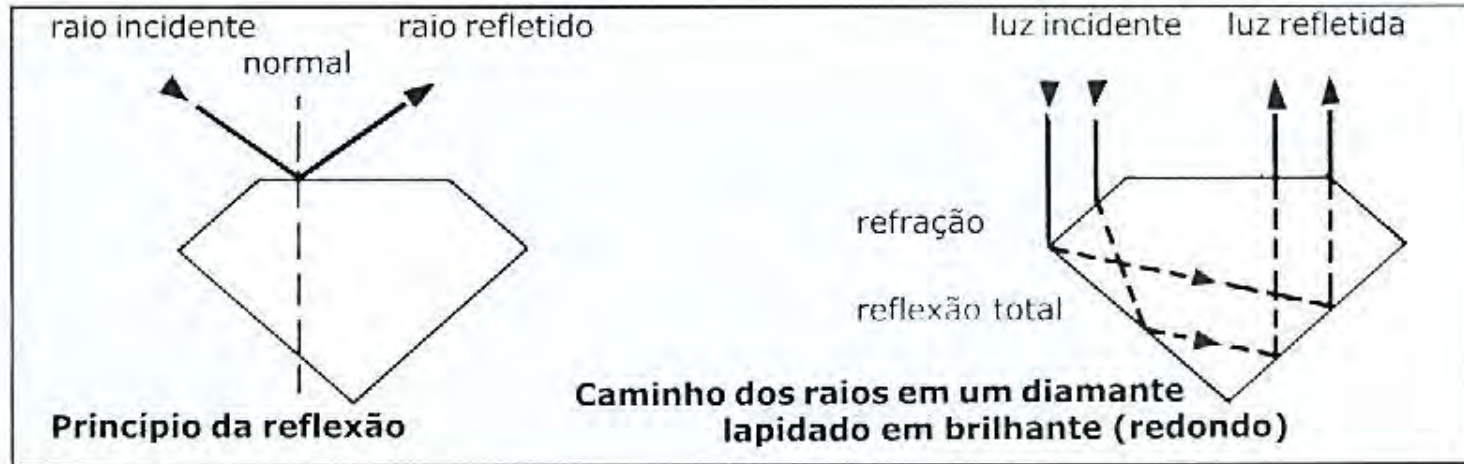


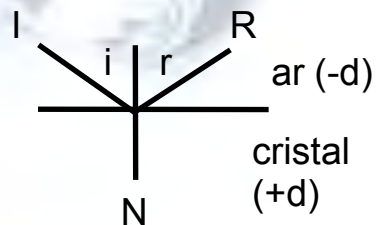
A close-up photograph of a gemstone being examined with tweezers and a magnifying glass. The gemstone is held by tweezers and is being viewed through a magnifying glass. The background is a soft, out-of-focus light blue and white. The text "Métodos ópticos para análise de gemas" is overlaid in the center in a bold, blue font.

Métodos ópticos para análise de gemas

REFLEXÃO E REFRAÇÃO

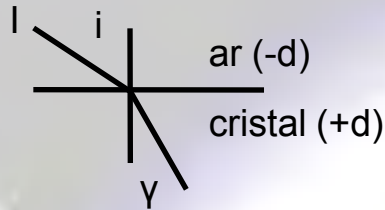


REFLEXÃO

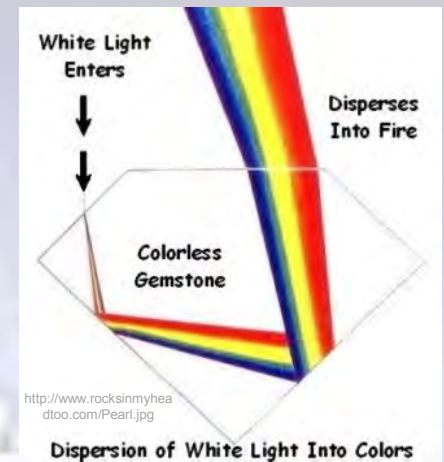


i = ângulo de incidência
 r = ângulo de reflexão
 $i = r$, I, R e N - são coplanares
 $r = 90^\circ$ **reflexão total**
 ângulo crítico ou limite

REFRAÇÃO

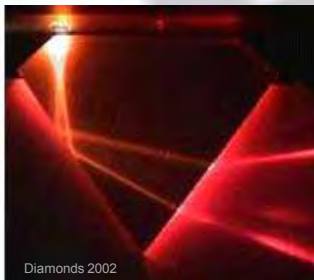


i = ângulo de incidência
 γ = ângulo de refração
 $i > \gamma$ (-d \rightarrow +d)



O raio de luz ao atravessar uma substância anisótropa sofre uma alteração da velocidade da luz e da direção. Caso a gema seja colorida, isto acarreta uma mudança de cor.

Lapidação com ângulos corretos



pedra alta



pedra baixa



lapidação ideal

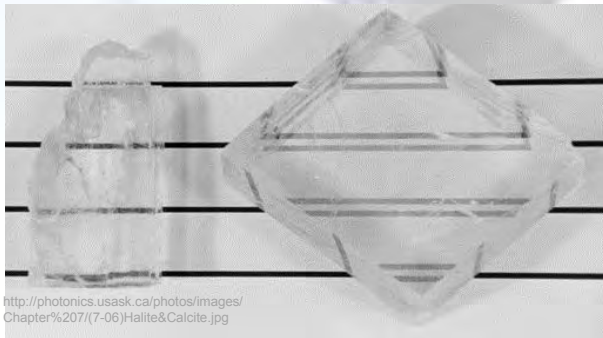


Cor - espessura adequada

DUPLA REFRAÇÃO (BIRREFRINGÊNCIA)

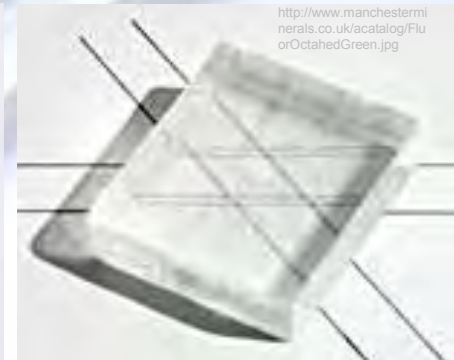
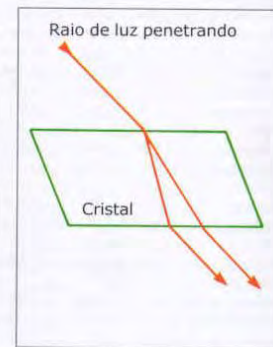
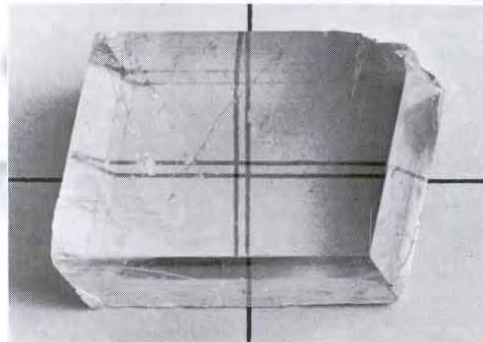
Quando um raio luminoso, ao atravessar uma substância anisótropa, minerais uni e biaxiais, desdobra-se em dois raios, de cada um com uma velocidade e um índice de refração característico, dizemos que ocorre a dupla refração.

Ex: calcita,
variedade espato da Islândia



[http://photonics.usask.ca/photos/images/Chapter%207/\(7-06\)Halite&Calcite.jpg](http://photonics.usask.ca/photos/images/Chapter%207/(7-06)Halite&Calcite.jpg)

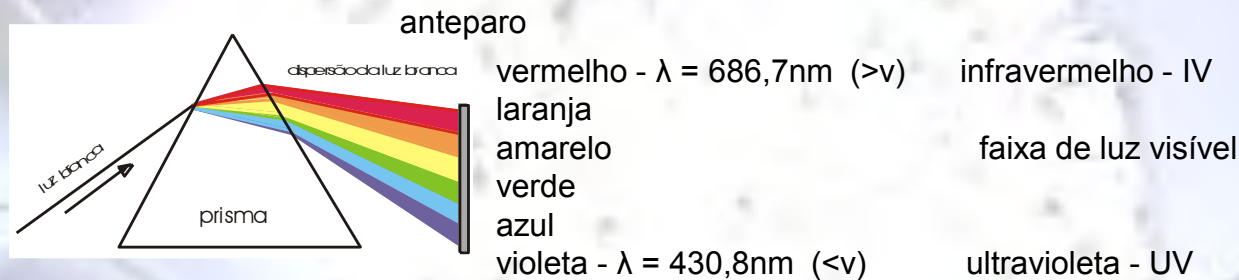
halita, calcita



<http://www.manchesternerals.co.uk/acatalog/FluorOctahedGreen.jpg>

DISPERSÃO DA LUZ BRANCA

A luz branca que atravessa um cristal é refratada e também se decompõem nas cores do arco-íris. Esta decomposição é designada de dispersão.

