHO ESFÉRICO**

Prof. Estefânio Franco Maciel - Física - Módulo 6

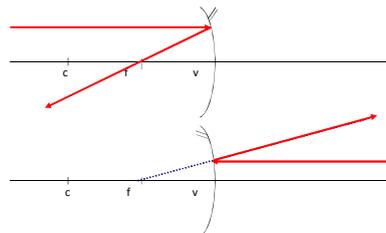
TOP DINÂMICO + ENEM**CONDIÇÕES DE NITIDEZ DE GAUSS**

O espelho deve ter pequeno ângulo de abertura ($\alpha < 10^\circ$);

Os raios incidentes devem ser próximo ao eixo principal;

Os raios incidentes devem ser pouco inclinados em relação ao eixo principal.

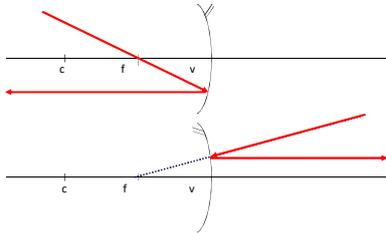
Prof. Estefânio Franco Maciel - Física - Módulo 6

TOP DINÂMICO + ENEM**RAIOS PARTICULARES
RAIO QUE INCIDE PARALELAMENTE AO EIXO PRINCIPAL**

Prof. Estefânio Franco Maciel - Física - Módulo 6

TOP DINÂMICO + ENEM

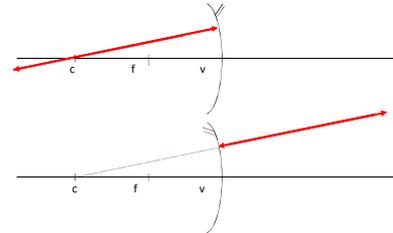
RAIO QUE INCIDE PELO FOCO



Prof. Estefânio Franco Maciel - Física - Módulo 6

TOP DINÂMICO + ENEM

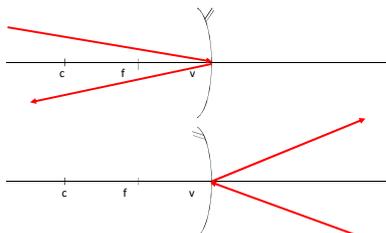
RAIO QUE INCIDE PELO CENTRO DE CURVATURA



Prof. Estefânio Franco Maciel - Física - Módulo 6

TOP DINÂMICO + ENEM

RAIO QUE INCIDE NO VÉRTICE



Prof. Estefânio Franco Maciel - Física - Módulo 6

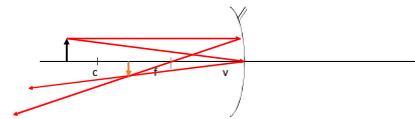
TOP DINÂMICO + ENEMESPELHOS CÔNCAVOS **FORMAÇÃO DE IMAGEM**
OBJETO ALEM DO CENTRO DE CURVATURA

