

ÓPTICA

PRINCÍPIOS DE ÓPTICA GEOMÉTRICA

“A trajetória da luz ao viajar de um ponto para outro é tal que o tempo de percurso é mínimo”.

ÓPTICA é o ramo da física que estuda o fenômeno e as leis associadas com a geração, propagação e interação com as substâncias das ondas eletromagnéticas visíveis (luz).

ÓPTICA GEOMÉTRICA trata das leis de propagação da luz em meios transparentes com bases no argumento que a luz pode ser representada com uma combinação de raios de luz - linhas ao longo das quais a energia das ondas eletromagnéticas se propagam. Óptica geométrica não leva em consideração a característica ondulatória da luz.

RAIOS DE LUZ – linhas ao longo das quais as energias das ondas eletromagnéticas se propagam, indicam também, a direção e o sentido de propagação.

FONTE PUNTIFORME – Uma fonte luminosa é puntiforme quando suas dimensões forem desprezíveis em relação às distâncias entre a fonte e os objetos. Ela produz numa tela: região iluminada e sombra projetada.

FONTE EXTENSA – Quando não podemos desprezar as suas dimensões. Ela produz numa tela: região iluminada, sombra projetada e penumbra projetada.

LUZ SIMPLES OU MONOCROMÁTICA – É luz de uma só cor (frequência).

LUZ COMPOSTA OU POLICROMÁTICA – É luz que resulta da superposição de luzes de cores diferentes (frequências diferentes).

MEIO TRANSPARENTE – permite a passagem da luz, deixando ver com nitidez os objetos atrás dele.

MEIO TRANSLÚCIDO – permite a passagem da luz, mas não permite ver com nitidez um objeto através dele.

MEIO OPACO – não permite a passagem da luz, através dele.

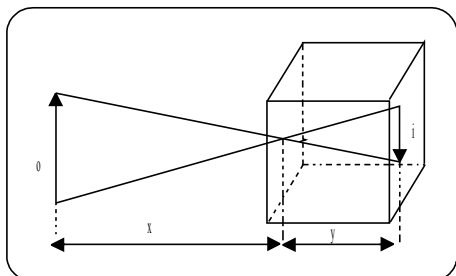
MEIO HOMOGÊNEO – É um meio que apresenta em todos os seus pontos as mesmas propriedades.

MEIO ISOTRÓPICO – É um meio no qual as propriedades são as mesmas em qualquer direção.

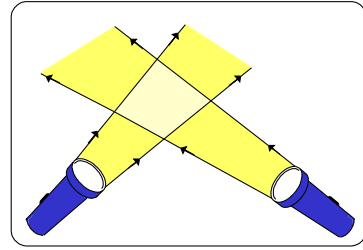
FILTROS DE LUZ- Os filtros ideais absorvem todas as cores, permitindo apenas a passagem da cor com a qual eles se apresentam.

PRINCÍPIO DA PROPAGAÇÃO RETILÍNEA – Nos meios homogêneos, transparentes e isotrópicos a luz se propaga em linha reta.

CÂMERA ESCURA DE ORIFÍCIO – é uma caixa com paredes opacas e que possui um pequeno orifício em uma de suas faces. A utilização desse dispositivo pode servir, entre outras coisas, para determinar a distância de uma fonte à caixa.



PRINCÍPIO DA INDEPENDÊNCIA – Quando os raios de luz se cruzam, cada um deles segue seu trajeto como se os outros não existissem.



PRINCÍPIO DA REVERSIBILIDADE – O caminho seguido por um raio de luz não se modifica quando o sentido de propagação for invertido.

PRINCÍPIO DE FERMAT – Trajeto de Mínima Duração.

“A trajetória da luz ao viajar de um ponto para outro é tal que o tempo de percurso é mínimo”.

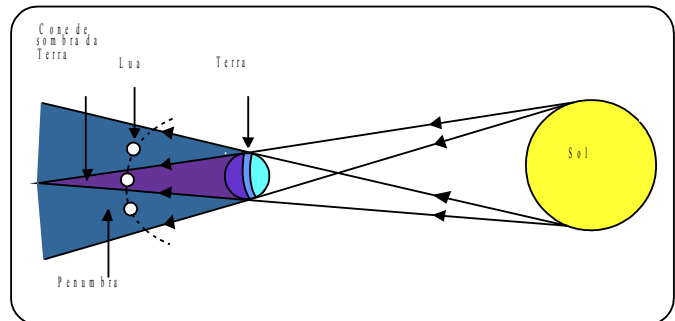
Obs. Se o meio em que a luz se propaga é homogêneo, o trajeto de duração mínima é o de comprimento mínimo; os raios serão linhas retas. Se a luz atravessa sucessivamente muitos meios, seu trajeto, em cada meio, será retilíneo, afim de ser o de menor duração.

CONSEQUÊNCIAS DA PROPAGAÇÃO RETILÍNEA DA LUZ

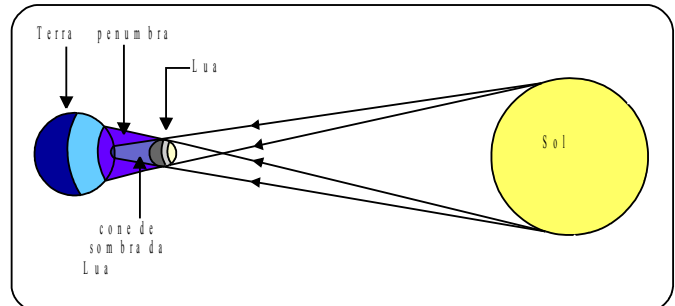
SOMBRA- Quando um corpo é interposto entre uma fonte luminosa pontual e um anteparo, a região do corpo que não recebe luz da fonte é denominada sombra própria. A região escura do anteparo recebe o nome de sombra projetada.