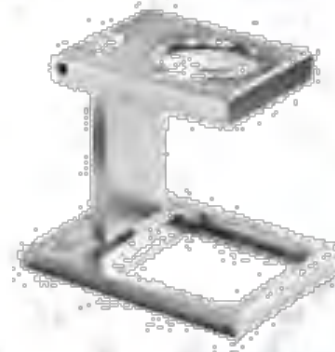


O valor da dispersão é obtido pela fórmula $\Delta n = n_{\text{violeta}} - n_{\text{vermelho}}$. A dispersão pode ser classificada em fraca, moderada e forte. Para a maioria das gemas o fenômeno da dispersão é chamado de brilho e para o diamante recebe o nome de fogo.

Como exemplo de dispersão podemos citar no diamante que é 0,044 (forte), da fluorita que é 0,007 (fraca) e da zircônia cúbica que é 0,060 (forte). O rutilo sintético possui uma dispersão seis vezes à do diamante (0,264).

LUPA

De uma ou duas lentes, a de 10X de aumento é suficiente para uso gemológico. Ela deve ser acromática e aplanética (inclusões, defeitos de lapidação e se é composta - *doublet* ou *triplet*).



http://www.cactusdobrasil.com.br/magens/Produtos%7B330FA8BD-E2CE-46AD-9BC9-3D6F1B1D9676%7D_LUPA%20E%20PALA%20OPTVISOR.jpg

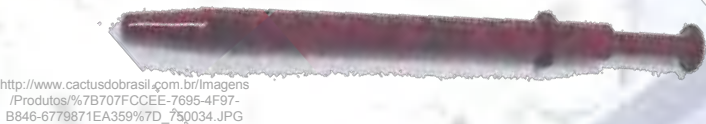
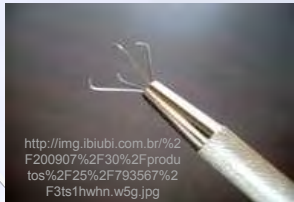
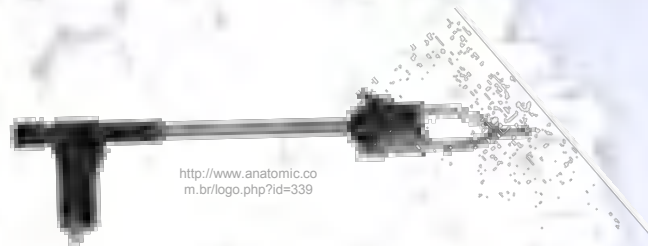


<http://www.portalsupplychain.com.br/magens/2007/principal/foto-lupa.gif>



http://www.depedirsales.com.br/img/Lupa_Nova.gif

PINÇA

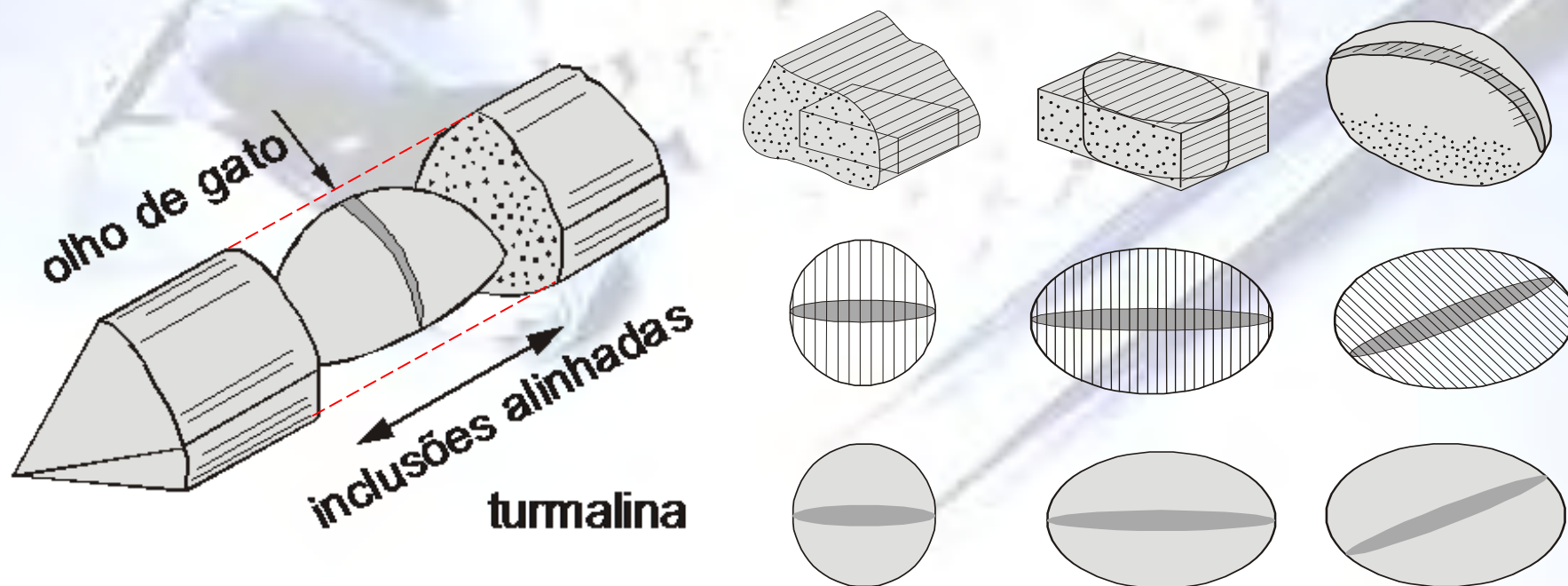


http://galopim.com/Gem%20Blog/LABGEM%20-%20Informacao%20Gemologica%20em%20Portugues/Formacao/A7D48FDE-8117-4D33-A60F-9884306C0057_files/Bt_1,80_-_I_VVS.jpg

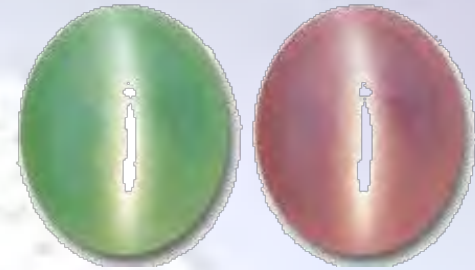
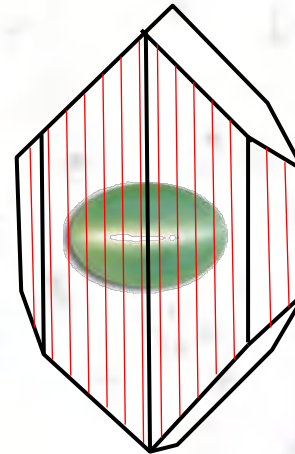
OLHO DE GATO (ACATASSOLAMENTO – CHATOYANCE)



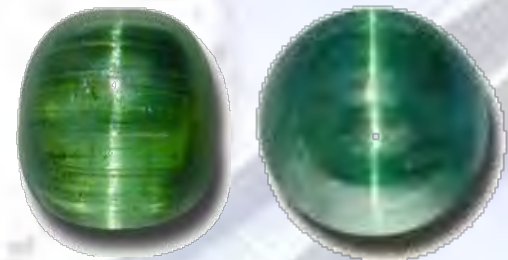
É um fenômeno produzido pela reflexão da luz em minerais de estrutura fibrosa, ou que contém inúmeras inclusões aciculares. O efeito é um brilho sedoso ondulante, em que a luz se concentra em estreitas faixas, observada sob luz refletida.



OLHO DE GATO



crisoberilo - alexandrita



turmalina



berilo

quartzo

OLHO DE GATO

Ex.: *olho de falcão* (quartzo com inclusões de crocidolita*)

* $\text{Na}_2(\text{Fe},\text{Mg})_5\text{Si}_8\text{O}_{22}(\text{OH})_2$ - var. fibrosa da riebeckita (hornblenda)

olho de tigre (quartzo com inclusões de crocidolita alterada)



'inclinado'