Imagem: menor, invertida e real

Prof. Estefânio Franco Maciel - Física - Módulo 6

TOP DINÂMICO + ENEM

ESPELHOS CÔNCAVOS

OBJETO SOBRE O CENTRO DE CURVATURA

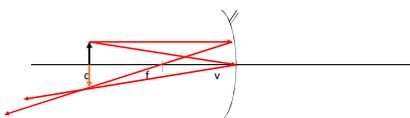


Imagem: mesmo tamanho, invertida e real

Prof. Estefânio Franco Maciel - Física - Módulo 6

TOP DINÂMICO + ENEM

ESPELHOS CÔNCAVOS

OBJETO ENTRE O CENTRO DE CURVATURA E O FOCO

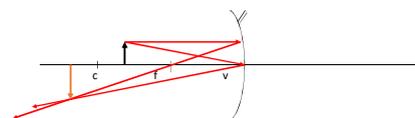


Imagem: maior, invertida e real

Prof. Estefânio Franco Maciel - Física - Módulo 6

TOP DINÂMICO + ENEM

ESPELHOS CÔNCAVOS
OBJETO SOBRE O FOCO

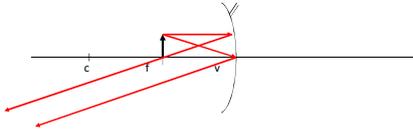


Imagem: imprópria

Prof. Estefanio Franco Maciel - Física - Módulo 6

TOP DINÂMICO + ENEM

ESPELHOS CÔNCAVOS
OBJETO ENTRE O FOCO E O VÉRTICE

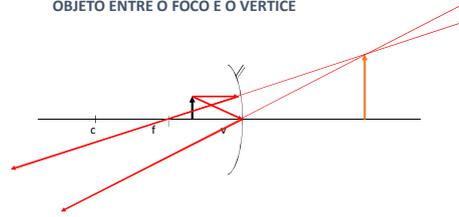


Imagem: maior, direita e virtual

Prof. Estefanio Franco Maciel - Física - Módulo 6

TOP DINÂMICO + ENEM

ESPELHOS CONVEXOS

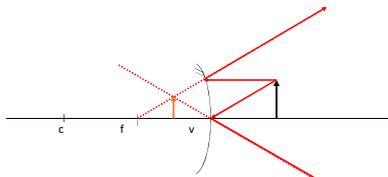


Imagem: menor, direita e virtual

Prof. Estefanio Franco Maciel - Física - Módulo 6

TOP DINÂMICO + ENEM

ESTUDO ANALÍTICO

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{p} + \frac{1}{p'}$$

$$A = -\frac{p'}{p} = \frac{i}{o}$$

Prof. Estefanio Franco Maciel - Física - Módulo 6

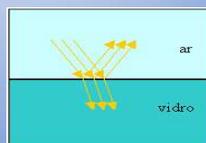
TOP DINÂMICO + ENEM

REFRAÇÃO



Isto acontece porque um feixe de luz, incidindo obliquamente, muda de direção quando passa de um meio transparente para outro transparente que apresenta velocidade da luz diferente do primeiro meio. Este desvio que a luz sofre é o fenômeno da refração

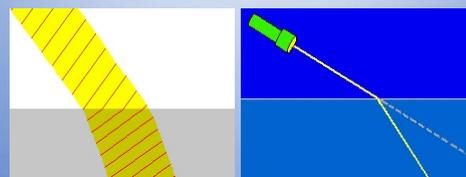
Quando a luz passa de um meio para outro, ocorre a refração além da reflexão.



Prof. Estefanio Franco Maciel - Física - Módulo 6

TOP DINÂMICO + ENEM

• Ao passar do ar para o vidro, por exemplo, onde sua velocidade se reduz, a onda de luz se desvia e a distância entre as cristas (o chamado "comprimento de onda") fica menor.



Prof. Estefanio Franco Maciel - Física - Módulo 6

TOP DINÂMICO + ENEM

1. $v_1 > v_2$

2. $v_1 < v_2$

O ângulo de refração i' é **menor** que o de incidência i .
"O raio se aproxima da normal."

O ângulo de refração i' é **maior** que o de incidência i .
"O raio se afasta da normal."

Prof. Estefanio Franco Maciel - Física - Módulo 6

TOP DINÂMICO + ENEM

ÍNDICE DE REFRAÇÃO

O desvio que a luz sofre quando passa de um meio para outro, depende da velocidade da luz nos dois meios. A grandeza física que relaciona as velocidades nos dois meios, é o índice de refração.

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

O índice de refração será maior quanto menor for a velocidade da luz no meio considerado.

MEIO	Vel. da luz (km/s)	n = índice de refração
AR	300.000	1,00
ÁGUA	225.000	1,33
VIDRO	200.000	1,50
DIAMANTE	125.000	2,40

Prof. Estefanio Franco Maciel - Física - Módulo 6

TOP DINÂMICO + ENEM

1ª Lei:

O raio incidente RI, a normal N e o raio refratado RR estão num mesmo plano.

Em que:

- RI = raio incidente;
- RR = raio refratado;
- N = normal a superfície S;
- i = ângulo de incidência;
- r = ângulo de refração.