PENUMBRA – Quando um corpo é interposto entre uma fonte luminosa extensa e um anteparo, observa-se que no corpo, antecedendo a região da sombra própria, há uma faixa clara, denominada penumbra própria. No anteparo, envolvendo a região de sombra projetada, há uma faixa mais clara chamada penumbra projetada.

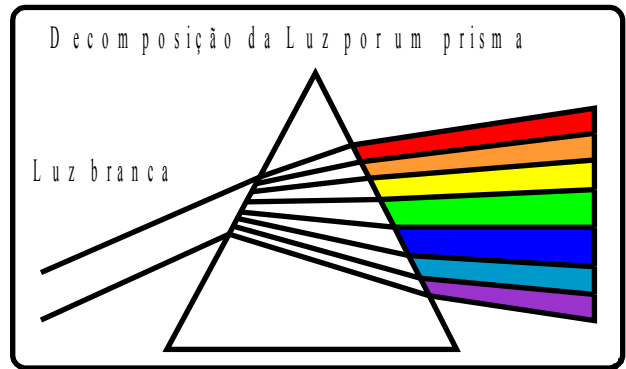
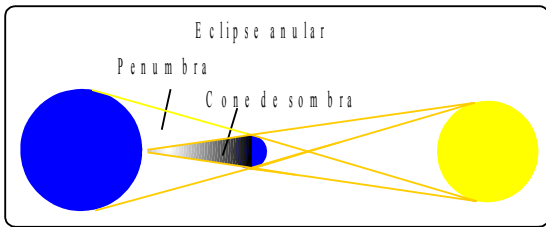
ECLIPSE DA LUA – Quando a Terra se interpõe entre o Sol e a Lua impedindo a visão de seu satélite, dizemos que ocorre eclipse da lua. O eclipse pode ser total ou parcial.



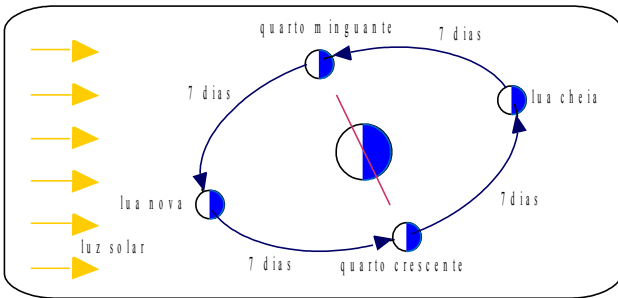
ECLIPSE DO SOL – Quando a lua se interpõe entre o Sol e a Terra, impedindo total ou parcialmente que os raios solares atinjam determinadas regiões da superfície da Terra, dizemos que ocorre eclipse do sol. O eclipse pode ser total, parcial ou anular.



ECLIPSE ANULAR- Quando o cone de sombra da lua não chega a atingir a Terra, ocorre o chamado eclipse anular. Este eclipse é visto por um observador que, situado no cone de penumbra da Lua, enxerga o Sol sob forma de uma anel luminoso.

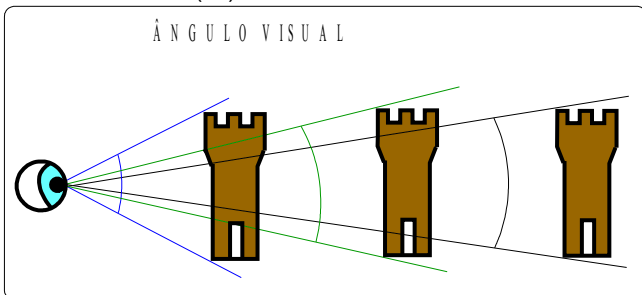


FASES DA LUA – Devido à formação da sombra própria da lua, tornando visível apenas parte de sua superfície, é que podemos distinguir o que chamamos de fases da lua. A cada 27,3 dias ela completa um ciclo formado pela seguinte seqüência de fases: lua nova, quarto crescente, cheia e quarto minguante.



ÂNGULO VISUAL OU DIÂMETRO APARENTE – é o ângulo sob o qual o observador enxerga um objeto. Ele depende das dimensões do objeto e de sua distância em relação ao globo ocular do observador.

LIMITE DE ACUIDADE VISUAL – é o menor ângulo visual necessário para que um observador distinga pontos de um objeto. Aproximadamente esse valor corresponde a 0,0003 rad ou um minuto (1').



CORES PRIMÁRIAS – As cores primárias são: vermelha, verde e azul. Elas são consideradas primárias pois é a combinação destas três cores, dentre todos os outros trios, que conseguem produzir a mais ampla variedade de cores compostas.

CORES COMPLEMENTARES – Duas cores que se combinam para dar a luz branca são complementares. Assim para que o nosso olho tenha a sensação de branco, não é necessário misturar todas as cores do espectro. Exemplos: amarelo e azul, vermelho e verde-azulado, e verde e púrpura.

COR DOS OBJETOS

OBJETO OPACO – A cor de um objeto opaco depende:

a) das cores (frequências) da luz que ele reflete difusamente para o olho do observador,

b) da cor (frequência) da luz que nele incide.