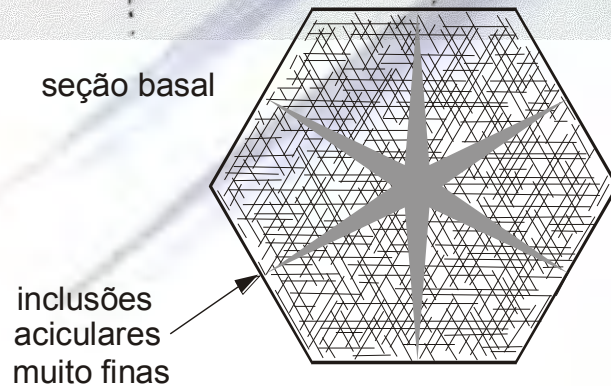
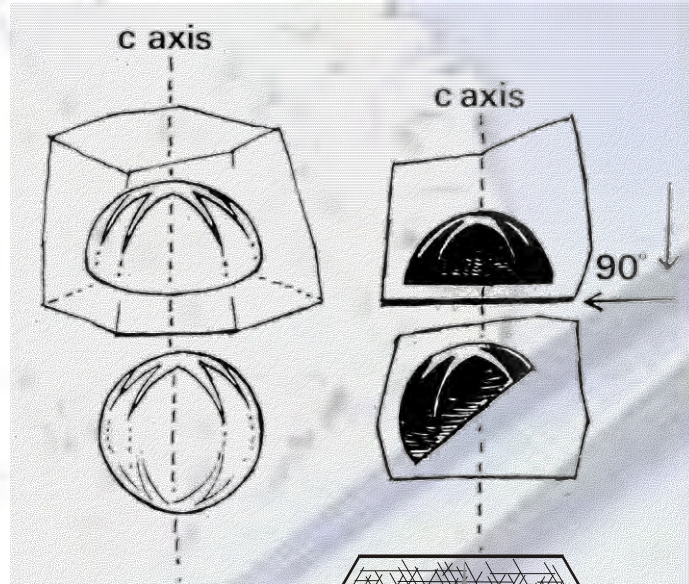
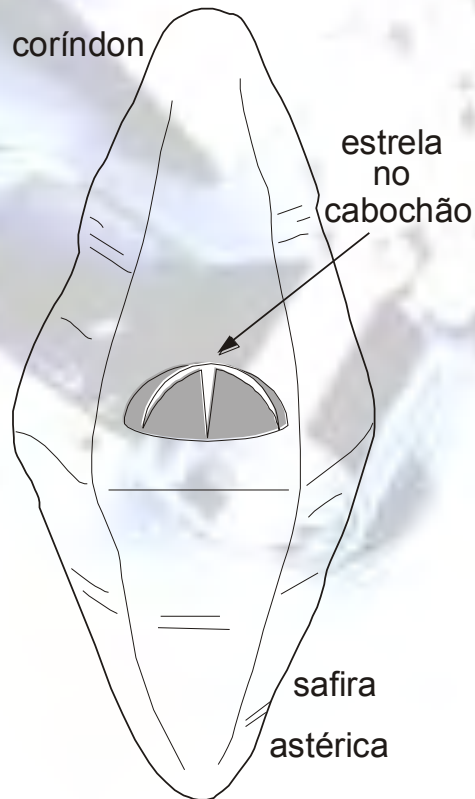
'descentrado'

FALSO



ASTERISMO

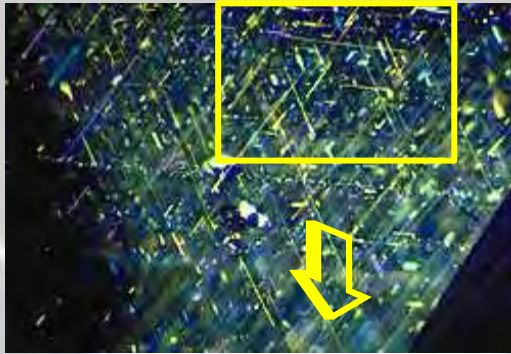
O efeito do asterismo é decorrente da reflexão da luz em inclusões cristalinas, fluidas ou em cavidades aciculares orientadas segundo determinadas direções cristalográficas da amostra.



Diferenças entre coríndon tratados e não tratados

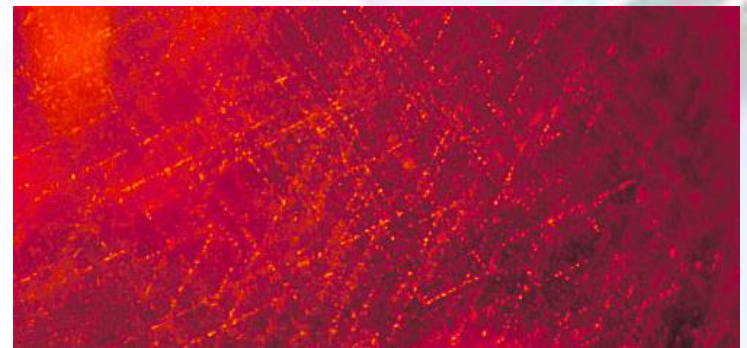
Rubi do Sri Lanka, não tratado

termicamente.



Rutilo de aspecto sedoso exsolvido em uma safira (Birmânia), visto paralelamente ao eixo c .

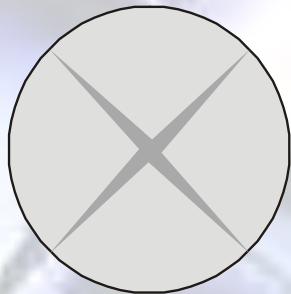
As formas das agulhas de rutilo indicam que a amostra não foi submetida as altas temperaturas do tratamento térmico.



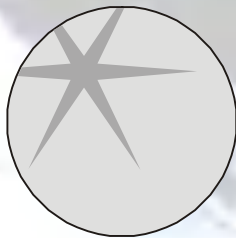
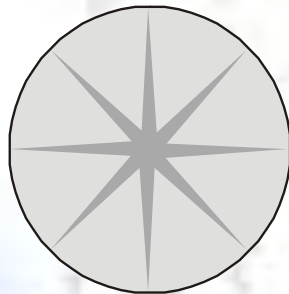
Reabsorção parcial do rutilo pelo cristal hospedeiro, indicando tratamento térmico a uma temperatura elevada da gema.

ASTERISMO

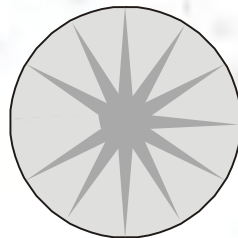
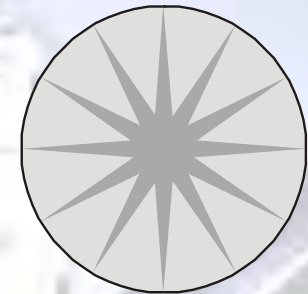
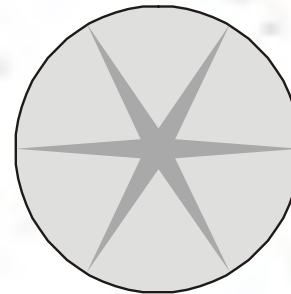
Minerais do sistema monoclinico (diopsídio):



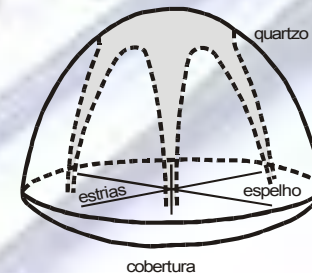
eixo **c** inclinado em relação às inclusões



Minerais do sistema trigonal (coríndon, quartzo):



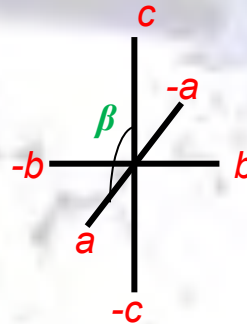
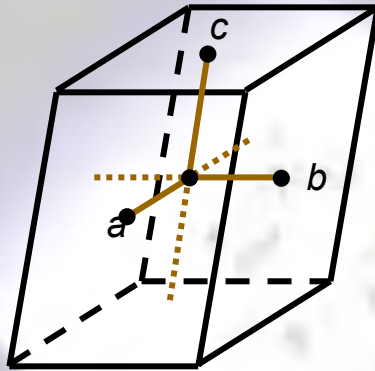
minerais sintéticos (rubí/safira) 11 pontas



imitação

ASTERISMO

Sistema
monoclínico



adulária

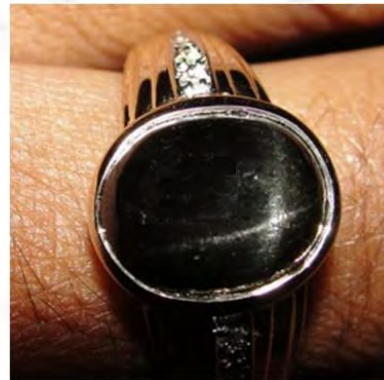
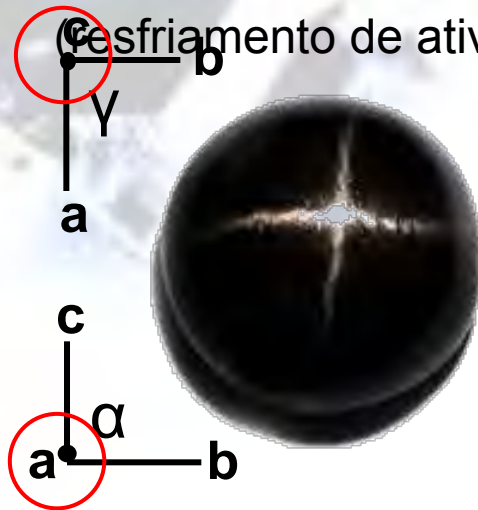


<http://www.gemselect.com>

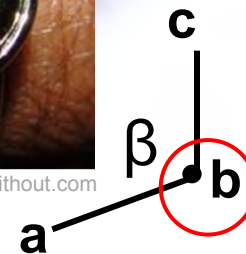
“pedra da lua”

diopsídio com inclusões acicular de magnetita

(resfriamento de atividade ígnea)