Prof. Estefanio Franco Maciel - Física - Módulo 6

TOP DINÂMICO + ENEM

• 2ª Lei: Lei de Snell – Descartes

$$n_1 \cdot \text{sen } i = n_2 \cdot \text{sen } r$$

$$\frac{\text{sen } i}{\text{sen } r} = \frac{n_2}{n_1} = \frac{v_1}{v_2} = n_{2,1}$$

Prof. Estefanio Franco Maciel - Física - Módulo 6

TOP DINÂMICO + ENEM

- Refringência do meio:
- Quando o meio 2 for mais refringente que o meio 1, ou seja, quando o índice de refração do meio 2, n_2 , for maior que o índice de refração do meio 1, n_1 , temos:

O raio refratado se aproxima mais da normal

Prof. Estefanio Franco Maciel - Física - Módulo 6

TOP DINÂMICO + ENEM

- Refringência do meio:
- Quando o meio 1 for mais refringente que o meio 2, ou seja, quando o índice de refração do meio 1, n_1 , for maior que o índice de refração do meio 2, n_2 , temos:

O raio refratado se afasta da normal

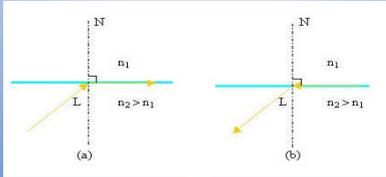
$n_1 > n_2$

Prof. Estefanio Franco Maciel - Física - Módulo 6

TOP DINÂMICO + ENEM

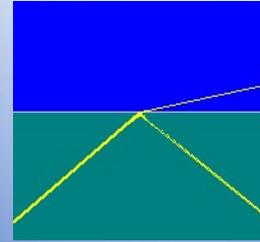
ÂNGULO LIMITE

Quando o ângulo de incidência (ou de refração) for igual a 90° , o ângulo de refração (ou de incidência) será igual ao ângulo limite (L).



Prof. Estefano Franco Maciel - Física - Módulo 6

TOP DINÂMICO + ENEM



Prof. Estefano Franco Maciel - Física - Módulo 6

TOP DINÂMICO + ENEM

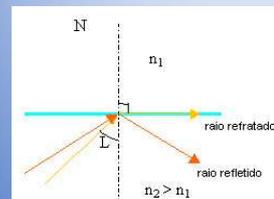
CÁLCULO DO ÂNGULO LIMITE

$$\text{sen}L = \frac{n_{\text{menor}}}{n_{\text{maior}}}$$

Prof. Estefano Franco Maciel - Física - Módulo 6

TOP DINÂMICO + ENEM

Quando o ângulo de incidência ou de refração for maior que o ângulo limite (L), o raio sofre uma reflexão total



Condições para a reflexão total:

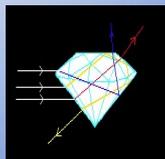
- 1ª: a luz deve se propagar no sentido do meio mais refringente para o meio menos refringente;
- 2ª: o ângulo de incidência deve ser maior que o ângulo limite (L)

Prof. Estefano Franco Maciel - Física - Módulo 6

TOP DINÂMICO + ENEM

- **Aplicação 1:** Através da reflexão total é explicado porque o diamante apresenta um brilho intenso. Sendo o ângulo limite do diamante pequeno ($L = 24^\circ$), a maior parte da luz que penetra no diamante sofre várias reflexões totais, enquanto, que a refração corresponde a uma pequena parte da luz. Outro fator, é que as pedras são lapidadas de tal forma que a luz incidente numa face seja totalmente refletida nas outras.

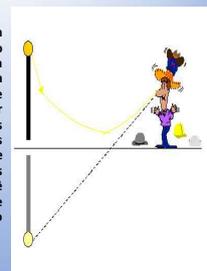
Veja, na figura ao lado, como três raios de luz que entram paralelos entre si acabam saindo em direções completamente diversas. Além disso, como a luz refratada se separa em suas componentes, pode acontecer que entre branca e saia de qualquer cor. A figura está um pouco exagerada nesse aspecto, apenas para ilustrar o efeito.