CORPO BRANCO – Se um corpo reflete todas as cores que nele incidem, diz-se que é branco.

CORPO NEGRO – Se um corpo absorve todos os raios luminosos que nele incidem, diz-se que é negro.

CORPO COLORIDO – Se um objeto absorve todas as cores menos a vermelha, que reflete, é considerado vermelho, e um pano azul parece preto quando iluminado com luz vermelha (frequência na faixa da cor vermelha) porque não há luz azul para ele refletir.

OBJETOS TRANSPARENTES COLORIDOS (Filtros) – A cor dos objetos transparentes (filtros) depende da cor da luz que transmitem. O vidro (transparente) verde absorve todas as cores menos a verde, que transmite.

PROCESSO SUBTRATIVO DE LUZES COLORIDAS – O processo de mistura subtrativa está relacionado à remoção de parte da luz que incide sobre um objeto. Que por sua vez depende dos pigmentos que estão depositados na superfície do corpo.

PIGMENTOS – Os pigmentos são pequenos grãos que, de acordo com a sua natureza, absorvem uma determinada cor de luz. Portanto, os pigmentos subtraem, de uma luz incidente composta, uma determinada cor. Um objeto envia aos nossos olhos as cores que os seus pigmentos não conseguem absorver.

COR

COR – é propriedade da luz que só depende de sua frequência.

LUZ MONOCROMÁTICA – é a luz de uma só cor, isto é, frequência.

LUZ POLICROMÁTICA – é a luz constituída por duas ou mais cores (frequência).

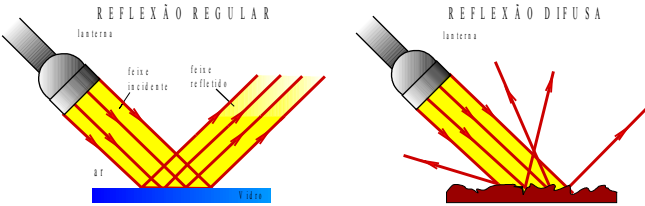
COMPOSIÇÃO DA LUZ BRANCA e AS SETE CORES FUNDAMENTAIS. A luz branca, emitida pelo Sol ou por uma lâmpada incandescente, é constituída por uma infinidade de luzes monocromáticas, as quais podem ser divididas em sete cores principais.

Vermelho, laranja, amarelo, verde, azul, anil e violeta.

REFLEXÃO E ESPELHOS PLANOS

“O ângulo de incidência é igual ao de reflexão”
 “O espelho testa a reflexão da luz e a irreflexão dos homens”
 (Gar-Mar)

REFLEXÃO é o fenômeno no qual a luz, ao incidir numa superfície, retorna ao meio em que estava se propagando. A reflexão luminosa regular é a que ocorre em superfícies regulares, como os espelhos, dando origem à formação de imagens. A reflexão luminosa difusa ocorre nas superfícies irregulares, sendo a responsável pela percepção dos objetos.

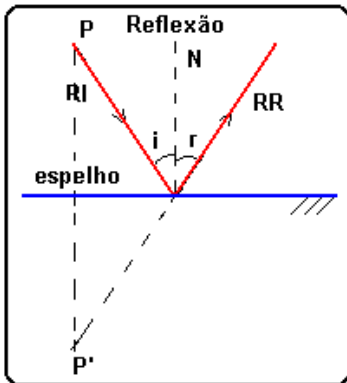


LEIS DA REFLEXÃO

1ª Lei: O raio incidente (i) o raio refletido (r) e a normal (n) estão no mesmo plano.

2ª Lei: O ângulo de incidência (i) é igual ao ângulo de reflexão (r).

$$i = r$$



PONTO OBJETO- Definimos ponto-objeto como sendo o vértice do pincel de luz incidente no sistema óptico.

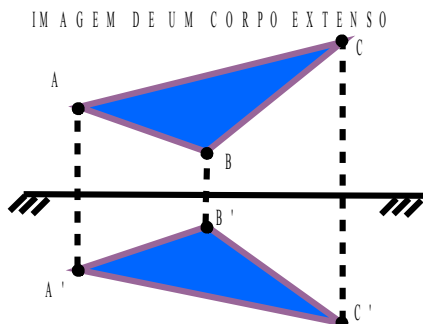
O **ponto-objeto real** constitui o vértice do pincel incidente cônico divergente.

O **ponto-objeto-virtual** constitui o vértice do pincel indiente cônico convergente.

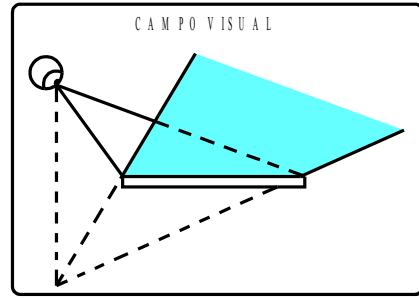
PONTO IMAGEM- Definimos ponto-imagem como o vértice do pincel de luz emergente do sistema óptico.

ESPELHO PLANO – O espelho plano é um sistema óptico estigmático, pois conjuga sempre um ponto objeto com um ponto imagem. Ele também conjuga, de um objeto real, imagem sempre virtual, direita e de mesmo tamanho do objeto.

A primeira vista parece que o espelho inverte a imagem e por isso precisamos escrever a palavra invertida. O que ocorre, na realidade é que o espelho não inverte a imagem – trocando por exemplo, a esquerda pela direita. O que eles fazem é inverter a imagem em relação ao eixo perpendicular ao espelho, o que nós dá a sensação de estar olhando a imagem por trás. Chamamos esta imagem de especular ou enantiomorfa.

