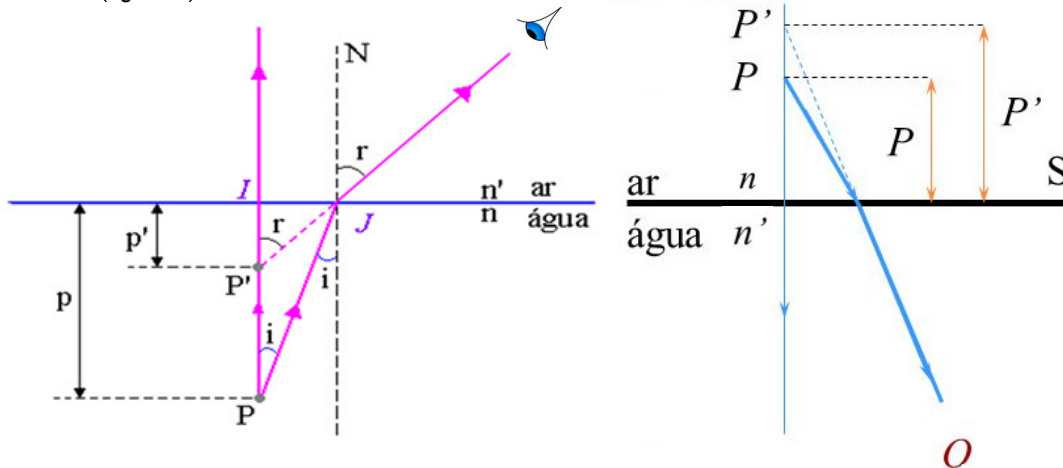


Dioptro Plano

O **dioptro plano** é aquele constituído por uma superfície plana separando dois meios. O exemplo mais simples de um dioptro plano é o par de meios ar e água, com o qual calcula-se a profundidade ou altura do ponto imagem virtual P' de um objeto real P , por um observador O fora d'água (figura 1) ou vice versa (figura 2).



$$\frac{n}{n'} = \frac{p}{p'}$$

- O - Observador ou o olho.
- n - índice de refração do meio onde se situa o objeto.
- n' - índice de refração onde se situa o observador.
- P - profundidade ou altura real do objeto.
- P' - profundidade ou altura aparente da imagem.

Atenção: Essa expressão só é válida para raios que formam ângulos pequenos, até aproximadamente 15° com a normal, ou seja, o observador visa a imagem numa direção quase vertical.

dez 29-10:10

Exercícios de aprendizagem:

1) Um observador vê um peixe num lago límpido, numa direção que forma um ângulo de 5° com a normal. Sabendo que o peixe está numa profundidade de 80 cm e considerando de 4/3 o índice de refração da água, calcule a profundidade aparente em que o observador, suposto fora d'água, vê o peixe.

2) Um mergulhador, imóvel e imerso na água de uma piscina, vê um pássaro pousado em cima de um poste, numa direção quase vertical. Sendo de 4/3 o índice de refração da água e de 4,5 m a altura do poste, cuja base está à beira da piscina e no nível da água, determine a altura aparente onde está o pássaro visto pelo mergulhador.

dez 29-12:16

Exercícios de aprendizagem:

1) Um observador vê um peixe num lago límpido, numa direção que forma um ângulo de 5° com a normal. Sabendo que o peixe está numa profundidade de 80 cm e considerando de 4/3 o índice de refração da água, calcule a profundidade aparente em que o observador, suposto fora d'água, vê o peixe.

Solução:

$$\frac{p}{p'} = \frac{n}{n'}$$

$$\frac{80}{p'} = \frac{4/3}{1}$$

$$p' = 80 \times \frac{3}{4}$$

$$p' = 60 \text{ cm}$$

2) Um mergulhador, imóvel e imerso na água de uma piscina, vê um pássaro pousado em cima de um poste, numa direção quase vertical. Sendo de 4/3 o índice de refração da água e de 4,5 m a altura do poste, cuja base está à beira da piscina e no nível da água, determine a altura aparente onde está o pássaro visto pelo mergulhador.