Prof. Estefano Franco Maciel - Física - Módulo 6

TOP DINÂMICO + ENEM

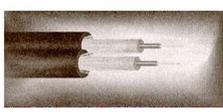
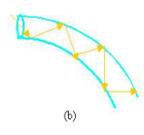
- **Aplicação 2:** A reflexão total também explica a miragem. Quando o dia está muito quente no deserto ou em uma estrada asfaltada, o ar próximo ao asfalto ou à estrada apresenta densidade menor que nas camadas superiores. A luz, ao incidir sobre um objeto, sofre refrações sucessivas e quando chega às camadas de ar próximas às superfícies do asfalto ou do areia, sofre reflexão total, fazendo com que estas superfícies funcionem como espelhos. Você já deve ter observado esta formação de imagem na estrada; você tem a impressão que tem uma poça d'água na estrada



Prof. Estefano Franco Maciel - Física - Módulo 6

TOP DINÂMICO + ENEM

• **Aplicação 3:** Outra aplicação de reflexão total é a fibra ótica, que é usada nos sistemas de comunicação e na medicina para examinar internamente o corpo humano. É constituída de um fio muito fino de quartzo(1/10 mm de diâmetro, aproximadamente). Quando um feixe de luz penetra em uma fibra ótica sofre múltiplas reflexões totais nas paredes internas, fazendo com que a luz seja conduzida ao longo de uma trajetória qualquer

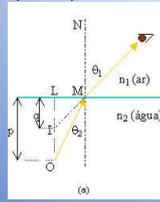
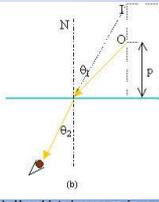



Prof. Estefanio Franco Maciel - Física - Módulo 6

TOP DINÂMICO + ENEM

DIOPTRO PLANO

Um dioptro plano é um sistema constituído de dois meios transparentes (por exemplo ar/água), separados por uma superfície plana

a) Um objeto imerso na água visto por um observador no ar
b) Um objeto imerso no ar visto por um observador na água

Prof. Estefanio Franco Maciel - Física - Módulo 6

TOP DINÂMICO + ENEM

• A equação:

$$\frac{p'}{p} = \frac{n_{obs}}{n_{obj}}$$

distância da imagem (virtual)

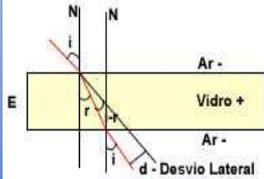
Distância do objeto (real)

Prof. Estefanio Franco Maciel - Física - Módulo 6

TOP DINÂMICO + ENEM

LÂMINA DE FACES PARALELAS

A lâmina de faces paralelas é constituída de dois dioptros (D1 e D2) planos paralelos e é usada para deslocar o raio de luz de uma posição para uma nova posição sofrendo um desvio lateral d , sem mudar a direção do raio de luz.



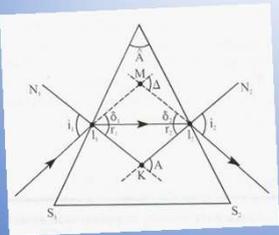
$n_{vidro} > n_{ar}$

$$d = E \frac{\text{sen}(i - r)}{\text{cos } r}$$

Prof. Estefanio Franco Maciel - Física - Módulo 6

TOP DINÂMICO + ENEM

PRISMA ÓPTICO



$A = r_1 + r_2$

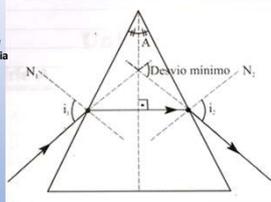
desvio angular

$\Delta = i_1 + i_2 - A$

Prof. Estefanio Franco Maciel - Física - Módulo 6

TOP DINÂMICO + ENEM

Desvio mínimo:



$i_1 = i_2$ (Ângulo de incidência)

Ângulo de emergência

$A = 2r$

$\Delta m = 2i - A$

Prof. Estefanio Franco Maciel - Física - Módulo 6

TOP DINÂMICO + ENEM

DISPERSÃO LUMINOSA

Vermelho - maior velocidade - menor desvio (menor refração)
 Violeta - menor velocidade - maior desvio (maior refração)