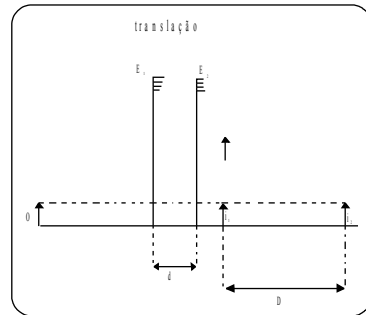


CAMPO VISUAL – É a região do espaço que pode ser observada através do espelho.



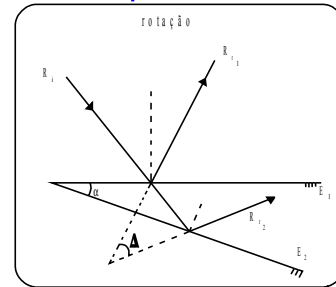
TRANSLAÇÃO DE ESPELHO. Quando um espelho plano é deslocado paralelamente à sua posição inicial, a imagem de um objeto fixo sofre um deslocamento que é o dobro do deslocamento do espelho, no mesmo sentido.

$$D = 2d$$



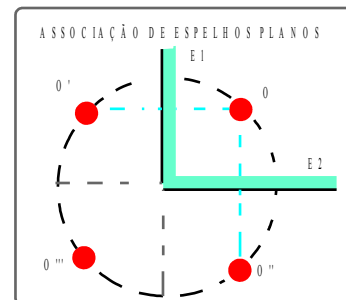
ROTAÇÃO DE ESPELHO. Se um espelho plano sofre uma rotação em torno de um vértice do espelho plano de um ângulo alfa, o raio refletido sofre uma rotação de 2xalfa.

$$\beta = 2\alpha$$



ASSOCIAÇÃO DE ESPELHOS PLANOS: $N = (360 / \alpha) - 1$

Onde: N é o número de imagens; α é o ângulo entre os espelhos.
 Obs. Quando $(360/\alpha)$ é um número ímpar e inteiro, a expressão só é aplicável para um objeto situado no plano bissetor do ângulo α . O valor máximo de α é 180° . O valor mínimo de α é zero. A expressão só é válida para valores de α que sejam um múltiplo inteiros de 360, por exemplo, $129^\circ, 90^\circ, 72^\circ$ etc.



ESPELHOS ESFÉRICOS

ESPELHO ESFÉRICO é uma calota esférica onde ocorre reflexão regular da luz.

CÔNCAVO quando a superfície refletora está do lado interno da calota.

CONVEXO quando a superfície refletora está do lado externo da calota.

ELEMENTOS GEOMÉTRICOS:

Centro de curvatura (C) da esfera que contém a calota esférica.

Raio de curvatura (R) é o raio de curvatura da esfera que contém a calota esférica.

Vértice do espelho (V) é o pólo da calota esférica.

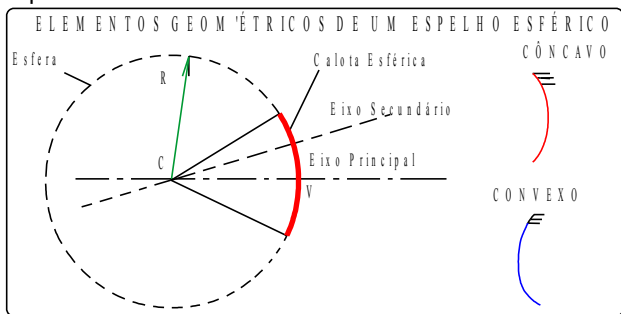
Eixo principal: é a reta que contém o centro C e o vértice V do espelho.

Eixo secundário: qualquer reta que contém o centro C, mas não contém o vértice V do espelho.

FOCO PRINCIPAL (F): de um espelho esférico é o ponto de convergência de um feixe de luz cilíndrico e paralelo ao eixo principal. Ele é real para os espelhos côncavos e virtual para os convexos.

O foco principal dos espelhos esféricos de Gauss fica situado entre o centro de curvatura eo vértice do espelho. $f = R / 2$

Foco Secundário. Quando um feixe de raios paralelos incide sobre um espelho esférico paralelamente a um de seus eixos secundários, ele origina um feixe convergente, no caso do espelho côncavo, e divergente, no do convexo. O vértice Fs de tal feixe situa-se nesse eixo secundário e constitui um dos focos secundários. Ele é determinado pela interseção do plano(reta) focal com o eixo secundário que é paralelo ao raio oblíquo incidente.



PROPRIEDADES DOS RAIOS DE LUZ.

- 1- Um raio incidente paralelamente ao eixo principal reflete-se na direção do foco principal.
- 2- Um raio incidente na direção do foco principal reflete-se paralelamente ao eixo principal.
- 3- Um raio incidente na direção do centro de curvatura reflete-se sobre si mesmo.
- 4- Um raio incidente no vértice do espelho reflete-se simetricamente em relação ao eixo principal.
- 5- Todo raio de luz que incide num espelho esférico obliquamente ao eixo principal, ao refletir-se, passa pelo respectivo foco secundário.

IMAGEM PRODUZIDA POR UM ESPELHO CONVEXO: é sempre virtual, direita e menor.