<http://www.lifeistooshorttodowithout.com>



ASTERISMO

quartzo



rubi



<http://www.ajsgem.com>



<http://www.auegms.com>

safiras

ASTERISMO

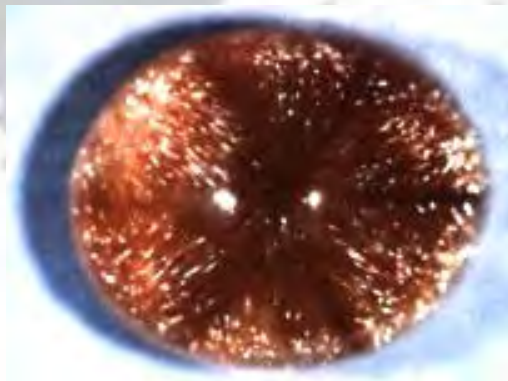


sinhalita
sintética $\text{MgAl}(\text{BO}_4)$



geikielita com rutilo
(2,21ct) sintética MgTiO_3

G & G 2012 48(1): 69



<http://www.gemmo.eu>

FALSO
ametista com
goethita

EPITAXIA

crescimento orientado



<http://www.blogblux.com.br/2014/07/os-32-minerais-mais-incrivelmente-belos.html?m=1>

rutilo na hematita



<http://www.pinterest.com/pin/136022851217410068/>

argilominerais no quartzo



G & G 2012 48(3): 228

**inclusões de rutilo verde (Raman)
no quartzo - 11,31ct**

DICROSCÓPIO OU PLEOCROSCÓPIO

Consiste de um tubo metálico, uma lente e dois polarizadores. O de calcita é semelhante. Este instrumento é utilizado para observar as cores ou tons de pleocroísmo.

Para as substâncias anisótropas e não incolores podemos ter dois tipos de pleocroísmo:



turmalina

https://tienda.acens.com/WebRoot/acens/Shops/ge_org/49DB/7BA7/A0CE/B863/6642/0A01/00CB/0F95/inmersionoscopio.jpg

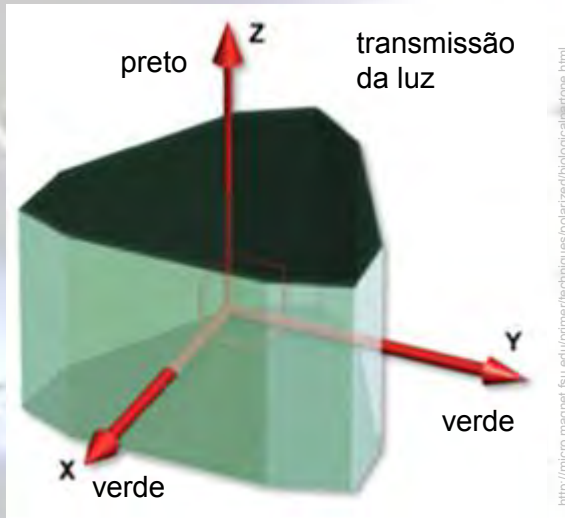


tanzanita

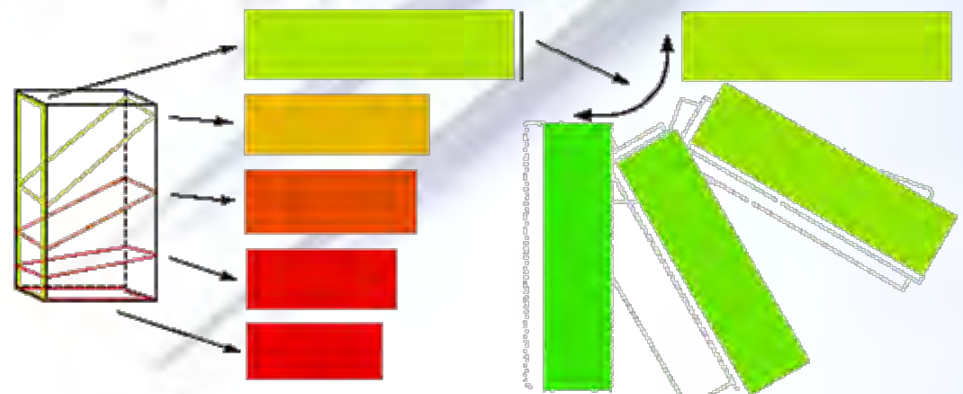
<http://www.joiabr.com.br/gem/0707a.jpg>
[g&imgrefuri=http://www.joiabr.com.br/gem/0707.html](http://www.joiabr.com.br/gem/0707.html)

PLEOCROISMO

turmalina (sistema trigonal – minerais dicroicos)



mineral tricoico



https://tienda.acens.com/vwebroot/acens/Shops/ige_org/49DB/7BA7/A0CE/B863/6642/0A01/00CB/0F95/inmersionoscopio.jpg

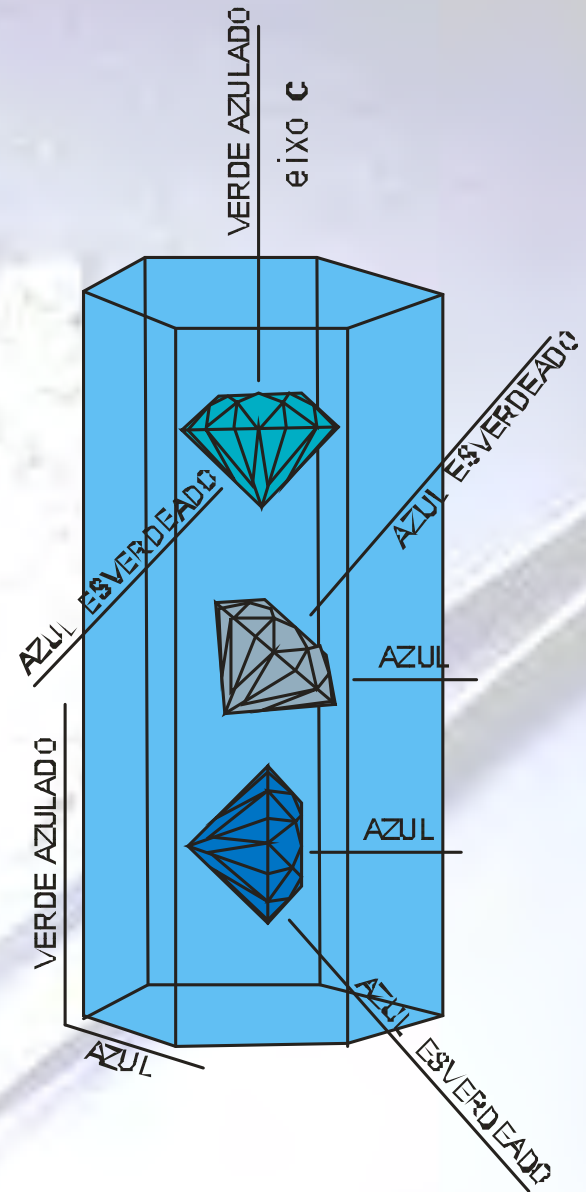
<http://hitchhikershedge.wordpress.com/2010/08/15/pleochroism/>

PLEOCROISMO

dicróicos	n	tricróicos	n
<i>turmalina</i> verde (trigonal)	n_{ω} = verde forte n_{ϵ} = verde claro	<i>cordierita</i> (ortorômbico)	n_{α} = amarelo n_{β} = azul claro n_{γ} = violeta escuro
<i>rubi</i> (trigonal)	n_{ω} = vermelho forte n_{ϵ} = vermelho amarelado	<i>andaluzita</i> (ortorômbico)	n_{α} = vermelho escuro n_{β} = verde claro n_{γ} = cor de oliva
<i>safira</i> (trigonal)	n_{ω} = azul forte n_{ϵ} = azul amarelado	<i>kunzita</i> (monoclínico)	n_{α} = incolor n_{β} = rosa pálido n_{γ} = cor de ametista

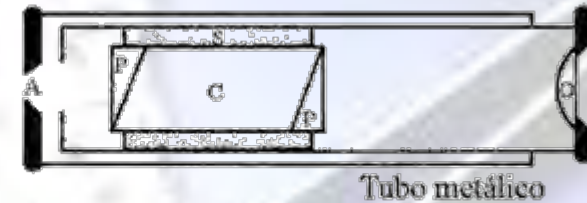
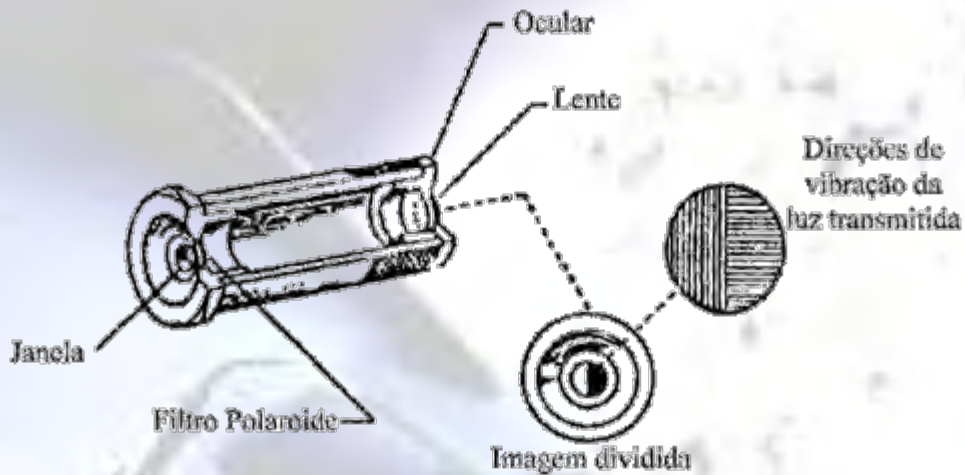
PLEOCROISMO

É uma absorção seletiva da luz nas diferentes direções cristalográficas do mineral, mudando a cor ou a tonalidade deste. Dependendo do sistema cristalino que a gema pertencer, com exceção do cúbico, esta poderá ser dicroica ou tricroica. Esta propriedade não ocorre em minerais incolores.



