



**FÍSICA
DA
LUZ**

UNESCO-IBECC
PROJETO PILOTO
São Paulo, 1964

FÍSICA DA LUZ

1

ALGUMAS PROPRIEDADES DA LUZ

um programa de
auto - instrução

primeira versão

UNESCO - IBECC

Projeto Piloto para
o ensino da Física

São Paulo, 1 964

FÍSICA DA LUZ

1

coordenador

Alicia Scaparoni de Andrada

programadores

Alicia Scaparoni de Andrada

Claudio Zaki Dib

Fuad Karim Miguel

Gonzalo Flores Peña

Héctor Muñoz Muñoz

Irene Villarroel V.

Manoel Jorge Filho

Maria Teresa A. Silva

Oswaldo Proaño Yépez

Pär Bergvall

consultores em

instrução programada

Francis Mechner

Le Xuan

supervisão gráfica
e ilustrações

Francisco José Donato Neto.

(1) "PROJETO PILOTO DA UNESCO SÔBRE NOVOS MÉTODOS E TÉCNICAS
DE ENSINO DA FÍSICA"

RELAÇÃO DO MATERIAL DIDÁTICO PREPARADO PARA O CURSO
"FÍSICA DA LUZ"

(2) Sob os auspícios da UNESCO, desenvolveu-se em São Paulo (Brasil) um plano de trabalho que foi denominado "Projeto Pilôto sôbre Novos Métodos e Técnicas de Ensino da Física".

Os trabalhos, que se realizaram de julho de 1963 a julho de 1964, visam ao aperfeiçoamento do Ensino da Física por meio de métodos modernos e novas técnicas de ensino.

(3) A direção do Projeto esteve entregue a três técnicos da UNESCO e contou com a colaboração de dois consultores em Instrução Programada e Filmes Educativos.

Participaram do Projeto 26 professores de Física dos seguintes países latino-americanos: Argentina, Brasil, Chile, Cuba, Equador, Honduras, Perú e Venezuela.

(4) O Projeto contou com a colaboração do Instituto Brasileiro de Educação, Ciência e Cultura (IBECC), do Departamento de Física da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da Universidade de São Paulo e do Serviço de Recursos Audio-visuais do Centro Regional de Pesquisas Educacionais de São Paulo.

(5) O material didático preparado, relacionado a seguir, foi utilizado em um curso experimental que se deu em São Paulo em julho de 1964 por ocasião do "Seminário Regional Latino-Americano sôbre utilização de novos métodos e técnicas de ensino da Física".

(6)

A. Livro de texto - Preparado segundo as técnicas do ensino programado, corresponde a 40 ou 50 horas de trabalho por parte do aluno. Divide-se em cinco partes, a saber:

0. Experiências e gráficos - Ensina como representar graficamente os resultados obtidos em experiências e como deduzir, a partir dos gráficos, fórmulas matemáticas.

1. Algumas propriedades fundamentais da luz - Inclui experiências sobre: propagação retilínea em diferentes meios; reflexão; reflexão difusa; refração; formação de imagens; espectros de absorção; análise espectral; etc. O aluno deduz, a partir das experiências que realiza, as leis da reflexão e da refração.

2. Modêlo de Partículas para a Luz - O modêlo pretende resumir as propriedades da luz que foram estudadas na Unidade anterior, em base às analogias observadas entre o comportamento da luz e das partículas. O modêlo permite ^{explicar} certas propriedades da luz, prevendo o transporte de energia na propagação da luz e a lei do inverso do quadrado das distâncias para a luz, as quais são confirmadas experimentalmente. As previsões feitas para o comportamento da luz na refração e difração, não sendo confirmadas experimentalmente, levam ao abandono do modêlo.

3. Modêlo Ondulatório - Estuda-se o comportamento das ondas e se analisa, em função do modêlo ondulatório, as experiências de difração e interferência. Entre as experiências figuram: interferência com duas fendas, interferência com o espêlho de Lloyd e medida do comprimento de onda da luz vermelha e da azul.

4. Ondas eletromagnéticas. Fotons - Discutem-se propriedades da luz e das ondas de rádio e a semelhança permite supor uma natureza eletromagnética comum para ambas. Estende-se o espectro eletromagnético ao infra-vermelho e ao ultra-violeta, aos raios - "X" e aos raios "γ". Experiências com papeis fotográficos e filtros de cor sugerem uma natureza quântica para a luz. É feita uma discussão elementar do efeito fotoelétrico. Faz-se um resumo das conclusões obtidas.

B. Material das experiências - O material foi planejado para ser utilizado em íntima conexão com o livro de texto e permitirá, aos alunos, realizar suas próprias experiências. É apresentando em

sete caixas distintas. Dar-se-á, em seguida, uma breve descrição do conteúdo das caixas.

- i. Experiências e gráficos - Material para experiências sobre a lei de Hooke e pêndulos.
 - ii. Algumas propriedades da luz - Um projetor que produz um feixe de luz, um prisma, um bloco retangular de vidro, etc. Com este material o aluno pode realizar, aproximadamente, umas 40 experiências.
 - iii. Luz e partículas - Equipamento para estudar, semi-quantitativamente, a reflexão, a reflexão difusa e a refração de partículas em movimento.
 - iv. Fotometria - Material para comprovar experimentalmente a lei do inverso dos quadrados das distâncias para a luz, mediante um fotômetro de parafina.
 - v. Câmara fotográfica de orifício - É constituída por um cilindro com duas tampas. É utilizada para estudar a formação de imagens, tanto visualmente, quanto fotograficamente. Os alunos poderão tirar fotografias com orifícios de diâmetros decrescentes e verão como as imagens vão se tornando mais nítidas...até um certo ponto, pois para diâmetros menores do que um certo valor, as imagens perdem nitidez devido à difração. Poder-se-á realizar experiências adicionais cobrindo-se com uma lente convergente ou com uma placa de zonas de Fresnel o orifício de maior diâmetro.
 - vi. Difração e interferência - Material que permite realizar experiências com ondas e com luz: duas fendas, espelho de Lloyd, material para difração, etc.
 - vii. Fotons - Material para estudar a ação da luz sobre emulsões fotográficas. Experiências com filtros de cor sugerem um comportamento quântico da luz e a relação entre frequência e energia.
- C. Filmes mudos de curta duração - Foram produzidos 11 filmes mudos de 8 milímetros, de duração média de 4 a 5 minutos, que mostram experiências difíceis de serem realizadas, devido à dificuldade de sua preparação, seu custo, etc., na maioria dos centros de ensino. (Estes filmes se apresentam, em forma de cinta sem fim, no interior de carregadores para serem usados no projetor Technicolor 800.)

1. Duas experiências com imagens - Este filme ilustra a formação de imagens múltiplas em um tele-caleidoscópio e o comportamento de uma lente cilíndrica constituída por uma garrafa de vidro com água.
2. Luz refletida: vidros mergulhados no interior de líquidos - Experiências que mostram como pedaços de vidros, que são visíveis no ar, se tornam menos visíveis quando mergulhados na água, e chegam a ser invisíveis se submersos em um líquido de índice de refração igual ao do vidro.
3. Propagação retilínea - Experiências que mostram a propagação retilínea da luz, de gotas no ar (pintura), de átomos no vácuo (evaporação e depósito de alumínio) e de eletrons (tubo de Crookes).
4. Luz e partículas I - Mostra a analogia entre a reflexão de um feixe luminoso e a reflexão de esferas que se chocam contra uma superfície plana e uma superfície parabólica.
5. Luz e partículas II - Mostra a analogia entre a reflexão de um feixe luminoso e a reflexão de esferas que se chocam contra uma superfície elítica.
6. Câmara fotográfica de orifício - Mostra-se o emprêgo de uma câmara fotográfica de orifício (sem lente) para a obtenção de imagens. Seis fotografias, tomadas com orifícios de diâmetro que vão desde 2 mm até 0,07 mm, ilustram o aumento de nitidez da imagem com a diminuição do diâmetro e mostram os efeitos da difração que se tornam notórios com os diâmetros menores.
7. Pulsos - Mostra-se a diferença entre uma partícula e um pulso, e dá-se exemplos de ondas longitudinais, transversais e de torsão.
8. Radiação infravermelha - As experiências mostram a propagação retilínea, a absorção, a refração e a reflexão de um feixe de radiação infravermelha emitida por uma fonte calorífica (um soldador).
9. Luz, raios "X" e raios "γ" - Mostra-se que estas três radiações têm as seguintes propriedades: propagação retilínea, absorção pela matéria e enegrecimento de emulsões fotográficas.
10. Efeito fotoelétrico - Mediante um eletroscópio carregado negativamente mostra-se o efeito foto-elétrico em uma lâmina de zinco: o eletroscópio se descarrega em presença da luz ultra-

violeta. Observa-se, também, que um eletroscópio carregado positivamente não se descarrega. Realiza-se também experiências com dois eletroscópios de cargas diferentes.

11. Luz e eletrons - Realizam-se 4 experiências que permitem observar a estreita relação que existe entre os fenômenos luminosos e os elétricos: efeito foto-elétrico, fotocondutividade, efeito foto-voltáico, e funcionamento de um interruptor ótico.

D. Filme Sonoro: "A luz ... é onda?" - Filme sonoro, em 16 mm, de 30 minutos de duração. Nêle, um professor de física e dois alunos investigam por que o som pode dobrar uma esquina enquanto parece que a luz não pode fazê-lo. Realizam várias experiências de difração em uma fenda, inicialmente com ondas na superfície da água (tanque de ondas), e em seguida, com ondas sonóras e de rádio e, finalmente, com a luz. Descobrem que a luz se comporta como uma onda, pois se difrata. Investigam, também, a influência do comprimento de onda, com relação à largura da fenda, nos fenômenos de difração.

E. Programas de televisão - Foram preparados 8 programas de televisão, como parte integrante do curso experimental.

* *

Í N D I C E

QUADROS

<u>CAPÍTULO I</u> - 1. Por que vemos um objeto	1 a 19
2. Como a luz se propaga	20 a 44
<u>CAPÍTULO II:</u> COMO UM RAIOS DE LUZ PODE SER DESVIADO.	
a) Reflexão regular	1 a 36
b) Reflexão difusa	37 a 46
c) Refração	47 a 76
d) Transmissão difusa	77 a 92
e) Revisão	93 a 110
<u>CAPÍTULO III:</u> IMAGENS	
a) Imagens formadas por reflexão e por refração	1 a 41
b) Posição da imagem formada por refle- xão	42 a 59
c) Posição da imagem formada por refra- ção	60 a 65
d) Revisão	66 a 68
<u>CAPÍTULO IV:</u> LEIS DA REFLEXÃO	
a) 1ª Lei da reflexão	1 a 28
b) 2ª Lei da reflexão	29 a 51
c) Revisão	52 a 54
<u>CAPÍTULO V:</u> REFRAÇÃO	
a) 1ª lei da refração	1 a 24
b) 2ª lei da refração	15 a 76
c) Índice de refração de um meio em rela- ção a outro	52 a 56 73 a 75 79 a 83
d) Índice de refração absoluto de um meio..	84 a 91
e) Reversibilidade	64 a 67 77 - 78
f) Ângulo limite	96 a 97

g) Reflexão total	98 a 103
h) Revisão	104 a 106
i) Forma geral da 2ª lei da refração	107 a 115

CAPÍTULO VI: CÔRES

Dispersão	35 - 37
Absorção	41 a 46
Análise espectral	60 a 83

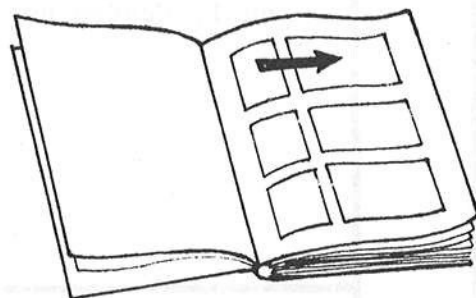
* * *
*

COMO USAR ÊSTE PROGRAMA

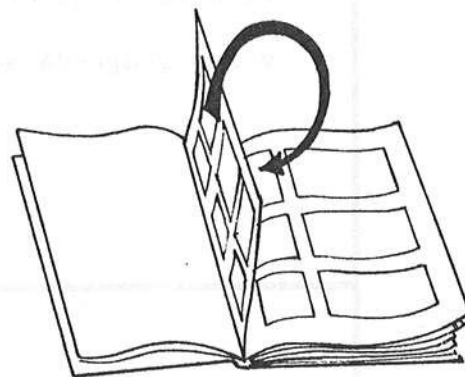
1. Leia o quadro nº 1 (pág. 1).

Escreva a resposta no "Caderno de Respostas", no espaço reservado ao quadro nº 1.

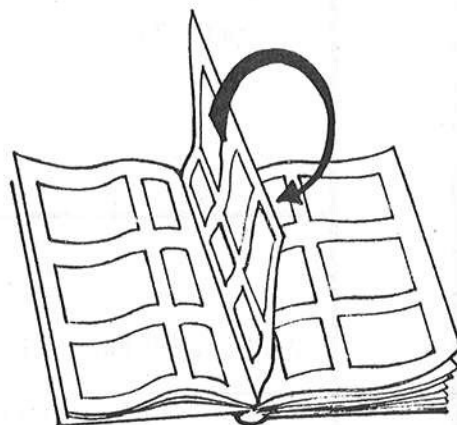
Se você não possui o "Caderno", escreva a resposta diretamente no t \hat{e} xto.



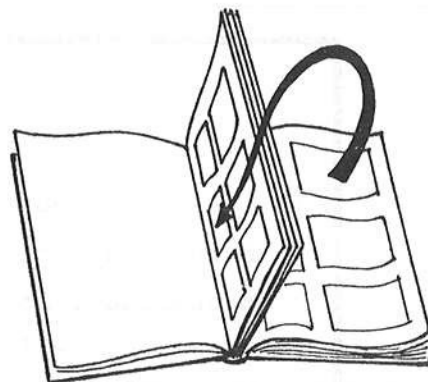
2. Vire a página. A esquerda você encontrará a resposta do quadro nº 1. Confira-a com a sua resposta.



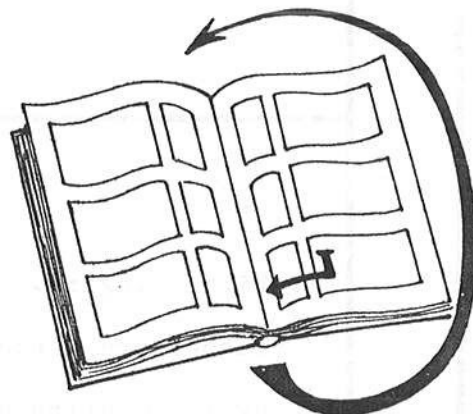
3. Leia o quadro nº 2, responda-o e confira a resposta na página seguinte.



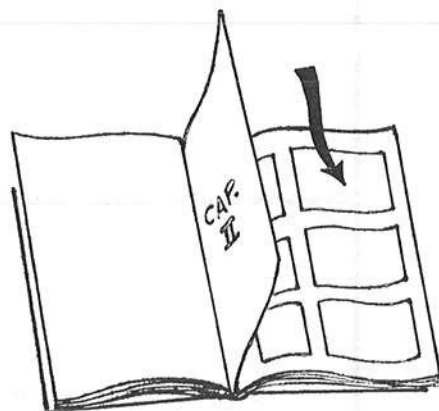
4. Continue da mesma forma até a página 9. Volte então à página 1, quadro nº 9, e prossiga.



5. Depois de completar a última fileira de quadros, gire o livro e responda ao quadro nº 24.



6. Ao acabar de responder os quadros do capítulo I, gire novamente o livro e passe ao capítulo II.



7. No capítulo II e nos demais, continue respondendo da maneira que fez no capítulo I.

INTRODUÇÃO

1.- Êste livro é um programa de auto-instrução, elaborado com o fim de ensinar "Algumas propriedades da luz".

É possível que você ainda não compreenda o significado do título, o que não deve ser motivo de preocupação. Em verdade, ao término dêste

_____ não só compreenderá o significado de seu título, como terá adquirido os conhecimentos indispensáveis que êle abrange, de maneira objetiva e profunda.

4.- Em outras oportunidades pediremos que você complete uma figura.

Por exemplo:

Complete o quadrado traçando o lado que falta.




7.- A existência do artigo uma, em lugar de um pode tornar demasiado evidente a resposta correta, o que não desejamos que ocorra.

A fim de evitar isto, usaremos a forma um(a), que significa um ou uma, precedendo um(a)_____.

Procederemos igualmente com os demais artigos, com os adjetivos, substantivos e verbos, que precedem ou venham depois de cada espaço em branco.

Eis um exemplo:

Nêste programa, trata de Ótica, que aparece(m) _____ quadro(s) por página.

<p>1.</p> <p>livro</p> <p>ou</p> <p>programa</p> <p>ou</p> <p>texto</p>	<p>2.- Um programa consiste em uma série de unidades chamadas "quadros".</p> <p>Um quadro típico apresenta uma "informação" e pede uma resposta", para a qual a informação anterior é necessária.</p> <p>Dêste modo, você <u>aplica</u> os conhecimentos, à medida que os adquire.</p> <p>Êste é o segundo _____ do programa.</p>
<p>4.</p> 	<p>5.- Em certos casos, a resposta requer várias palavras. Mas, se existisse uma linha para cada uma delas, estaríamos forçando sua resposta.</p> <p>Portanto, usaremos um espaço em branco (ou uma só linha) para qualquer número de palavras.</p> <p>Um espaço em branco não significa necessariamente que se requer _____.</p>
<p>7.</p> <p>espaço em branco</p> <p>ou</p> <p>linha ou <u>res</u>posta</p> <p>Ou <u>equivalen</u>te</p> <p>tres</p>	<p>8.- Alguns quadros não requerem resposta escrita, porém lhe fornecem instruções a fim de que realize uma ação.</p> <p>Por êste motivo, você não encontrará a resposta correta "por escrito", já que somente está sendo solicitada a ação.</p>

2.

quadro

3.- Os dois quadros anteriores pediam respostas que consistiam em colocar as palavras ausentes, em uma oração; porém, existem outros tipos de respostas.

Nêste quadro, por exemplo, pede-se que você escolha qual das palavras escritas é a correta; você a indicará com uma cruz dentro do quadrinho que acompanha a referida palavra.

Você deve ler a resposta correta antes de pois de escrever sua resposta.

5.

só uma
palavra.

6.- Outro caso em que um espaço em branco requer várias palavras se apresentará quando lhe fôr pedido que complete uma oração, onde uma redação exata carece de importância.

Um espaço em branco pode requerer uma resposta que consiste em uma só palavra, ou _____

8.

9.- Você se encontra, depois de que foi dito, em condições de iniciar o programa sobre "Propriedades da Luz".

Não se apresse em suas respostas; use todo o tempo que julgar necessário.

Esperemos que o programa lhe seja tão agradável quanto útil.

3.

depois

VOLTE À PÁGINA 1, QUADRO Nº 4

6.

em várias
palavras

(ou respos-
ta equiva-
lente)

VOLTE À PÁGINA 1, QUADRO Nº 7

FIM DA INTRODUÇÃO

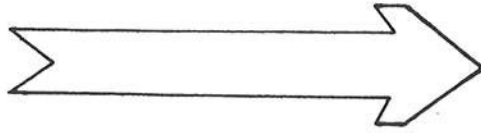
PLATE
NO. 1
1881



CAPÍTULO I

POR QUE VEMOS UM OBJETO

1 - PORQUE VEMOS UM OBJETO



Vire a
página
e comece.

1. Há vários objetos em seu redor neste momento. Enumere três deles:

1. _____

2. _____

3. _____

Dê exemplos de uma situação em que você não poderia ver nenhum desses objetos.

Vire a página, confira a resposta e continue.

9. Todos os objetos que vemos produzem ou refletem luz em nossa direção.

Na situação anterior, podemos ver a árvore. Portanto, ela reflete não reflete a luz proveniente da parede.

17. Assinale abaixo a frase que explica de maneira mais completa porque vemos um objeto.

Vemos um objeto porque:

a. esse objeto produz luz

b. estamos de olhos abertos

c. o objeto envia luz (produzida ou refletida), e essa luz penetra em nossos olhos.

d. o objeto envia luz (produzida ou refletida).

VIRE O LIVRO E COMECE O SEGUNDO CAPITULO

FTM DO PRIMEIRO CAPITULO

Atrajetoria
da Luz é re-
tilinea ou
A trajetoria
da Luz é uma
linha reta.
(ou equiva-
lente)

44.

VOLTE A PAGINA 10, QUADRO Nº 38

A para B

37.

VOLTE A PAGINA 10, QUADRO Nº 31

sim

30.

1.
Sua resposta pode ser igual ou equivalente às seguintes:

1. banco
2. livro
3. lápis.
etc.

a) com os olhos fechados.

b) numa casa completamente escura.

2. Para enxergar objetos dentro de uma casa fechada, completamente escura, valêmo-nos de lâmpadas elétricas.

Se não houvesse lâmpadas elétricas, poderíamos lançar mão de outros objetos que produzem luz.

Dê dois exemplos:

1. _____

2. _____

Vire a página e confira a resposta

9.

reflete

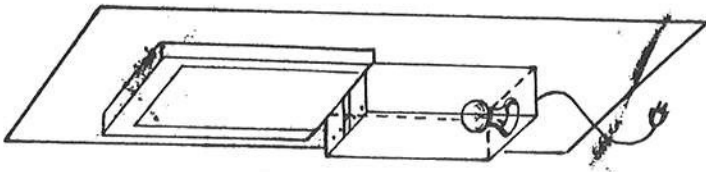
10. Um objeto qualquer, depois de receber luz refletida, pode não pode refletir essa luz.

17.

c

18. Não é possível ver um objeto quando _____
_____, ou quando _____
_____.

30. Coloque uma folha de papel branco sobre o suporte retangular. Coloque o projetor encostado no suporte, como mostra a figura.



A luz observada sobre o papel é um feixe de luz?

sim não

37. Por ser a trajetória de um raio luminoso retilí-

nea, sua representação gráfica é a seguinte:



A flecha indica que o raio vai de

A para B

B para A

36.

a luz se propaga em linha reta, ou trajetória da luz é retilínea.

44. Tendo experimentado com o ar, a água e o vidro, que conclusão você tira sobre a trajetória da luz?

Two horizontal lines for writing the conclusion.

43. retilínea ou reta

43.

2.

fósforo
lanterna
lâmpião
vela acesa

(ou equiva-
lente)

3. **Objetos** que produzem luz, são chamados fontes de luz.

Um fósforo aceso é não é uma fonte de luz.

Vire a página

10.

pode

11. Utilizando os nomes dos objetos que aparecem no quadro 8, complete as frases seguintes (uma nova observação do desenho pode ajudá-lo):

Um objeto qualquer, tal como um(a) _____ pode refletir a luz que recebe de outro objeto, tal como um(a) _____, que por sua vez recebe a luz proveniente de uma fonte, tal como o (a) _____

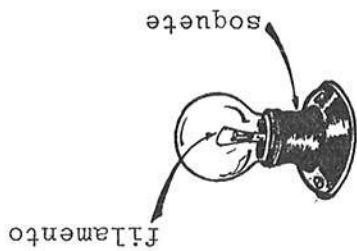
18.

Quando não há luz sendo produzida ou refletida, ou quando a luz não pode penetrar em nos sos olhos.

(ou equiva-
lente)

19. Quando vemos um objeto?

29. Retire a tampa do projetor. Verifique se o filamento da lâmpada (fig.) está paralelo à fenda. Se não está, gire o soquete até que fique.



36. A observação do raio de luz produzido pelo projetor é outra prova de que _____

35.

não

43. Coloque o bloco junto ao projetor, com a face não polida para baixo. Qual a trajetória seguida pela luz dentro do vidro?

42.

cinco

uma

3.

é

4. Na lista abaixo, marque com uma cruz os objetos que são fontes de luz.

- a vela acesa
- b árvore
- c lâmpada fluorescente
- d espelho
- e sinal de tráfego vermelho
- f lâmpada elétrica
- g parede branca
- h lápis
- i ferro em brasa
- j sol

11.

árvore

parede

sol

12. Suponha que você está num quarto fechado, sem janelas, iluminado apenas por uma lâmpada elétrica. À sua frente está um livro aberto.

Há três meios de evitar que você veja a página do livro. Combine as frases 1, 2 e 3 à esquerda com as frases a, b e c à direita de forma a obter três sentenças que descrevam corretamente os três meios.

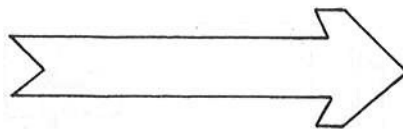
- | | |
|-------------------------------------|--|
| (1) Fechando os olhos
(1)-() | (a) de modo que a página não receba luz e, portanto, não possa refleti-la. |
| (2) Fechando o livro
(2)-() | (b) de modo que a fonte não produza mais luz. |
| (3) Desligando a lâmpada
(3)-() | (c) de forma que a luz não penetre em seus olhos. |

19.

Quando a luz que vem do objeto penetra em nossos olhos.

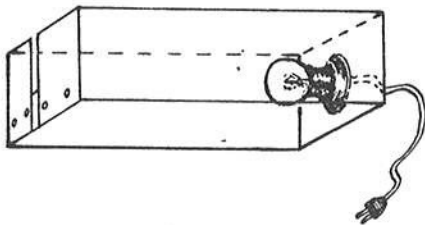
(ou equivalente)

2. COMO A LUZ SE PROPAGA



Vire a página e comece.

28. No seu material há um projetor representado pela figura. Na parte da frente há quatro parafusos, dois de cada lado de fenda.



Solte um pouco os dois parafusos da esquerda. Abra a fenda o mais possível.

27. b
d
f

35. Coloque um obstáculo (sua mão, uma folha, etc.) entre A e B. O raio de luz chega a B?

sim não

DESTIQUE O PROJETOR

34. reta ou
retilínea

42. Tome o bloco de vidro retangular do seu material. Quantas faces polidas tem? _____
Quantas faces não polidas? _____

41. sim

4.

a
c
e
f
i
j

5. Esta fôlha em que você está escrevendo não é fonte de luz. Ela reflete a luz recebida de uma fonte (sol ou lâmpada).

Portanto, as fontes produzem refletem luz, enquanto que os objetos que não são fontes produzem refletem luz.

12.

(1)-(c)

(2)-(a)

(3)-(b)

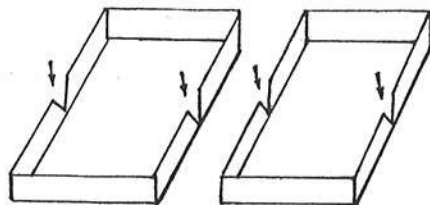
13. Se estiver olhando para uma vela acesa, e em dado momento fechar os olhos, você não vê mais a vela porque:

a a vela não produz mais luz

b a vela produz luz mas esta não penetra em seus olhos.

20. Pegue as duas partes da caixinha de papelão do seu material.

Em cada uma delas desenhe triângulos de base igual a cerca de 2mm, nos lugares indicados pelas flechas.



Corte os 4 triângulos.

27. Indique em quais das situações abaixo as fontes produzem um feixe de luz:

a fósforo acêso

b luz do sol entrando numa cada fechada, através de um buraco na parede.

c lâmpada a querosene

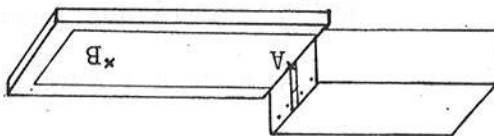
d refletores de um teatro iluminando uma bailarina

e chama de um isqueiro

f luz do sol passando por pequenos espaços entre nuvens.

26. e não é

34. Assinale 2 pontos A e B na folha de papel. Coloque a tenda do projetor sobre o ponto A (fig.)



Faça o raio de luz passar por A e B ao mesmo tempo. Verifique com uma régua: a trajetória do raio é

33. sim

41. A conclusão da experiência relativa à propagação da luz na água coincide com a das experiências sobre a propagação da luz no ar?

sim não

40. uma reta ou retilínea

5.
produzem
refletem

6. A luz não é fonte de luz.

Portanto, ela _____ a luz
que o sol _____.

13.

b

14. Numa casa fechada, na qual há uma fonte de luz (por exemplo, uma lâmpada elétrica), você pode ver a lâmpada porque ela produz reflete luz, e os objetos da casa porque eles produzem refletem luz.