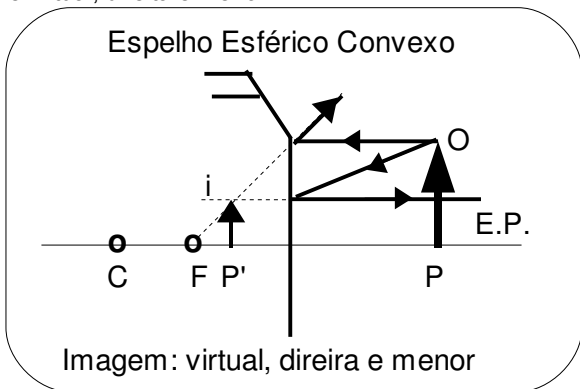
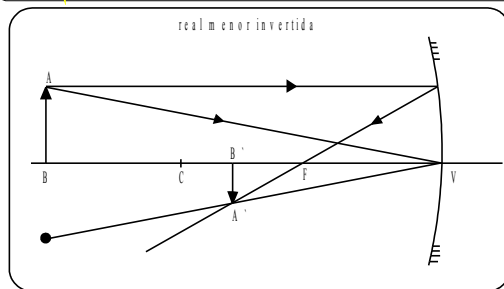
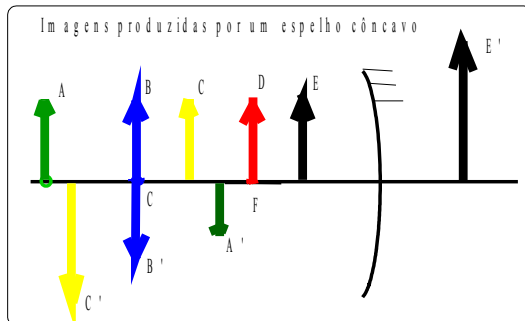


IMAGEM PRODUZIDA POR UM CÔNCAVO:

- A- Objeto além do centro de curvatura. Imagem: real, invertida e menor.
- B- Objeto sobre o centro de curvatura. Imagem: real, invertida e do mesmo tamanho.
- C- Objeto entre o centro de curvatura e o foco. Imagem: real, invertida e maior.
- D- Objeto no plano focal. Imagem: imprópria (no infinito).
- E- Objeto entre o foco e o vértice. Imagem: virtual, direita e maior.

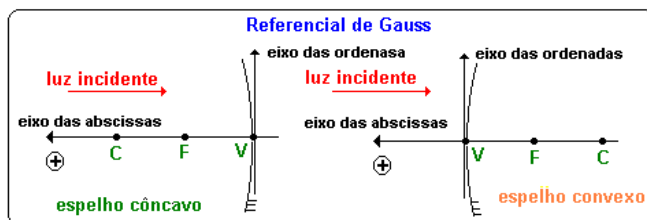


REFERENCIAL DE GAUSS (ESPELHOS ESFÉRICOS)

Para fazermos o estudo analítico/algébrico dos espelhos esféricos, utilizamos o referencial de Gauss.

EIXO DAS ABSCISSAS: coincide com o eixo principal do espelho, com origem no vértice e orientado em sentido contrário ao da luz incidente.

EIXO DAS ORDENADAS: perpendicular ao eixo principal, com origem no vértice do espelho. O eixo das ordenadas é orientado de maneira tal que a ordenada "o" do objeto seja positiva.



EQUAÇÃO DO AUMENTO LINEAR TRANSVERSAL (A):

$$A = i / o = - p' / p$$

P: distância do objeto ao vértice do espelho.

P': distância da imagem ao vértice do espelho.

f: distância focal do espelho

o: tamanho do objeto.

i: tamanho da imagem

EQUAÇÃO DE GAUSS. A imagem de um objeto, colocado a uma distância "p" de um espelho de distância focal "f", forma-se a uma distância "p'" do espelho tal que:

$$1 / f = (1 / p) + (1 / p')$$

Nesta equação, "p" é sempre positivo, f é positivo para o espelho côncavo e negativo para o convexo e "p'" é positivo para uma imagem real e negativo para uma imagem virtual.

OBS. As grandezas f, p, p', i, o e A são algébricas, isto é, elas devem ser introduzidas nas equações com seus respectivos sinais (positivo ou negativo), para que possam produzir resultados corretos.

REFRAÇÃO E DIÓPTROS

“A velocidade da luz muda, ao passar de um meio para outro”

REFRAÇÃO DA LUZ está associada à mudança de velocidade da luz ao passar de um meio para outro.

A velocidade da luz modifica-se na refração, isto é, na passagem de um meio para outro.

DIÓPTRO: é o conjunto de dois meios refringentes separados por uma superfície.

VELOCIDADE DA LUZ NO VÁCUO (C) - A velocidade da luz no vácuo é 300.000 km/s ou $3 \cdot 10^8$ m/s. No ar nós também aproximamos para o mesmo valor que no vácuo.

ÍNDICE DE REFRAÇÃO ABSOLUTO (n) para um dado meio é o quociente entre a velocidade da luz no vácuo (c) e a velocidade da luz no meio em questão.

$$n = \frac{\text{(velocidade da luz no vácuo)}}{\text{(velocidade da luz no meio)}}$$

$$n = c / v$$

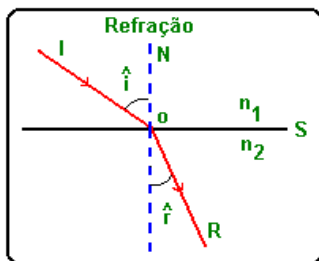
Substância	n	Substância	n
água pura	1,33	glicerina	1,47
sal de cozinha	1,54	vidro crown	1,52
diamante	2,42	gelo	1,31
álcool etílico	1,36	parafina	1,43

LEIS DA REFRAÇÃO

F- O raio incidente, o raio refratado e a reta normal estão no mesmo plano.