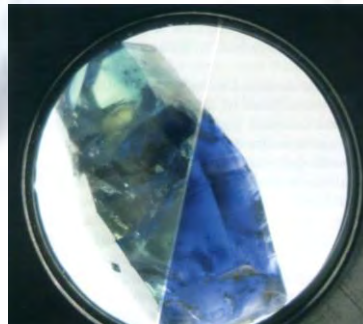
MODELOS DE DICROSCÓPIOS

com placas de polaroide (dicróscópio de filtro)



<http://www.indiamart.com>

safira

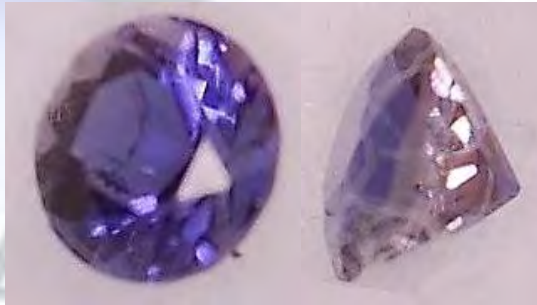


G & G 2012 48(2): 104



<http://www.prettyrock.com>

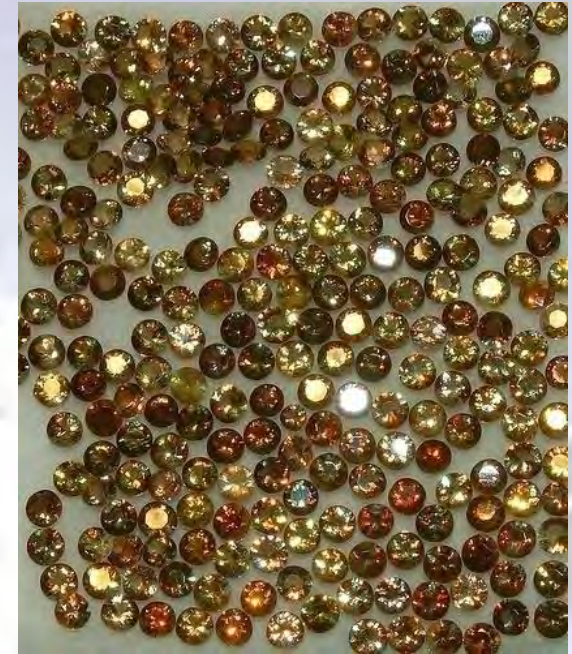
Minerais com pleocroísmo



cordierita



andaluzita



POLARISCÓPIO E CONOSCÓPIO

O polariscópio consiste de uma fonte luminosa (lâmpada comum), e dois filtros de polarização, o inferior é um polarizador e o superior é um analisador. Este instrumento é utilizado para separar diversos tipos de gemas.

Uma gema examinada no polariscópio entre filtro de polarização cruzada, numa rotação completa de 360° , pode exibir os seguintes fenômenos:



POLARISCÓPIO E CONOSCÓPIO

- ✓ escura em todas as posições ∴ **ISÓTROPA**;
- ✓ 4 vezes clara e 4 vezes escura ∴ **ANISÓTROPA**;
- ✓ manchas e estrias clara e escura em “movimento” ∴

ISÓTROPA COM BIRREFRINGÊNCIA ANÔMALA e

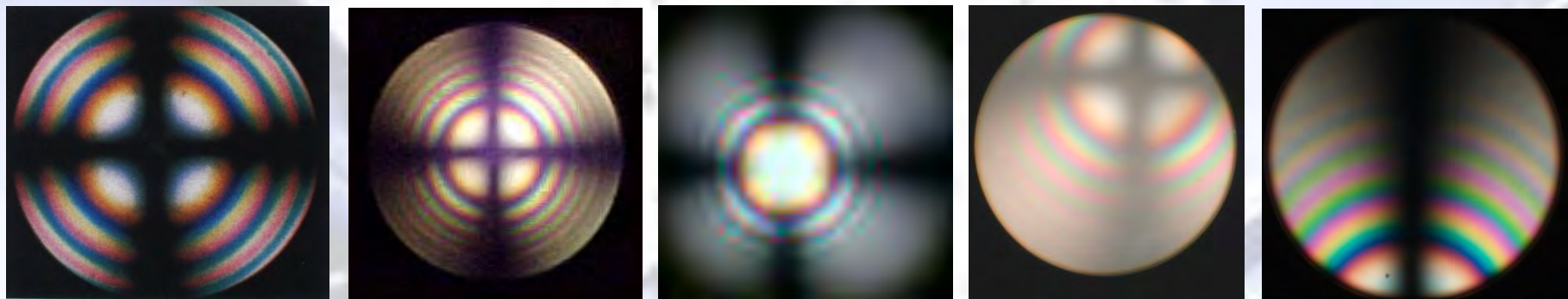
- ✓ clara em todas as posições ∴

AGREGADO MICROCRISTALINO

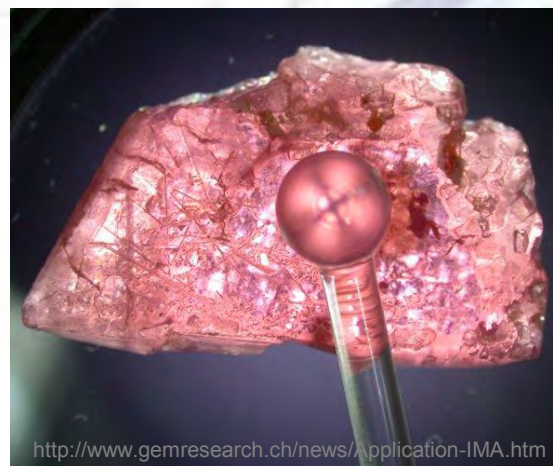
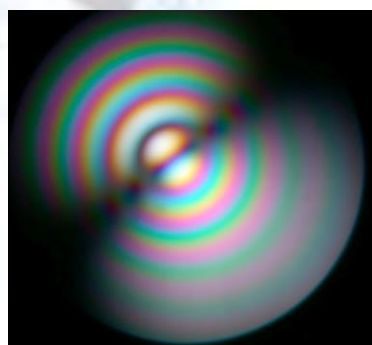


CONOSCÓPIO: caráter óptico + figura de interferência

O conoscópio é constituído por uma lente condensadora e é colocado entre os filtros de polarização do polariscópio. Essa peça, juntamente com o polariscópio, serve para identificar as figuras de interferência de minerais uni e biaxiais.



melátopo
isógera
isócronas



grupo do berilo:

pezzottaita

±4cm de largura

$\text{Cs}(\text{Be}_2\text{Li})\text{Al}_2\text{Si}_6\text{O}_{18}$

<http://gemologyproject.com/wiki/index.php?title=Polariscope>

<http://zoe.geol.lsu.edu/www.GEOL2082/calciteW.jpg>

<http://www.gemresearch.ch/news/application-IMA.htm>

REFRATÔMETRO

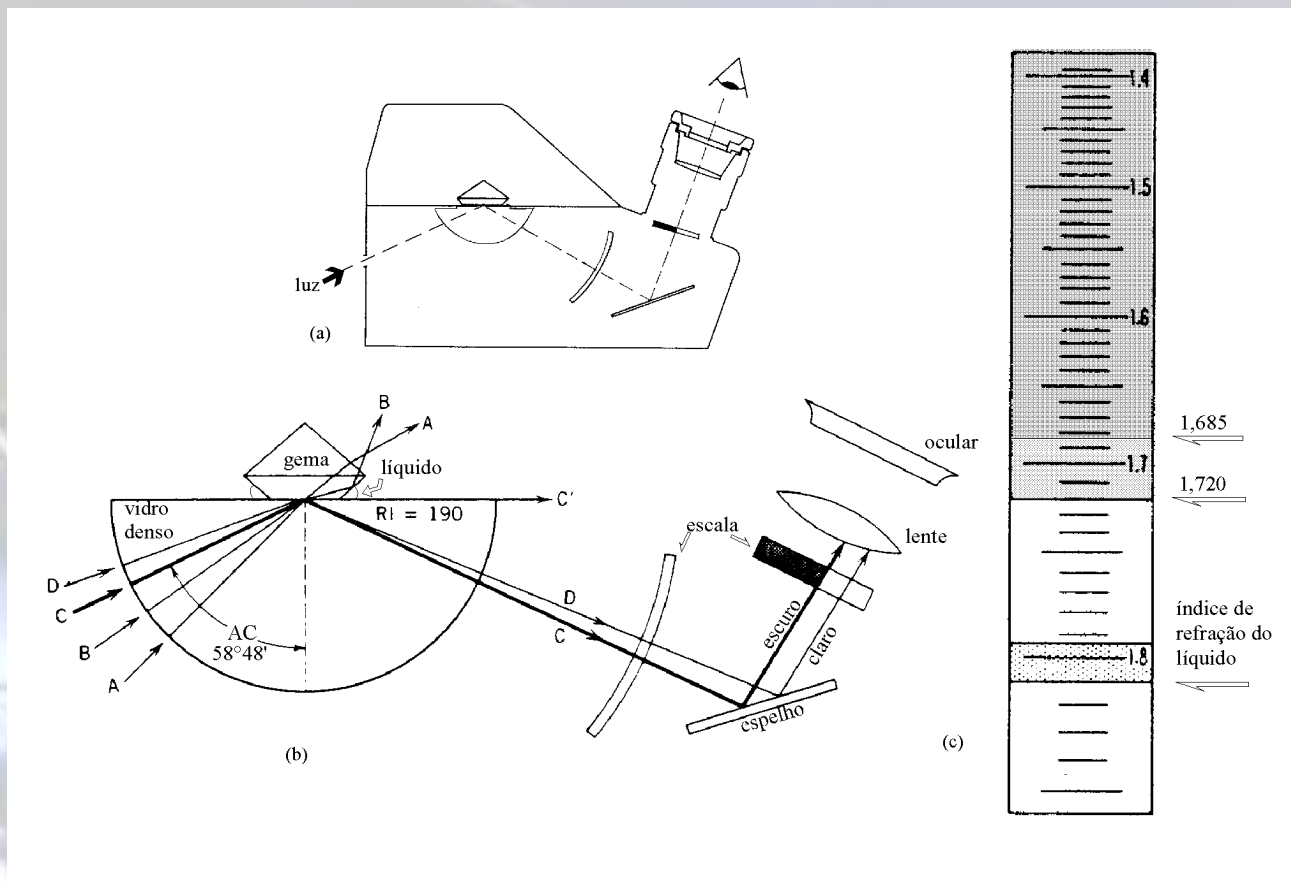
Funciona com uma fonte monocromática, que pode ser uma lâmpada comum mais um filtro monocromático ou, comumente uma lâmpada de sódio ($\lambda = 589\text{nm}$). O índice de refração varia com o comprimento de onda (λ) da luz utilizada. O princípio de funcionamento baseia-se na reflexão total (ângulo crítico). Este equipamento serve para determinar:

- ✓ índice(s) de refração (1,300 – 1,810);
- ✓ caráter óptico: isotrópico ou anisotrópico (uniaxial e biaxial);
- ✓ sinal óptico: - ou + e
- ✓ birrefringência ou dupla refração.

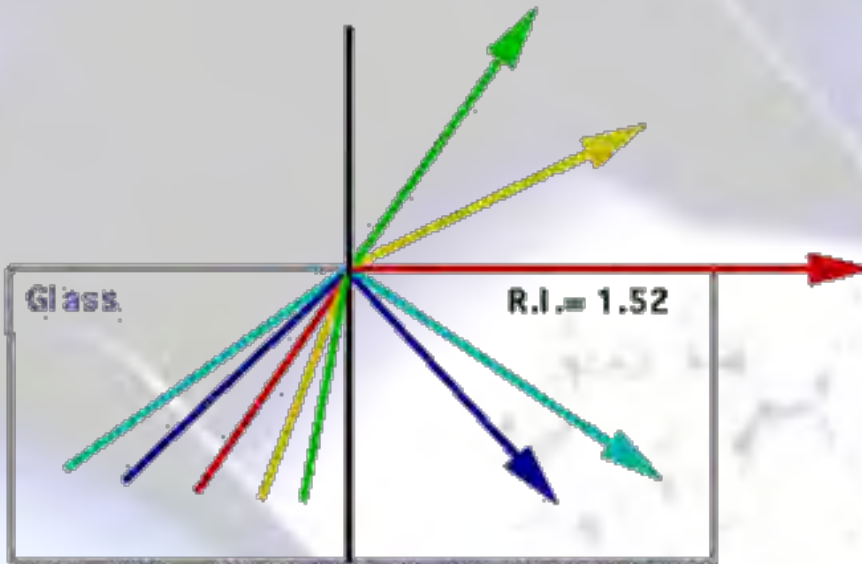
MODELOS DE REFRAATÔMETROS GEMOLÓGICOS



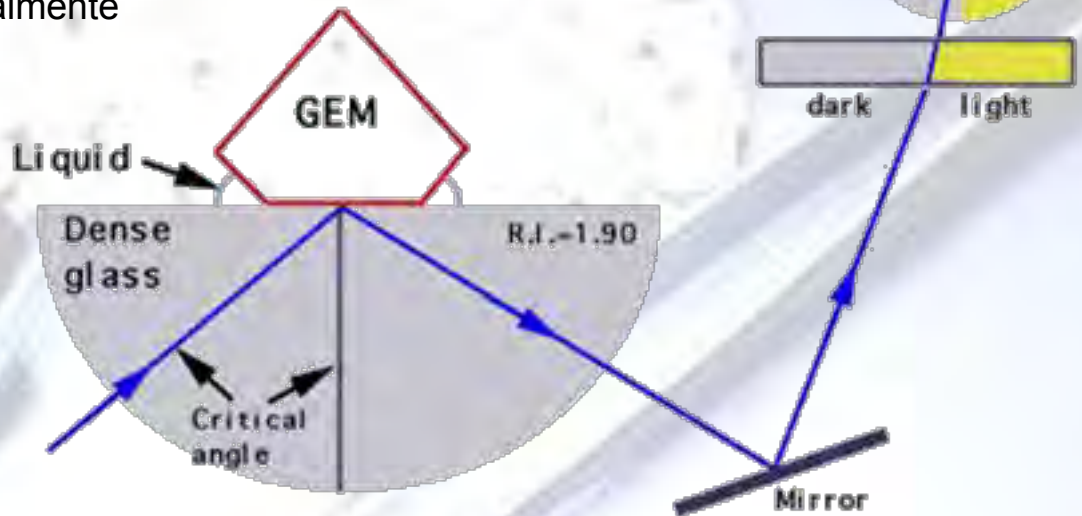
índices de refração de 1,30 a 1,81 com filtro polarizador e luz monocromática de sódio



Esquema de um refratômetro gemológico. O princípio de funcionamento, baseado no ângulo crítico de reflexão total, é ilustrado nas seções (a) e (b). Os raios A e B, menores que o do ângulo crítico (AC), atravessam a gema, enquanto os maiores que AC, são totalmente refletidos através da semiesfera de vidro. Finalmente, o esquema (c) ilustra a imagem da escala onde se lê os valores 1,685(nX) e 1,720(nZ). O valor de 1,81 é o do líquido de contato que é uma mistura de iodeto de metileno + enxofre + tetraiodometileno.



fora do ângulo crítico, a luz é totalmente refletida internamente

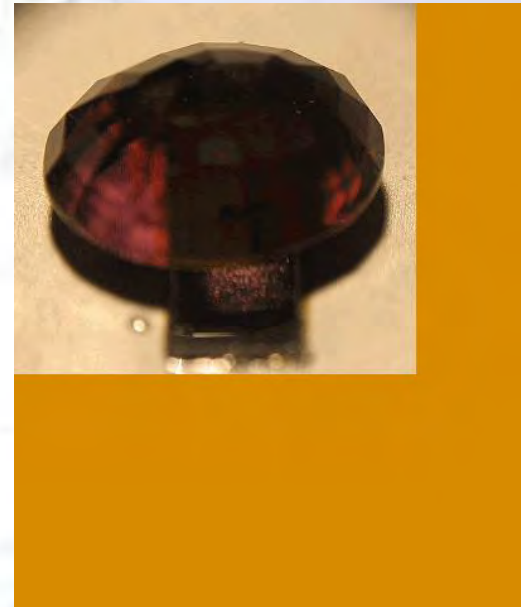




Parts of the Refractometer



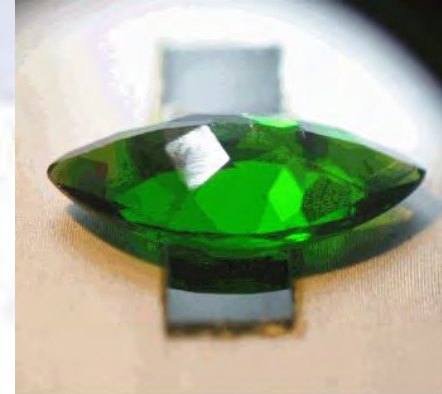
Gema Uniaxial



n_{ω} = índice de refração do raio ordinário

n_{ε} = índice de refração do raio extraordinário

Gema Biaxial



n_{α} = índice de refração do raio menor

n_{β} = índice de refração do raio intermediário

n_{γ} = índice de refração do raio maior

ÍNDICES DE REFRAÇÃO DE DIVERSAS GEMAS, OBTIDOS EM REFRAATÔMETRO PARA SÓLIDOS

vidro	ametista	esmeralda	topázio	cordierita
-------	----------	-----------	---------	------------