Solução:

$$\frac{p}{p'} = \frac{n}{n'}$$

$$\frac{4,5}{p'} = \frac{1}{4/3}$$

$$p' = 4,5 \times \frac{4}{3}$$

$$p' = 1,5 \times 4$$

$$p' = 6,0 \text{ m}$$

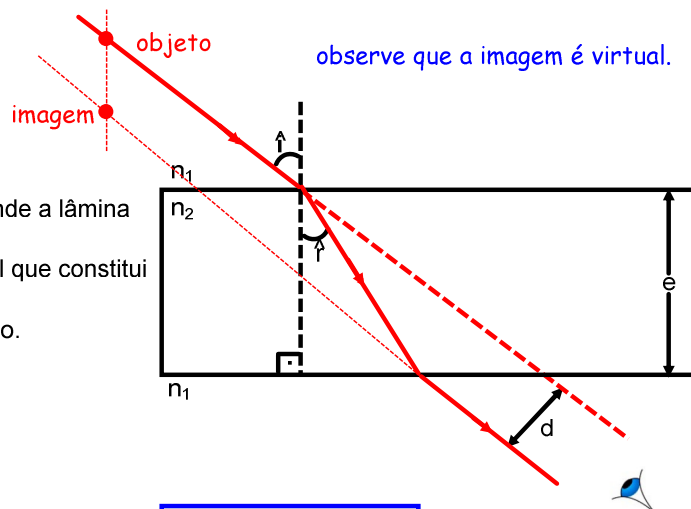
dez 29-12:16

Lâmina de Faces Paralelas

A lâmina de faces paralelas é um sistema de três meios homogêneos e transparentes separados dois a dois através de superfícies planas e paralelas. Dos três meios, normalmente o segundo meio é a lâmina de faces paralelas. Como exemplo, pode-se citar o vidro de uma janela. O desvio lateral **d** é obtido geometricamente através da figura seguinte.

Sejam:

- n_1 = índice de refração do meio onde a lâmina está imersa.
- n_2 = índice de refração do material que constitui a lâmina.
- d = desvio lateral sofrido pelo raio.
- e = espessura da lâmina.



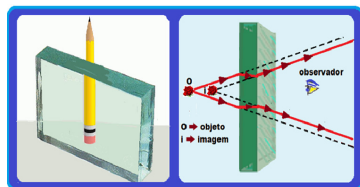
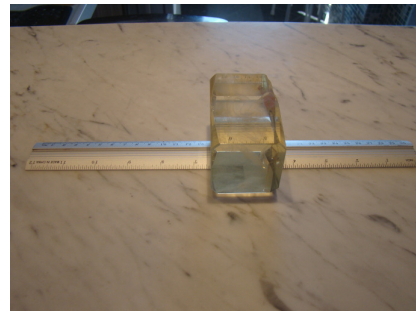
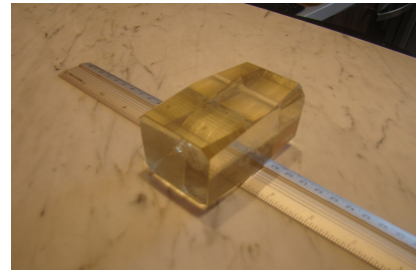
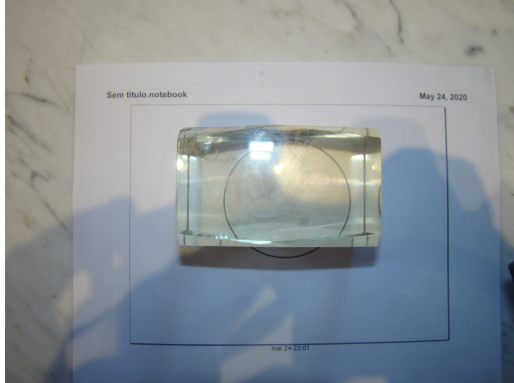
O desvio será dado por:

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

dez 29-12:32

Lâmina de Faces Paralelas

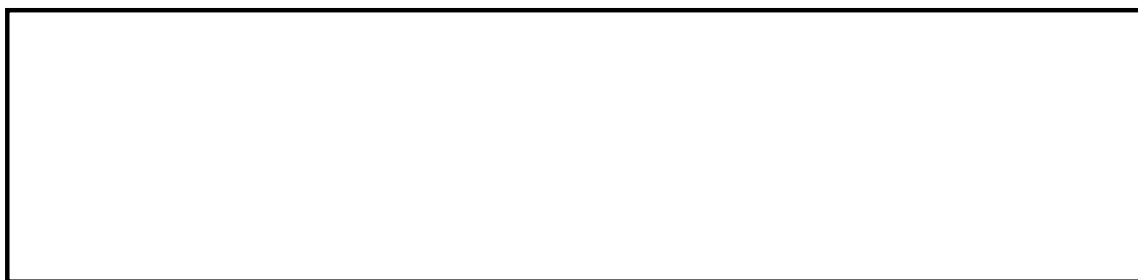
Obs. Quando o pincel luminoso atravessa uma lâmina de faces paralelas, tem-se a impressão de que os raios que emergem da lâmina provêm de um ponto mais próximo, deslocado em relação ao ponto objeto. Esse deslocamento é menor que a espessura da lâmina; logo, se a espessura da lâmina for desprezível, também será desprezível o deslocamento. Já para uma lâmina de espessura razoável, teremos a impressão do objeto estar mais próximo e isto nos dará um aumento do ângulo visual, dando a impressão de uma lente de aumento.



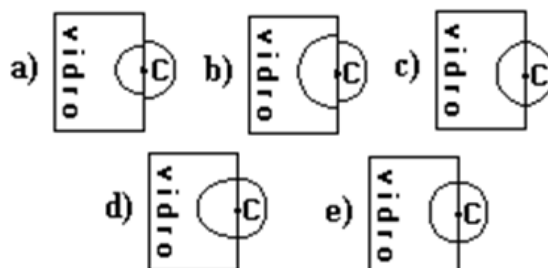
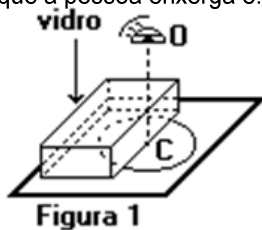
dez 29-12:32

Exercícios de aprendizagem:

3) Um raio luminoso monocromático incide numa lâmina de faces paralelas, imersa no ar, segundo um ângulo de 60° com a normal. Sendo de 4 cm a espessura da lâmina, cujo material tem índice de refração $\sqrt{3}$. Determine o desvio lateral que o raio sofre ao atravessá-la.



4) (Fuvest) Numa folha de papel num plano horizontal, está desenhado um círculo de centro C. Sobre a folha é colocada uma placa grossa de vidro, cobrindo metade do círculo. A figura 1, a seguir mostra uma pessoa olhando para o círculo, com seu olho no eixo vertical OC. A alternativa que melhor representa o que a pessoa enxerga é:



jan 2-18:48

Exercícios de aprendizagem:

3) Um raio luminoso monocromático incide numa lâmina de faces paralelas, imersa no ar, segundo um ângulo de 60° com a normal. Sendo de 4 cm a espessura da lâmina, cujo material tem índice de refração $\sqrt{3}$. Determine o desvio lateral que o raio sofre ao atravessá-la.

Solução:

$i = 60^\circ$
 $e = 4 \text{ cm}$
 $n = \sqrt{3}$
 $d = ?$

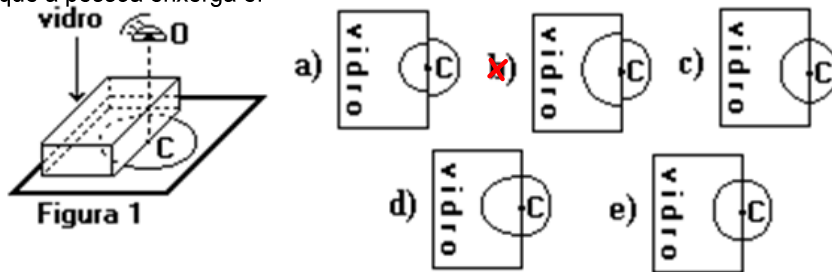
$$d = \frac{e \cdot \sin(i - r)}{\cos r} \quad d = \frac{4 \cdot \sin(60 - 30)}{\cos 30}$$

$$d = \frac{4 \cdot \sin(60 - r)}{\cos r} \quad d = \frac{4 \cdot 1/2}{\sqrt{3}/2}$$

$$d = \frac{4}{\sqrt{3}} \cdot \frac{\sqrt{3}}{\sqrt{3}} \rightarrow d = \frac{4\sqrt{3}}{3} \text{ cm}$$