G- Lei de Snell-Descartes. Para um raio de luz monocromática passando de um meio para outro, é constante o produto do seno do ângulo, formado pelo raio e a normal, com o índice de refração em que se encontra esse raio.

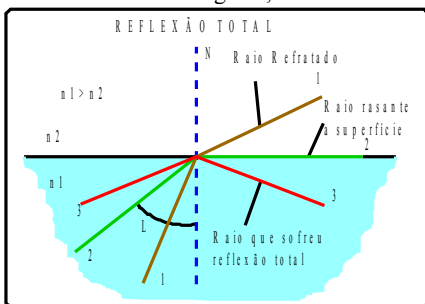
$$\text{Sen } i \cdot n_1 = \text{sen } r \cdot n_2$$



ÂNGULO LIMITE (L) é o valor do ângulo de incidência ao qual corresponde uma emergência rasante (por 90°), quando a luz se propaga do meio mais refringente para o meio menos refringente:

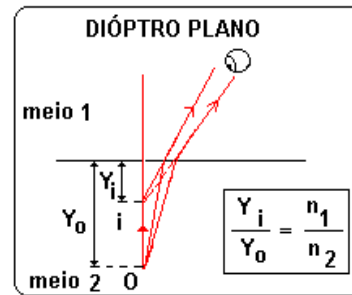
$$\text{Sen } L = n_1 / n_2 \quad \text{para } n_1 < n_2$$

REFLEXÃO TOTAL - Se o ângulo de incidência for maior que o ângulo limite, quando a luz passa de um meio mais refringente para um meio menos refringente, ocorre o fenômeno da reflexão total.



DIÓPTRO PLANO: dois meios homogêneos e transparentes separados por uma superfície plana.

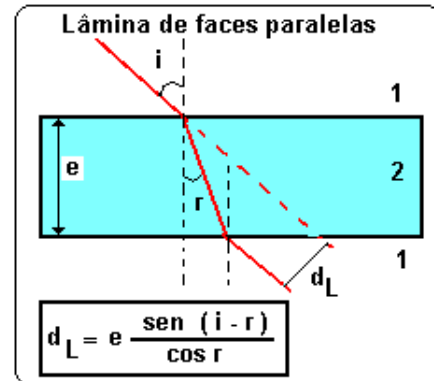
$y / y' = n / n'$ onde, y = abscissa do objeto; y' = abscissa da imagem; n = índice de refração do meio de incidência; n' = índice de refração do meio de emergência.



Obs. A equação acima só é válida se a visada for vertical ou aproximadamente vertical, isto é, pequenos ângulos.

LÂMINAS DE FACES PARALELAS

Se os meios externos forem iguais, o raio emergente é paralelo ao raio incidente.



PRISMA é o sistema óptico constituído por três meios homogêneos e transparentes separados por duas superfícies planas não paralelas.

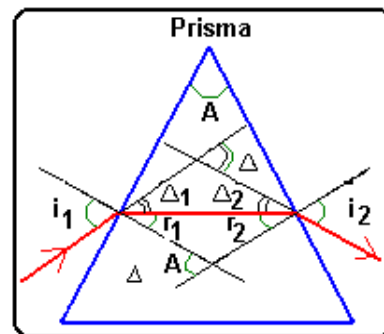
Fórmulas: $A = r_1 + r_2$ e $\Delta = i_1 + i_2 - A$

Onde: A = ângulo de refringência; i_1 e i_2 ângulos com a normal fora do prisma

r_1 e r_2 : ângulos com a normal dentro do prisma; Δ : ângulo de desvio.

CONDIÇÕES DE DESVIO MÍNIMO- A análise experimental dos prismas ópticos revela-nos que o desvio assume o valor mínimo quando o ângulo de incidência na 1ª face e de emergência na 2ª face forem iguais. (Δ_{\min} = desvio angular mínimo).

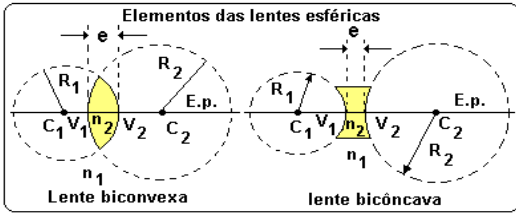
$$i_1 = i_2 \Rightarrow r_1 = r_2 \Rightarrow A = 2r \Rightarrow \Delta_{\min} = 2i - A$$



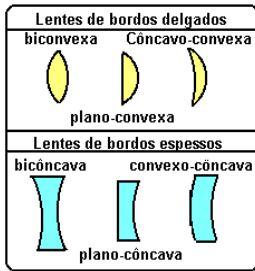
LENTE ESFÉRICAS DELGADAS

LENTE é o sistema óptico constituído por três meios homogêneos e transparentes separados por duas superfícies curvas ou por uma superfície curva e uma plana.

LENTE DELGADA é a lente cuja espessura é pequena quando comparada aos raios de curvatura das faces curvas.



LENTE CONVERGENTE é aquela em que os raios emergentes, que correspondem a incidentes paralelos, convergem. A lente é divergente quando, nas mesmas condições, os raios emergentes divergem.