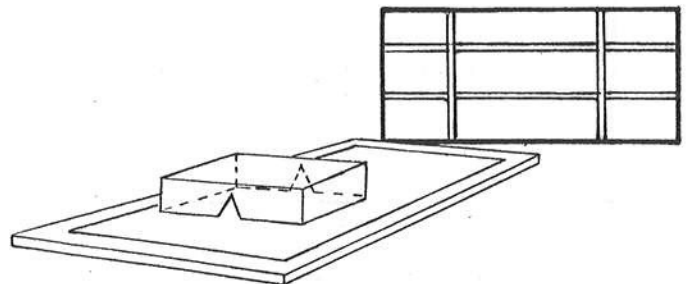
Em ambos os casos,

- a) a lâmpada e os objetos enviam luz em direção aos seus olhos.
- b) seus olhos enviam luz em direção à lâmpada e aos objetos da casa.

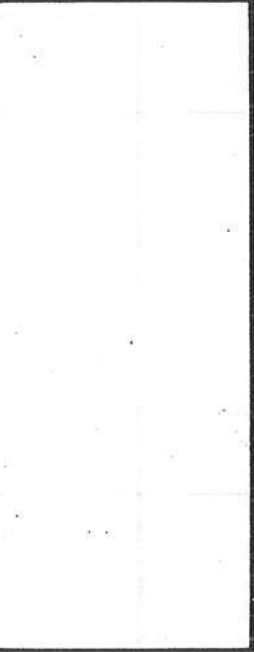
21. Pegue o suporte de cartão prensado retangular que há no seu material.

Coloque sobre ele uma folha de papel.

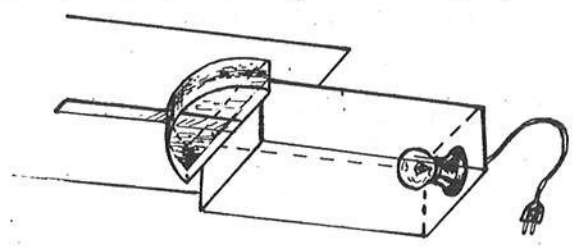
Sobre a folha coloque uma parte da caixa, virada para baixo e com os triângulos voltados para a janela (ou lâmpada). Veja a figura.



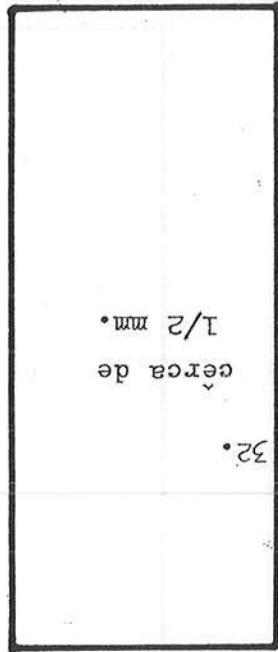
Olhe através das aberturas, com um só olho.
A luz que chega ao seu olho, vinda da _____, deve atravessar _____.



40. Ligue o projetor. De pé, olhando de cima, observe a trajetória do raio dentro da água. Com o auxílio de uma régua, colocada sobre o tanque (figura), você verifica que a trajetória da luz na água é



Nota: É possível que você note um desvio do raio ao sair da cuba, ou seja, ao passar da água para o ar. Mais tarde estudaremos esse fenômeno. Por ora observe apenas a trajetória da luz dentro da água.



35. Um feixe de luz muito estreito chama-se raio de luz. Seu projetor-está produzindo agora um raio de luz? sim não

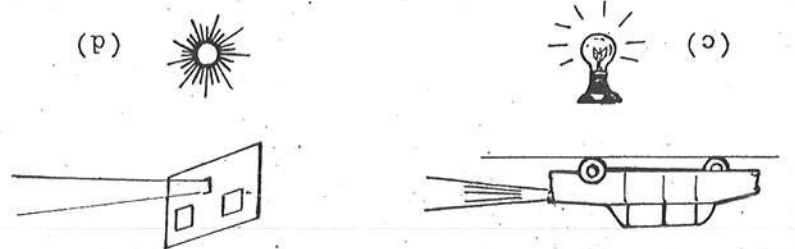
25. em linha reta ou retilínea-mente outras experiências (mais expert-ências)

26. A fig. a mostra os faróis de um carro em noite de neblina. A fig. b mostra um projetor cinematográfico em funcionamento. Os faróis e o projetor estão produzindo um feixe de luz.

Nas situações das fig. c e d, a lâmpada e o sol não produzem um feixe de luz.

A luz produzida por uma lanterna é não é um feixe de luz.

A luz produzida por uma vela é não é um feixe de luz.



6.

reflete

produz

7. Na situação em que voce está agora, a luz que vem

	refletida	produzida
da lâmpada ou do sol é	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
da parede da sala é	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
do cigarro de um professor é	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
da sua caneta é	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
de um relógio é	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

14.

produz

refletem

a

c

15. Na mesma situação do quadro anterior, suponha que a fonte de luz foi eliminada, isto é, você desligou a lâmpada. Mesmo com os olhos abertos não é possível ver a lâmpada ou os objetos, porque:

lâmpada {

- a a luz produzida pela lâmpada não penetra em seus olhos.
- b não há luz vindo da lâmpada aos seus olhos

objetos {

- c não há luz vindo dos objetos aos seus olhos.
- d a luz refletida pelos objetos não penetra em seus olhos.

21.

janela ou lâmpada

as duas aberturas, os dois triângulos ou os orifícios,

(ou equivalentes)

22. Coloque sôbre o papel a outra parte da caixa, de maneira que possa ver a luz (fig. a)

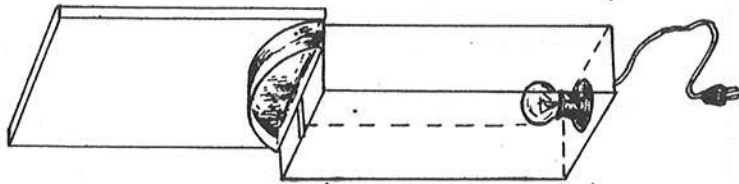
(a)

Quando tiver encontrado a posição correta, marque um ponto na metade da base de cada triângulo (fig. b).

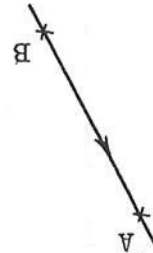
25. A posição das aberturas a fim de que seja possível ver a luz é um fato que prova que a luz se propaga _____ . Os cientistas, porém, nunca tiram uma conclusão geral de apenas uma experiência. É preciso fazer para aceitar ou rejeitar essa conclusão. É o que vamos fazer agora.

32. Vá diminuindo a largura da fenda até obter o mais estreito feixe de luz que se possa ver com milímetros. Aperte os parafusos. A largura do feixe de luz é _____ mm.

39. Nas experiências anteriores vimos a propagação da luz no ar. Vamos observar agora na água. Pegue a cuba semi-circular do seu material e encha-a de água. Coloque-a sobre uma folha junto à fenda do projetor, como na figura:



24. não



38.

31.

cerca de 4 mm.

7.

refletida

produzida

8. Na ilustração abaixo, vê-se o sol, uma casa, uma parede branca e uma árvore.

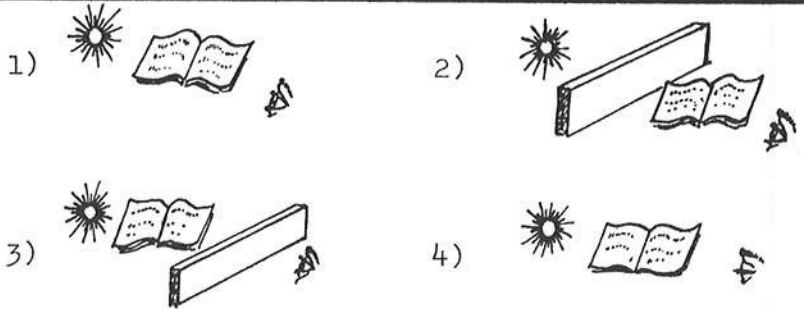


- a) Enumere os objetos que recebem luz diretamente do sol.
- b) Enumere o(s) objeto(s) que recebe(m) somente a luz refletida pela parede.

15.

b
c

16.



- Numere as frases abaixo de acordo com a figura a que se referem:
- A luz refletida pela página não penetra no olho, pois ele está fechado: figura nº ____
- A luz refletida pela página penetra no olho: figura nº ____
- A luz refletida pela página não penetra no olho porque um obstáculo o impede: figura nº ____
- A página não reflete luz em direção ao olho, pois não a recebe: figura nº ____
- Em qual (is) desses quatro casos se vê a página? _____

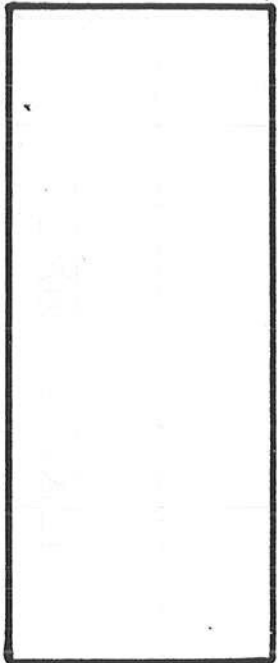
23. Retire as caixas e verifique com régua: a luz que se propaga através dos orifícios segue

- uma reta
 uma curva
 uma linha quebrada

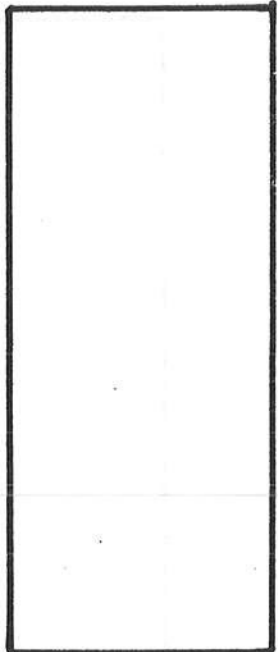
38. A figura abaixo mostra os pontos A e B. Represente um raio de luz que passe pelos 2 pontos e indique que vai de B a A.

x
A

x
B

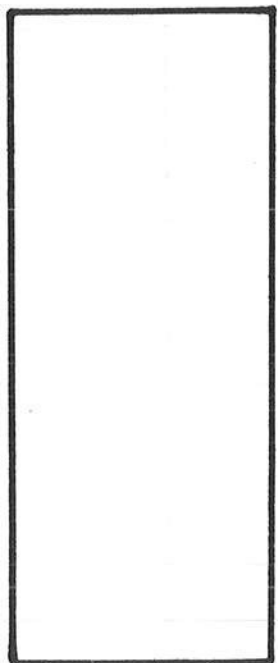


31. Meça a largura do feixe de luz obtido: _____ mm.



24. Coloque de novo as duas partes da caixa sobre o papel, mas desta vez de forma que os quatro orifícios não estejam alinhados.

E possível ver a luz agora, olhando pelos orifícios? sim não



8.

a) casa
parede

b) árvore

VOLTE À PÁGINA 1, QUADRO Nº 9

16.

4

1

3

2

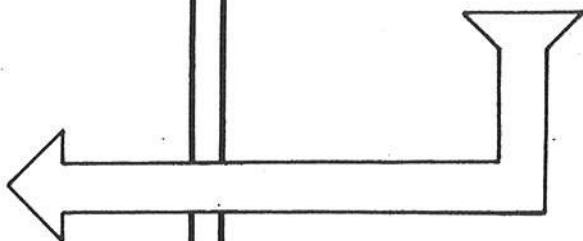
1

VOLTE À PÁGINA 1, QUADRO Nº 17

23.

uma reta

Nº 24



C A P Í T U L O I I

COMO UM RAI O DE LUZ PODE SER DESVIADO

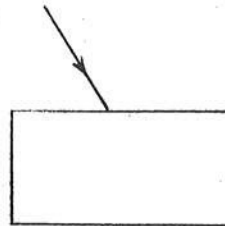
2. COMO UM RAIOS DE LUZ PODE SER DESVIADO



Vire a
página e
comece

20. Complete a figura mostrando:

- 1) o raio que penetra no vidro
- 2) o raio que é refletido



40. O fenômeno que você observou quando a luz foi projetada no suporte é semelhante ao que ocorreu quando:

- a o raio de luz incidiu sobre a superfície do espelho
- b o raio de luz incidiu sobre a face branca do bloco de madeira.

1. Marque numa fôlha de papel três pontos A, B e C, não alinhados.

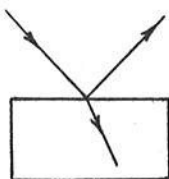
Coloque essa fôlha sôbre o suporte retangular. Ligue o projetor e coloque-o encostado ao suporte. Verifique se o filamento da lâmpada está vertical.

Mova a fôlha de papel de forma que o raio passe por A e B.

O raio segue a direção:

- A - C
- A - B
- B - C

20.



21. O raio que incide é refletido pela superfície do bloco em uma direção várias direções.

Logo, a face polida do bloco é uma superfície _____

40.

b

41.

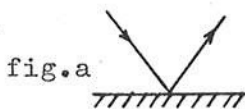


fig.a



fig.b

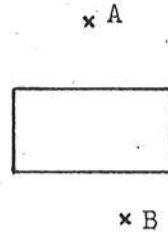
A figura _____ representa como é refletido um raio de luz que incide sôbre uma superfície pintada de branco.

A figura _____ representa como é refletido um raio de luz que incide sôbre uma superfície de metal polido.

1.

A - B

2. Coloque o bloco de vidro entre os pontos A e B, como indica a figura, com a face não polida voltada para baixo.



Gire o bloco lentamente.

Olhando por cima, de pé, verifica-se que um raio de luz

- segue sempre a mesma direção
- pode mudar de direção

21.

uma direção

refletora
(polida para a luz)

22. Gire o bloco lentamente até que a direção do raio refletido coincida com a direção do raio que incide.

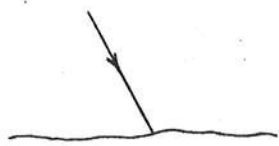
Essa direção é não é perpendicular à superfície do bloco.

41.

b

a

42. A figura abaixo mostra um raio de luz que incide sobre a superfície de uma parede.



Complete o desenho mostrando como o raio é refletido.

- 110.
- 1) Reflexão (regular): um raio de luz é refletido em uma só direção. (ou equivalente)
 - 2) Reflexão difusa: um raio de luz é refletido em todas as direções. (ou equivalente).
 - 3) Refração: um raio de luz pode mudar de direção ao atravessar uma superfície.
 - 4) Transmissão difusa: um raio de luz é transmitido em todas as direções ao atravessar uma superfície (ou equivalente).

CAPÍTULO

FIM DO

93.

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

76.

refratta

vidro

refratta

reflete

vidro

c

b

VOLTE À PÁGINA 22, QUADRO Nº 94

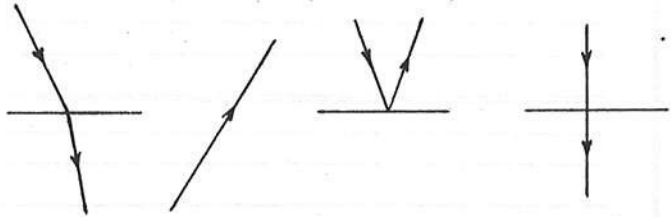
VOLTE À PÁGINA 22, QUADRO Nº 77

2.

pode mudar de direção

3. Um raio pode, portanto, mudar de direção, isto é, desviar-se.

Assinale abaixo as figuras que representam raios que foram desviados.



a b c d

22.

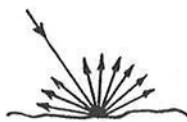
é

23. Portanto, quando o raio incide perpendicularmente sobre o bloco, você observa:

a) parte do raio é refletido na mesma direção do raio que incide. sim não

b) parte do raio penetra no vidro. sim não

42.



43. Quando um raio de luz incide sobre uma superfície e é refletido em todas as direções, dá-se o fenômeno da reflexão difusa.

Na lista abaixo, coloque R nos casos em que se produz reflexão regular, e D nos casos em que há reflexão difusa.

- Um raio de luz incide sobre uma lâmina de bronze polido.
- Um raio de luz incide sobre uma superfície de cimento.
- Um raio de luz incide sobre uma lente de óculos.
- Um raio de luz incide sobre uma estátua de gesso.

76. A figura mostra o que você viu na experiência anterior:

1) O raio \bar{a} incide sobre a superfície I (ar-vidro); parte dele se reflete formando o raio \bar{b} ; outra se refrata formando o raio \bar{c} ; outra se reflete formando o raio \bar{d} ; e parte se refrata formando o raio \bar{e} .

2) O raio \bar{c} , se propaga através do (vidro-ar); parte dele se refrata formando o raio \bar{f} ; e parte se reflete formando o raio \bar{g} .

3) O raio \bar{d} se propaga através do vidro sobre a superfície I, parte dele se reflete, formando um raio visível apenas em quarto escuro. Outra parte se refrata formando o raio \bar{h} .

75.

95. Identifique os casos abaixo.

Trans. Dif. Refl. Dif. Refl. Reg.

92.

Um raio de luz através de uma superfície e transmitido em todas as direções. (ou equivalentemente o fundamento tal é a parte sublinhada)

110. Quais são os fenômenos em que se verifica desvio de um raio de luz e em que consistem, e quando ocorrem.

1) _____

2) _____

3) _____

4) _____

109.

1) nº 2

2) nº 3

3) nº 3

4) nº 1

3.

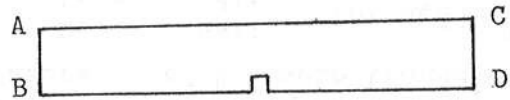
a

c

4. Vamos estudar, neste capítulo, como um raio de luz pode ser desviado. Antes, porém, você vai construir um instrumento necessário às experiências.

Pegue na caixa de material a cartolina preta que está enrolada e presa por dois clips.

Estenda-a sobre a mesa (fig.).



23.

sim

sim

24. Portanto, quando um raio de luz incide oblíqua ou perpendicularmente sobre a superfície de um bloco de vidro, obtém-se dois raios.

Explique quais são: _____

43.

R

D

R

D

44. Superfícies que refletem um raio em todas as direções - isto é, em que se produz reflexão difusa - são chamadas superfícies difusoras ou superfícies não-polidas para a luz.

A superfície de um tijolo é não é uma superfície difusora.

A superfície de um espelho é não é uma superfície difusora.

75. Complete a figura abaixo com os raios observados.

DESIGNE O PROJECTOR

74.

X

X

X

X

X

92. Em que consiste o fenômeno de transmissão difusa?

91.

b

e

109. Na coluna à direita, indique o fenômeno representado em cada caso. À esquerda indique o tipo de superfície em que o raio incide, ou os tipos de meios que ele atravessa, com os seguintes números:

no 1 = superfície refletora
 no 2 = superfície difusora
 no 3 = meio transparente
 no 4 = meio translúcido

Refl. Reg. Refl. Refl.
 Refl. dif. Refl. dif. Trans. dif.

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

108.

3)

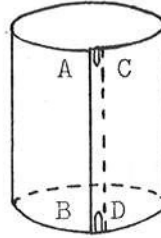
4)

3) transmissão difusa

4) reflexão difusa (ou vice-versa)

5. Coloque o bordo AB sôbre o bordo CD, de modo a formar um tubo como na figura.

Prenda um clip em cada extremidade.



Chamaremos êsse instrumento de visor.

Quando você fôr guardar o visor na caixa, não dobre a cartolina. Enrole-a exatamente como estava antes.

24.

- 1) um raio que penetra no vidro.
- 2) um raio que é refletido pela superfície do bloco.

25. Mais tarde estudaremos o raio que penetra no bloco. Por ora, vamos observar o raio que é refletido pela superfície do bloco.

44.

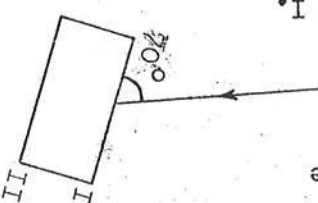
é

não é

45. Na lista seguinte, coloque R em frente às superfícies refletoras e D em frente às superfícies difusoras de luz.

- ___ Superfície do projetor do seu material
- ___ Superfície de um muro de pedra
- ___ Superfície do vidro de um relógio
- ___ Superfície da asa de um avião
- ___ Superfície de um bloco de argila

74. Estudemos com detalhes o que acontece quando o raio incide no bloco. Ligue o projetor. Coloque o bloco de vidro na trajetória da luz, com a face não polida para baixo. O raio deve incidir obliquamente sobre o bloco, com um ângulo de cerca de 70° (Fig.).



Olhe pelo visor, e assinale o que observar:

um raio:

- refletido pela superfície I.
- refratado ao penetrar no vidro.
- refratado ao passar do vidro para o ar, através de II.
- refletido pela superfície II.
- refratado ao passar do vidro para o ar, através de I.

75. Ao fenômeno em que um raio de luz pode mudar de direção ao passar de um meio a outro. (ou resposta equivalente)

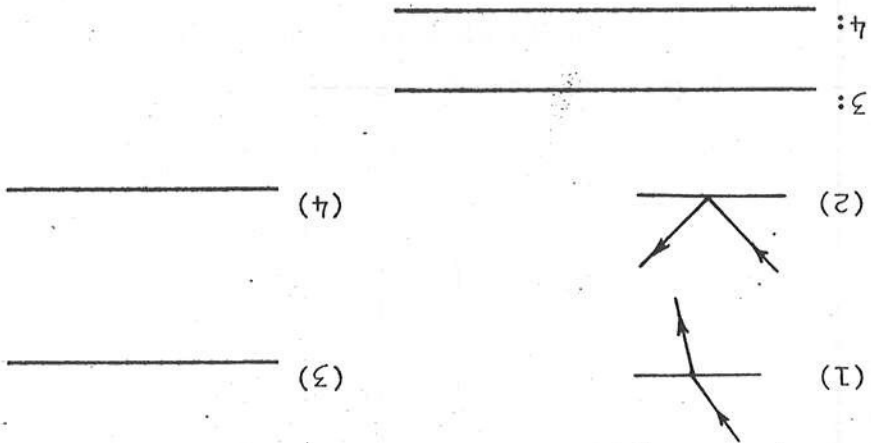
91. Na lista abaixo, indique as superfícies difusoras (em caso de dúvida, faça a experiência).

- a. superfície de um espelho
- b. superfície da parafina
- c. superfície da água
- d. superfície do vidro de um relógio.
- e. superfície do vidro de uma lâmpada fosca.

90.

e

108. Portanto, um raio de luz pode ser desviado de quatro maneiras diferentes. Refração e reflexão (regulares) são representadas nas figuras 1 e 2. Faça os desenhos 3 e 4 representando os fenômenos que faltam, e indique os seus nomes.

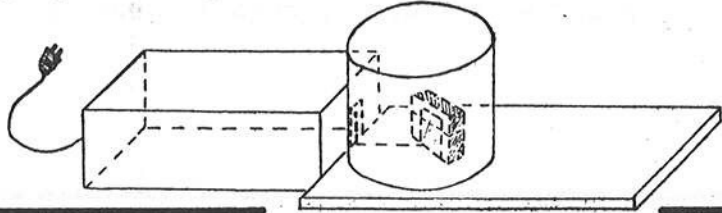


107. transmissão difusa.

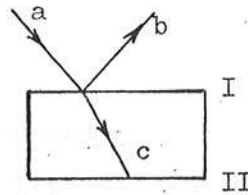
6. Pegue o espelho, o bloco de madeira e o elástico que há na sua caixa de material.
Coloque o espelho sobre a face não pintada do bloco de madeira, e prenda-o com o elástico. Um dos bordos do espelho deve coincidir com o bordo do bloco (fig.1).

Coloque o espelho frente ao projetor, em cima da folha branca, de forma que o raio incida obliquamente sobre ele (fig. 2).

Ponha o visor de cartolina preta sobre o espelho, de maneira que a sua fenda fique encostada à fenda do projetor (fig. 3).



26. Nesta figura,



o raio que incide é indicado pela letra _____
o raio que penetra no bloco, pela letra _____
o raio refletido, pela letra _____
a superfície refletora, pela letra _____

45.

R
D
R
R
D

46. A que fenômeno chamamos "reflexão difusa"?

reflexão
difusa.

106.

107. Ao atravessar trechos de neblina, a luz dos faróis dos carros sofre o desvio chamado

transparente
translúcido
translúcido
translúcido

89.

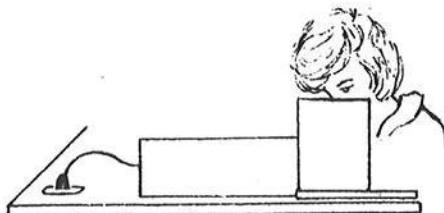
90. Quando um raio passa de um meio transparente a um meio translúcido, dizemos que a superfície de separação entre os dois meios é uma superfície diúscara.
A superfície não polida do vidro é não é uma superfície diúscara.

não se produz
a

72.

73. A que fenômeno chamamos refração?

7. Olhe por cima, de maneira que sua cabeça cubra totalmente os bordos do visor (fig.)

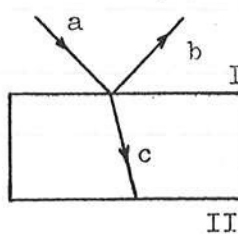


Não olhe diretamente para o espelho. Olhe para o papel branco: Sobre ele, você observa que um raio chega ao espelho e outro _____.

26.

a
c
b
I

27.



Tal como I, a face II do bloco é polida interna e externamente.

Logo, ela é não é uma superfície refletora.

46.

Ao fenômeno em que um raio de luz incide sobre uma superfície e é refletido em todas as direções.

(ou equivalente)

47. Quando, com o auxílio de uma bomba pneumática, extraímos o ar de um tanque, dizemos que se produziu vácuo dentro do tanque.

No espaço sideral, onde estão os demais planetas do sistema solar, não há gás, líquido ou sólido; portanto, no espaço sideral existe _____.

106. Uma das razões porque a claridade na praia é muito intensa é, que a luz do sol incide na areia e sofre _____.

105.
reflexão
(regular)
refração

89. Ao contrário dos meios transparentes, os meios translúcidos não permitem visão clara dos objetos. Na lista abaixo, identifique cada meio como transparente ou translúcido:

vidro de janela _____
parafina _____
neblina _____
ar _____
óculos embacados _____

88.
face fosca do bloco
parafina

72. Se um raio de luz passa do ar para um vidro fosco, produz-se não se produz refração, porque

a apenas um dos meios é transparente.

b os dois meios são transparentes.

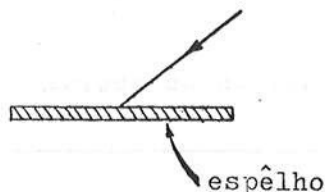
71.
a
c

7.

volta (sai,
é refleti-
do)

8. Dizemos que o espêlho reflete o raio que vem do pro-
jetor.

A figura indica o espêlho visto de cima e o raio
que incide sôbre êle.

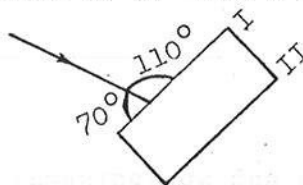


Complete a figura, traçando o raio
que o espêlho reflete.

27.

é

28. Verifique se o filamento da lâmpada está vertical.
Coloque o bloco na trajetória da luz, a cêrca de
3 cm. do projetor, de modo que sua face I forme
um ângulo de cêrca de 70° com o raio (fig.).



Observe pelo visor. Não olhe para as faces late-
rais do bloco.

Quando o raio c incide sôbre II, você vê que:

a) um raio é refletido por II. sim não

b) um raio sai do vidro e passa para o ar através
de II. sim não


47.

vácuo

48. A luz do sol atravessa o espaço sideral e a atmos-
fera da Terra antes de chegar a nós.

Ora, isso quer dizer que a luz solar se propaga
no(a) _____ e no(a) _____.

105. Que tipo de desvio de luz ocorre quando você se olha no espelho?
 E quando você mergulha metade de um lápis na água?
 (observe figura).



104. reflexão difusa.

88. Os meios óticos em que os raios sofrem transmissão difusa são chamados meios translúcidos.
 Quais os dois meios translúcidos que acabamos de usar?

1. _____
 2. _____

87.

<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

71. Para determinar se um meio ótico é transparente ou não, é comum olhar-se através dele para os objetos. Se os objetos são vistos claramente, o meio é transparente; se os objetos são vistos com pouca nitidez, o meio não é transparente.

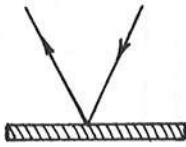
Indique os meios óticos transparentes:

a) lentes de óculos
 b) vidro leitoso de uma lâmpada
 c) água
 d) leite

70.

vidro (bloco de vidro)
 ar
 água
 celuloide

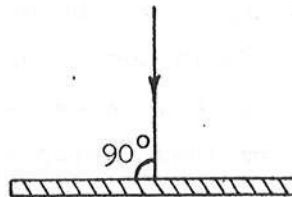
8.