$n_1 \cdot \sin i = n_2 \cdot \sin r$
 $n_1 \cdot \sin i = n \cdot \sin r$
 $1 \cdot \sin 60 = \sqrt{3} \cdot \sin r$
 $\frac{\sqrt{3}}{2} = \sqrt{3} \cdot \sin r$
 $\sin r = \frac{1}{2}$
 $r = 30^\circ$

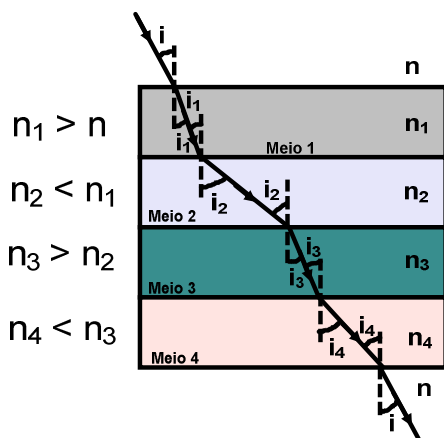
4) (Fuvest) Numa folha de papel num plano horizontal, está desenhado um círculo de centro C. Sobre a folha é colocada uma placa grossa de vidro, cobrindo metade do círculo. A figura 1, a seguir mostra uma pessoa olhando para o círculo, com seu olho no eixo vertical OC. A alternativa que melhor representa o que a pessoa enxerga é:



jan 2-18:48

Associação de lâminas de faces paralelas

Podemos ter justaposição de várias lâminas de faces paralelas de materiais diferentes, conforme ilustra a figura. Em cada lâmina, o ângulo de refração da primeira face tem a mesma medida que o ângulo de incidência na outra face, pois são ângulos alternos internos.



Aplicando a lei de Snell-Descartes teremos:

$n \cdot \sin i = n_1 \cdot \sin i_1$

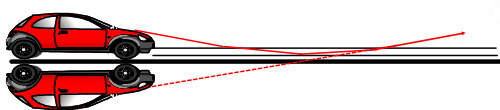
$n_1 \cdot \sin i_1 = n_2 \cdot \sin i_2$

$n_2 \cdot \sin i_2 = n_3 \cdot \sin i_3$

$n_3 \cdot \sin i_3 = n_4 \cdot \sin i_4$

$n_4 \cdot \sin i_4 = n \cdot \sin i$

$n \cdot \sin i = n' \cdot \sin i'$



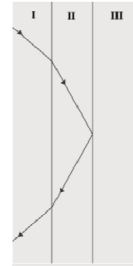
jan 2-19:00

Exercícios de aprendizagem:

5) (UFMG) A figura mostra a trajetória de um feixe de luz que vem de um meio I, atravessa um meio II, é totalmente refletido na interface dos meios II e III e retorna ao meio I. Sabe-se que o índice de refração do ar é menor que o da água e que o da água é menor que o do vidro.

Nesse caso, é **CORRETO** afirmar que os meios I, II e III podem ser, **respectivamente**,

- a) ar, água e vidro.
- b) vidro, água e ar.
- c) água, ar e vidro.
- d) ar, vidro e água



6) Ao amanhecer, embora o Sol ainda esteja abaixo do horizonte, recebemos raios solares. Explique por quê.



mai 27-00:03

Exercícios de aprendizagem:

5) (UFMG) A figura mostra a trajetória de um feixe de luz que vem de um meio I, atravessa um meio II, é totalmente refletido na interface dos meios II e III e retorna ao meio I. Sabe-se que o índice de refração do ar é menor que o da água e que o da água é menor que o do vidro.

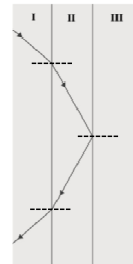
Nesse caso, é **CORRETO** afirmar que os meios I, II e III podem ser, **respectivamente**,

- a) ar, água e vidro.
- b) vidro, água e ar.
- c) água, ar e vidro.
- d) ar, vidro e água

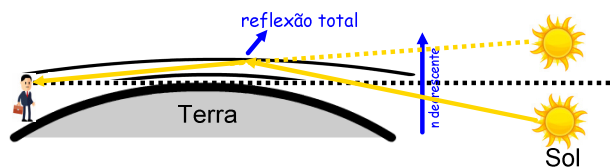
$n_{II} < n_I$ - raio se afasta da normal

$n_{II} > n_{III}$ - reflexão total

então pela lógica: $n_I > n_{II} > n_{III}$
vidro água ar



6) Ao amanhecer, embora o Sol ainda esteja abaixo do horizonte, recebemos raios solares. Explique por quê.