Lenas	$n_{\text{meio}} < n_{\text{lente}}$	$n_{\text{meio}} > n_{\text{lente}}$
Convergentes	Bordas delgadas	Bordas espessas
divergentes	Bordas espessas	Bordas delgadas

FOCO PRINCIPAL IMAGEM (F₁) (refere-se à luz que emerge da lente). Raios luminosos que estejam incidindo paralelos ao eixo principal emergem na mesma direção que contém o foco imagem.

FOCO PRINCIPAL OBJETO (F₀) (refere-se à luz que incide na lente). Quando raios luminosos incidem numa direção que contém o foco objeto, emergem paralelo ao eixo principal.

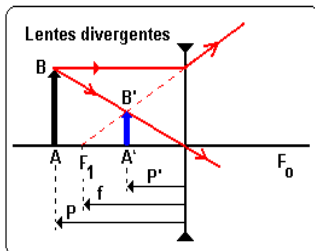
PONTOS ANTIPRINCIPAIS: a uma distância que é igual ao dobro da distância focal, de cada lado da lente, situam-se no eixo principal os pontos antiprincipais A (real) e A' (virtual).

DISTÂNCIA FOCAL é a distância entre o foco e a lente.

PROPRIEDADES DO RAIO DE LUZ NAS LENTES.

- 1ª. Todo raio luminoso que incide paralelamente ao seu eixo principal, refrata-se passando pelo foco principal imagem.
- 2ª. Todo raio luminoso que incide passando pelo foco principal objeto, refrata-se e emerge paralelamente ao eixo principal.
- 3ª. Todo raio luminoso que incide passando pelo centro óptico da lente não sofre desvio ao atravessa-la.

Obs. Nas duas primeiras propriedades, a passagem pelos focos principais é efetiva na lente convergente e em prolongamento na lente divergente.

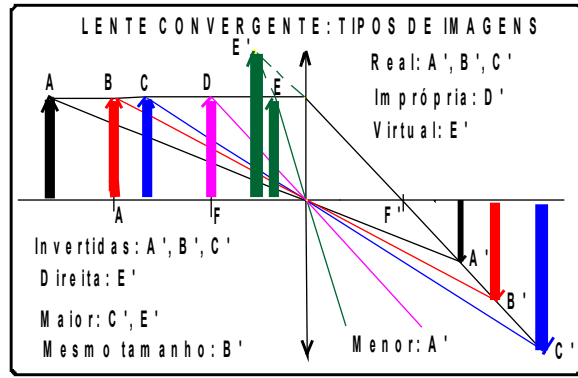


CONSTRUÇÃO DE IMAGENS NAS LENTES

LENTE DIVERGENTE: a imagem formada de um objeto real é sempre VIRTUAL, DIREITA E MENOR que o objeto.

LENTE CONVERGENTE:

1. Objeto além do ponto antiprincipal A.
Imagem: real, invertida e menor.
2. Objeto no ponto antiprincipal objeto A.
Imagem: real, invertida e igual
3. Objeto entre o ponto antiprincipal objeto A e o foco objeto
Imagem: real, invertida e maior.
4. Objeto no foco objeto.
Imagem: imprópria (no infinito)
5. Objeto entre o foco objeto F e o centro óptico O.
Imagem: virtual, direita e maior



REFERENCIAL DE GAUSS (LENTE).

EIXO DAS ABCISSAS: Coincide com o eixo principal da lente, com origem no centro óptico e sentido orientado contra a luz incidente para os objetos e a favor da luz incidente para as imagens.

EIXO DAS ORDENADAS: perpendicular ao eixo principal, com origem no centro óptico.

EQUAÇÃO DE GAUSS PARA LENTES – A imagem de um objeto, colocado a uma distância “p” de uma lente delgada de distância focal “f”, forma-se a uma distância “p’” da lente tal que:

$$1/f = (1/p) + (1/p')$$

convenção de sinais:

- 1- A distância “p” é sempre positiva.
- 2- A distância “p’” será positiva se a imagem for real e negativa se for virtual.
- 3- f será positiva quando a lente for convergente e negativa quando for divergente.

VERGÊNCIA ou CONVERGÊNCIA de um sistema óptico é a grandeza definida pelo inverso da distância focal. No SI é medida em dioptrias (di). $U(D) = di = m^{-1}$

$$D = 1/f$$

FÓRMULA DOS FABRICANTES DE LENTES (HALLEY):

$$D = 1/f = (n_2/n_1 - 1) \left((1/R_1) + (1/R_2) \right)$$

n_2 = lente e n_1 = meio no qual a lente está imersa.

Face convexa => raio positivo ($R > 0$) (+)

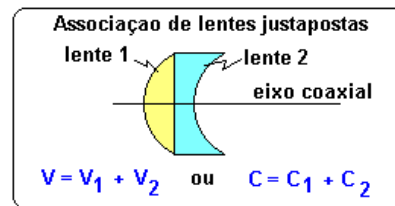
Face côncava => raio negativo ($R < 0$) (-)

ASSOCIAÇÃO DE DUAS LENTES DELGADAS: a imagem formada pela primeira lente será objeto para a segunda lente.

LENTE JUSTAPOSTAS: A vergência da lente equivalente à associação é igual à soma algébrica das vergências das lentes componentes.