9. Coloque agora o espelho de forma que a direção do raio seja perpendicular à superfície (fig.)

Quando a direção do raio que incide sobre um espelho é perpendicular à sua superfície, o raio refletido pelo espelho segue

a mesma direção, direção diferente do raio que incide

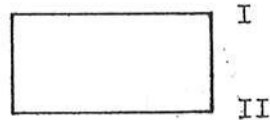


28.

sim

sim

29.



Complete a figura com:

- o raio que incide no bloco.
- o raio que penetra no vidro.
- os raios refletidos por I e II.
- o raio que sai do vidro e passa para o ar.

48.

vácuo
 ar (atmosfera)
 ra) ou
 vice-versa

49. No interior de uma lâmpada elétrica há vácuo.

Suponha que você está de óculos escuros, olhando para uma lâmpada acesa.

A luz produzida pelo filamento da lâmpada atravessa _____, _____, _____ e _____, antes de chegar aos seus olhos.

104. Objetos que nos rodeiam, como mesas, livros, quadros, etc., podem ser vistos de qualquer ponto em que nos coloquemos. Isso significa que a luz que incide sobre esses objetos sobre _____

103. transmissão difusa. (e reflexão difusa)

87. Indique os casos de transmissão difusa e reflexão difusa.

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Refl. dif. Transm. dif.

86. não atravessa refletido atravessa transmitido

70. Os meios óticos em que é possível haver refração são chamados meios transparentes. Cite dois meios óticos transparentes utilizados nas suas experiências:

1. _____

2. _____

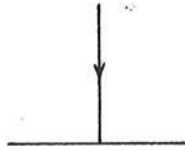
69.

9.

a mesma direção

10. A figura indica um raio que incide perpendicularmente sobre um espelho.

A flecha indica o sentido do raio, e a reta a sua direção.



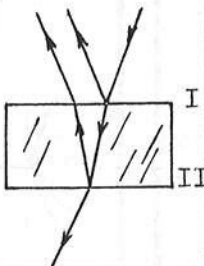
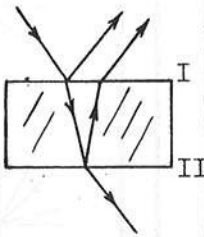
Em relação ao raio que incide, o raio refletido tem:

a mesma direção direção diferente

o mesmo sentido sentido diferente

Complete a figura com o que fôr necessário.

29.



30. Quando a atinge I, um raio é refletido e outro penetra no(a) _____.

Quando c atinge II, o que acontece? _____

49.

vácuo

vidro

ar e

vidro

(óculos)

50. Todas as substâncias em que a luz se propaga, inclusive o vácuo, são chamadas meios óticos.

Indique os meios óticos:

a água

e pedra

b madeira

f vidro

c aço

g vácuo

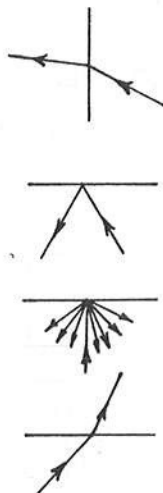
d celulóide

h ar

69. Identifique os casos de reflexão regular, reflexão difusa e refração.

Reflex. Reg. Reflex. dif. Refração

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

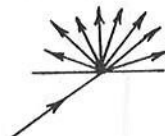
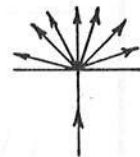
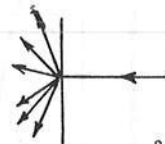


68.

<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

86. No caso da reflexão difusa, que você já viu, o raio atravessa não atravessa uma superfície, e em todas as direções.

Na transmissão difusa, o raio atravessa não atravessa uma superfície, e em todas as direções.



85.

103. Que tipo de desvio de luz ocorre quando uma lâmpada de vidro leitosa está acesa?

reflexão (regular)

reflexão difusa

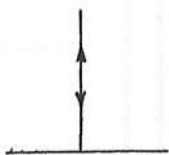
refração

transmissão difusa.

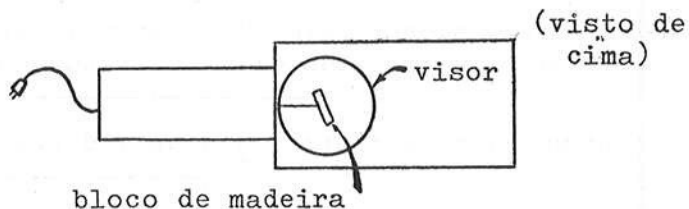
102.

10.

a mesma direção,
sentido diferente



10. Coloque o bloco de madeira na trajetória da luz, com a face pintada de branco voltada para o projetor. O raio deve incidir obliquamente sobre o bloco. (fig.).



Coloque o visor. Por meio dêle, você vê sobre o papel:

- um raio refletido pelo bloco.
- uma porção de luz perto do bloco.

30. vidro

Um raio é re f l e t i d o e o u t r o p a s s a p a r a o a r (pe n e t r a n o a r).

31. Resumindo as experiências:

- a) quando um raio de luz incide s o b r e a s u p e r f i c i e d e u m e s p e l h o o u d e u m a c h a p a d e a l u m i n i o o b t e m s e _____ r a i o (s) r e f l e t i d o (s).
(numero)
- b) quando um raio de luz incide s o b r e a s u p e r f i c i e i n d o b l o c o d e v i d r o o b t e m s e _____ r a i o (s) r e f l e t i d o (s) e _____ r a i o (s) q u e p e n e t r a n o v i d r o.

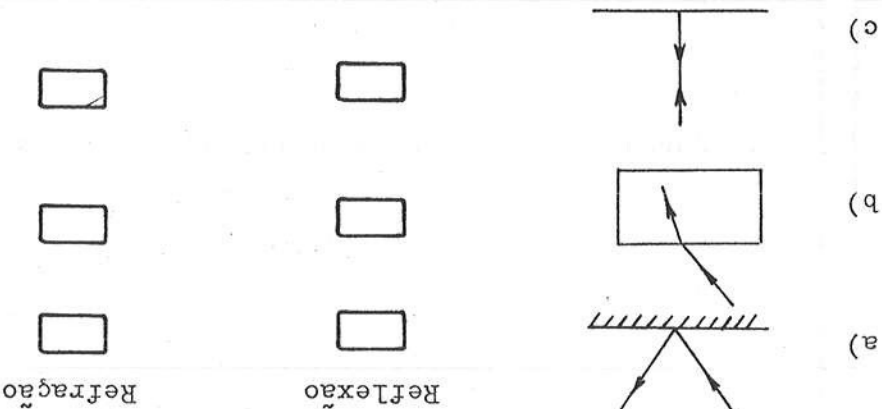
50.

- a
- d
- f
- g
- h

51. Suponha que você está observando uma lâmpada elétrica colocada no fundo de uma piscina de natação. Através de que meios óticos a luz se propaga, d e s e o f i l a m e n t e o f i l a m e n t e o s e u s o l h o s?

68. Você acabou de verificar experimentalmente que um raio de luz pode mudar de direção ao passar de um meio óptico para outro. A esse fenômeno chama-se refração.

Identifique abaixo os casos de reflexão e refração.

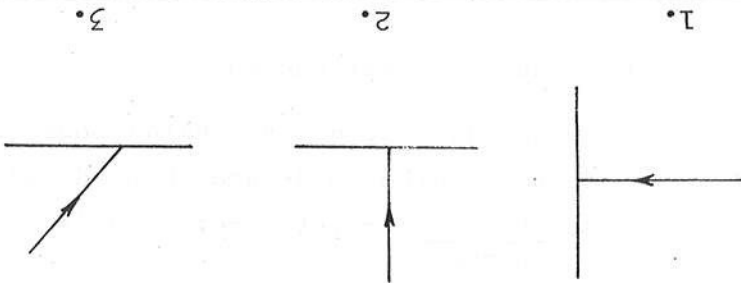


dois

67.

85. Quando um raio de luz, ao incidir sobre a superfície de separação entre dois meios óticos, é transmitido ao segundo meio em todas as direções, dá-se o fenômeno de transmissão difusa.

Complete as figuras abaixo, mostrando transmissão



84.

a

102. "Os casos abaixo resumem os fenômenos observados: reflexão regular, reflexão difusa, refração, transmissão difusa. Identifique cada um deles."

Um raio incide sobre:

a) uma superfície polida e é refletido em uma só direção:

b) uma superfície não polida e é refletido em todas as direções:

c) a superfície de separação entre dois meios transparentes e muda de direção ao passar a outro meio:

d) a superfície de separação entre um meio transparente e outro transmitido, e transmitido neste em todas as direções:

101.

transparente

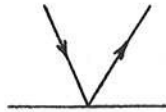
transmitido

11.

uma porção de luz perto do bloco

12. A porção de luz que você vê perto do bloco indica que o raio foi refletido em tôdas as direções.

Qual das figuras abaixo representa um raio incidindo sobre uma superfície pintada de branco?



(a)



(b)

31.

um

um

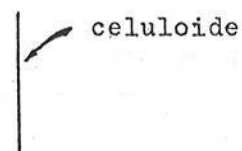
um

32. Pegue o pedaço de celulóide transparente da sua caixa de material.

Coloque-o na trajetória da luz, em posição oblíqua ao raio.

O celulóide deve ficar perpendicular à mesa, de modo que, olhando de cima, você veja apenas o seu bordo superior.

Desenhe o que você vê, olhando de cima.



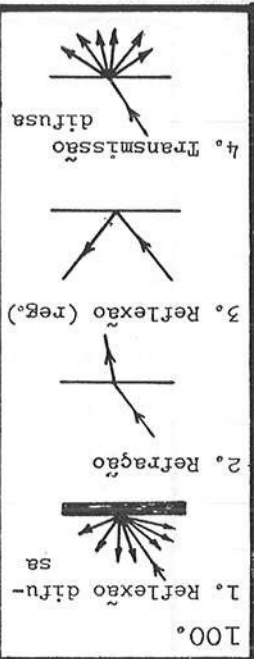
DESLIGUE O PROJETOR

51.

vácuo
vidro
água
ar

52. Num lago parado, a superfície de separação entre os dois meios óticos ar e água é plana.

Numa bolinha de gude, a superfície de separação entre os dois meios óticos ar e vidro é plana curva.

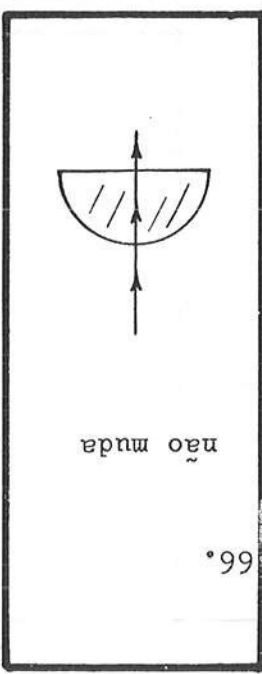
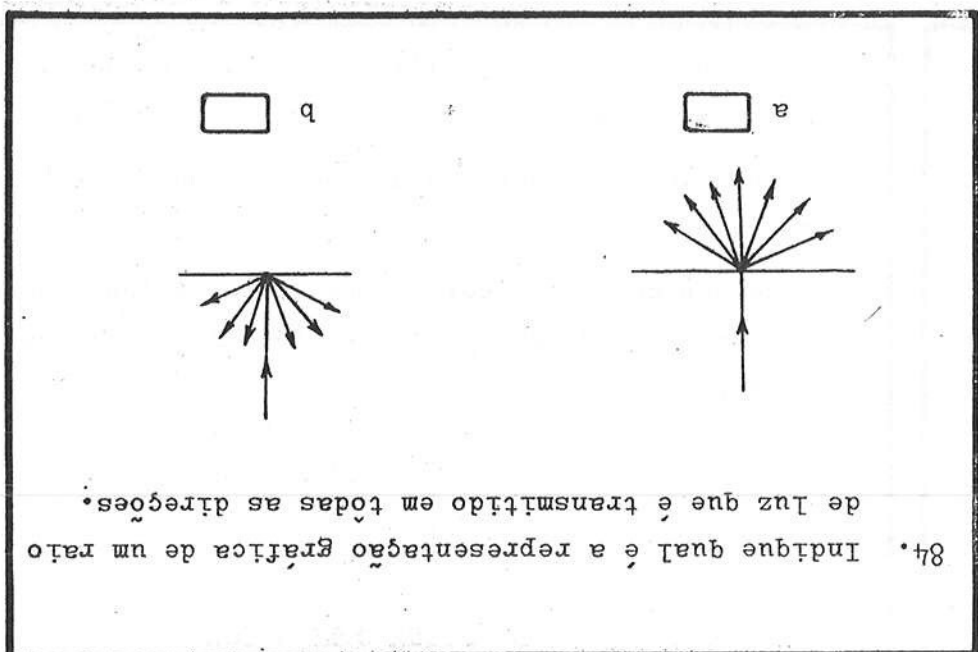


101. A refração pode se dar quando um raio de luz passa de um meio transparente a um meio _____.

A transmissão difusa se dá quando um raio de luz passa de um meio transparente a um meio _____.

83.

todas as direções



67. Nas experiências você observou que é preciso pelo menos: _____

um

dois

três

quatro

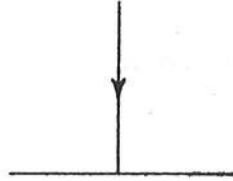
meio(s) a fim de que um raio possa mudar de direção.

12.

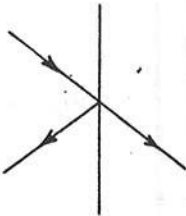
b

13. Continuando a experiência, coloque o bloco em posição perpendicular ao raio que incide sobre ele.

Olhe pelo visor e complete a figura com a direção, as direções em que é refletido o raio.



32.



33. O fenômeno observado é semelhante ao que ocorre quando o raio incide sobre a superfície de:

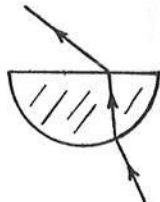
- a um espelho ou chapa de alumínio
- b um bloco de vidro

52.

curva

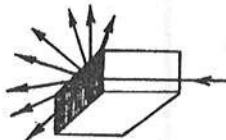
53. Se o bloco de vidro que você usa for colocado na água, a superfície de separação entre os meios _____ e _____ será curva plana.

65. Quando a direção do raio dentro da água é perpendicular à superfície plana do tanque (figura abaixo), o raio muda, não muda de direção ao passar da água para o ar. Complete a figura



muda

82. Tome o bloco de parafina da sua caixa. Se necessário, abaxe um pouco a fita adesiva preta colocada na fenda do projetor, para que essa fique da altura do bloco. Coloque o bloco em posição vertical na trajetória do raio (fig.).

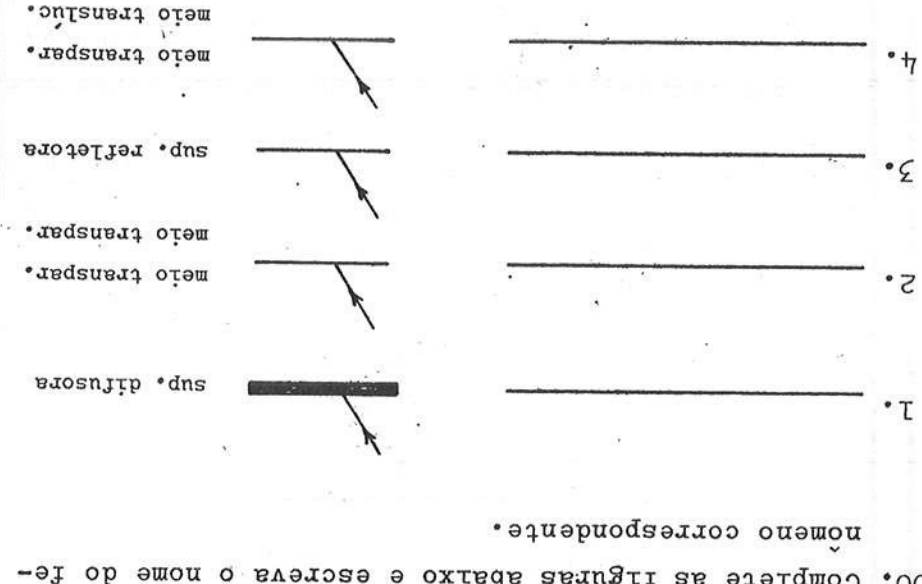


a face fôca

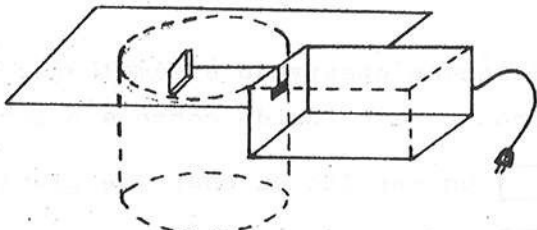
99. Complete as figuras abaixo e escreva o nome do fenômeno correspondente.

refletora (ou
póida para
a luz)
difusora

100. Complete as figuras abaixo e escreva o nome do fenômeno correspondente.

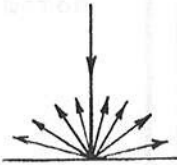


83. Tome o bloco de parafina da sua caixa. Se necessário, abaxe um pouco a fita adesiva preta colocada na fenda do projetor, para que essa fique da altura do bloco. Coloque o bloco em posição vertical na trajetória do raio (fig.).



de luz é transmitido em uma direção, todas as direções.

13.
as direções



14. Tire a tampa de alumínio do projetor.
Segure-a numa posição perpendicular à mesa.
Faça o raio incidir obliquamente sôbre ela.
Olhe por cima, para o papel branco: o raio é refle-
tido em uma só direção várias direções.

COLOQUE DE NOVO A TAMPA SÔBRE O PROJETOR

33.

b

34. Havíamos chamado de superfícies polidas para a luz, ou refletoras, às superfícies que refletem ape-
nas um raio quando sôbre elas incide um raio de luz.

Dê exemplo de uma superfície refletora usada nes-
tas últimas experiências.

53.

água
vidro (bloco
de vidro) ou
vice-versa.

plana

54. Você vai fazer, agora, outra experiência.
Verifique se o filamento da lâmpada está vertical.
Coloque o bloco de vidro sôbre uma fôlha de papel
branco, com a superfície não polida voltada para
baixo (fig.1), numa posição tal que o raio de luz
incida obliquamente em relação à superfície de se-
paração entre o ar e o vidro. (fig. 2).

folha de
papel

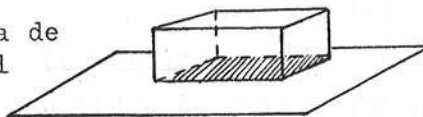


fig.1

sup.de
separação

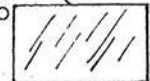


fig. 2

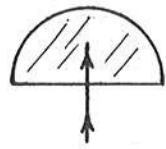
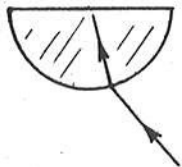
Observe, pelo visor, que o raio de luz proveniente
do projetor muda não muda de direção, ao
atravessar a superfície de separação.

65. Agora, você vai descobrir o que ocorre quando o raio passa da água para o ar.

Gire o tanque lentamente de forma que o raio dentro da água não fique perpendicular à superfície plana do tanque (figura).

Observe pelo visor que o raio - que se propaga na água - muda não muda de direção ao passar da água para o ar.

Complete a figura acima mostrando o raio que passa para o ar.



não

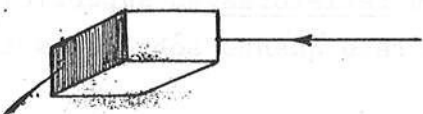
64.

82. Se a face fôca do bloco fôsse colocada do lado opo-

to ao que estava, como mostra a figura, o raio seria transmitido em tôdas as direções ao atravessar

a face polida a face fôca

face fôca



Complete o desenho.

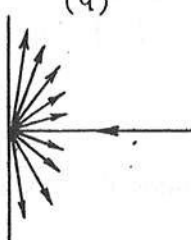
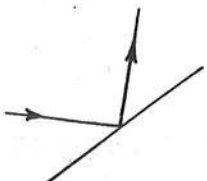
tôdas as

direções

81.

No caso (a) o raio incide sobre uma superfície

No caso (b) incide uma superfície



dois meios

transparentes

tes


98.

99.

14.

uma só direção

15. Complete o desenho indicando como foi refletido o raio nesta última experiência.



Portanto, a reflexão produzida pela superfície de alumínio é semelhante à do

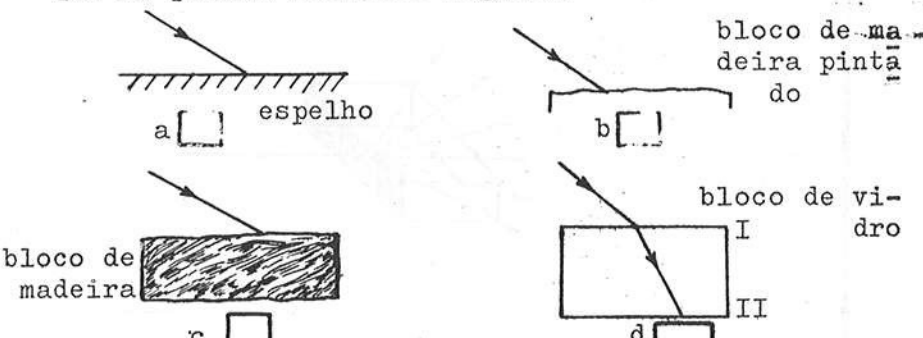
bloco de madeira espelho

34.

superfície do bloco de vidro ou do pedaço de celulóide ou do espelho ou da chapa de alumínio.

35. Quando um raio de luz incide sobre uma superfície e esta reflete apenas um raio, isto é, reflete o raio em uma só direção, temos o fenômeno da reflexão regular ou simplesmente reflexão.

Assinale abaixo as figuras que representam casos em que se produz reflexão regular.



Nas figuras assinaladas, trace o(s) raio(s) refletido(s).

54.

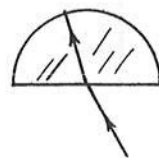
muda

55. Desenhe uma figura que mostre o bloco e o raio que incide e penetra no bloco, como você os vê, olhando através do visor.

Nota: não se preocupe com os outros raios que você observa; nós nos ocuparemos deles posteriormente.

63.

sim



64. O raio muda de direção quando incide perpendicularmente a superfície plana do tanque (figura abaixo)?

sim não

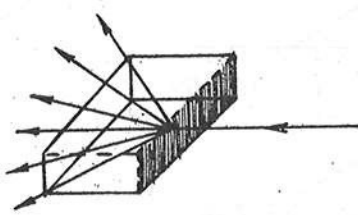
Complete a figura mostrando o raio na água.



80.

à face fôca do bloco (ou equiva-
lente)

A figura representa um raio de luz que é transmitido através do vidro em



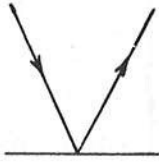
81.

refletora (pó-
lida para a
luz)
difusora (fô-
ca)

97.

98. Um raio de luz pode sofrer refração quando atravessa a superfície de separação entre

15.



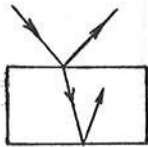
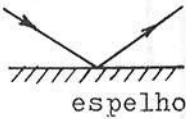
espelho

16. Há no seu material uma pequena caixa de papelão. Se você a colocasse na trajetória de um raio de luz, ocorreria uma reflexão semelhante à que ocorreu com o espelho a face branca do bloco de madeira.

35.

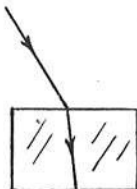
a

d

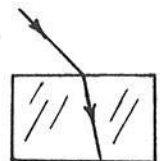


36. Em que consiste a reflexão regular?

55.




56. Gire o bloco lentamente e observe o raio de luz que incide na superfície do bloco, e o raio que passa para o vidro (fig.).



Você observará que:

- a) quando a direção do raio de luz que incide sobre o bloco não é perpendicular à superfície do bloco, o raio muda não muda de direção ao passar do ar para o vidro.
- b) quando a direção do raio de luz que incide sobre o bloco é perpendicular à superfície desse, o raio muda não muda de direção ao passar do ar para o vidro.

63. Encha o tanque de água até a metade. Se a altura da tenda do projetor for maior do que a altura da água, abaixe um pouco a fita adesiva preta. Coloque o tanque sobre uma folha de papel na trajetória da luz. O raio deve incidir obliquamente sobre o tanque (fig.).



Observe com o visor: o raio muda de direção ao passar do ar para a água? sim não

Complete a figura mostrando o raio na água.

80. Na primeira experiência, o raio de luz foi transmitido em uma direção, na segunda em todas as direções. A que você atribui a diferença?

97. Um raio de luz é refletido em uma só direção quando incide sobre uma superfície _____; em várias direções quando incide sobre uma superfície _____.



79. todas as direções

96. pode ser desviado (pode mudar de direção)

16.

faça branca
do bloco de
madeira.

17. As superfícies que refletem apenas um raio quando sôbre elas incide um raio de luz, são chamadas superfícies refletoras ou superfícies polidas para a luz.

Assinale abaixo as superfícies que você considera polidas para a luz ou refletoras:

- a superfície de um espelho
- b superfície de uma borracha
- c superfície da chapa de alumínio
- d superfície de um tapete de lã
- e superfície de uma rua asfaltada

36.

Um raio é refletido em uma só direção (ao incidir sôbre uma superfície refletora).

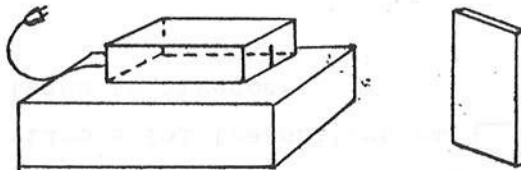
ou

Um raio de luz incide em uma superfície e essa reflete um só raio.

(ou equivalente).

37. Vamos fazer outra experiência.

Coloque o projetor de forma que o raio de luz seja projetado sôbre uma parede ou sôbre o suporte retangular. Neste último caso, apoie o projetor sôbre a caixa do material (fig.).



Fique de pé.

Olhe para a faixa de luz projetada sôbre o suporte ou parede. Mude de posição e continue olhando para a luz, sem mover o suporte. Olhe em várias posições.

Você vê sempre a luz projetada? Sim Não.

56.

muda

não muda

57. Desenhe duas figuras que mostrem os dois casos observados na experiência anterior (mostre os dois raios e o bloco em cada figura).

96. Refração é o fenômeno em que um raio de luz _____ ao atravessar a superfície de separação entre dois meios transparentes.

95. f
d
c

79. A porção de luz perto do bloco indica que o raio atravessou o vidro e foi transmitido em uma direção todas as direções.

78. Luz perto do bloco
uma porção de

62. Um raio de luz, portanto, pode mudar de direção ao passar do ar para o vidro e do vidro para o ar. Agora você vai fazer experiências para verificar se isso é verdadeiro quando o raio passa do ar para a água.

61. a
b

17.

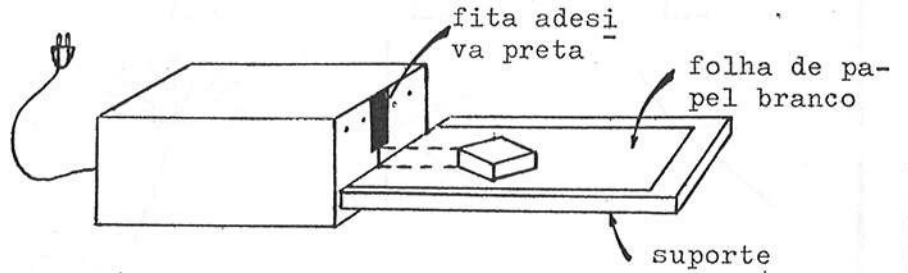
a

c

18. Agora vamos estudar o bloco de vidro.

Coloque o bloco na trajetória do raio de luz, obliquamente, com a face não polida para baixo.

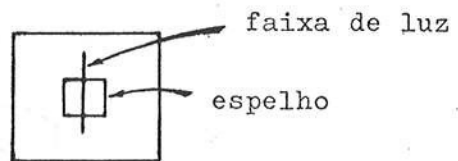
Cubra a parte superior da fenda do projetor com um pedaço de fita adesiva preta, de forma que a fenda fique da altura do bloco de vidro. (veja figura).



37.

Sim

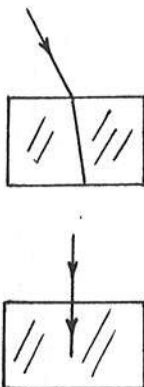
38. Sobre a faixa de luz projetada no suporte, coloque o espelho, segurando-o com a mão (fig.).