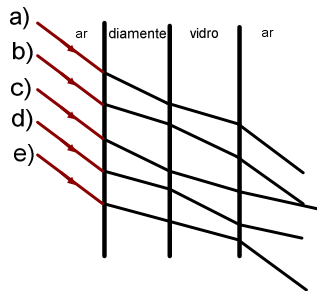


A densidade do ar varia com a altitude. Quanto maior a altitude menor é o índice de refração do ar. Sendo assim, quando a luz do sol resvala na atmosfera ocorrerá a reflexão total. Isso fará com que enxerguemos o Sol antes que ele cruze a linha do horizonte. A mesma coisa acontece quando o Sol se põe. Continuaremos enxergá-lo mesmo após ele se por fisicamente na linha do horizonte.

mai 27-00:03

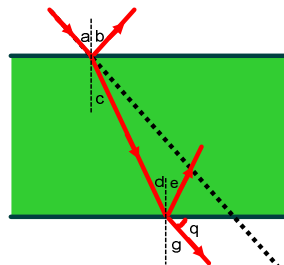
Exercícios de aprendizagem:

6) Um feixe de luz monocromática incide sobre lâminas paralelas de diamante e vidro, como representado na figura. Sendo os índices de refração absolutos 2,42 para o diamante e 1,52 para o vidro, qual das linhas da figura que melhor representa a trajetória do feixe luminoso?



7) (UEL) Um raio de luz r atravessa uma lâmina de vidro de faces paralelas, imersa no ar, sendo parcialmente refletido nas duas faces. Considerando os ângulos indicados no esquema, o ângulo q é igual a:

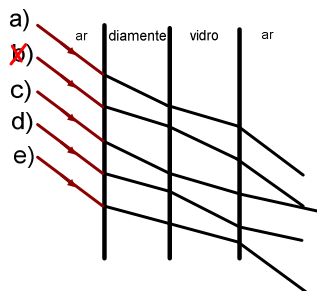
- a) $g + d$
- b) $90^\circ - d$
- c) $90^\circ - c$
- d) $90^\circ - a$
- e) $d + e$



mai 27-00:03

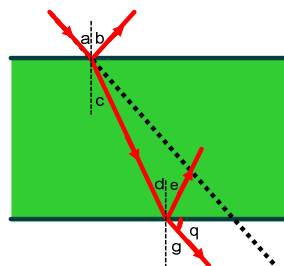
Exercícios de aprendizagem:

6) Um feixe de luz monocromática incide sobre lâminas paralelas de diamante e vidro, como representado na figura. Sendo os índices de refração absolutos 2,42 para o diamante e 1,52 para o vidro, qual das linhas da figura que melhor representa a trajetória do feixe luminoso?



7) (UEL) Um raio de luz r atravessa uma lâmina de vidro de faces paralelas, imersa no ar, sendo parcialmente refletido nas duas faces. Considerando os ângulos indicados no esquema, o ângulo q é igual a:

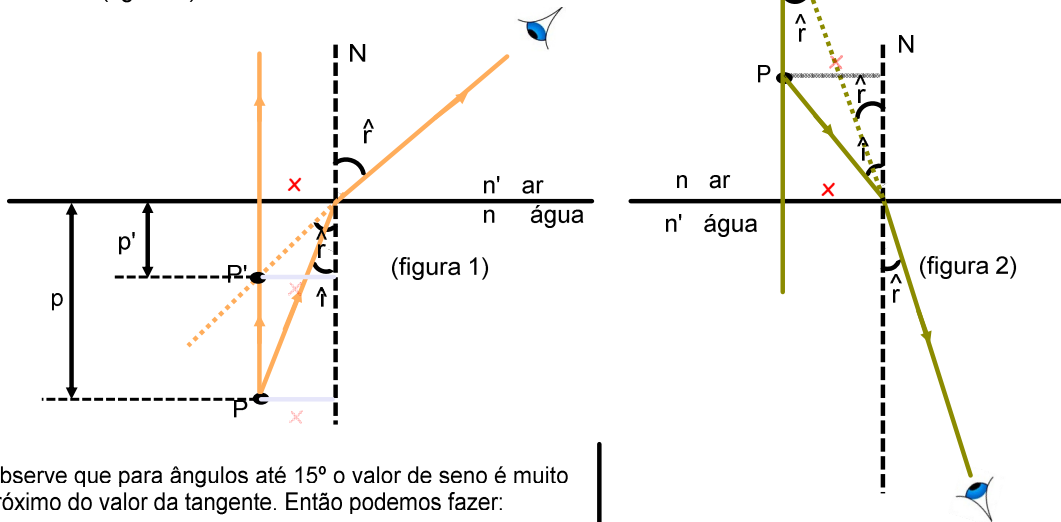
- a) $g + d$
- b) $90^\circ - d$
- c) $90^\circ - c$
- ~~d) $90^\circ - a$~~
- e) $d + e$