Lente convergente: C positivo. Lente divergente: C negativo.

$$C = C_1 + C_2 + \dots$$



INSTRUMENTOS ÓPTICOS

“O olho é um deles”

“Instrumentos ópticos, associação de sistemas simples”

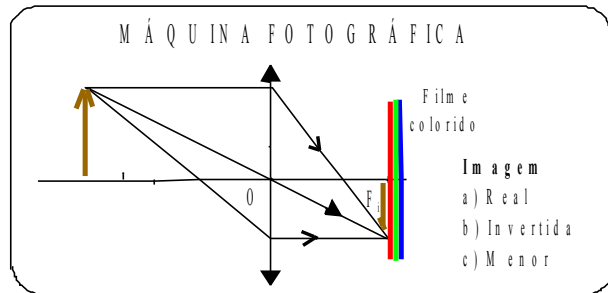
ASSOCIAÇÃO DE SISTEMAS ÓPTICOS. Embora a maioria dos instrumentos ópticos sejam bastante complexos, analisaremos apenas os princípios de funcionamento, onde eles são considerados como simples associações de lentes, espelhos, prismas etc. Quando dissermos que um determinado instrumento real possui uma lente L, o instrumento real terá provavelmente uma associação de várias lentes, que em conjunto apresentam o mesmo comportamento desta “lente resultante” “L”. A finalidade do uso de um conjunto de lentes é justamente a de corrigir os defeitos apresentados pelas lentes.

Na associação de sistemas ópticos devemos lembrar de que:

- 1- Objeto e imagem são conceitos relativos e dependem do sistema óptico analisado.
- 2- A imagem conjugada pelo 1º sistema funciona como objeto para o 2º sistema.

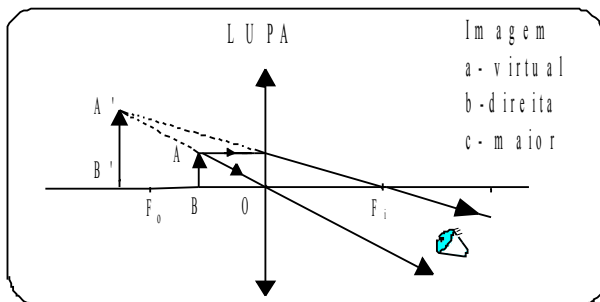
INSTRUMENTOS DE PROJEÇÃO. Os instrumentos de projeção devem produzir uma imagem final real, já que o objetivo é projetar imagens numa tela (anteparo).

INSTRUMENTO	LENTE	IMAGEM
Máquina fotográfica	convergente	Real
Projeter de slides	Convergente	Real
Projeter de filmes	Convergente	Real



INSTRUMENTOS DE OBSERVAÇÃO. Os instrumentos de observação geralmente produzem uma imagem final virtual, já que estas imagens serão observadas diretamente pelo operador não tendo necessidade de projeta-las numa tela.

INSTRUMENTO	LENTE	IMAGEM
Lupa	Convergente	Virtual
Microscópio simples	Convergente	Virtual
Microscópio composto	Convergente	Virtual
Luneta astronômica	convergente	virtual

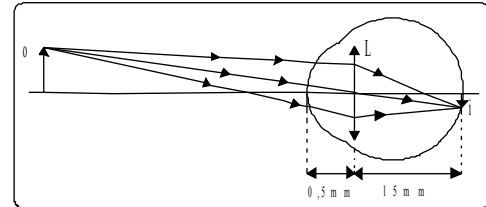
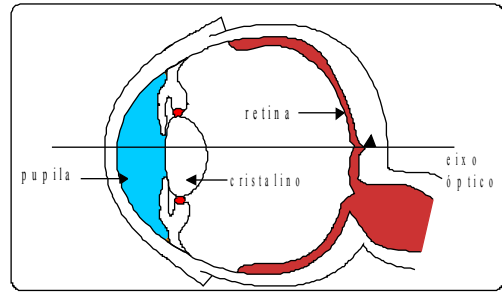


ÓPTICA DA VISÃO

Olho reduzido- Modelo simplificado do olho humano para que possa ser estudado do ponto de vista da óptica geométrica.

Elementos do olho reduzido:

- 1- Diafragma, que desempenha o papel da pupila, limitando a largura e a inclinação do feixe incidente no olho.
- 2- Uma lente delgada convergente que faz o papel do cristalino e cujo eixo coincide com o eixo óptico do globo ocular.
- 3- Um anteparo situado a uma distância fixa de 15 mm da lente delgada convergente, que faz a função de retina em cuja região útil serão formadas as imagens dos objetos visualizados.



Ponto remoto (P_R) – é a posição onde deve ser colocado um objeto para que o olho cônjugue sua imagem sobre a retina sem esforço de acomodação.

Ponto próximo (P_P) – O ponto próximo é a posição onde um objeto nele colocado tem imagem conjugada sobre a retina com o máximo esforço de acomodação.

MIOPIA

Causas: alongamento do globo ocular ou convergência excessiva do cristalino.

Conseqüências: ponto próximo está mais próximo que o normal (25 cm), o ponto remoto está a uma distância finita do olho, a imagem se forma antes da retina.

Correção- lentes divergentes.

Foco da lente corretora $1/P_r = 1/f$

DEFEITO	CORREÇÃO
MIOPIA	Lentes divergentes
HIPERMETROPIA	Lentes convergentes
PRESBIOPIA	Lentes convergentes
ASTIGMATISMO	Lentes cilíndricas
ESTRABISMO	Lentes prismáticas