Repita o processo da experiência anterior, olhando para a luz de diferentes posições, mas sem mover o suporte.

Você vê sempre a faixa de luz projetada no espelho? sim não

57.



58. Coloque uma vez mais o bloco de vidro em posição não perpendicular à direção do raio que vem do projetor.

Observe a trajetória seguida pelo raio dentro do vidro (fig.)



A direção desse raio muda não muda, quando passa do vidro para o ar.

Desenhe na figura o raio que passa do vidro para o ar.

reflexão di-
fusa
reflexão (re-
gular)

94.

95. Das figuras abaixo, assinale a(s) que representa(m) refração.

transmitido
uma direção

77.

78. Sem tirar o visor, gire o bloco, de maneira que ele fique com a face polida frente à fenda (fig.).

Observe pelo visor. Você vê:

- um raio transmitido em uma direção
- uma porção de luz perto do bloco

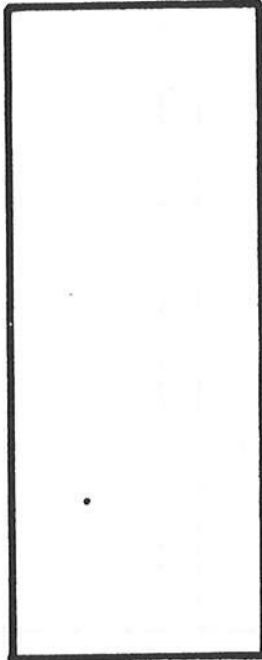
60.

61. Ao passar do ar para o vidro (fig.1), um raio de luz muda de direção:

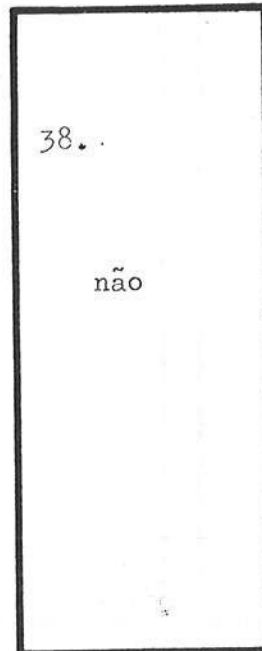
- a antes de passar do ar para o vidro
- b ao atravessar a superfície de separação entre os dois meios
- c depois de passar do ar para o vidro.

Ao passar do vidro para o ar (fig.2), ele se desvia:

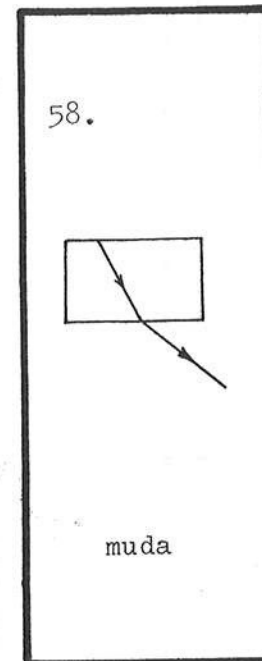
- a ao atravessar a superfície de separação entre os dois meios
- b antes de passar do vidro para o ar
- c depois de passar do vidro para o ar.



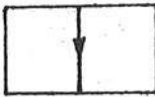
19. Coloque o visor e olhe por cima.
Assinale se você pode observar:
a) parte do raio que incide penetra no vidro.
 sim não
b) outra parte é refletida.
 sim não



39. De acôrdo com o que você aprendeu anteriormente, só é possível ver um objeto quando a luz dêle proveniente penetra em nossos olhos.
Se você vê a faixa projetada no suporte mesmo de posições diferentes, é porque a luz é refletida pelo suporte em uma só direção tôdas as direções.
Com o espêlho dá-se fenômeno igual contrário.



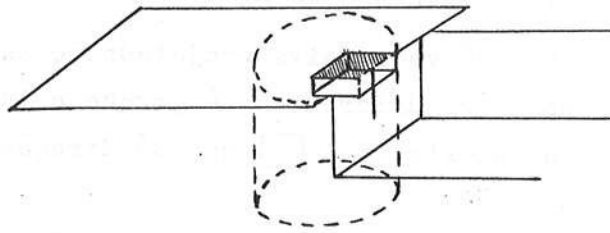
59. Gire o bloco lentamente até que a direção do raio no interior do bloco seja perpendicular à superfície do bloco. (fig.)



O raio muda não muda de direção ao passar do vidro para o ar.
"Complete a figura mostrando o raio que passa para o ar".

94. Quando um raio de luz é refletido em todas as direções, temos o fenômeno da _____ .
 Quando é refletido em apenas uma direção temos o fenômeno da _____ .

O raio de luz é refletido transmitido em uma direção todas as direções.



77. Ligue o projetor. Coloque o visor, e em seguida encoste o bloco de vidro à tenda do projetor, com a face não polida para baixo (fig.).

Nota: Caso você não esteja certo da posição correta de cada raio que irá incluir nas figuras, faça experiências como já aprendeu para determiná-las.



b) O raio de luz que passa do vidro para o ar (penetra no ar).

a) O raio de luz que passa do ar para o vidro (penetra no bloco).
 Complete as figuras abaixo, com:

19.

sim

sim

VOLTE À PAG. 1 QUADRO Nº 20

39.

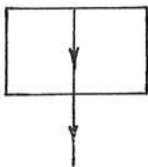
condan. e. d. r.
reções

contrário

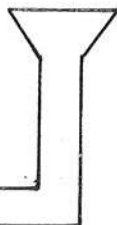
VOLTE À PAG. 1 QUADRO Nº 40

59.

não muda



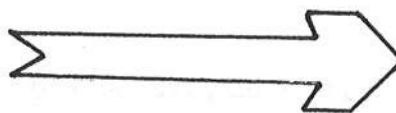
Nº 60



CAPÍTULO III

IMAGENS

3. IMAGENS



Vire a
página
e comece

12. Você viu que a imagem do alfinete de cabeça branca se encontrava na direção do raio

_____.

Na sua fôlha, prolongue êsse raio com linha pontilhada, para traz da linha do espêlho.

24. Desligue o projetor.

Trace o contôrno do bloco e retire-o do papel.

Trace as retas determinadas por 1 - 2 e 3 - 4.

FIM DO CAPITULO III

68.
A posição de uma imagem formada por reflexão em uma superfície plana é simétrica em relação ao objeto e não depende da posição do observador.
A posição de uma imagem formada por reflexão em uma superfície plana depende da posição do observador.

VOLTE A PÁGINA 14, QUADRO Nº 58

57.
Quando se encontram sobre uma perpendicular a essa reta, a igual distância da mesma, são

VOLTE A PÁGINA 14, QUADRO Nº 47

46.
,

1. Ao se colocar diante de um espelho você vê a sua imagem (figura 1). O mesmo se dá quando alguém se inclina sobre a superfície de um lago parado (fig. 2).

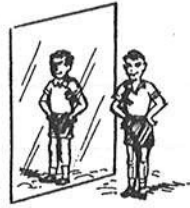


fig.1

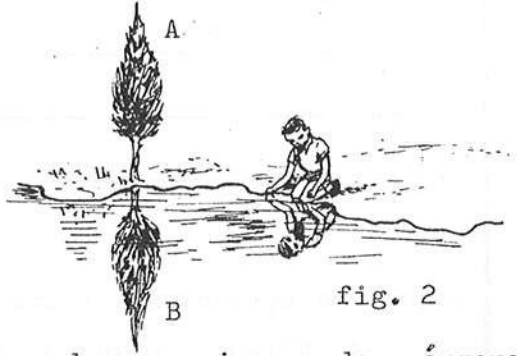
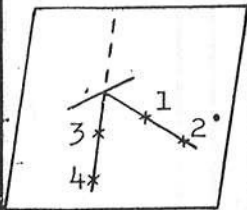


fig. 2

Na figura 2 o menino pode ver a imagem da árvore, que se indicou com a letra _____, e a própria árvore, que se indicou com a letra _____.

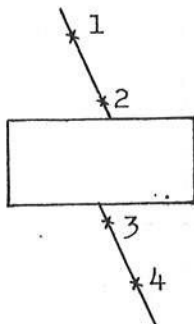
12.

refletido



13. A linha pontilhada indica a posição exata apenas a direção em que se encontrava a imagem.

24.



25. Você observou que a imagem do alfinete se encontra na direção do raio. 1 - 2

3 - 4

(Se não tiver certeza, verifique de novo).

Prolongue esse raio com linha pontilhada, a fim de indicaro(a) _____ em que você vê a imagem.

reflexão e
refração.

67.

68. Qual a diferença que existe entre a posição de uma
imagem formada por reflexão e uma formada por refra-
ção em superfícies planas?

são

é

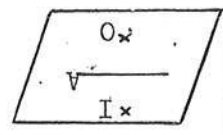
I
O

56.

Os pontos O e I são não são simétricos
em relação à superfície refletora.

reta?

57. Quando dois pontos são simétricos em relação a uma



45.

Verifique com esquadro: o segmento OI é
 não é perpendicular a \bar{S} .

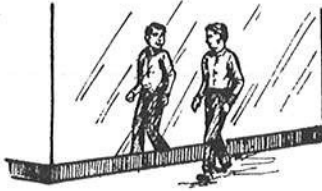
46. Trace o segmento que une os pontos O e I.

1.

B

A

2.



Este pedestre pode observar sua imagem no vidro da vitrina? sim não



O banhista pode ver sua imagem na areia? sim não

13.

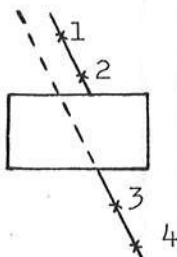
apenas a
direção

14. Portanto, a imagem se encontra em um ponto do prolongamento do raio _____ e atrás à frente do espelho.

25.

3 - 4

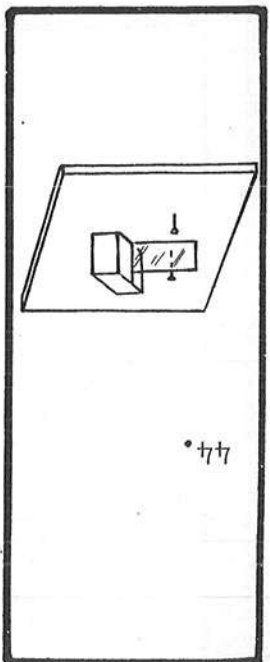
direção



26. A reta 1 - 2 representa o raio que _____ sobre a superfície do bloco,.

A reta 3 - 4 representa o raio que foi refletido refratado ao passar do vidro para o ar. Portanto, a imagem se encontra em um ponto do prolongamento do raio _____

45. Sempre colocado em frente ao primeiro alfinete, trace uma linha pelo bordo posterior da lamina de vidro. Retire o vidro e o bloco de madeira. Retire os alfinetes. Coloque a letra \bar{O} no ponto onde se encontrava o alfinete-objeto e a letra \bar{I} no ponto em que se encontrava a imagem. Coloque a letra \bar{S} na linha que representa a superfície refletora.



44.

56. Uma o ponto em que estava o alfinete-objeto (ponto \bar{O}) com o ponto em que se encontrava a imagem (ponto \bar{I}). Verifique, não levando em conta pequenos erros experimentais: 1) O segmento \bar{OI} é e não é perpendicular à reta que representa a posição da superfície refletora. 2) As distâncias de ambos os pontos à reta são não são iguais.

55. Imagem não varia

67. Quais os fenômenos responsáveis pela formação de imagens?

66. e não depende depende

2.

Fig.A- sim

Fig.B- não

3. Sem virar a cabeça para traz, localize, com o espelho do seu material, a imagem de um colega que esteja atrás de você.

A imagem do seu colega se acha atrás de você, à sua frente.

14.

refletido
atrás

15. No esquema abaixo representamos um espelho, um alfinete e um olho.

a) De acordo com o que você observou na experiência, trace o raio que parte do alfinete e incide sobre o espelho, e o raio que chega ao olho.



b) Prolongue o raio que chega ao olho com linha pontilhada.

26.

incidiu
refratado

refratado

(que se refratou)

(que se desviou)

27. Essa experiência mostra que também se podem ver imagens quando há _____ da luz.

66. Resumindo as conclusões das duas últimas experiências:
 1º) A posição de uma imagem formada por reflexão em uma superfície plana é não é simétrica em relação à posição do objeto, e portanto depende não depende da posição do observador.
 2º) A posição de uma imagem formada por refração em uma superfície plana depende não depende da posição do observador.

não

65.

55. As linhas 1-2, 3-4 e 5-6 são as que você seguiu ao observar a imagem do alfinete de diferentes posições. Portanto, o ponto em que elas se encontram indica a posição exata do(a) _____ . Coloque nesse ponto a letra I. Portanto, a posição da imagem varia não varia ao variar a posição do observador.

sim

54.

44: Regue outro alfinete. Observando a imagem do primeiro alfinete com um olho só, preguem-o no lugar onde se vê a imagem. Faça-o com cuidado, de maneira que o alfinete se sobreponha à imagem. Observe agora com o outro olho. Se a imagem e o segundo alfinete aparecem em lugares diferentes, modifique a posição do alfinete até que coincidam exatamente.

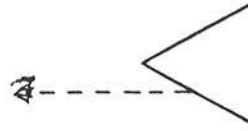
atrás

43.

3.

à sua frente

4. Pegue o prisma triangular do seu material e segure-o com os dedos polegar e indicador nas faces obscas. Olhe através do prisma para os objetos da sala, colocando uma das arestas perto do olho, como na figura.



O que você vê são as imagens dos diversos objetos.

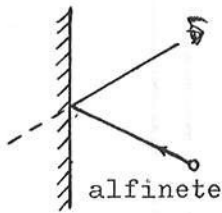
Quanto às cores, as imagens aparecem exatamente iguais aos objetos?

sim não

E quanto à forma?

sim não

15.



16. A linha pontilhada que você traçou indica _____

_____.

27.

refração

28. Reflexão e refração são duas formas de _____ a luz de sua trajetória.

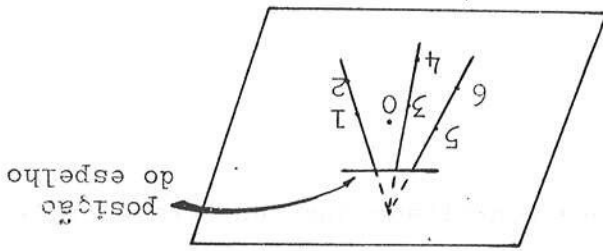
Na primeira experiência que você fez havia reflexão da luz, na segunda havia refração. Portanto, em ambos os casos a luz foi _____.

D
C
B
A

64.

65. É possível determinar a posição de uma imagem formada por reflexão se não se indicar a posição do observador?

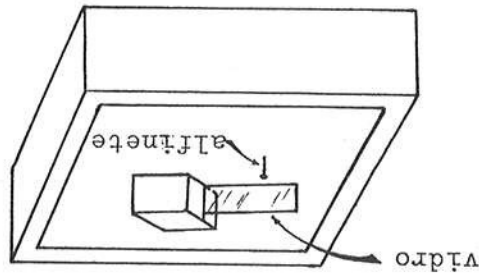
sim não



54. Trace as retas 1-2, 3-4 e 5-6, e prolongue-as para trás da linha que indica a posição do espelho. As três retas passam por um mesmo ponto?

sim, não

d) Coloque o suporte em cima de caixa do material, de maneira que o alinhete fique à sua frente.
Pique de costas para a luz.
A imagem do alinhete se acha à frente atrás do vidro.



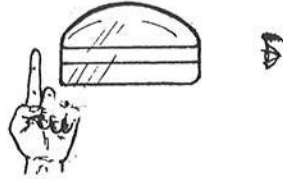
43. a) Coloque uma folha sobre o suporte.
b) Pegue o bloco de madeira e a lâmina de vidro retangular.
c) Coloque o vidro no sulco do bloco e ponha ambos sobre o papel.
Pegue um alinhete em frente ao vidro (fig.).

4.

não (estuda
remos mais
tarde o efei
to das cores)

não

5. Pegue o tanque semicircular e encha-o de água até a metade. Segure-o com uma das mãos e coloque um dedo da outra mão na posição indicada pela figura.



Você observa que a _____ do seu dedo é
 mais grossa mais fina do que seu dedo.

79

16.

a direção em
que se encon
tra a imagem.

17. Na experiência anterior, você observou a imagem do alfinete seguindo o raio refletido.

Isto significa que nós podemos ver imagens quando há _____ da luz.

28.

desviar

desviada

29. Nas duas experiências você viu a imagem do alfinete, e não o próprio alfinete, porque o raio de luz que vinha do alfinete _____ antes de chegar aos seus olhos.

41.

refração

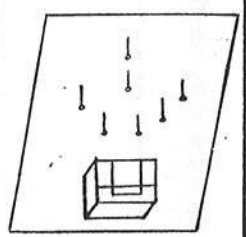
b

b

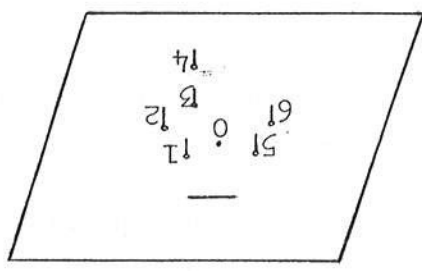
reflexão

42. Até agora falamos da direção em que se encontra a imagem que uma pessoa observa. Vamos ver agora se é possível determinar a posição exata da imagem de um objeto.

52.

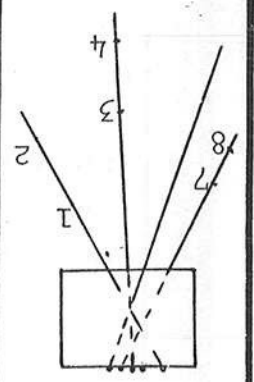


53. Sem mexer o bloco, levante o elástico e retire o espelho. Trace uma linha pelo bordo do bloco, indicando assim a posição da face posterior do espelho. Retire o bloco. Coloque a letra O no ponto do alfinete objeto. Numere os outros alfinetes como indica a figura.



Retire os alfinetes.

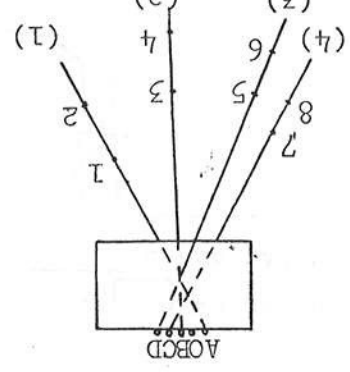
Voce obterá aproximadamente este desenho



63.

Da posição (1) o observador vê a imagem do alfinete situada no ponto

Observando a figura deduz-se que:



Da posição (2), vê a imagem no ponto

Da posição (3), vê a imagem no ponto

Da posição (4), vê a imagem no ponto

64.

5.

imagem
mais grossa

6. A sua imagem, a imagem de outras pessoas ou a imagem de objetos pode ser observada por meio de:

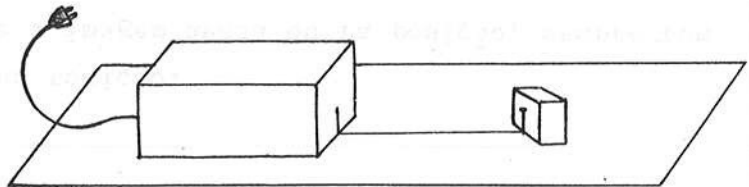
- a. a superfície externa de seu projetor
- b. uma parede de tijolos
- c. uma garrafa cheia de água
- d. a superfície do para-choque cromado de um carro
- e. uma folha de cartolina preta
- f. os óculos escuros de um colega

17.

reflexão

18. Vamos fazer outra experiência.

- a) Coloque uma folha branca sobre o suporte, e sobre ela coloque o bloco de vidro com a superfície fôska para baixo.
- b) Ligue o projetor e coloque-o de forma que o raio de luz incida obliquamente sobre o bloco.
- c) Pregue um alfinete na trajetória do raio, junto ao bloco, como indica a figura.



29.

foi desviado
(mudou de direção, foi refletido ou refratado).

30. Se o bloco de vidro ou o espelho não tivessem sido colocados, você veria o próprio alfinete, e não sua imagem. Porque?

63. Trace as retas 1-2, 3-4, 5-6 e 7-8, e prolongue-as até a linha que marca a posição da superfície alinhete-objeto.
 Todas as retas chegam a um mesmo ponto dessa linha? sim não

52. Mude sua posição.
 Observe a imagem dessa outra posição, sempre com um olho só.
 Coloque dois alinhetes na direção em que você está observando a imagem.
 Repita esse processo para mais uma posição diferente.

Observe o alinhete da posição A indicada na figura.
 A imagem do alinhete que você observa foi formada por refração reflexão

Essa imagem é: a igual ao alinhete b um pouco mais grossa que o alinhete e talvez com os bordos coloridos

Observe o alinhete da posição B. Ve-se outra imagem: a = a que você observou do ponto A b = a que você observaria através de um espelho

Ou seja, essa imagem foi formada por reflexão refração



6.

a

c

d

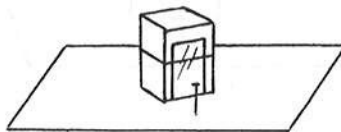
f

7. Com o auxílio de um elástico, prenda o espelho ao bloco de madeira do seu material, como na figura.

Coloque uma folha de papel branco sobre o suporte.

Sobre ela coloque o bloco com o espelho.

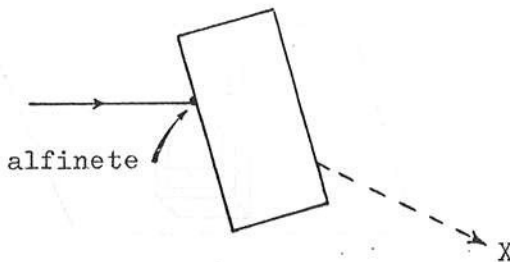
Pregue um alfinete no papel, na direção do espelho, mas não muito próximo a ele (fig.).



Se você se puser de frente para o espelho, será possível ver

- o alfinete
- a imagem do alfinete
- ambos

19.



Do ponto X, indicado na figura, olhe para o bloco.

Como você vê o alfinete? _____

30.

Porque o raio de luz vindo do alfinete não seria desviado antes de atingir o olho.

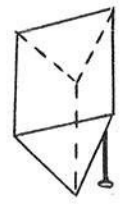
(ou equivalente)

31. Explique quando se vê a imagem de um objeto.

39.

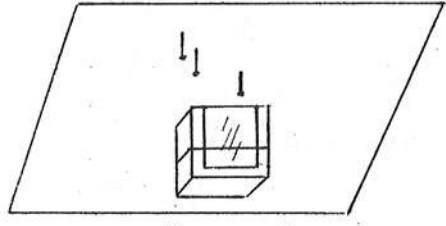
duas

40. a) Coloque uma folha sobre o suporte, e sobre ela coloque o prisma, com uma face fôsea para baixo.
 b) Pregue um alfinete bem junto a uma das faces do prisma (fig.)



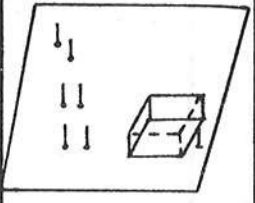
51.

Com um só olho, observe a imagem do alfinete no espelho. Coloque um alfinete na direção em que você esta observando a imagem.
 Coloque outro alfinete na mesma direção, de tal maneira que a imagem do alfinete de cabeça branca, e os outros dois alfinetes se sobreponham (fig.).

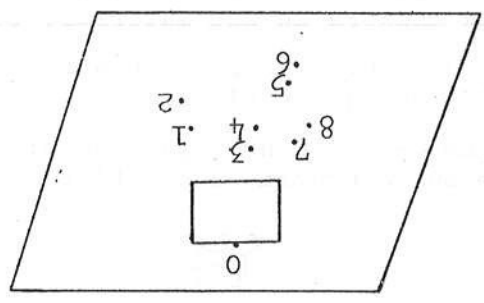


Nota: Não importa se as cabeças dos alfinetes não estiverem perfeitamente alinhadas. O importante é que as partes inferiores estejam.

61.



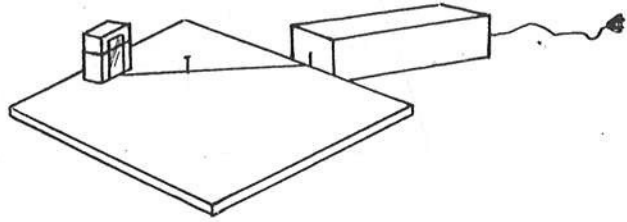
62. Retire o alfinete-objeto e indique com a letra O o ponto em que estava colocado.
 Retire os pares de alfinetes utilizados em cada observação e numere os pontos: 1-2, 3-4, 5-6 e 7-8.
 Trace o contorno do bloco e retire-o.



7.

ambos

8. Tome o projetor, verifique se o filamento está paralelo à fenda e ligue-o.
Faça o raio de luz passar pelo ponto em que está pregado o alfinete e incidir obliquamente sobre o espelho (fig.).



Ao chegar ao espelho o raio se _____
A imagem do alfinete se encontra na direção do raio
 incidente refletido.

19.

dividido em
duas partes
(quebrado)

ou equiva-
lente.

20. A parte inferior do alfinete, que você vê através do bloco, é o próprio alfinete
 a imagem do alfinete.

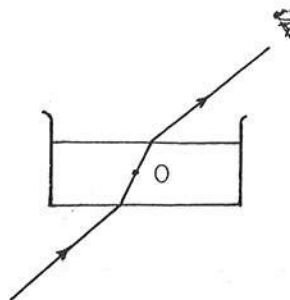
Portanto, nesse caso, o raio de luz que chega ao seu olho vem do alfinete
 da imagem.

31.

Quando o raio de luz que sai do objeto é desviado antes de chegar ao olho.

(ou equivalente)

32. A figura mostra um tanque com água, dentro do qual foi colocado um objeto O.



Indique com linha pontilhada a direção em que o observador enxerga a imagem do objeto O.

61. Do ponto indicado pela figura, observe a imagem do alfinete e coloque dois alfinetes alinhados com a imagem observada.

Repita o processo observando a imagem de três ou-
tras posições diferentes.

50. A experiência que se segue deve ser feita devagar e com muito cui-
dado.

Coloque o suporte sobre a caixa de material. Sobre o suporte colo-
que outra folha em branco. Sobre ela disponha o espelho fixado
ao bloco de madeira (fig.).

Para que o bloco não saia do lugar, fixe-o ao suporte colocando
um alfinete de cada lado, um atrás e dois na frente (fig.).

Preque um alfinete em frente ao espelho.
Pinte com giz branco a cabeça desse alfinete.

49. objeto e a imagem são simétricos em relação à superfície refletora (ou equivalente).

39. Você aprendeu que quando há um desvio de um rai-
o de luz há formação de imagem.

Quantas imagens você prevê que se formaria por cau-
sa do prisma?

38. desviar

8.

reflete

refletido

9. Pinte a cabeça do primeiro alfinete que você colocou com giz branco.

Pregue outro alfinete na trajetória do raio incidente, entre o alfinete de cabeça branca e o projetor.

Pregue outros dois alfinetes na trajetória do raio refletido.

Coloque-se frente ao último alfinete pregado. Vê-se que os alfinetes colocados na trajetória do raio refletido e a imagem do alfinete de cabeça branca estão não estão alinhados.

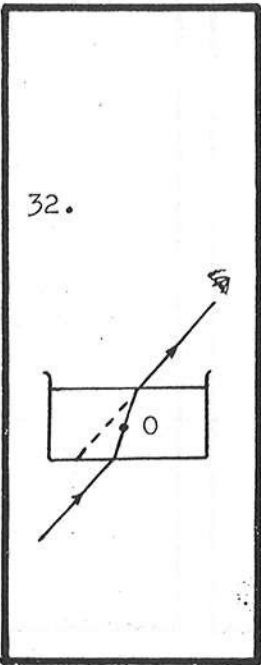
20.

imagem do alfinete

da imagem

21. Olhe para o bloco por cima. Não olhe para as faces laterais.

Ao entrar e sair do vidro o raio sofre o desvio chamado _____.



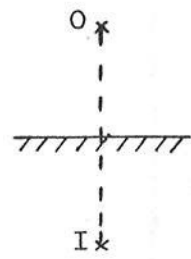
33. A figura mostra uma pessoa olhando para um peixe.

Para o olho do observador, o peixe está na posição indicada pela figura em outra posição.