Prof. Estefanio Franco Maciel - Física - Módulo 6

TOP DINÂMICO + ENEM

LENTE ESFÉRICAS - BORDAS LARGAS

BICÔNCAVA
 PLANO-CÔNCAVA
 CONVEXO-CÔNCAVA

Prof. Estefanio Franco Maciel - Física - Módulo 6

TOP DINÂMICO + ENEM

LENTE ESFÉRICAS - BORDAS FINAS

BICONVEXA
 PLANO-CONVEXA
 CÔNCAVO-CONVEXA

Prof. Estefanio Franco Maciel - Física - Módulo 6

TOP DINÂMICO + ENEM

ÍNDICE DALENTE MAIOR QUE ÍNDICE DO MEIO

CÔNCAVAS → DIVERGENTES
 CONVEXAS → CONVERGENTES

SITUAÇÃO ESPECIAL
ÍNDICE DALENTE MENOR QUE ÍNDICE DO MEIO

CÔNCAVAS → CONVERGENTES
 CONVEXAS → DIVERGENTES

Prof. Estefanio Franco Maciel - Física - Módulo 6

TOP DINÂMICO + ENEM

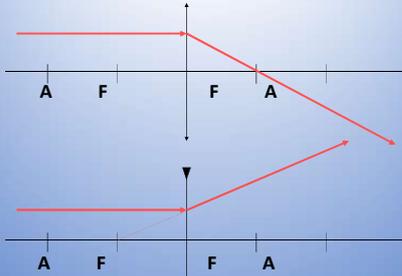
FOCO

Prof. Estefanio Franco Maciel - Física - Módulo 6

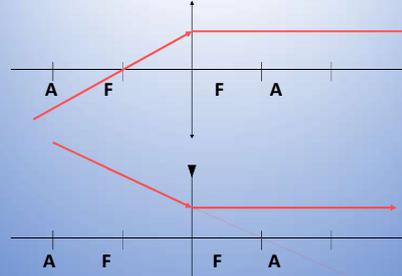
TOP DINÂMICO + ENEM

FOCO

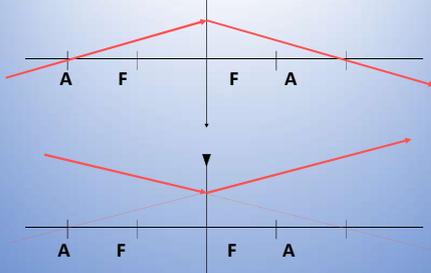
Prof. Estefanio Franco Maciel - Física - Módulo 6

TOP DINÂMICO + ENEM

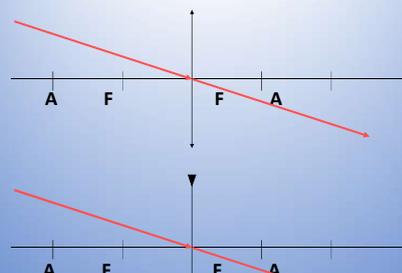
Prof. Estefano Franco Maciel - Física - Módulo 6

TOP DINÂMICO + ENEM

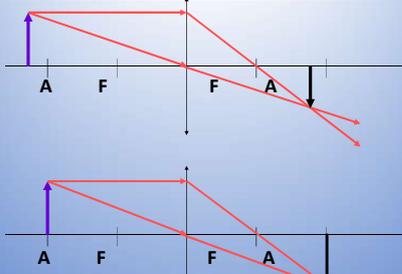
Prof. Estefano Franco Maciel - Física - Módulo 6

TOP DINÂMICO + ENEM

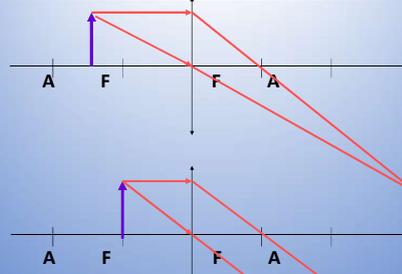
Prof. Estefano Franco Maciel - Física - Módulo 6

TOP DINÂMICO + ENEM

Prof. Estefano Franco Maciel - Física - Módulo 6

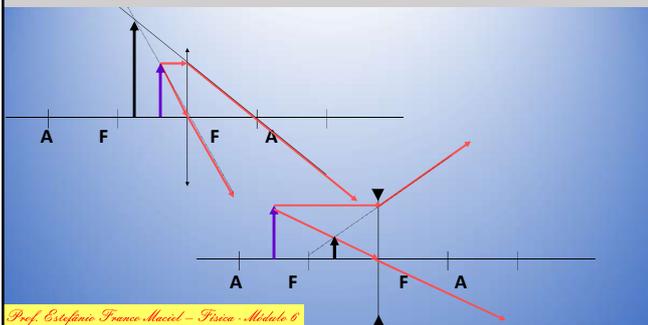
TOP DINÂMICO + ENEM

Prof. Estefano Franco Maciel - Física - Módulo 6

TOP DINÂMICO + ENEM

Prof. Estefano Franco Maciel - Física - Módulo 6

TOP DINÂMICO + ENEM



Prof. Estefanio Franco Maciel - Física - Módulo 6

TOP DINÂMICO + ENEM

Óptica da Visão

- Conceitos básicos
- Anatomia do olho humano
- Olho normal
- Olho míope
- Olho hipermetrópe