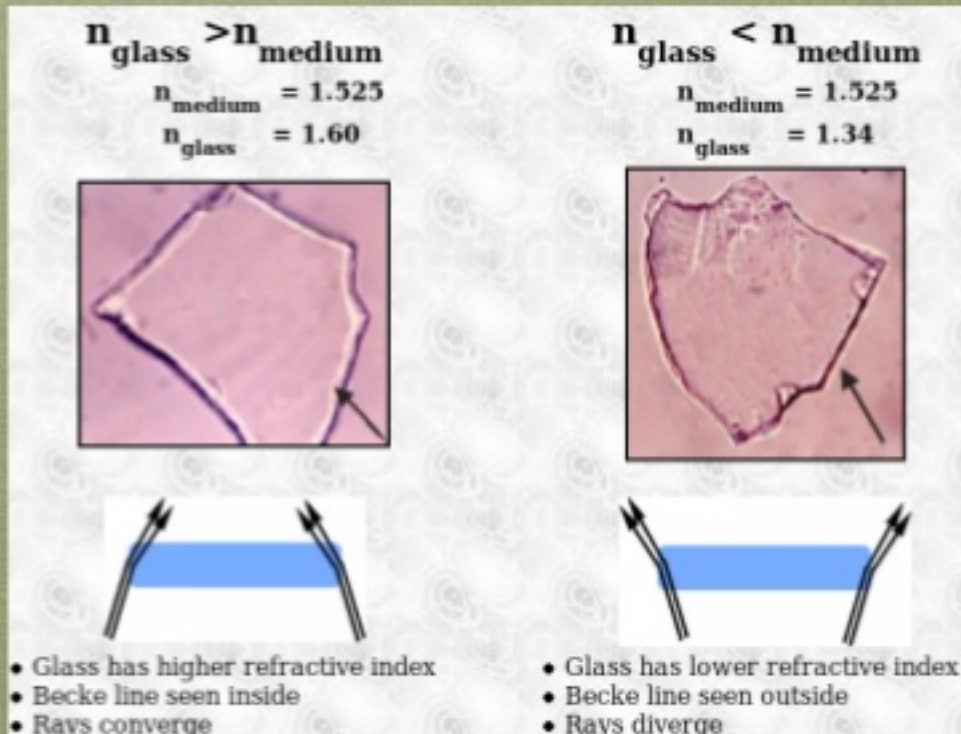
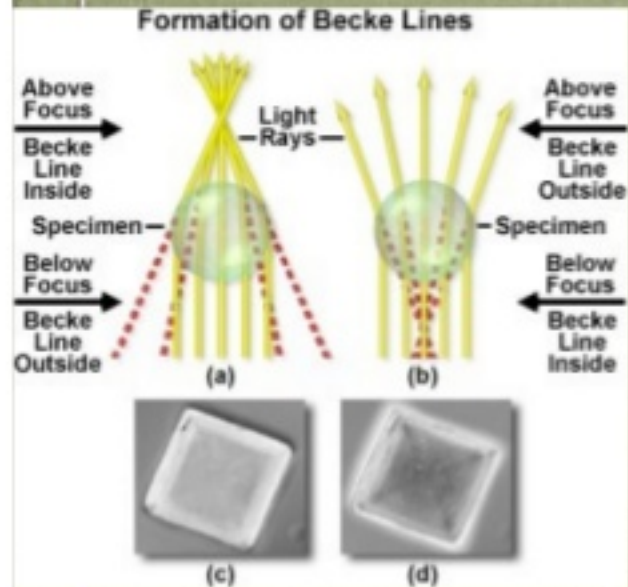
i	1P	1N	2P	2N
---	----	----	----	----

n<	n>	n<	n>	n<	n>	n<	n>	n<	n>
1,520		<u>1,544</u>	1,550	1,578	<u>1,583</u>	1,618	1,624	1,542	1,549
1,520		1,544	1,551	<u>1,577</u>	1,583	1,618	<u>1,625</u>	<u>1,542</u>	1,549
1,520		1,544	<u>1,553</u>	1,580	1,583	1,617	1,625	1,544	1,550
1,520		1,544	1,552	1,579	1,583	1,617	1,623	1,546	<u>1,551</u>
1,520		1,544	1,551	1,578	1,583	1,618	1,624	1,545	1,549
						1,619	1,625	1,546	1,548
						1,619	1,623	1,546	1,550
						1,618	1,622	1,544	1,549
						<u>1,615</u>	1,622	1,544	1,549
						1,616	1,622	1,542	1,549

n = 1,520	$n_{\omega} = 1,544$ $n_{\varepsilon} = 1,553$	$n_{\omega} = 1,583$ $n_{\varepsilon} = 1,577$	$n_{\alpha} = 1,615_{(3)}$ $n_{\beta} = 1,618$ $n_{\gamma} = 1,625_{(7)}$	$n_{\alpha} = 1,542_{(5)}$ $n_{\beta} = 1,547$ $n_{\gamma} = 1,551_{(4)}$
-----------	---	---	---	---

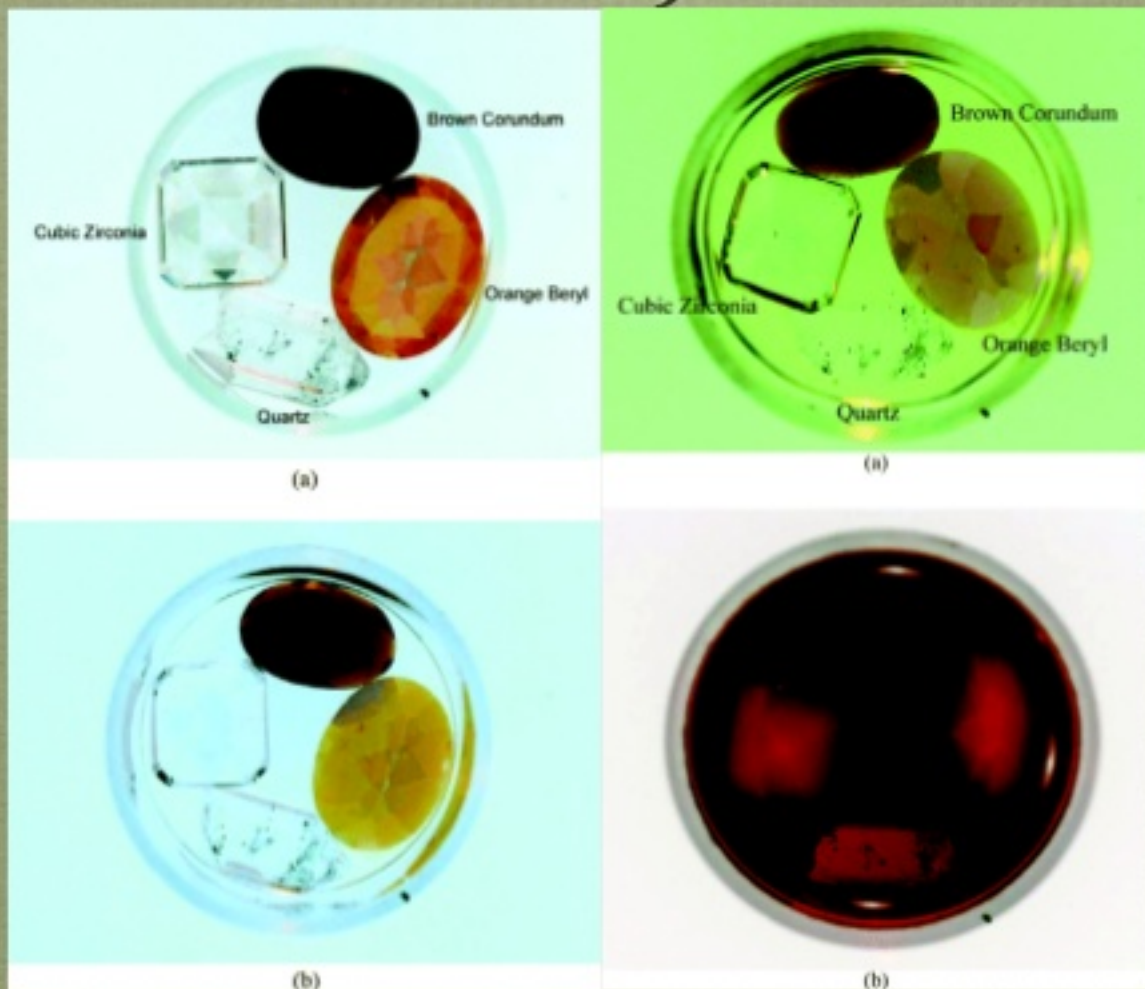
–	B = 0,009	B = 0,006	B = 0,010	B = 0,009
---	-----------	-----------	-----------	-----------