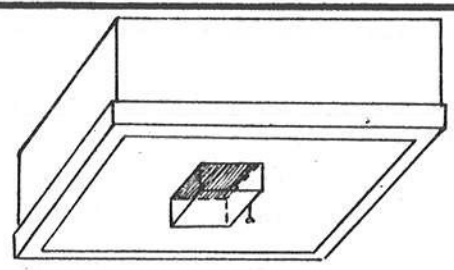
Portanto, ele vê o peixe a imagem do peixe.

be
LJ
ns
we
is
mT
O
mT
qo
67

88



59.



Pregue um alfinete junto a uma das faces.

60. Determinamos a posição da imagem formada por reflexão. Vamos fazer o mesmo com a imagem formada por refração. Coloque o suporte sobre a caixa. Sobre ele coloque outra folha, e sobre a folha o bloco, e sobre a folha o bloco de vidro com a face fosca para baixo (fig.). Pregue um alfinete junto a uma das faces.

são iguais
simétricos

48.

49. A reta \bar{s} representa a superfície refletora (vidro). O ponto O representa a posição do(a) _____ e o ponto I a posição do(a) _____. O que você pode afirmar então sobre a posição do objeto e da imagem em relação à superfície refletora?

reflexão
refração

37.

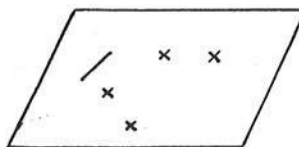
38. Reflexão e refração são duas formas de _____ a luz.

9.

estão

10. a) Desligue o projetor.

Trace uma linha pela base do espelho, indicando a sua posição no papel (fig.). Retire o espelho.



b) Retire os alfinetes, e faça uma cruz nos pontos em que estavam pregados.

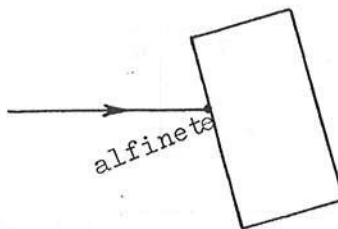
Escreva os números 1, 2, 3 e 4 ao lado de cada ponto, seguindo a ordem em que os alfinetes foram colocados.

c) Trace na sua fôlha de papel branco as retas determinadas por 1 - 2 e 3 - 4.

21.

refração

22. Complete a figura abaixo traçando os dois raios refratados.

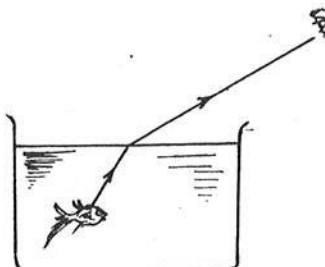


33.

em outra posição

a imagem do peixe.

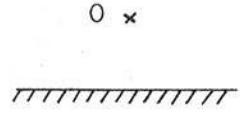
34. Trace com linha pontilhada a direção em que se encontra a imagem do peixe vista pelo observador.



Objeto e ima-
gem são simé-
tricos em re-
lação à su-
perfície re-
fletora.

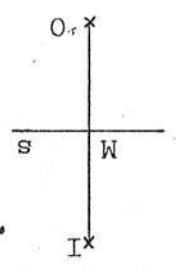
58.

Complete o desenho determinando o ponto I, isto é, o ponto em que se encontra a imagem do objeto.



59. A figura indica uma superfície refletora. O ponto O representa a posição de um objeto.

Não levando em conta pequenos erros experimentais, pode-se dizer que o ponto O e o ponto I são _____ em relação à reta _____.



48. A figura representa o que você havia desenhado na folha. Meça as distâncias OM e MI, em seu desenho. Qual o resultado? _____.

simétricos

47.

57. Portanto, na superfície B do prisma ocorreram os fenômenos de _____ e _____.

refratado

c

refletida

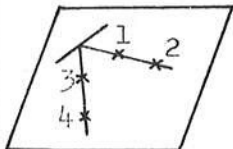
ar

refratada

refratado

56. b - d

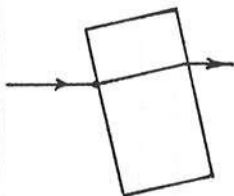
10.



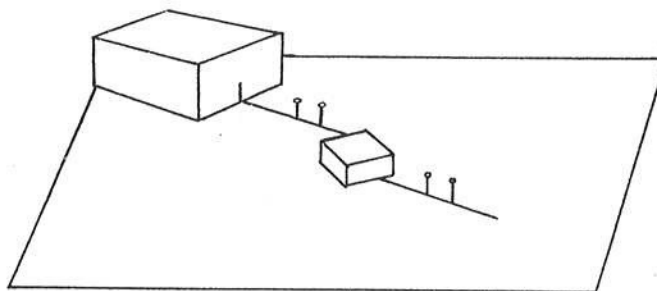
11. A trajetória do raio que incidiu sôbre o espêlho é representada pela reta 1 - 2 3 - 4.

A trajetória do raio que o espêlho refletiu é representada pela reta 1 - 2 3 - 4

22.

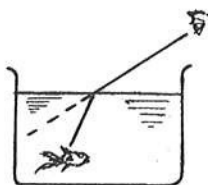


23. Pregue mais um alfinete na trajetória do raio que incide no bloco, e dois na trajetória do raio que sai do bloco (veja figura).



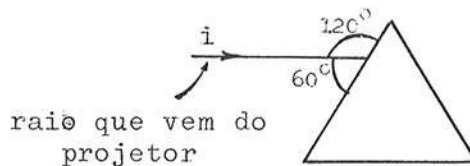
Numere as posições dos alfinetes, como indica a figura. Retire os alfinetes do papel, com cuidado para não mover o bloco.

34.



35. Coloque o projetor sôbre uma fôlha de papel e ligue-o.

Tome o prisma e coloque-o na trajetória do raio, com uma face não polida para baixo, no ângulo indicado pela figura.

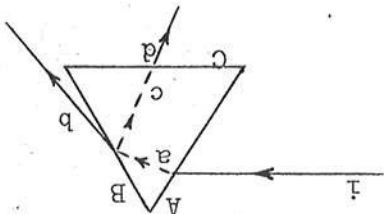


Observe com o visor de cartolina preta.

Após atravessá-lo, sai(saem) do prisma

um raio dois raios.

36. A figura representa o que ocorre quando o prisma foi colocado na posição indicada no quadro anterior.



Os raios que você viu são indicados pelas letras _____ e _____.

O raio \bar{i} incidiu sobre a superfície A e foi refletido refratado, formando o raio \bar{a} .

O raio \bar{a} se propagou no vidro. Ao chegar à superfície B, parte dele foi refletida refratada, formando o raio \bar{b} , que passou

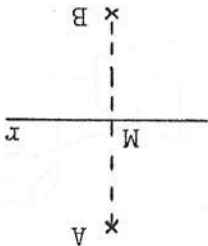
para o ar. Outra parte foi refletida refratada, formando o raio _____,

que ao chegar à superfície C foi _____, formando o raio \bar{d} .

47. Vamos recordar uma propriedade que você estudou em

Geometria:

dois pontos são simétricos em relação a uma reta quando se encontram sobre uma perpendicular a essa reta e a igual distância dela.



Ou seja:

Se $AB \perp r$ e $AM = MB$, então A e B são _____

em relação a \bar{r} .

58. De acordo com as duas experiências, qual a posição do objeto e da imagem em relação à superfície refletora?

11.

1 - 2

3 - 4

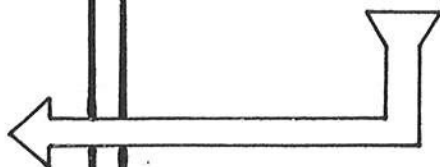
VOLTE À PÁGINA 1, QUADRO Nº 12

VOLTE À PÁGINA 1, QUADRO Nº 24

35.

dois

QUADRO Nº 36



CAPÍTULO IV

LEIS DA REFLEXÃO

4. LEIS DA REFLEXÃO

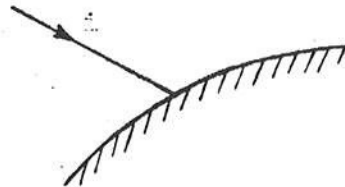


Vire a
página e
comece

10. Na figura abaixo, indique a superfície refletora com as letras "S.R."; e o ponto de incidência com a letra "I".

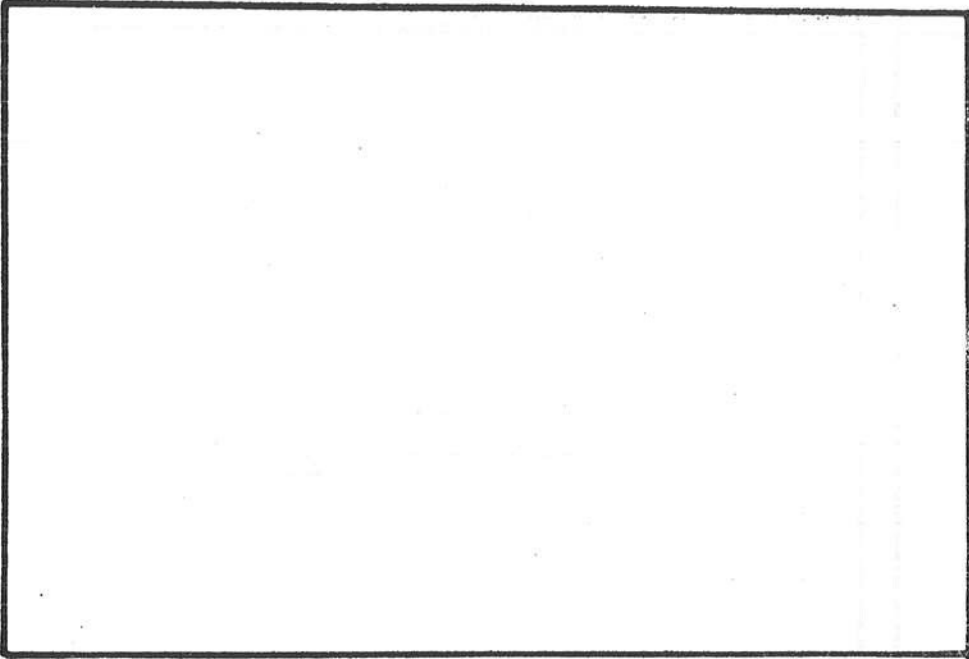
Em seguida trace a normal à superfície refletora no ponto de incidência.

Indique a normal com a letra n.

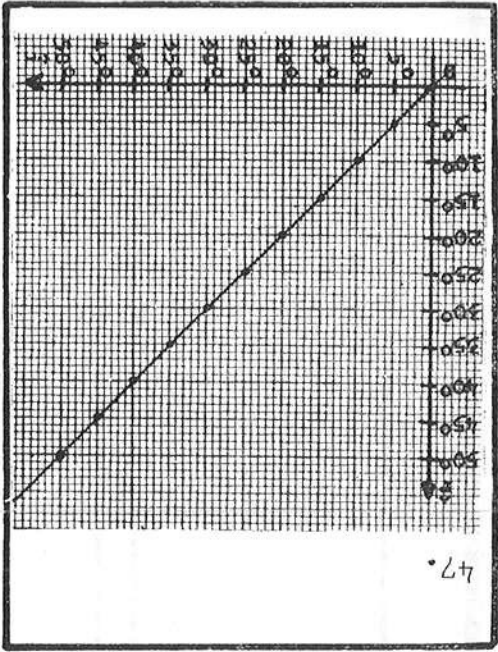


20.

Na figura do quadro anterior, indique com a letra i o raio incidente, e com a letra r o raio refletido.



VOLTE A PAGINA 12, QUADRO Nº 48



VOLTE A PAGINA 12, QUADRO Nº 38

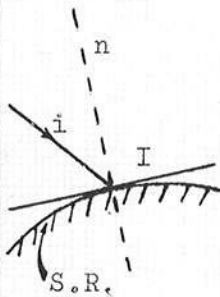
normal
ratio inciden
te
38.

1.

Você aprendeu que um raio de luz ao atingir uma superfície polida (espelho, bloco de vidro, etc.), é refletido em uma tôdas direção(ões).

Chama-se a êsse fenômeno de _____.

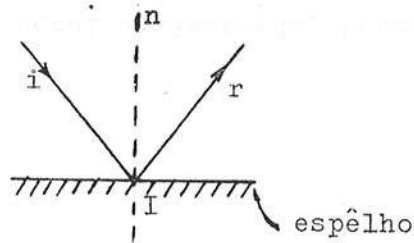
10.



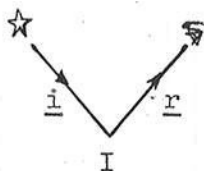
11. O raio incidente, a normal à superfície, e o raio refletido, têm um ponto em comum.

Qual é êle?

(O diagrama pode ajudá-lo).



20.

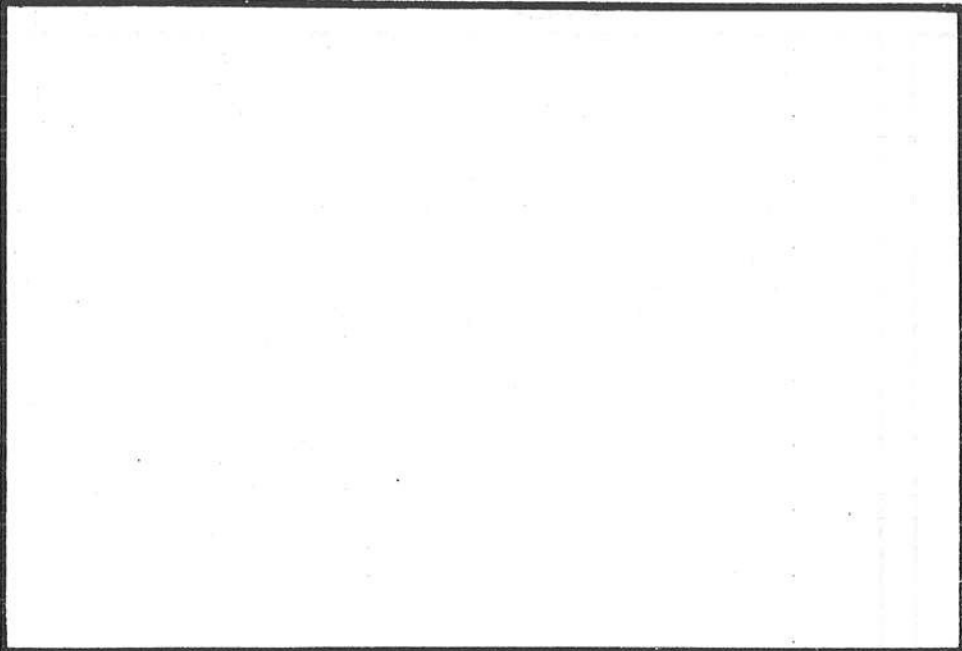


21.

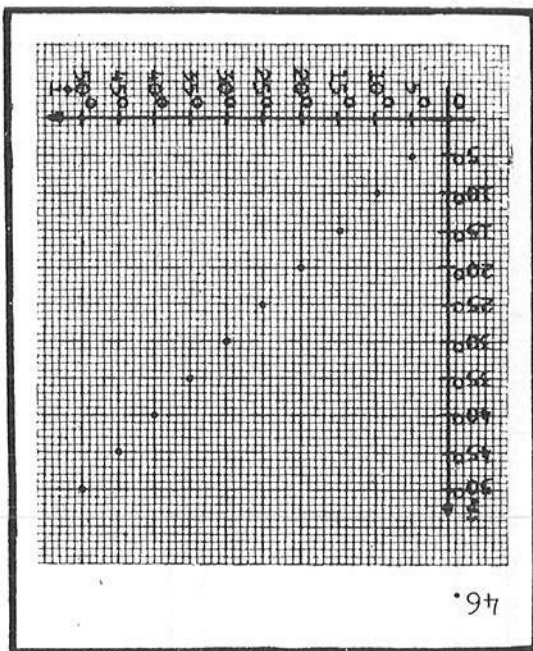
Volte à posição em que, com um só olho, você podia ver a imagem exatamente atrás do ponto I.

Sem mudar de posição, olhe para a figura no cartão.

Onde se acha a figura, com relação à normal? _____



47. No papel milimetrado, trace a "curva" que passa pelos pontos marcados.



38. Ligue o projetor e coloque-o em frente ao espelho (Fig.)

Mova o projetor até que o raio atinja o espelho com um ângulo de incidência igual a 5° .
Esse ângulo é formado pelo(a) _____ e pelo (a) _____.

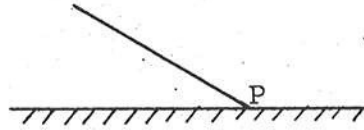
37. reflexão plana

1.
uma
reflexão

2. O raio de luz que atinge uma superfície qualquer ao longo de sua trajetória chama-se raio incidente.

Complete o diagrama de forma que a linha represente um raio incidente.

Assinale-o com a letra i.



11.
O ponto de
incidência

12.

Sabemos então que o raio incidente, o raio refletido e a normal têm um ponto em comum.

A geometria, por sua vez, ensina que duas linhas retas que têm um ponto em comum se situam no mesmo plano.

Em consequência, o que você pode dizer sobre o raio incidente e o raio refletido?

21.
exatamente
atrás da norm
al ou
atrás da norm
al.

22.

Se você vê a figura exatamente atrás da normal, quer dizer que o raio que vem da figura ao(a) _____ corta o(a) _____.

i
r
ε

37. Coloque o cartão atrás da placa, como indica a figura:

Olhando no espelho, você verá as imagens de cada figura. Essas imagens são produzidas por ré-
flexão refração, numa superfície refletora plana curva.

46. No papel milimetrado que há na sua caixa, trace um sistema de eixos (fig.). Represente os valores de sua tabela de maneira que, em cada eixo, 1 mm. represente 10°.

Marque os pontos determinados por cada valor de r e o valor correspondente de i .

FIM DO CAPÍTULO IV

45.

0°	...
10°	...
20°	...
30°	...
40°	...
50°	...
60°	...
70°	...
80°	...
90°	...

45.

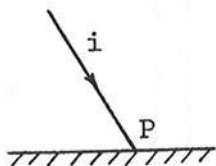
0°	...
10°	...
20°	...
30°	...
40°	...
50°	...
60°	...
70°	...
80°	...
90°	...

54.

1. O raio incidente, o raio refletido e a normal à superfície refletora ficam no mesmo plano.

2. O ângulo de incidência é igual ao ângulo de reflexão.

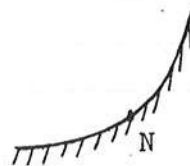
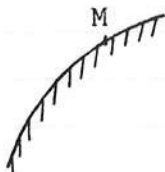
2.



3.

Os diagramas mostram duas superfícies refletoras. Desenhe um raio incidente nos pontos M e N, em cada superfície.

Assinale-os com as letras i e i'



12.

O raio incidente e o raio refletido se situam no mesmo plano.

13.

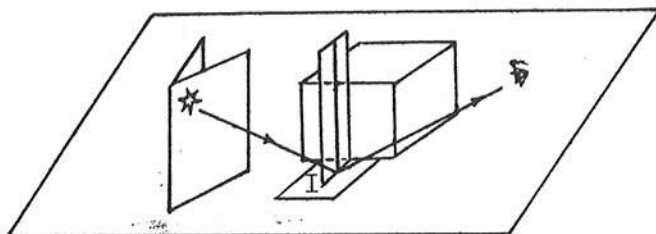
Considerando que o raio incidente e o raio refletido, que têm um ponto em comum, se situam no mesmo plano, podemos colocar o seguinte problema: a normal, que tem em comum com os dois raios o ponto de incidência, situa-se no mesmo plano dos dois raios? Para resolver esse problema vamos fazer uma experiência.

22.

ôlho-normal.

23.

Complete o desenho traçando o raio que vai da estrela ao olho. Indique com a letra P o ponto em que o raio corta a normal.



sim

53.

54. Quais são as duas leis da reflexão que você desco-
briu nas experiências?

1.

2.

0° ou zero.

44.

45.

Inclua os valores obtidos nos quadros 42 e 44 na
tabela do quadro 41.

ângulo de in-
cidência.

ângulo de re-
flexão

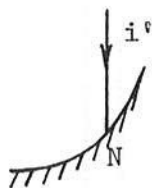
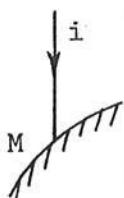
35.

36.

Retire do seu material, para a experiência que se
segue:

- 1) uma folha com um círculo graduado impresso.
- 2) uma folha de papel milimetrado
- 3) projetor de luz
- 4) espelho
- 5) bloco de madeira
- 6) elástico

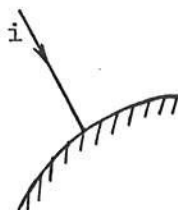
3.



4.

O ponto em que o raio se choca com a superfície é o ponto de incidência.

No diagrama, assinale com a letra I o ponto de incidência do raio i na superfície refletora.

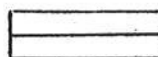


14.

Tome da sua caixa:

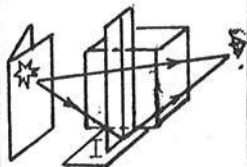
- a) o espelho
- b) o bloco de madeira
- c) um pedaço de cartão branco
- d) a placa de vidro retangular.

Com tinta ou lápis de côr, trace na placa de vidro uma linha perpendicular aos bordos menores, como indica a figura.

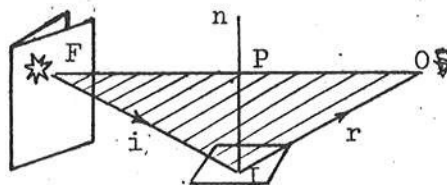


Que outro nome você conhece para "perpendicular"?

23.



24. A fim de simplificar a figura, desenhamos abaixo só a normal, em vez da placa e do bloco. Os três raios de luz compreendidos entre F (figura), I (ponto de incidência) e O (ôlho), determinam um triângulo, que aparece hachuriado na figura.



De acôrdo com suas observações, a normal n e o raio FO se cortam no ponto P.

Assim sendo, quantos pontos tem a normal no plano do triângulo, isto é, no plano determinado pelos raios incidente e refletido? _____

no mesmo plano

52.

Na segunda experiência você descobriu a relação $i = r$, que é sempre válida para a reflexão. Pode-se considerar essa relação como outra Lei da reflexão?

sim não

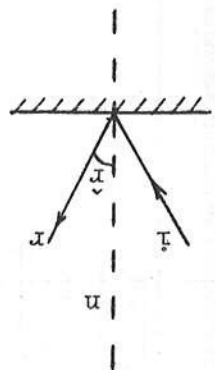
53.

coincide

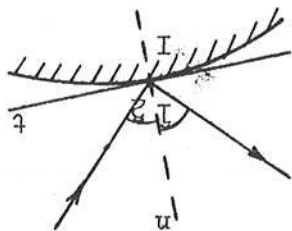
43.

Nesse caso, o valor do ângulo de reflexão é _____

44.



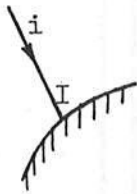
34.



Quais são os nomes correspondentes aos ângulos (1) e (2) no diagrama?

35.

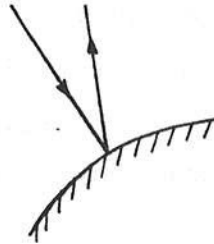
4.



5.

O raio que é refletido após atingir uma superfície polida é chamado raio refletido.

No diagrama, indique o raio refletido com a letra r.



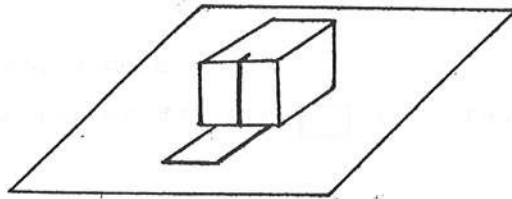
14.

normal

15.

Coloque o espelho sôbre a mesa, em posição horizon_ tal.

Ao lado dêle coloque o bloco, de forma que o sulco fique perpendicular ao espelho (fig.).



A superfície refletora que estamos usando é o(a)

_____.

24.

dois

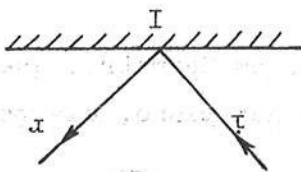
25.

Você estudou em Geometria que, quando uma reta tem dois pontos num plano, ela pertence a êsse plano.

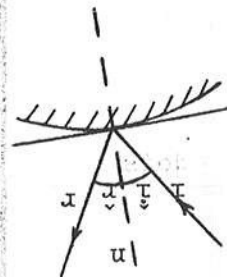
Portanto, a normal encontra-se não se en_ contra no plano formado pelos raios incidente e refletido.

No diagrama está representado um raio incidente a uma superfície refletora e o raio refletido que lhe corresponde.

Assinale o ângulo de reflexão com a letra \hat{r} .



34.



33.

Observe o raio refletido. Ele coincide não coincide com a normal.

43.

0° ou zero

42.

Da primeira experiência você havia concluído a seguinte Lei da reflexão:
 O raio incidente, o raio refletido e a normal à superfície refletora no ponto de incidência se situam

em planos diferentes

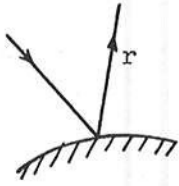
no mesmo plano

52.

O ângulo de incidência é igual ao ângulo de reflexão.

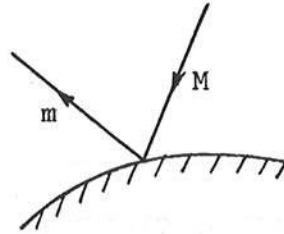
51.

5.



6.

Dê o nome dos raios (m) e (n) do diagrama.



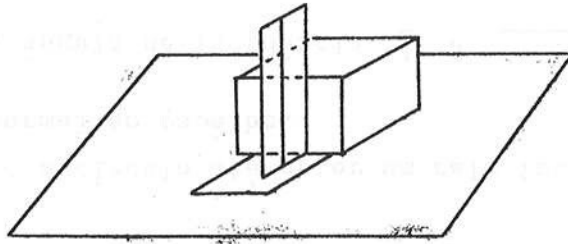
(m) _____

(n) _____

15.

16. Coloque um dos bordos maiores da placa de vidro no sulco do bloco de madeira (fig.).

A linha desenhada por você fica em posição perpendicular ao espelho.



espelho

Como podemos chamar essa linha perpendicular à superfície refletora? _____

25.

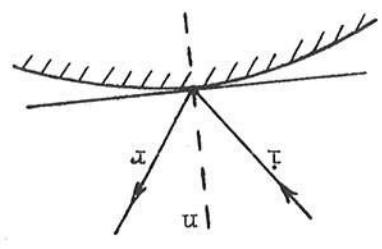
26.

O que você pode dizer agora sobre a direção do raio incidente, do raio refletido e da normal à superfície refletora no ponto de incidência?

encontra-se

O ângulo formado pelo raio refletido e pela normal à superfície no ponto de incidência é chamado \bar{r} - ângulo de reflexão.

No diagrama, assinale com \bar{i} o ângulo de incidência e com \bar{r} o ângulo de reflexão.



33.

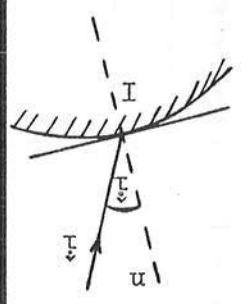
Agora, gire o círculo até obter um raio incidente que seja normal ao espelho.

O valor do ângulo de incidência \bar{i} é _____.

42.

Qual a relação entre o ângulo de incidência e o ângulo de reflexão?

51.



32.

41.
Com pedras ditas ferengas, seus resultados devem ser:

\bar{i}	\bar{r}
5°	5°
10°	10°
15°	15°
20°	20°
45°	45°

50.

$$\bar{i} = \bar{r}$$

6.

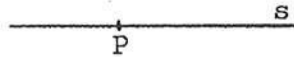
raio refle-
tido

raio inci-
dente

7.

A linha perpendicular a uma superfície plana é cha-
mada normal a essa superfície.

Desenhe a normal à superfície representada pela li-
nha s no diagrama abaixo, no ponto P. Indique-o
com a letra n.

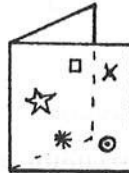


16.

normal

17.

Dobre o cartão em dois e desenhe algumas figuras
num dos lados (uma cruz, uma estrêla, um círculo).



26.

A normal se
encontra no
plano forma-
do pelos
raios inci-
dente e re-
fletido,
(ou equiva-
lente).

27.

Repita a experiência (quadro 21), com outras figu-
ras do cartão.