mai 27-00:03

Dioproto Plano

O **dioproto plano** é aquele constituído por uma superfície plana separando dois meios. O exemplo mais simples de um dioproto plano é o par de meios ar e água, com o qual calcula-se a profundidade ou altura do ponto imagem virtual P' de um objeto real P , por um observador O fora d'água (figura 1) ou vice versa (figura 2).



Observe que para ângulos até 15° o valor de seno é muito próximo do valor da tangente. Então podemos fazer:

$$n \cdot \text{sen } i = n' \cdot \text{sen } r \rightarrow n \cdot \text{tg } i = n' \cdot \text{tg } r$$

$$n \cdot \frac{x}{p} = n' \cdot \frac{x}{p'} \rightarrow \boxed{\frac{n}{n'} = \frac{p}{p'}}$$

n = índice de refração do meio em que se encontra o objeto.

$$n \cdot \text{sen } i = n' \cdot \text{sen } r$$

$$n \cdot \text{tg } i = n' \cdot \text{tg } r$$

$$n \cdot \frac{x}{p} = n' \cdot \frac{x}{p'} \rightarrow \boxed{\frac{n}{n'} = \frac{p}{p'}}$$

n = índice de refração do meio em que se encontra o objeto.

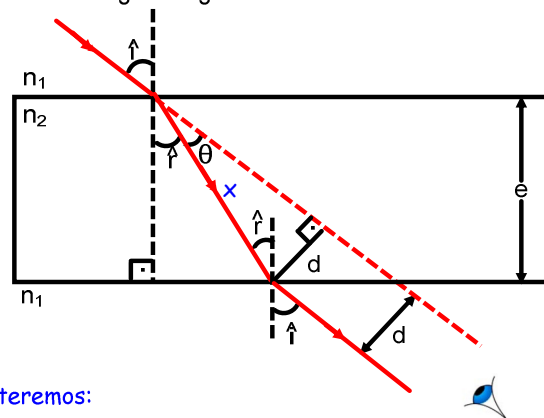
dez 29-10:10

Lâmina de Faces Paralelas

A lâmina de faces paralelas é um sistema de três meios homogêneos e transparentes separados dois a dois através de superfícies planas e paralelas. Dos três meios, normalmente o segundo meio é a lâmina de faces paralelas. Como exemplo, pode-se citar o vidro de uma janela. O desvio lateral d é obtido geometricamente através da figura seguinte.

Sejam:

- n_1 = índice de refração do meio onde a lâmina está imersa.
- n_2 = índice de refração do material que constitui a lâmina.
- d = desvio lateral sofrido pelo raio.
- e = espessura da lâmina.



$$\boxed{\theta = i - r} \quad \text{I}$$

$$\boxed{\text{sen } \theta = \frac{d}{x}} \quad \text{II}$$

$$\boxed{\text{cos } r = \frac{e}{x}} \quad \text{III}$$

dividindo II por III, teremos:

$$\frac{\text{sen } \theta}{\text{cos } r} = \frac{\frac{d}{x}}{\frac{e}{x}}$$

$$\frac{\text{sen } \theta}{\text{cos } r} = \frac{d}{e}$$

$$d = \frac{e \cdot \text{sen } \theta}{\text{cos } r}$$

$$\boxed{d = \frac{e \cdot \text{sen}(i - r)}{\text{cos } r}}$$

dez 29-12:32