FRANJAS DE BECKE

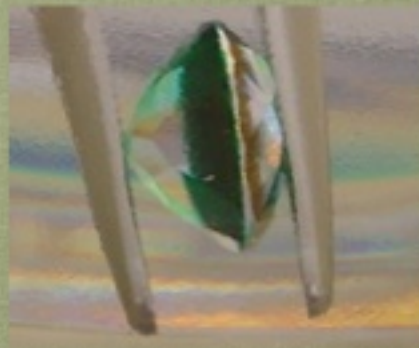


Medida de índice de refração por imersão em líquidos de índice conhecido

FRANJAS

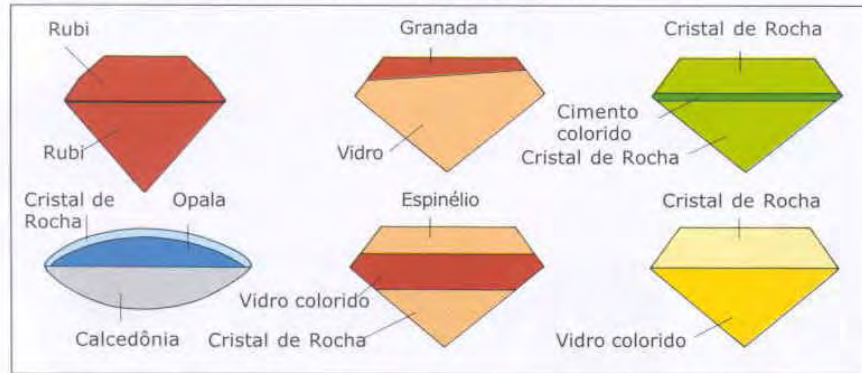


Pedras compostas



- Falsificação vulgar, onde a mesa é colada numa culaça de composição diferente.

Uma seleção de gemas compostas duplas e triplas (doublets e triplets).



rubi doublet



safira doublet



<http://www.cigem.ca/inclusion/505.jpg>

2 partes de espilélio incolor com cola verde / bromofórmio

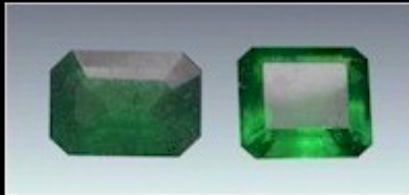


https://tienda.acens.com/WebRoot/acens/Shops/ige_org/49DB/7BA7/A0CE/B863/6642/OA01/00CB/0F95/inmersioscopio.jpg

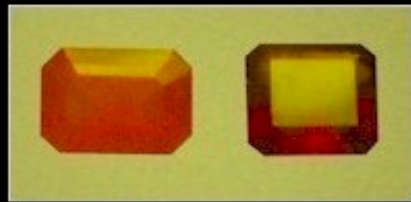
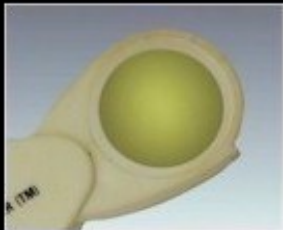
Filtros óticos

<http://www.gemlab.com.br/eng/0907d.jpg>

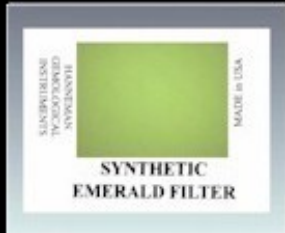
EMERALD



Lennox Synthetic & Colombian Natural

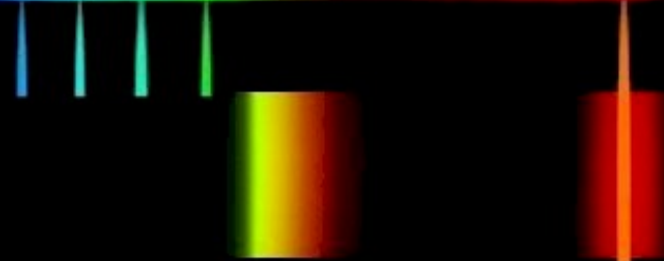
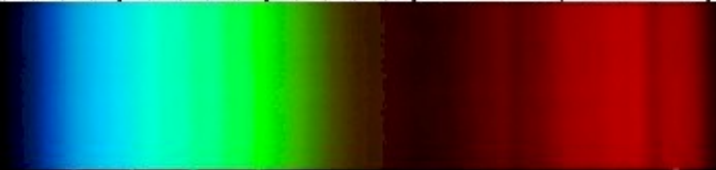
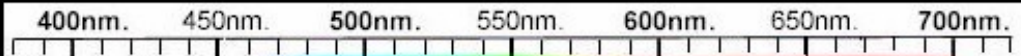


Through Chelsea Filter

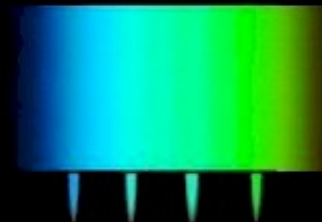


Through Hanneman - Hodgkinson Synthetic Emerald Filter

DIFFRACTION SPECTRUM



Only deep red is transmitted



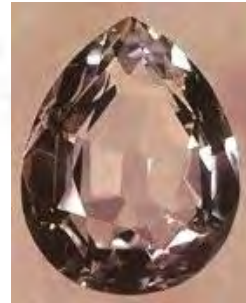
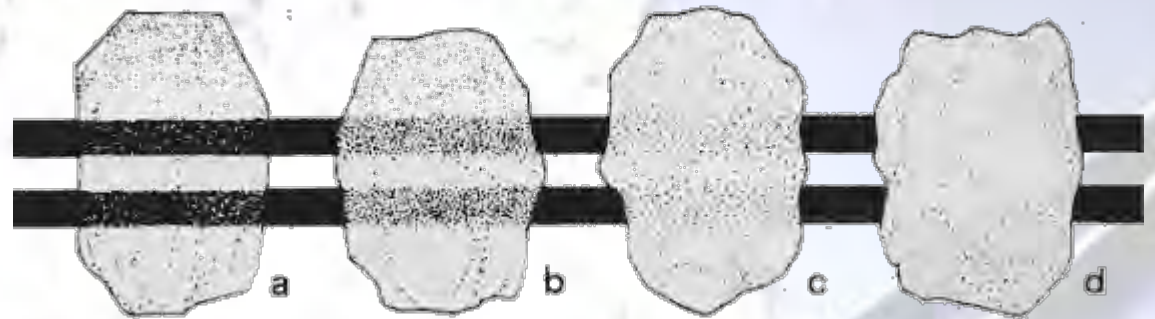
Blue, green and red is transmitted

© gemlab.co.uk

DIAFANEIDADE

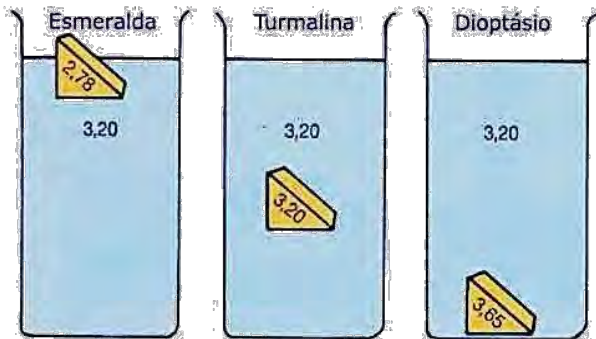
Esta propriedade descreve a capacidade do mineral de transmitir a luz. Os diversos graus dessa propriedade podem ser descritas como:

- ✓ transparente;
- ✓ semitransparente;
- ✓ translúcido;
- ✓ semitranslúcido e
- ✓ opaco.



Na mineralogia, a análise é feita em lâmina delgada de até $30\mu\text{m}$, enquanto na gemologia a análise é feita macroscopicamente.

líquidos densos	fórmula	d	diluyente
salmoura	NaCl + H ₂ O	1,12 – 1,14	-
bromofórmio	CHBr ₃	2,90 – 2,95	acetona
iodeto de metileno	CH ₂ I ₂	3,31 (3,324)	acetona ou éter
solução de Clerici (50% de formiato + 50% de malonato de Ta em H ₂ O)	[TI(CHO ₂) + TI(C ₃ H ₃ O ₄) +H ₂ O]	4,25 (4,20 - 4,322)	água



Determinação da densidade relativa com líquidos pesados. Gemas mais leves flutuarão na superfície, mais pesadas afundarão. Gemas com a mesma densidade do líquido ficam suspensas nele.

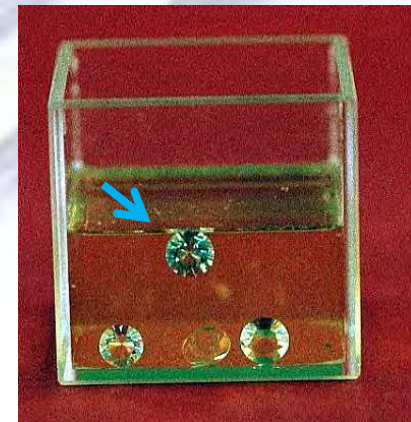


<http://www.bwsmigel.info/Lesson3/images.wl.3/hsw.gem.in.jpg>

moissanita: 3,21; diamante: 3,50 - 3,55;

YAG: 4,55; zircônia cúbica: 5,67 - 5,90; GGG: 7,02

CH₂I₂: d = 3,33



<http://www.scotgem.co.uk/alan24.html>

gem lab kit