A conclusão que você tirou continua válida ?

sim

não

35

es
su
te
co
14

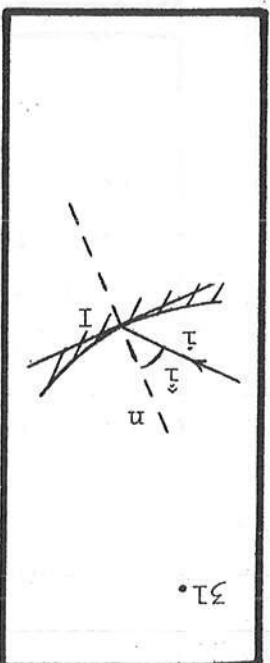
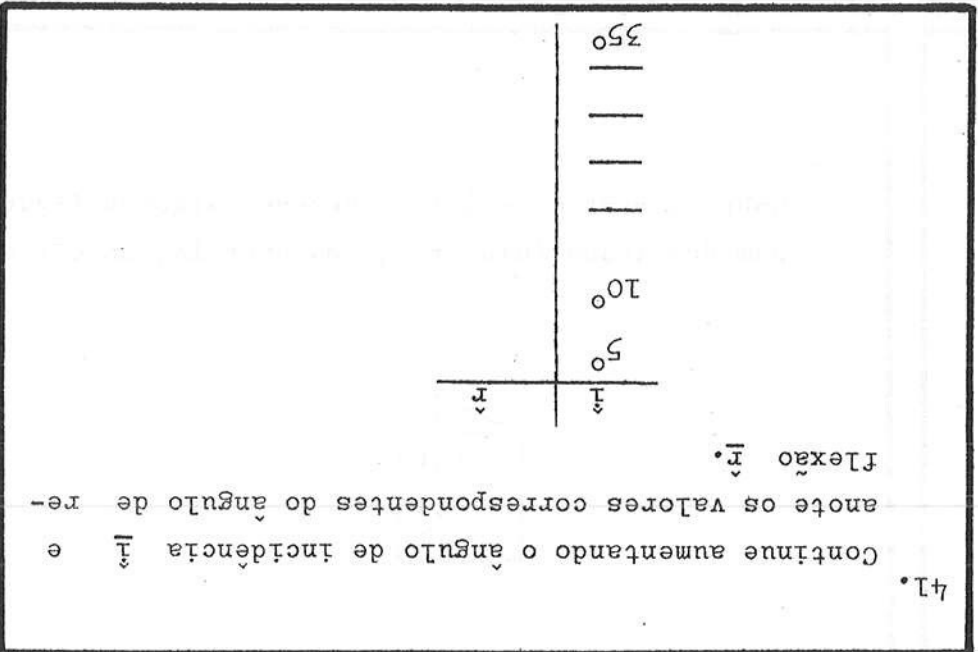
1

33

49. Igual ao

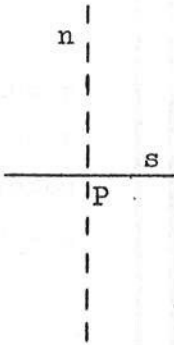
50. A relação entre o ângulo de incidência e o ângulo de reflexão, portanto, é sempre:

40. Aproximadamente 10°



32. No diagrama, que representa uma superfície refletora, trace um raio incidente e indique o ângulo de incidência com a letra \bar{i} .

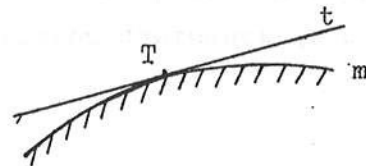
7.



8.

A linha perpendicular ao plano tangente de uma superfície curva é chamada normal à superfície curva. No diagrama, a curva m representa a superfície curva, e a linha t representa o plano tangente a essa superfície no ponto T.

Desenhe a normal à superfície curva m no ponto T.



18. Prenda o espelho ao bloco de madeira com o elástico (figura 1). Coloque-o no centro do círculo graduado, sobre a linha do diâmetro $90^{\circ} - 90^{\circ}$ (fig. 2).

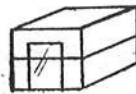


fig. 1

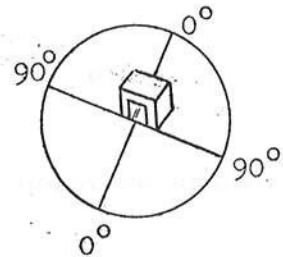


fig. 2

Qual a posição do diâmetro $0^{\circ} - 0^{\circ}$ em relação ao espelho? _____

27.

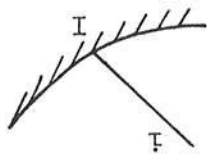
sim

28.

A conclusão do quadro 26 é sempre válida para a reflexão.

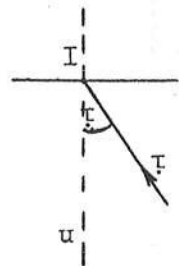
Formule a lei física da reflexão que você acabou de descobrir.

31. Abaixo representamos um raio de luz ao atingir uma superfície refletora.



Trace a normal à superfície no ponto de incidência e assinala o ângulo de incidência com a letra \hat{i} .

30.



40.

Gire o círculo lentamente até obter um ângulo de incidência \hat{i} igual a 10° .
O valor do ângulo de reflexão \hat{r} é: _____.

39.

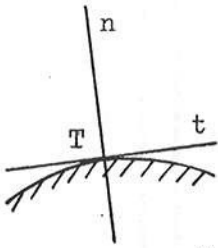
50.

Para A e B os valores de \hat{i} e \hat{r} são iguais.

48.

49. Sendo A e B dois pontos quaisquer da reta traçada, pode-se afirmar que, para todos os pontos da reta, o valor de \hat{i} é sempre _____ valor de \hat{r} .

8.



9.

No diagrama abaixo são representadas duas superfícies refletoras curvas.

Trace a normal a cada uma delas nos pontos R e S.

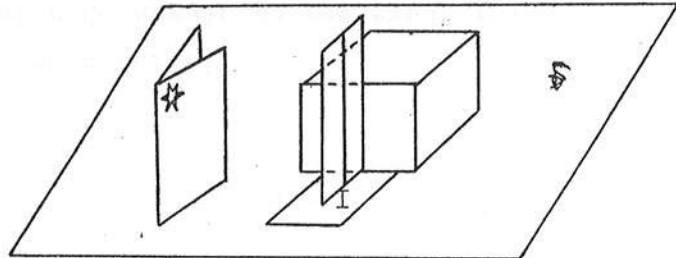


18.

perpendicular

19. Escolha uma das figuras e coloque-se de frente para a placa, num posição tal que seja possível ver, com um só olho, a imagem da figura escolhida exatamente atrás do ponto I em que a normal atinge o espelho.

O desenho representa essa situação. Supondo que você escolheu a estrela, trace o raio incidente e o raio refletido.



28.

O raio incidente, o raio refletido e a normal à superfície refletora estão no mesmo plano.

(ou equivalente)

29.

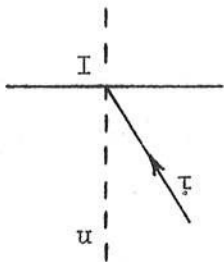
A lei da reflexão que você descobriu não especifica de maneira completa a relação entre a direção dos raios incidente e refletido.

Vamos tentar descobrir outra lei da reflexão.

Passe ao quadro seguinte.

O ângulo formado pelo raio incidente e pela normal a superfície refletora no ponto de incidência é chamado ângulo de incidência.

No diagrama, indique o ângulo de incidência com a letra \hat{i} .

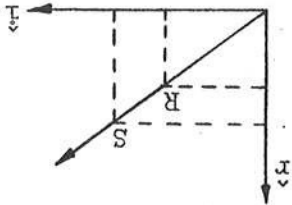


30.

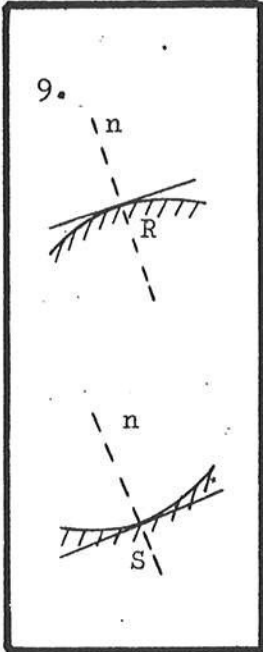
Observe o raio refletido.
Qual o valor do ângulo de reflexão \hat{r} ?

39.

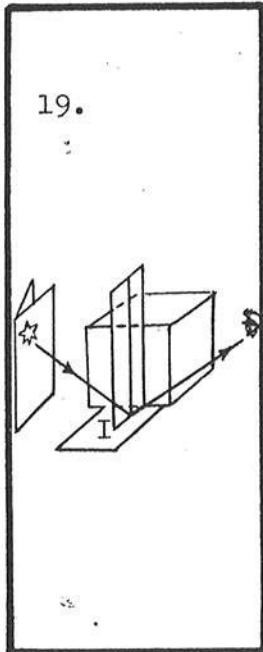
48. No papel milimetrado, marque sobre a reta dois pontos quaisquer A e B, diferente dos pontos já marcados. Procure os valores de \hat{i} e de \hat{r} que correspondem aos dois pontos.
Como exemplo, veja a figura abaixo.



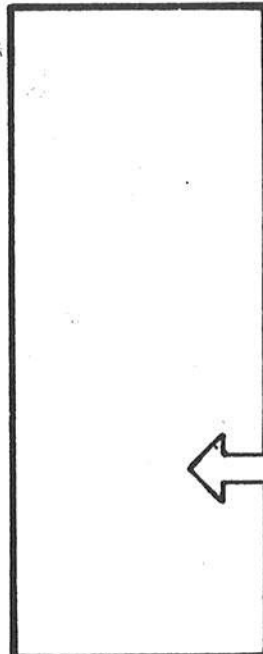
Para o ponto A: $\hat{i} =$ _____
 $\hat{r} =$ _____
Para o ponto B: $\hat{i} =$ _____
 $\hat{r} =$ _____



VOLTE À PÁGINA 1, QUADRO Nº 10



VOLTE À PÁGINA 1, QUADRO Nº 20



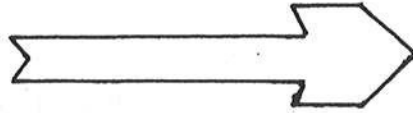
QUADRO Nº 30

A large arrow pointing left from the text 'QUADRO Nº 30'.

C A P Í T U L O V

REFRAÇÃO

REFRAÇÃO



Vire a
página
e come
ce

20.1) Coloque a fôlha de papel sôbre o suporte.

2) Coloque o tanque sôbre a fôlha com o círculo graduado, de maneira que o bordo reto coincida com o diâmetro $90^{\circ}-90^{\circ}$ e a linha que você desenhou corte o círculo no seu centro.

Qual a posição do diâmetro $0^{\circ}-0^{\circ}$ em relação ao bordo reto do tanque? _____.

40.

Talvez exista uma relação constante entre as funções trigonométricas desses ângulos.

Começemos investigando o seno.

Com auxílio da tabela dos senos (do final do texto) construa sua tabela, assim:

α_{ar}	α_{ag}	$\text{sen} \alpha_{ar}$	$\text{sen} \alpha_{ag}$
0°	0°	0	0
5°	$3^{\circ}30'$	0,09	0,06
10°			
15°			
20°			
25°			
30°			
35°			
40°			
45°			
50°			
55°			
etc.			

115.

$$n_A \cdot \text{sen } A = \text{sen } B$$

$\text{sen } B$

n_A = índice de refração absoluto de A

$\text{sen } A$ = seno do ângulo de incidência

n_B = índice absoluto da

do meio B

$\text{sen } B$ = seno do ângulo de refração.

ção.

78.

o mesmo

(ou igual)

contrário.

reversível.

97.

refração

90°

refletem

VOLTE À PÁGINA 22, QUADRO Nº 79

VOLTE À PÁGINA 22, QUADRO Nº 98

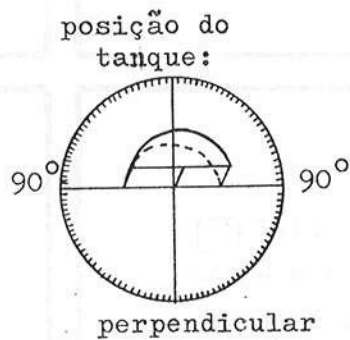
FIM DO CAPÍTULO V

1.

Você aprendeu que um raio de luz pode ser desviado ao passar de um meio transparente para outro; por exemplo, ao passar da água para o vidro.

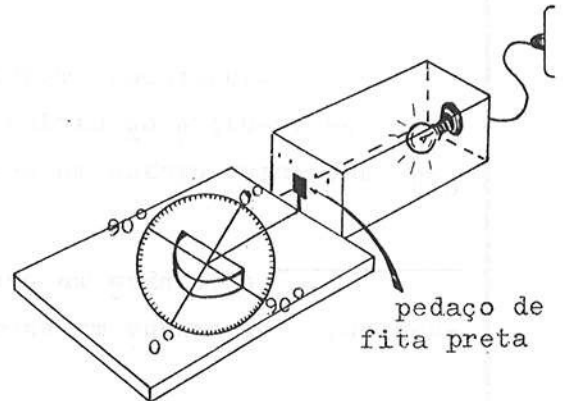
Como se chama esse fenômeno?

20.



21. Ligue o projetor e coloque-o frente à superfície plana do tanque, como mostra a figura.

Cole um pedacinho de fita adesiva preta na fenda do projetor para diminuir a sua altura, de maneira que o raio de luz penetre apenas na água.



40. Nós obtivemos estes valores:

α_{ar}	α_{ag}	$\text{sen } \alpha_{ar}$	$\text{sen } \alpha_{ag}$
0°	0°	0	0
5°	$3^\circ 30'$	0,09	0,06
10°	$7^\circ 30'$	0,17	0,13
15°	$11^\circ 15'$	0,26	0,19
20°	$14^\circ 45'$	0,34	0,25
25°	$18^\circ 30'$	0,42	0,32
30°	$22^\circ 15'$	0,50	0,38
35°	$25^\circ 30'$	0,57	0,43
40°	29°	0,64	0,48
45°	$32^\circ 15'$	0,71	0,53
50°	$35^\circ 30'$	0,77	0,58
55°	38°	0,82	0,61

41.

- 1) No papel milimetrado, trace um sistema de eixos e coloque os valores de $\text{sen } \alpha_{ar}$ no eixo horizontal e de $\text{sen } \alpha_{ag}$ no eixo vertical, de maneira que, em cada eixo, 1cm corresponda a 0,10.
- 2) Marque os pontos determinados em cada par de valores de $\text{sen } \alpha_{ar}$ e $\text{sen } \alpha_{ag}$.
- 3) Trace a "curva" pelos pontos representados da mesma forma que você fez anteriormente.

$$= n_g \cdot \text{sen} \alpha_g$$

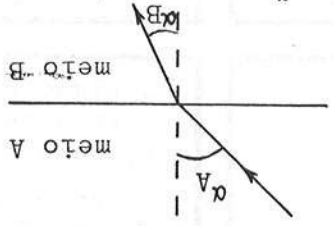
$$= n_v \cdot \text{sen} \alpha_v$$

Índice de re-
fracção absolu
to da água
seno do ângu-
lo de reira-
ção

114.

Indique o significado de cada símbolo que usa em sua relação:

Estabeleça a relação que existe entre os índices de refração absolutos de dois meios óticos A e B, e os senos dos ângulos de incidência e de refração, quando um raião de luz passa do meio A ao meio B.



115.

O ângulo limite para a refração da luz entre vidro e ar é 42° . Isso quer dizer que para um ângulo de incidência de 42° corresponde um ângulo de refração de _____ graus. Os raios que incidem com um ângulo maior que 42° sobre a superfície de separação vidro-ar se refletem refratam, totalmente.

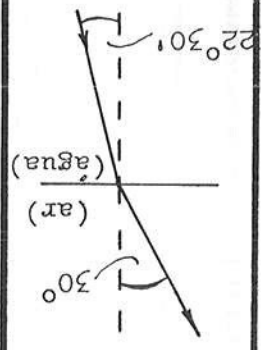
97.

$48^\circ 30'$

96.

Voçê traçou o raião refratado na fig. b, na mesma direção do raião incidente na fig. a, pelo fato de que a luz, ao passar do ar para a água, segue _____ caminho que ao passar da água para o ar, percorrendo-o em sentido _____, pelo que podemos afirmar que a trajetória da luz é reversível irreversível.

78.



77.

1.

Refração da luz

(ou refração)

2.

O diagrama abaixo representa a superfície de separação entre dois meios óticos: ar e água.



Trace o raio incidente e a normal à superfície de separação no ponto de incidência.

Assinale com i o raio incidente, com I o ponto de incidência e com n a normal.

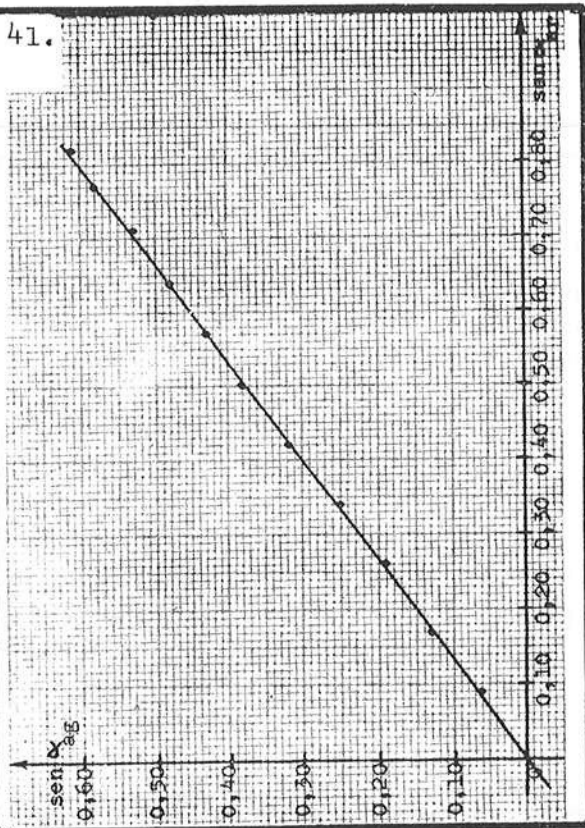
22.

Sabemos pela Geometria que todo raio é perpendicular à circunferência a que pertence.

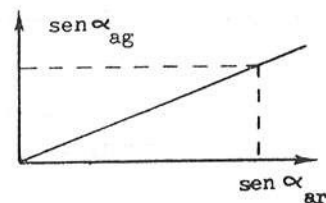
De acôrdo com isso, o diâmetro $O^{\circ} - O^{\circ}$ é perpendicular à superfície curva do tanque?

Sim Não

41.



42. a) Escolha um ponto qualquer da reta de seu gráfico, e procure a relação entre os valores de $\text{sen } \alpha_{\text{ar}}$ e $\text{sen } \alpha_{\text{ag}}$ correspondentes a esse ponto.



$\frac{\text{sen } \alpha_{\text{ar}}}{\text{sen } \alpha_{\text{ag}}} =$ (aproxime até 1 casa decimal)

b) Sendo o gráfico uma reta, que passa não passa pela origem dos eixos, a relação entre $\text{sen } \alpha_{\text{ar}}$ e $\text{sen } \alpha_{\text{ag}}$:

é constante
 não é constante

76. Quando um raio de luz passa de um meio óptico (1) para outro (2), existe uma refração constante entre o seno do ângulo de incidência e o seno do ângulo de refração. (Essa refração se chama índice de refração do meio (2) em relação ao meio (1) (ou equivalente).

95. não um raio refletido

113. e, e,

77. A refração do raio de luz ao passar do ar à água é representada na fig. a.

A fig. b mostra um raio de luz que passa da água ao ar e chega a superfície de separação com um ângulo de incidência igual ao de refração da fig. a.

Trace o raio refratado na fig. b e marque o valor do ângulo de refração.

fig. a

fig. b

96. O ângulo de incidência ao qual corresponde um ângulo de refração igual a um ângulo reto, é chamado: ângulo limite.

É o maior ângulo de incidência para o qual se pode obter um raio refratado.

O ângulo limite obtido na experiência entre água e ar é _____.

114. A expressão:

$$n_v \cdot \text{sen} \alpha_v = n_{ag} \cdot \text{sen} \alpha_{ag}$$

é válida quando a luz passa do vidro à água, sendo: n_v = índice de refração absoluto do vidro

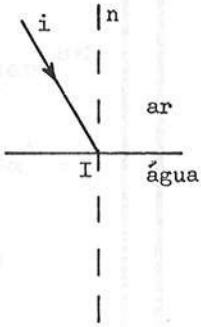
$\text{sen} \alpha_v$ = seno do ângulo de incidência

n_{ag} = _____

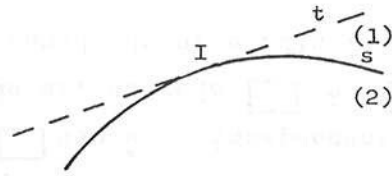
$\text{sen} \alpha_{ag}$ = _____

Como você escreveria a refração que existe quando a luz passa do vidro à glicerina?

2.



3.



A linha curva s representa uma superfície de separação curva entre o meio 1 e o meio 2.

A linha reta t representa o plano tangente à superfície no ponto I.

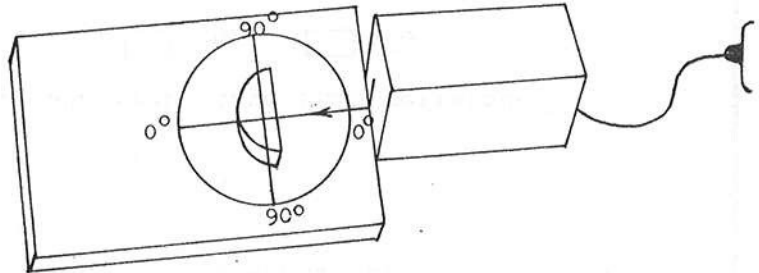
Desenhe a normal à superfície s no ponto I. Assinale-a com a letra n.

22.

sim

23.

Mova o projetor até que o raio de luz atinja o centro do tanque e coincida com o diâmetro $0^\circ - 0^\circ$, como na figura.



Qual o valor do ângulo de incidência?

42.

a) $\frac{\text{sen} \alpha_{\text{ar}}}{\text{sen} \alpha_{\text{ag}}} = 1,3$

(com medi-
das muito
precisas ob-
tém-se 1,333).

b) passa

é constante

43.

Sendo $\frac{\text{sen} \alpha_{\text{ar}}}{\text{sen} \alpha_{\text{ag}}} = 1,3$ constante

para todos os pontos representados, podemos afir-
mar que $\text{sen} \alpha_{\text{ar}}$ e $\text{sen} \alpha_{\text{ag}}$ são não são
proporcionais.

Ou seja, podemos escrever:

$\text{sen} \alpha_{\text{ar}} =$

$$n_{\text{ag}} \cdot \text{sen} \theta_{\text{ag}} = n_{\text{v}} \cdot \text{sen} \theta_{\text{v}}$$

iguais

112.

a qual é não é independente da grossura da camada de ar, ou seja é não é válida quando a camada de ar é nula (= 0).

$$n_{\text{v}} \cdot \text{sen} \theta_{\text{v}} = n_{\text{ag}} \cdot \text{sen} \theta_{\text{ag}}$$

Portanto, quando a luz passa do vidro à água através de uma camada de ar, estabelece-se a seguinte relação:

113.

um raio refletido

94.

Que tipo de raio é o que você observa olhando a superfície curva do tanque por cima? _____

sim não

Você pode observar algum raio refratado?

Coloque o visor.

Continue aumentando o ângulo de incidência (50°, 60°, 70°).

95.

Índice de refração

A
B

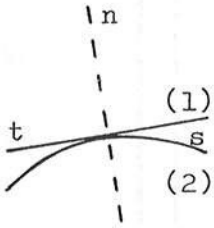
75.

título uma lei. Enuncie essa lei para dois meios óticos transparentes quaisquer, que chamaremos (1) e (2).

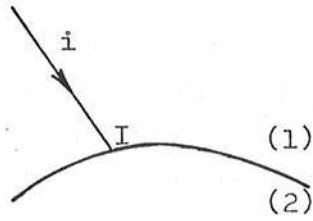
A conclusão do quadro anterior é válida para qualquer par de meios óticos transparentes; logo cons- titui uma lei.

76.

3.



4.



O diagrama representa um raio incidente a uma superfície de separação curva.

Trace a normal a essa superfície no ponto de incidência.

Assinale-a com a letra n.

23.

zero (0°)

24.

Ao passar da água para o ar, através da superfície curva, o raio é desviado?

sim não

Então, qual é o valor do ângulo de refração?

43.

são

$1,3 \text{ sen} \alpha_{ag}$

44.

De forma que, quando um raio de luz passa do ar para a água, há uma relação constante não constante entre _____

_____ e _____

_____.

Os primeiros membros das igualdades (1) e (2) são _____; portanto, escreva a relação entre os segundos membros.

(2) $\text{sen} \alpha_{\text{ar}} = n_{\text{ag}} \cdot \text{sen} \alpha_{\text{ag}}$ (quadro anterior)

e quando passa do ar à água:

(1) $\text{sen} \alpha_{\text{ar}} = n_{\text{v}} \cdot \text{sen} \alpha_{\text{v}}$ (quadro 109)

Leemos que: _____
Quando o raio de luz passou do vidro ao ar, estabe-

112.

$n_{\text{ag}} \cdot \text{sen} \alpha_{\text{ag}}$

$\text{sen} \alpha_{\text{ar}} =$

111.

- um só raio refratado
- um só raio refletido
- um raio refratado e um refletido

Você observa:

Aumente mais o ângulo de incidência (49° ou 50°). Coloque o visor e observe por cima.

94.

Aproximadamente 48° 30'

93.

Portanto, quando um raio de luz atravessa a superfície de separação entre dois meios transparentes quaisquer A e B, existe uma relação constante entre o seno do ângulo de incidência e o seno do ângulo de refração, chamada _____ do meio _____ em relação ao meio _____.

75.

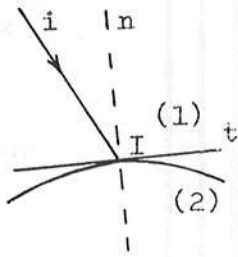
$n_{\text{v-ag}} = 1,13$

água

vidro

74.

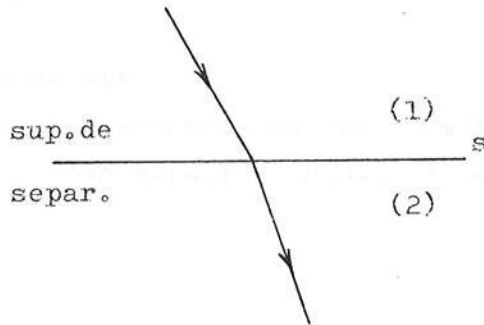
4.



5.

O raio de luz que é desviado ao atravessar a superfície de separação e penetra no outro meio é chamado raio refratado.

Assinale com a letra r o raio refratado representado no diagrama abaixo.



24.

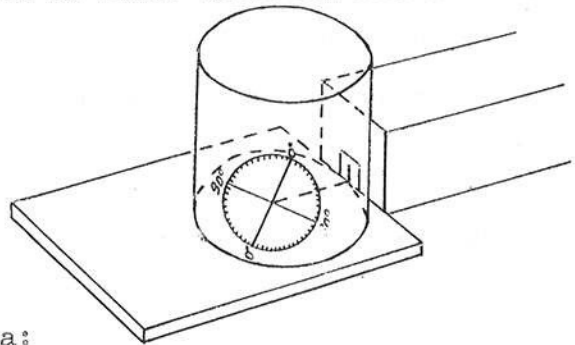
não

Zero (0°)

25.

Gire o círculo com cuidado, de modo que o ângulo de incidência α_{ar} seja igual a 5° .

Para facilitar a visão do raio refratado, coloque o visor, escurecendo a região em volta do tanque, de maneira que a abertura do visor coincida com a fenda do projetor.



Observe por cima:

Qual o valor do ângulo de refração? _____

44.

constante

O seno do ângulo de incidência é o seno do ângulo de refração.

45.

A conclusão de quadro anterior foi tirada de uma experiência em que a luz atravessou dois meios _____ e _____.

Temos de verificar se essa conclusão subsiste quando se utilizam outros meios óticos. Por exemplo, você poderia repetir a experiência usando glicerina em vez de água.

Escolhemos para a próxima experiência os meios óticos ar e vidro.