Prof. Estefanio Franco Maciel - Física - Módulo 6

TOP DINÂMICO + ENEM

Conceitos Básicos

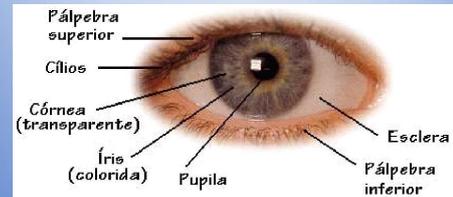
- **Ponto próximo:** é o ponto mais próximo da vista para o qual a imagem ainda é nítida.
- **Ponto remoto:** é o ponto mais afastado que pode ser visto com nitidez.
- **Zona de acomodação:** é a região do espaço compreendida entre o ponto próximo e o ponto remoto, ou seja é a região visível pelo olho.

Prof. Estefanio Franco Maciel - Física - Módulo 6

TOP DINÂMICO + ENEM

Olho Humano

Anatomia externa

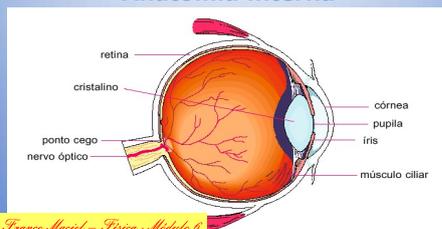


Prof. Estefanio Franco Maciel - Física - Módulo 6

TOP DINÂMICO + ENEM

Olho Humano

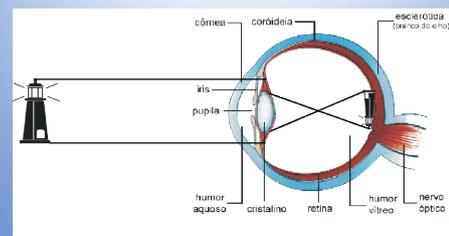
Anatomia interna



Prof. Estefanio Franco Maciel - Física - Módulo 6

TOP DINÂMICO + ENEM

Olho Normal



Prof. Estefanio Franco Maciel - Física - Módulo 6

TOP DINÂMICO + ENEM

Olho Míope

The diagram illustrates the anatomy of a myopic eye. Light rays from a distant object enter the eye through the cornea and lens, but they converge too early, focusing at a point in front of the retina. Labels include: córnea, córnea (repetida), esclerótica (branca do olho), íris, pupila, humor aquoso, cristalino, retina, humor vítreo, and nervo óptico.

Prof. Estefano Franco Maciel - Física - Módulo 6

TOP DINÂMICO + ENEM

Olho Hipermetrópe

The diagram illustrates the anatomy of a hypermetropic eye. Light rays from a distant object enter the eye through the cornea and lens, but they do not converge enough, focusing at a point behind the retina. Labels include: córnea, córnea (repetida), esclerótica (branca do olho), íris, pupila, humor aquoso, cristalino, retina, humor vítreo, and nervo óptico.

Prof. Estefano Franco Maciel - Física - Módulo 6

TOP DINÂMICO + ENEM

Olho Normal

A photograph of a family (a man, a woman, and two children) walking on a sandy beach. The text "VISTA NORMAL" is overlaid on the image, indicating clear vision.

Prof. Estefano Franco Maciel - Física - Módulo 6

TOP DINÂMICO + ENEM

Olho Míope

A photograph of a family (a man, a woman, and two children) walking on a sandy beach. The text "MIOPIA" is overlaid on the image, indicating blurry vision.

Prof. Estefano Franco Maciel - Física - Módulo 6

TOP DINÂMICO + ENEM

Olho Hipermetrópe

A photograph of a family (a man, a woman, and two children) walking on a sandy beach. The text "HIPERMETROPIA" is overlaid on the image, indicating blurry vision.