74. Se você repetir a mesma experiência para um raio de luz passando da água para o vidro, você obterá

$$\frac{\text{sen } \alpha_{\text{ar}}}{\text{sen } \alpha_{\text{v}}} = 1,13$$

Ou seja, o índice de refração do(a) _____ em relação à (ao) _____ tem o valor 1,18 e é indicado:

$$n_{\text{---}} = 1,13$$

73. Índice $n_{\text{ar-ág}}$

93. Aumente de meio em meio grau o ângulo de incidência. Com auxílio do visor observe os ângulos de refração, até o momento em que o raio retratado forme com a normal quase um ângulo reto. Verifique neste caso o valor do ângulo de incidência.

O ângulo de incidência vale: _____.

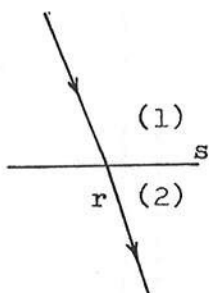
92. Sim aproximadamente 67°

111. Escreva a relação anterior, usando a notação do índice de refração absoluto da água, em vez do índice relativo ao ar.

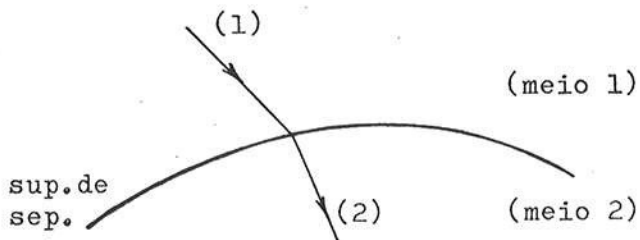
$$\text{sen } \alpha_{\text{ar}} = \dots\dots\dots$$

110. $\frac{\text{sen } \alpha_{\text{ar}}}{\text{sen } \alpha_{\text{ág}}} = n_{\text{ág}}$

5.



6.



No diagrama acima, quais os nomes dos raios 1 e 2?

- 1. _____
- 2. _____

25.

Nós obtivemos $3^{\circ} 30'$

26.

Gire o círculo lentamente de maneira que o ângulo de incidência seja igual a 10° .

Coloque novamente o visor e observe por cima.

Qual o valor do ângulo de refração? _____

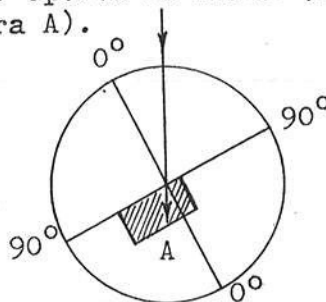
45.

ar
água

46.

Retire o tanque e coloque em seu lugar o bloco de vidro, com a face fôska para baixo e de forma que um dos bordos coincida com o diâmetro $90^{\circ} - 90^{\circ}$.

- a)- Gire o círculo graduado de maneira que o ângulo de incidência seja 15° .
- b)- De pé observe por cima o raio refratado que se propaga no vidro.
- c)- Com um lápis marque o ponto em que êsse raio alcança a superfície oposta do bloco (na figura está marcado com a letra A).



110. Observe o painel e escreva a lei da refração para o caso em que o raio de luz atravessa a superfície B e passa do(a) _____ ao(a) _____.

109. $\text{sen } \alpha_{\text{ar}} = n_{\text{v}} \cdot \text{sen } \alpha_{\text{v}}$

92. Agora você vai continuar a experiência com o tanque de água, suspensa no quadro 62. Ligue o projetor e gire o disco graduado de maneira que o raio de luz forme um ângulo de incidência de 45° . Coloque o visor e observe. Você vê o raio refratado? sim não. Qual o valor do ângulo de refração? _____

91. afastar-se-a

73. Ou seja, o valor obtido no quadro anterior é o _____ de refração do ar com relação à água, e é indicado:

$$\frac{\text{sen } \alpha_{\text{ar}}}{\text{sen } \alpha_{\text{ág}}} = n = \text{_____} = 0,75$$

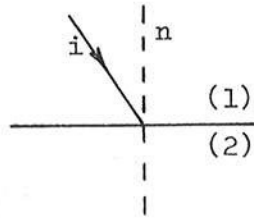
72. constante

6.

1. raio incidente

2. raio refratado

7.



O diagrama mostra um raio que incide sobre a superfície de separação entre os meios 1 e 2 e a normal a essa superfície no ponto de incidência.

Trace o raio refratado.

Assinale-o com a letra r.

26.

Nós obtivemos

7°30'

27.

Continue aumentando o ângulo de incidência α_{ar} conforme os valores indicados na tabela abaixo, e anote na mesma os valores correspondentes do ângulo de refração α_{ag} , no espaço reservado à direita.

α_{ar}	α_{ag}
5°	...
10°	...
15°	...
20°	...
25°	...
30°	...
35°	...
40°	...
45°	...
50°	...
55°	...
60°	...
65°	...
70°	...
75°	...
80°	...

47, Retire o bloco e trace uma linha reta que passa pelo centro do círculo e pelo ponto que você marcou. Prolongue-a até o lado graduado do círculo.

O ângulo de _____ assim obtido vale _____.

72. Sendo θ_{ar} e θ_{ag} e θ_{ar} e θ_{ag} proporcionais, a relação $\frac{\theta_{ar}}{\theta_{ag}}$ é _____.

Portanto, a conclusão que você tirou dos casos em que a luz passa do ar a outro meio óptico é não é, válida quando a luz passa de um meio óptico qualquer para o ar.

71. Nós obtivemos: 0,75

91. Considere que uma camada de óleo de alguns centímetros de espessura encontra-se em equilíbrio sobre a água contida em uma vasilha. Se você fizer um raio de luz percorrer a camada de óleo ($n_o = 1,4$) e daí atravessar obliquamente a superfície de separação entre o óleo e a água ($n_{ag} = 1,5$), o raio refratado se aproximará se afastará da normal.

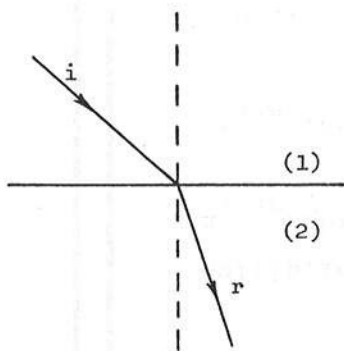
90. aproximadamente se-a

109. Escreva a relação anterior, usando a notação do índice absoluto do vidro em vez do índice relativo do ar:

$\theta_{ar} = \dots$

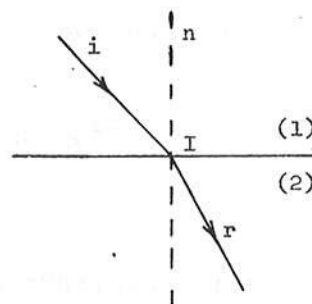
108. $\theta_{ar} = \dots$

7.



8.

O raio incidente, o raio refratado e a normal à superfície de separação, têm um ponto em comum. Como se chama esse ponto?



27. Em uma experiência semelhante, obtivemos os resultados abaixo:

α_{ar}	α_{ag}	
0°	0	(Os resultados que você obtve devem se aproximar dos da tabela ao lado. Todavia, você não deve preocupar-se por ora, com as pequenas e ineficazes diferenças).
5°	3°30'	
10°	7°30'	
15°	11°15'	
20°	14°45'	
25°	18°30'	
30°	22°15'	
35°	25°30'	
40°	29°	
45°	32°15'	
50°	35°30'	
55°	38°	
60°	40°30'	
65°	43°	
70°	45°	
75°	46°30'	
80°	48°	
85°	48°45'	

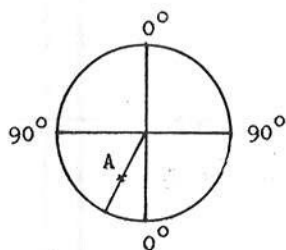
28.

Observe os valores da sua tabela. Como são os valores de α_{ag} em relação aos valores de α_{ar} ?

47.

refração

nós obtivemos 10°



48.

Da mesma forma indicada nos dois quadros anteriores, ache os valores dos ângulos de refração correspondentes aos de incidência que figuram na tabela abaixo; e complete a tabela com os valores dos senos dos ângulos.

α_{ar} (incidência)	α_v (refração)	$\text{sen } \alpha_{ar}$	$\text{sen } \alpha_v$
0°			
15°			
20°			
30°			
35°			
40°			
50°			
60°			

$$\frac{n_{v-ar}}{1}$$

107.

Simplifique no segundo membro tudo que seja possível, e escreva a expressão que resulta:

$$n_{v-ar} \cdot \text{sen } \alpha_v = \frac{n_{v-ar}}{1} \cdot n_{v-ar} \cdot \text{sen } \alpha_{ar}$$

n_{v-ar} obtemos:

Multiplicando ambos os membros da igualdade por

$$\text{sen } \alpha_v = \frac{n_{v-ar}}{1} \cdot \text{sen } \alpha_{ar}$$

No quadro anterior você chegou à expressão:

108.

mais

aproxima

89.

Se um raio de luz passa obliquamente da glicerina ($n_g = 1,47$) para um vidro cujo índice de refração absoluto é $n_v = 1,61$, o raio refratado se aproxima ou se afastará da normal?

90.

propor-
cionais

origem

reta

70.

Para os valores correspondentes a esse ponto

$$\frac{\text{sen } \alpha_{ag}}{\text{sen } \alpha_{ar}} =$$

ção

$$\frac{\text{sen } \alpha_{ag}}{\text{sen } \alpha_{ar}} \cdot$$

Tomem um ponto qualquer da reta e determine a rela-

71.

8.

ponto de incidência

9.

No capítulo anterior, o enunciado "O raio incidente, o raio refletido e a normal, que têm um ponto em comum, se situam no mesmo plano" constitui uma das leis da _____.

Você acaba de observar que o raio incidente, o raio refratado e a normal têm um ponto em comum. Estes também se situam no mesmo plano?

Isto é o que vamos investigar.

28.

α_{ag} é sempre menor do que α_{ar} , exceto quando $\alpha_{ar} = 0^\circ$; nesse caso,

$$\alpha_{ar} = \alpha_{ag}$$

(ou equivalente)

29.

Sendo o ângulo de refração menor do que o ângulo de incidência (a não ser no caso de incidência normal), podemos concluir que, quando um raio de luz passa do ar para a água, ele é desviado aproximando-se afastando-se da normal.

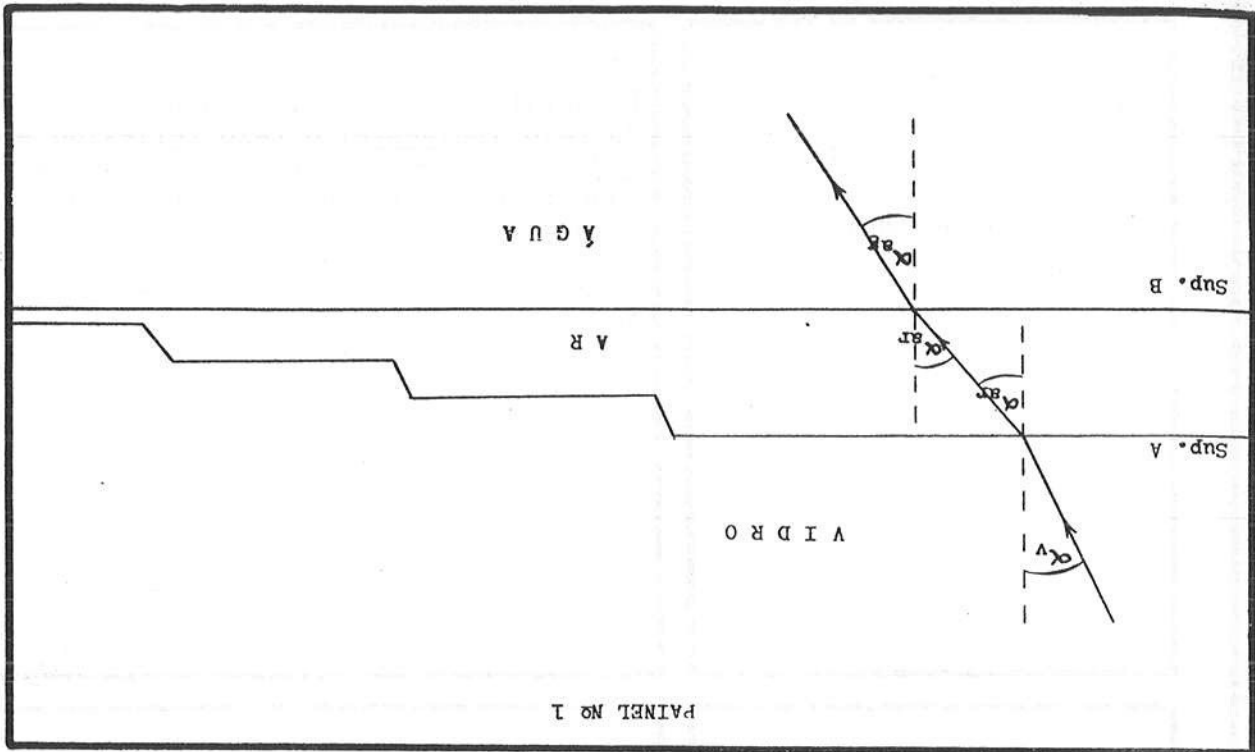
48. Nós obtivemos:

α_{ar}	α_v	$\text{sen} \alpha_{ar}$	$\text{sen} \alpha_v$
0°	0°	0	0
15°	10°	0,26	0,17
20°	13°	0,34	0,22
30°	19°	0,50	0,33
35°	$22^\circ 30'$	0,57	0,38
40°	25°	0,64	0,42
50°	31°	0,77	0,51
60°	35°	0,87	0,57

49.

Trace um sistema de eixos no papel milimetrado e represente os valores de $\text{sen} \alpha_{ar}$ no eixo horizontal e $\text{sen} \alpha_v$ no eixo vertical, de maneira que, em cada eixo, 1 cm corresponda a 0,10.

Marque os pontos determinados por cada par de valores e trace a "curva" determinada por esses pontos.

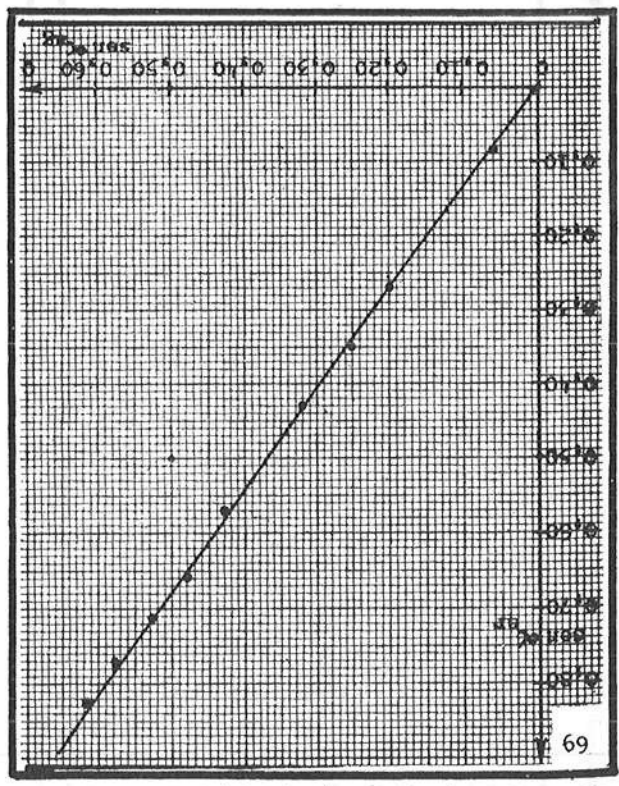


89. Quando um meio ótico A tem maior índice de refração que outro meio ótico B, diz se que A é mais refringente que B. Um raio de luz que passa da água ao vidro se aproxima afasta da normal porque o vidro é mais menos refringente que a água.

(Consulte os índices de refração no quadro No 76).

88. afastava menor

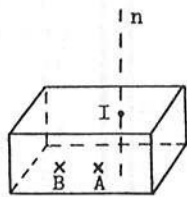
70. O gráfico obtido é uma curva reta, que passa pelo(a) _____ dos eixos. Ou seja, $\text{sen } \alpha_{\text{ar}}$ e $\text{sen } \alpha_{\text{ag}}$ são _____



9.

Reflexão

10. O desenho representa a seguinte situação:
 Um bloco de vidro foi colocado sobre uma figura localizada em A.
 O observador olha através do vidro, vendo em B a imagem de A.



Trace o raio que sai da figura em A e inci-
 de sobre a superfície de separação entre o
 ar e o vidro, e o raio refratado que chega
 ao olho.

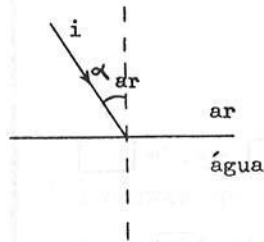
29.

aproximando-
se

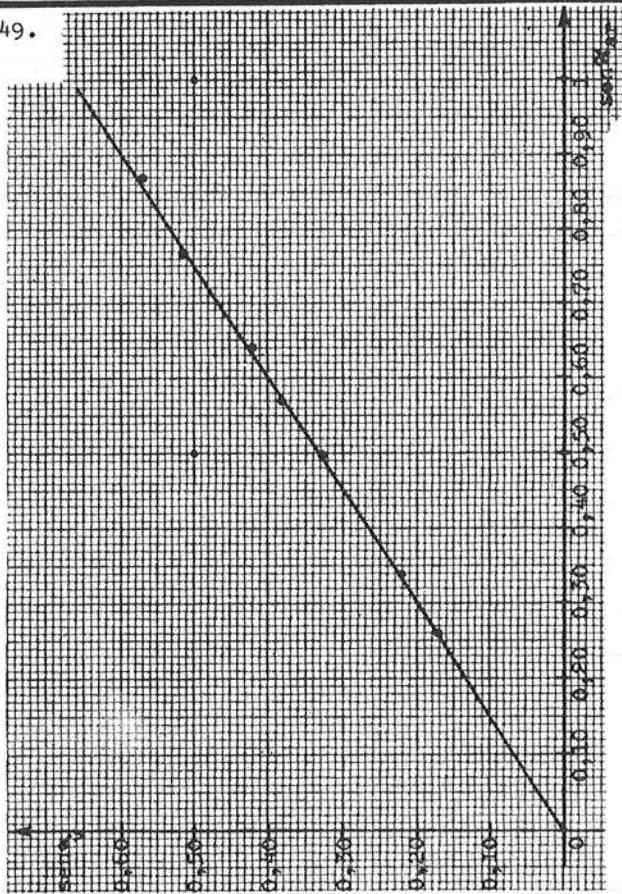
30.

Trace aproximadamente o raio refratado no diagrama abaixo, de
 acordo com a conclusão do quadro anterior.

Assinale o ângulo de refração com a letra α_{ag} .



49.



50.

A curva obtida é um (a) _____
 _____ que passa não passa
 pela origem dos eixos.

Ou seja, $\text{sen } \alpha_{ar}$ e $\text{sen } \alpha_v$ são
 não são proporcionais.

Ins

Ins

em

Ja

88

69

106. Quando um raio de luz passa de um meio óptico transparente para outro, existe uma refração constante entre o seno do ângulo de incidência e o seno do ângulo de refração. (Essa refração se chama índice de refração do segundo meio em relação ao primeiro) (ou equivalente).

107. Veja Painel No 1. O painel mostra um desenho em que um raio de luz passa do vidro à água, atravessando uma camada de ar entre os dois meios mencionados. A lei da refração que você descobriu esta de vidro ao ar:
$$\frac{\text{sen } \alpha_v}{\text{sen } \alpha_{ar}} = n_{ar-v}$$
 que se pode escrever também:
$$\text{sen } \alpha_v = n_{ar-v} \cdot \text{sen } \alpha_{ar}$$
 Escreva essa última expressão usando o índice de refração do vidro com relação ao ar (n_{v-ar}), em vez de n_{ar-v} (ar em relação ao vidro).
$$\text{sen } \alpha_v = \frac{\text{sen } \alpha_{ar}}{n_{v-ar}}$$

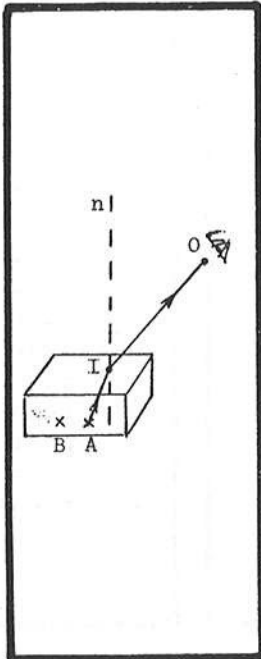
87. aproxima-se maior

88. Na última experiência, (quadros 59 a 62) o raio de luz, ao passar da água para o ar, se reflete da normal, pois passava de um meio óptico a outro de maior índice de refração.

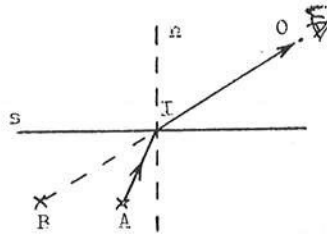
68. Nós obtivemos

α_{ar}	α_{ar}	$\text{sen } \alpha_{ar}$	$\text{sen } \alpha_{ar}$
0°	0°	0,00	0,00
3°30'	5°	0,06	0,09
11°30'	15°30'	0,20	0,27
14°30'	20°30'	0,25	0,35
18°30'	25°30'	0,32	0,43
25°30'	35°	0,43	0,57
29°	40°30'	0,48	0,65
32°	45°30'	0,53	0,71
35°30'	50°	0,58	0,77
38°	55°30'	0,62	0,82

69. a) Trace um sistema de eixo no papel milimetrado. Sobre o eixo horizontal represente os valores de $\text{sen } \alpha_{ag}$, e sobre o eixo vertical os valores de $\text{sen } \alpha_{ar}$, de maneira que 1 cm corresponda a 0,10. b) Marque os pontos determinados por cada par de valores. c) Trace a "curva" determinada por esses pontos.



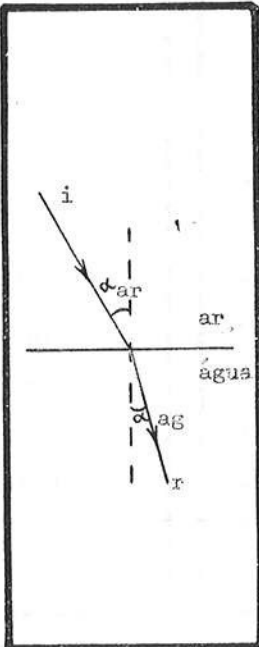
11. O desenho abaixo representa a mesma situação do quadro anterior. Para simplificá-lo não se desenhou o bloco.



Se não houvesse o bloco de vidro, um raio de luz poderia ir da figura A ao olho sem sofrer desvio, e o observador veria a figura diretamente.

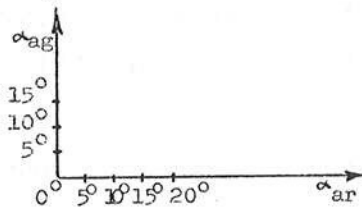
Trace esse raio que iria de A ao olho se não houvesse o bloco.

Esse raio corta a normal n ? sim não



31. Vamos agora tentar determinar uma relação quantitativa entre o ângulo de incidência e o ângulo de refração.

No papel milimetrado, trace um sistema de eixos e coloque os valores obtidos para α_{ar} e α_{ag} segundo a disposição da figura, de maneira que, em cada eixo, 1 cm corresponda a 10° .



Represente os pontos determinados por cada valor de α_{ar} e seu valor correspondente de α_{ag} .

50.

reta

passa

são

51.

Sendo $\text{sen } \alpha_{ar}$ e $\text{sen } \alpha_v$ proporcionais, a relação $\frac{\text{sen } \alpha_{ar}}{\text{sen } \alpha_v}$ é _____.

Tome um ponto qualquer da reta e determine essa relação.

$$\frac{\text{sen } \alpha_{ar}}{\text{sen } \alpha_v} = \underline{\hspace{2cm}}$$

Complete a tabela do quadro 62 com os valores do seno do ângulo de incidência α_{ar} e do seno do ângulo de refração α_{ar} .

68.

Voce já observou que, quando um raio de luz passa do ar à água, o raio refratado aproxima-se afasta-se da normal. (Se não tiver certeza faça a experiência).

O índice de refração absoluto do ar é: 1, e o índice de refração absoluto da água é: 1,33, ou seja, pode-se afirmar que o raio refratado se aproxima da normal quando o raio passa de um meio óptico a outro de maior menor índice de refração.

87.

Fazer passar um raio de luz do vácuo a esse meio.

(ou equivalente lente)

86.

O raio incidente, o raio refratado e a normal a superfície de separação (ou superfície de refração) pertencem a um mesmo plano. (ou equivalente lente)

105.

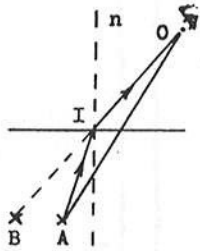
Escreva a segunda lei que você descobriu para o fenômeno da refração da luz.

106.

Escreva a segunda lei que você descobriu para o fenômeno da refração da luz.

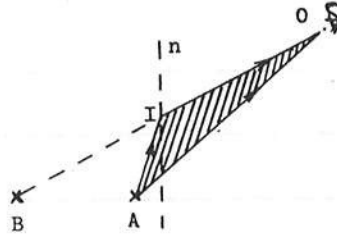
106.

11.



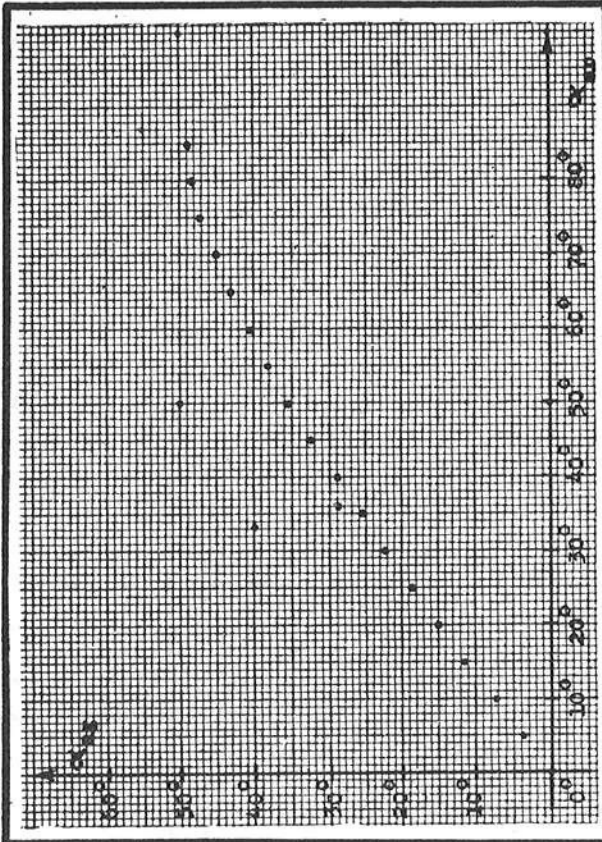
sim

12.



O raio incidente, o raio refratado e o raio que vai diretamente do objeto A ao olho determinam um triângulo, que aparece hachuriado na figura.

Em quantos pontos a normal n corta o contorno do triângulo?



32. Nenhum resultado de medição é completamente exato. Se um gráfico representa quantidades cujos valores foram obtidos de medições, é possível que os pontos não estejam exatamente no lugar exato.

Por isso, ao traçar uma "curva", prefere-se traçar a mais simples possível, tentando deixar tantos pontos a um lado da "curva" como a outro lado dela, para compensar os erros.

Nos quadros seguintes se dão alguns exemplos de "curvas" traçadas por uma série de pontos dados.

51.

constante

nós obtivemos 1,5 (conforme a qualidade do vidro, a relação varia entre 1,5 e 1,9)

52.

Quando o raio de luz passa do ar à água a relação $\frac{\text{sen } \alpha_{\text{ar}}}{\text{sen } \alpha_{\text{ag}}}$ tem o valor 1,33.

A esta relação chamamos índice de refração da água em relação ao ar, e simbolizamos assim:

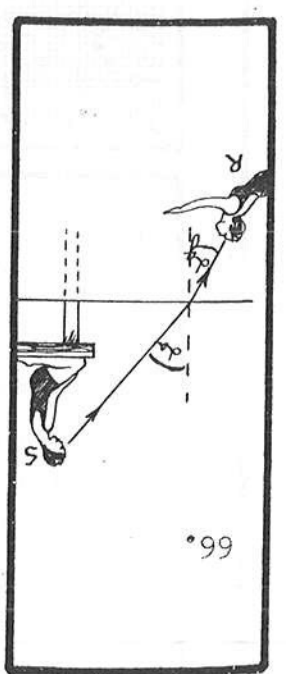
$$\frac{\text{sen } \alpha_{\text{ar}}}{\text{sen } \alpha_{\text{ag}}} = n_{\text{ag-ar}}$$

Escreva em símbolos o índice de refração do vidro em relação ao ar: _____

67. Se a pessoa R, do quadro anterior, vê a pessoa S, ao mesmo tempo que esta vê a primeira, isto é possível em virtude de que a trajetória da luz é não é reversível.