Prof. Estefano Franco Maciel - Física - Módulo 6

TOP DINÂMICO + ENEM

Correção da miopia

The diagram shows two scenarios of light rays entering an eye. In the top scenario, a convex lens (representing the eye's natural lens) causes light rays to focus in front of the retina. In the bottom scenario, a concave lens is placed in front of the eye, which diverges the light rays so that after passing through the eye's lens, they focus exactly on the retina.

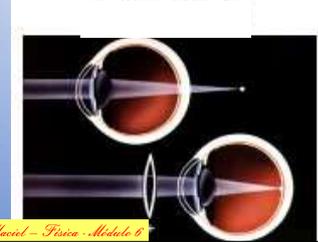
Prof. Estefano Franco Maciel - Física - Módulo 6

TOP DINÂMICO + ENEM**Correção da miopia**

- É feita através de uma **lente divergente** ($f < 0$)
- A convergência desta lente corretora deve obedecer a seguinte expressão:

$$C = \frac{1}{f} = -\frac{1}{P.R._{miope}}$$

Prof. Estefanio Franco Maciel - Física - Módulo 6

TOP DINÂMICO + ENEM**Correção da hipermetropia**

Prof. Estefanio Franco Maciel - Física - Módulo 6

TOP DINÂMICO + ENEM**Correção da hipermetropia**

- É feita através de uma **lente convergente** ($f > 0$)
- A convergência desta lente corretora deve obedecer a seguinte expressão:

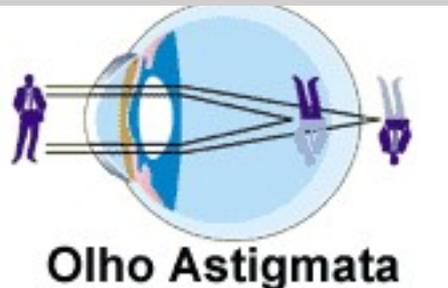
$$C = \frac{1}{f} = \frac{1}{0,25} - \frac{1}{P.P._{hip.}}$$

Prof. Estefanio Franco Maciel - Física - Módulo 6

TOP DINÂMICO + ENEM**Astigmatismo**

O astigmatismo distorce e torna nublada a visão a qualquer distância. Grande número de casos de astigmatismo são congênitos e permanecem sem se modificar durante a vida. Quando um indivíduo tem astigmatismo, sua córnea é mais curvada em uma direção do que em outra. Existem lentes e cirurgia a laser que melhoram a visão da pessoa com astigmatismo.

Prof. Estefanio Franco Maciel - Física - Módulo 6

TOP DINÂMICO + ENEM

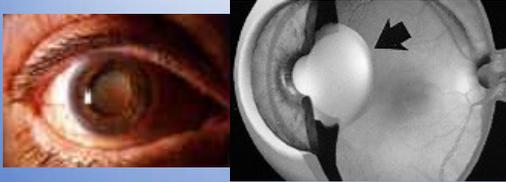
Prof. Estefanio Franco Maciel - Física - Módulo 6

TOP DINÂMICO + ENEM**Catarata**

Consiste na opacidade parcial ou total do cristalino ou de sua cápsula. Pode ser desencadeada por vários fatores, como traumatismo, idade, Diabetes, uso de medicamentos, etc.. Apresenta-se como embaçamento visual progressivo. É uma doença conhecida há milhares de anos e sua cirurgia já é realizada há séculos. Atualmente, a técnica cirúrgica mais moderna para o tratamento da catarata, consiste da remoção do cristalino por microfragmentação e aspiração do núcleo, num processo chamado Faco-emulsificação, e posterior implante de uma lente intra-ocular.

Prof. Estefanio Franco Maciel - Física - Módulo 6

TOP DINÂMICO + ENEM



Prof. Estefanio Franco Maciel - Física - Módulo 6

TOP DINÂMICO + ENEM

MESMO QUANDO TUDO PARECE PERDIDO...
NUNCA DESISTA!!!



Prof. Estefanio Franco Maciel - Física - Módulo 6

TOP DINÂMICO + ENEM

"CADA SONHO QUE VOCÊ DEIXA
PARA TRÁS, É UM PEDAÇO DO
SEU FUTURO QUE DEIXÁ DE
EXISTIR."
- STEVE JOBS -



Prof. Estefanio Franco Maciel - Física - Módulo 6