86. Que experiência você deveria fazer para obter o índice de refração absoluto de um meio ótico qualquer?

105. Escreva a primeira lei que você descobriu para a refração da luz.



85. quarta ou 4a

104. a) seno do ângulo de incidência
 seno do ângulo de refração
 índice de refração
 B
 A

12.

dois

13.

Você sabe, pela Geometria, que uma reta que tem dois pontos em um plano pertence a êsse plano. Então, de acôrdo com a conclusão do quadro anterior, a normal pertence não pertence ao mesmo plano dos raios incidente e refratado.

32.

33.

Para os pontos dados no gráfico 1 do painel (fôlha seguinte) foram traçadas duas curvas; uma de las mais apropriada que a outra. Qual das curvas do gráfico 2 do painel é a mais apropriada para os pontos do gráfico da esquerda?

A B

52.

$$\frac{\text{sen } \alpha_{\text{ar}}}{\text{sen } \alpha_{\text{v}}} =$$

$$= n_{\text{v-ar}}$$

53.

Se colocássemos glicerina em vez de água no tanque, e repetíssemos a experiência que você fêz, obteríamos:

$$\frac{\text{sen } \alpha_{\text{ar}}}{\text{sen } \alpha_{\text{g}}} = 1,47, \quad \text{ou seja:}$$

O (a) _____ da glicerina em relação ao ar, é 1,47, e é indicado:

$$n_{\text{_____}} = 1,47$$

UJ
UN
5
LO
es
LO
es
(a)
OI

58

9

9

104. Neste capítulo você tirou duas leis para a refração da Luz.

A primeira: "O raio incidente, o raio refratado e a normal à superfície de separação se situam:

a) no mesmo plano
 b) em planos diferentes".

A segunda: "Ao passar um raio de luz de um meio transparente A para outro B, existe uma relação constante entre o(a) _____ e o(a) _____".

Essa relação se chama _____ em relação ao meio _____ em relação ao meio _____.

103. Os raios que incidem sobre a superfície de separação (com um ângulo maior que o ângulo limite) são refletidos por essa superfície. Produz-se quando um raio passa de um meio a outro de menor índice de refração. (ou equivalente)

85. A tabela mostra os índices de refração absolutos de alguns meios óticos, e os índices de refração dos mesmos meios em relação ao ar:

MEIO	Índice de refração absoluto	Índice de refração relativo ao ar
Ar	1,0003	1,0000
Água	1,3334	1,3333
Vidro "flint"	1,6174	1,6170
Vidro "crown"	1,5164	1,5160
Glicerina	1,4733	1,4730

Observe-se que a diferença entre eles existe na casa decimal.

84. Índice absoluto
 absoluto
 vácuo

66. Ao fato de que, ao passar de um meio A a outro meio B, a luz segue o mesmo caminho que ao passar de B a A, apresenta-se em sentido oposto, chama-se Reversibilidade da trajetória da luz.

A figura abaixo mostra como o raio de luz vai da pessoa R a pessoa S, permitindo que esta veja R. Complete a figura com flechas que indiquem a reversibilidade da trajetória seguida pelo raio, de modo que R veja também S.

65. refração
 incidência
 igual
 oposto

PAINEL Nº 2

GRÁFICO 1

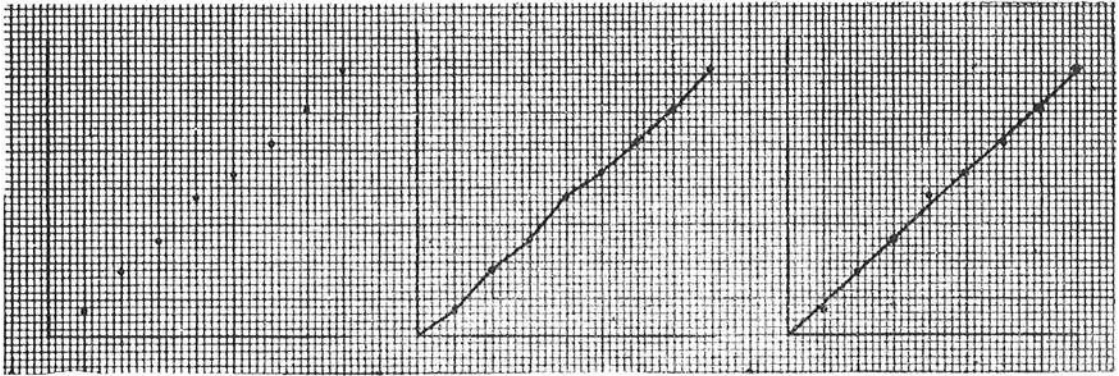
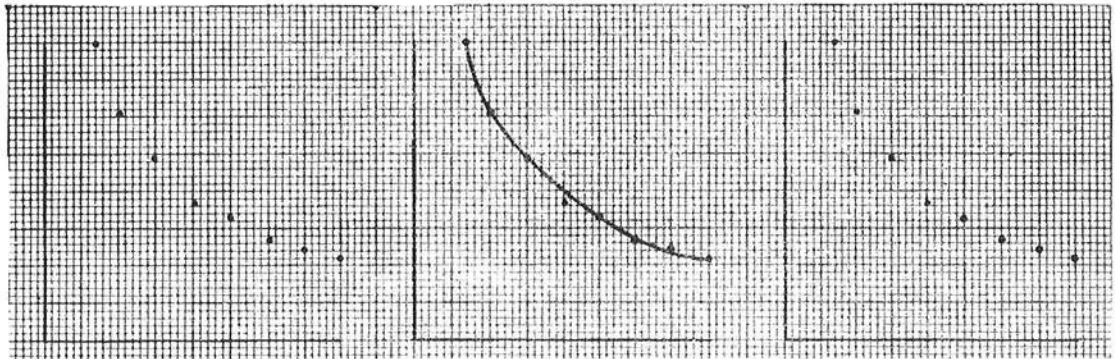


GRÁFICO 2



PAINEL Nº 3

GRÁFICO 3

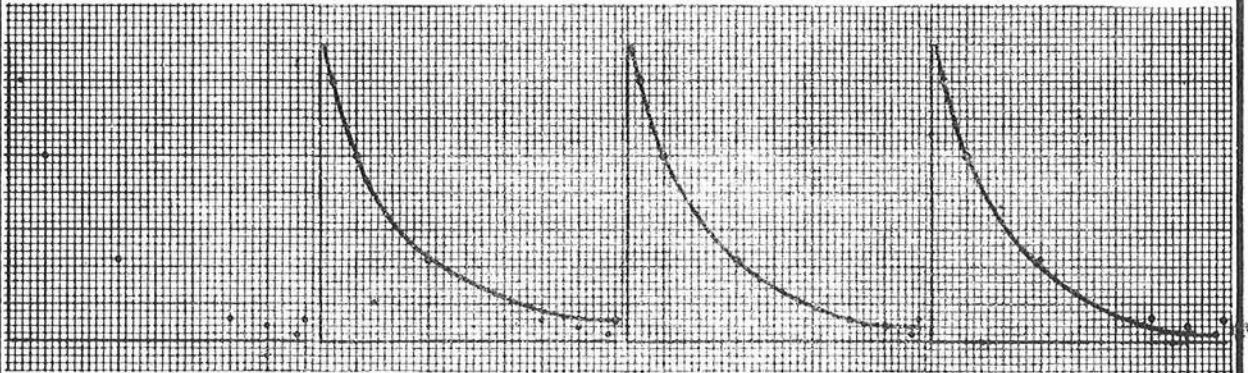
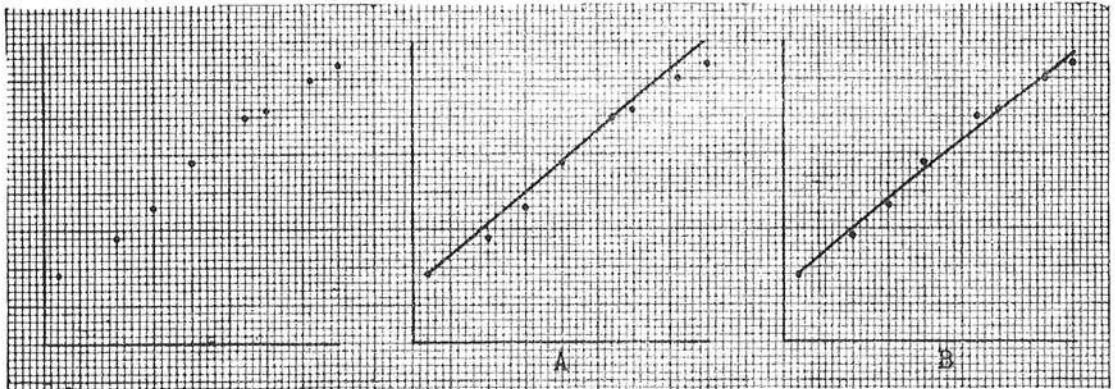


GRÁFICO 4



13.

pertence

14.
Do quadro anterior se deduz que, na refração ocorre algo semelhante ao que ocorria com a reflexão. diferente do são.
Escreva então a lei correspondente ao fenômeno de refração.

33.

A

34.
Para os pontos dados no gráfico 3 do painel (fôlha anterior) foram traçadas três curvas, uma apropriada e duas não apropriadas.
Qual das "curvas" do gráfico 4 é a mais conveniente para os pontos do gráfico da esquerda?

 A B

53.

índice de refração

 $n_{g-ar} = 1,47$

54. Em experiências semelhantes às que você realizou, foram determinados os índices de refração de diferentes meios óticos em relação ao ar.
Eis os resultados:
Luz passando do ar à água: $n_{ag-ar} = 1,33$
Luz passando do ar à glicerina: $n_{g-ar} = 1,47$
Luz passando do ar ao vidro "crown": $n_{v-ar} = 1,52$
Luz passando do ar ao vidro "flint" leve: $n_{v-ar} = 1,58$
Luz passando do ar ao vidro "flint" pesado: $n_{v-ar} = 1,65$
Luz passando do ar ao gelo: $n_{ge-ar} = 1,31$
Luz passando do ar ao âmbar: $n_{am-ar} = 1,55$
Luz passando do ar ao álcool: $n_{al-ar} = 1,36$

103. Em que consiste o fenômeno de reflexão total e quando pode produzir-se?

102. menor

84. O índice de refração de um meio em relação ao vácuo é chamado índice absoluto desse meio. Se, em vez dos instrumentos simples do seu material, tivéssemos aparelhos muito precisos, poderíamos determinar os índices de refração absolutos dos meios óticos. Por exemplo, para um raio de luz que passa do vácuo a água, obteríamos o valor de 1,333, que é o valor do (a) $n_{ág}$ da água, e é simbolizado: $n_{ág}$ (não se usa a inicial do(a) no sub-índice)

83. Índice relativo

65. Se, quando a luz passa da água ao ar, você usar como ângulos de incidência os ângulos de refração que haviam sido obtidos quando a luz passava do ar à água, você obterá ângulos de refração iguais aos ângulos de incidência usados na primeira experiência. Portanto a luz, ao passar da água para o ar, seguirá um caminho igual diferente do que havia seguido ao passar do ar à água, percorrendo-o num sentido igual oposto.

64. ar água iguais

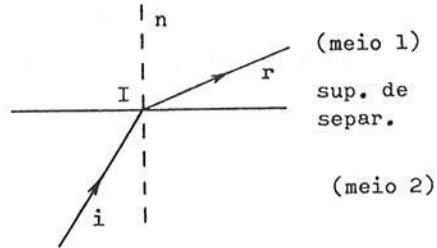
14.

semelhante ao

O raio incidente, o raio refratado e a normal à superfície de separação (ou superfície refratora) pertencem a um mesmo plano. (ou equivalente)

15. O ângulo formado pelo raio refratado e a normal à superfície de separação chama-se ângulo de refração.

Na figura abaixo, assinale o ângulo de incidência com a letra α_2 e o ângulo de refração com a letra α_1 .

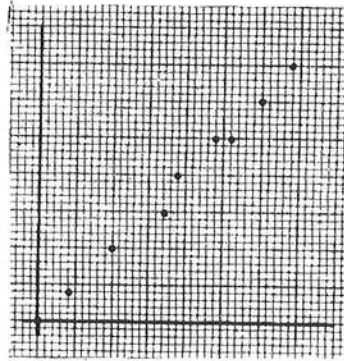


34.

B

35.

Trace a "curva" correspondente aos pontos representados na figura abaixo.



55.

Portanto, quando um raio de luz atravessa a superfície de separação entre o ar e outro meio transparente qualquer: M, existe uma relação constante entre o seno do ângulo de incidência e o seno do ângulo de refração, chamada _____ de refração do meio _____ em relação ao meio _____.

64. Compare as tabelas de valores dos quadros Nº 40 e 62. Descontando os possíveis erros de medida dos ângulos, pode-se considerar que os valores do ângulo de refração α_{ar} , que você acaba de obter, quando a luz passa da água ao ar, são _____ aos que você tinha escolhido como ângulos de incidência quando a luz passava do (a) _____ ao (a) _____.

63. d_{ag}
 d_{ar}

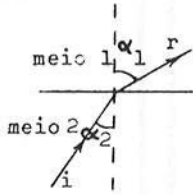
83. Até agora, falamos do índice de refração de um meio ótico em relação a outro. A esse índice chamamos índice relativo dos dois meios. Quando a luz passa da água ao vidro, $n_{v-ag} = 1,13$, é o índice de refração do vidro em relação a água, ou o (a) _____ dos meios vidro e água.

82. $\frac{1}{n_{B-A}}$

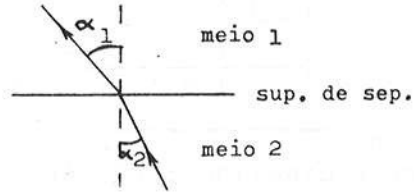
102. O fenômeno de reflexão total se dá somente quando o raio de luz passa de um meio a outro de _____ índice de refração.

101. mais perto
menor
menor
não

15.



16.

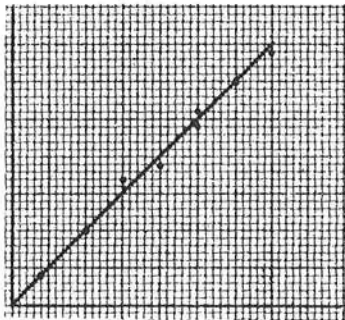


Quais os nomes dos ângulos α_1 e α_2 ?

α_1 : _____

α_2 : _____

35.



36. Na experiência anterior, ao medir os ângulos, é muito fácil cometer erros.

Isto porque os raios, especialmente os refratados, são muito fracos.

Por isso, o valor medido pode apresentar uma diferença de meio grau a mais ou a menos em relação ao valor verdadeiro do ângulo.

Conseqüentemente os pontos no gráfico podem estar deslocados para a direita ou para a esquerda, devido a erros cometidos na medida dos ângulos de incidência; e mais para cima ou para baixo, devido a erros cometidos na medida dos ângulos de _____

_____.

55.

índice

M

ar

56.

Essa relação constante pode ser escrita em símbolos:

$$\frac{\text{sen } \alpha_{\text{ar}}}{\text{sen } \alpha_{\text{M}}} = n_{\text{M-ar}}$$

onde:

$$\alpha_{\text{ar}} = \text{_____}$$

$$\alpha_{\text{M}} = \text{_____}$$

$$\alpha_{\text{M-ar}} = \text{_____}$$

100.
 menos
 menos
 menos

101.
 Você sabe que quando um raio de luz passa de um meio óptico a outro de maior índice de refração o raio refratado se encontra mais perto mais afastado da normal que o raio incidente.
 Ou seja, nesse caso o ângulo de refração é sempre menor maior que o ângulo de incidência.
 O maior ângulo de incidência que você pode obter será sempre menor que 90°; portanto o ângulo de refração será sempre _____ que 90°.
 Poderá então haver reflexão total, quando um raio de luz passa de um meio a outro de maior índice? Sim Não

81
 $\frac{1}{1,33} = 0,75$
 Sim

82.
 Expresse matematicamente a relação entre o índice de refração de um meio A em relação a outro meio B (n_{A-B}) e o índice de refração do meio B em relação ao meio A (n_{B-A})
 $n_{A-B} =$

62.
 Nos obtivemos:

α_{ar}	α_{ag}
0°	0°
5°	3°30'
11°30'	15°30'
14°30'	20°30'
18°30'	25°30'
25°30'	35°
29°	40°30'
32°	45°30'
35°30'	50°
38°	55°30'

63.
 Nesta última experiência, como foi simbolizado o ângulo de incidência? _____
 E o ângulo de refração? _____

16.

α_1 : ângulo de refração

α_2 : ângulo de incidência

17.

Em reflexão, qual a relação que você descobriu entre o ângulo de incidência e o ângulo de reflexão?

_____.

Agora, vamos verificar se existe alguma relação entre o ângulo de incidência e o ângulo de refração.

36.

refração

37.

Trace a "curva" determinada pelos pontos representados com os valores do quadro 31.

Ela é:

- a) completamente curva
- b) reta até $\alpha_{ar} = 50^\circ$, e curva para os valores de α_{ar} maiores que 50° .
- c) completamente reta.

56.

ângulo de incidência

ângulo de refração

índice de refração do meio M em relação ao meio ar

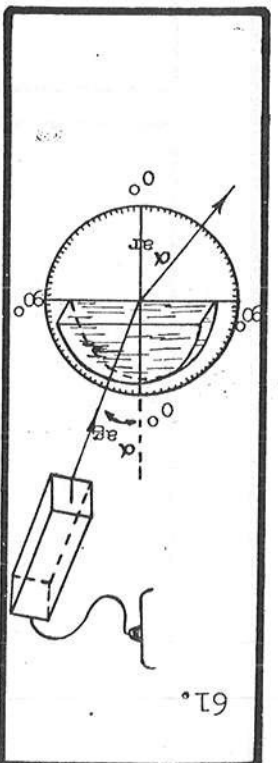
57.

Nas experiências anteriores, o raio passava do ar a outro meio de um meio qualquer ao ar.

Agora vamos determinar experimentalmente se a lei que você descobriu é válida quando o raio passa do ar para outro meio de um meio óptico qualquer ao ar.

99. Ao ângulo de incidência para o qual o ângulo de refração vale 90° (ou equivalente) lente)

80.
$$n_{\text{ar-ag}} = \frac{1}{n_{\text{ag-ar}}}$$



62. No quadro 36 você fez uma tabela com os valores de α_{ar} e α_{ag} . Escreva os valores de α_{ag} menores que $46^\circ 30'$, e tire raios dessa tabela, na coluna a esquerda desta nova tabela.

α_{ar}	α_{ag}	$\text{sen } \alpha_{\text{ar}}$
$30^\circ 30'$	0°	

Verifique experimentalmente qual é o valor de α_{ar} para cada valor de α_{ag} quando o raio passa da água para o ar. Nota: Mais tarde usaremos valores maiores que 46° DESLIGUE O PROJETO

81. Portanto, conhecendo o índice de refração da água em relação ao ar, que é $n_{\text{ar-ag}} = 1,33$, você pode descobrir o índice de refração do ar em relação à água:

$$n_{\text{ar-ag}} = \frac{1}{n_{\text{ag-ar}}} = \frac{1}{1,33} = \dots$$

O valor encontrado coincide aproximadamente com o valor estabelecido experimentalmente? Sim Não

100. Observamos a reflexão total ao passar um raio de luz da água ao ar. O índice de refração da água é 1,33 e do ar é 1,00; ou seja, o ar é mais menos refringente do que a água. No caso em que a luz passa do vidro ($n_v = 1,5$) ao ar ($n_{\text{ar}} = 1,33$), o ar é mais menos refringente que o vidro.

17.

O ângulo de incidência é igual ao ângulo de reflexão.

Ou

$$\hat{i} = \hat{r}$$

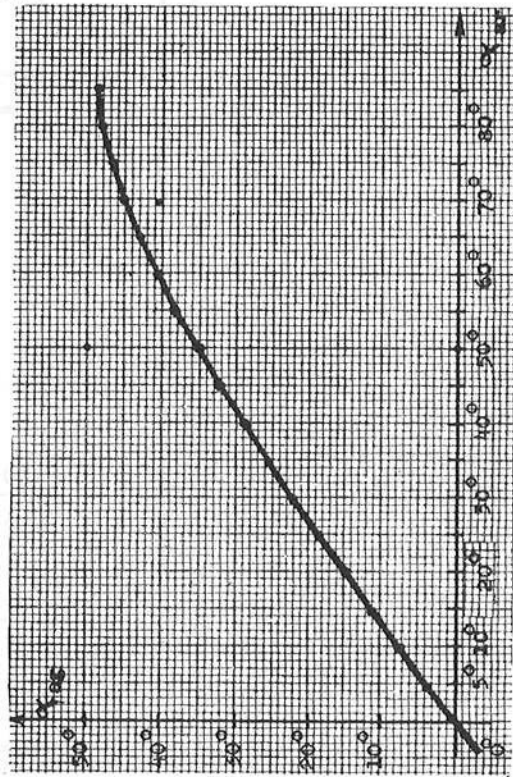
18. Tome do seu material:

- a) uma fôlha com um círculo graduado impresso
- b) o projetor
- c) o tanque semi-circular
- d) o suporte retangular de cartão prensado
- e) o "visor" de cartolina preta.



Monte o visor como você já fez para experiências anteriores (veja figura).

37.



38.

De acôrdo com o gráfico obtido, você pode afirmar que:

- a) α_{ar} e α_{ag} são proporcionais
- b) α_{ar} e α_{ag} não são proporcionais
- c) α_{ar} e α_{ag} São proporcionais até aproximadamente $\alpha_{ar} = 50^\circ$, mas não para valores de α_{ar} maiores que 50° .

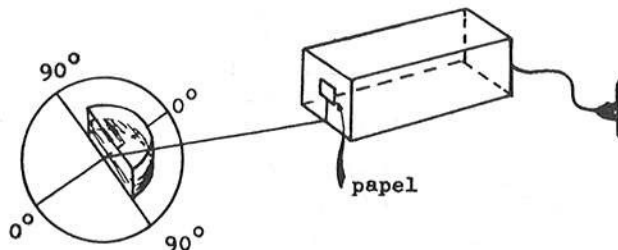
57.

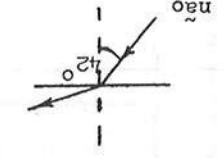
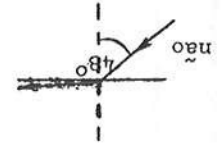
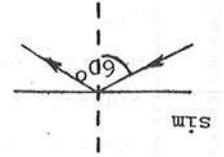
do ar a outro meio

de um meio ao ar

58.

- a) Encha o tanque de água.
- b) Coloque o tanque sôbre a fôlha graduada de maneira que o bordo reto coincida com o diâmetro $90^\circ-90^\circ$, e a linha vertical no centro dêsse bordo com o centro do círculo (veja figura).
- c) Ligue o projetor e coloque-o em frente do tanque (figura).
- d) Verifique se a fenda do projetor corresponde à altura da água dentro do tanque; se estiver mais alta, coloque um pedaço de papel a fim de diminuí-la, no lugar indicado pela figura.





98.

A que chamamos ângulo limite?

99.

do
o inverso

$$\frac{\text{sen } \alpha_{\text{ar}}}{\text{sen } \alpha_{\text{ag}}}$$

79.

Ora, sendo $n_{\text{ar-ag}}$ o inverso de $n_{\text{ag-ar}}$, pode-se es
crever:

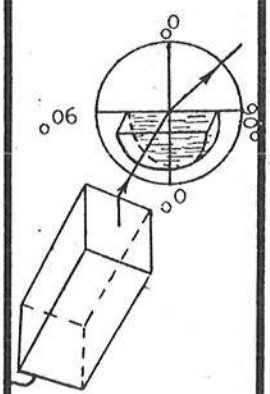
$$n = \frac{\text{inverso de } n}{1}$$

Ou seja; para um numero qualquer \bar{n} pode-se escrever:

$$5 = \frac{1}{\frac{1}{5}}$$

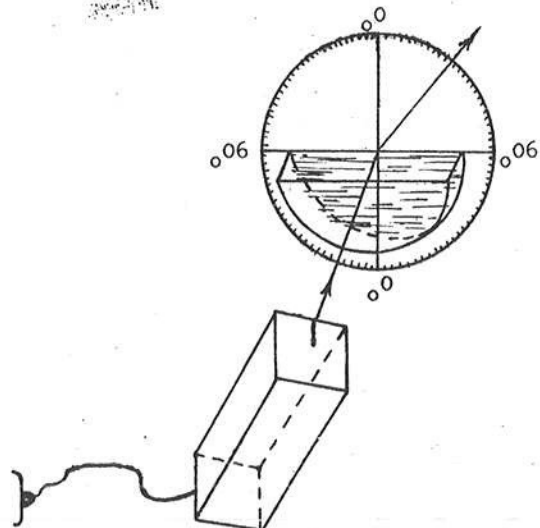
o numero 5 pode ser escrito:
Em Aritmética, você sabe que o inverso de 5 é $\frac{1}{5}$, e que

80.



60.

Assinale com as letras α_{ar} o ângulo de incidência e α_{ag} o ângulo de refração.



61.

19. Trace uma linha reta, perpendicular aos lados maiores do tanque, como indica a figura 1.

Encha o tanque de água.

Observe a figura 2: a superfície de separação (1) é: plana curva; a superfície de separação (2) é: plana curva.

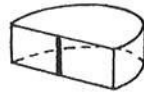


fig.1

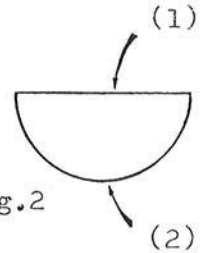


fig.2

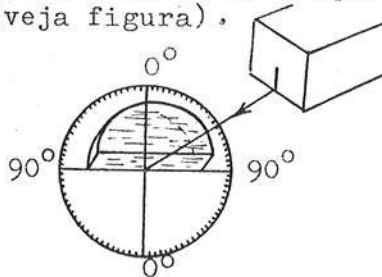
38.

39.

Portanto, a relação entre α_{ar} e α_{ag} , para todos os pares de valores obtidos para êsses ângulos, é não é constante

59.

Gire o círculo lentamente, de maneira que o raio atinja a superfície curva do tanque e passe pelo centro do círculo (veja figura).



Coloque o visor, e através dêle observe:

a) O raio é desviado ao passar do ar à água?
sim não

b) Porque? _____

60. Observe novamente o raio refratado. Ao passar da água para o ar o raio é desviado para afastando-se da normal. Trace na figura o raio refratado.

79. Você determinou o índice de refração nos casos em que a luz passa do ar à água (fig. 1) e da água ao ar (figura 2). Complete as relações abaixo de cada figura.

Observando essas relações, vê-se que o índice de refração do ar em relação à água é igual ao o inverso do) índice de refração da água em relação ao ar.

98. Para ângulos de incidência maiores que 48° , você observou que não há raios refratados entre a água e o ar. Somente existem raios refletidos pela superfície de separação: é o fenômeno da reflexão total, pois todos os raios que incidem são refletidos. Complete as figuras abaixo, traçando os raios que devem aparecer mais notadamente em cada caso.

não há reflexão total

há reflexão total

não há

não há reflexão total

há reflexão total

não há

não há reflexão total

há reflexão total

não há

19.

1: plana

2: curva

VOLTE À PÁGINA 1, QUADRO Nº 20

39.

não é

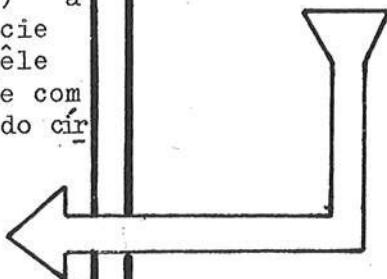
VOLTE À PÁGINA 1, QUADRO Nº 40

59.

a) não

b) porque
ele é per-
pendicular
(normal) à
superfície
curva (ele
coincide com
o raio do cír-
culo).

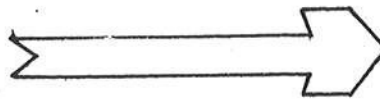
Nº 60



C A P Í T U L O V I

CÔRES

6. CÔRES



Vire a
página e
comece

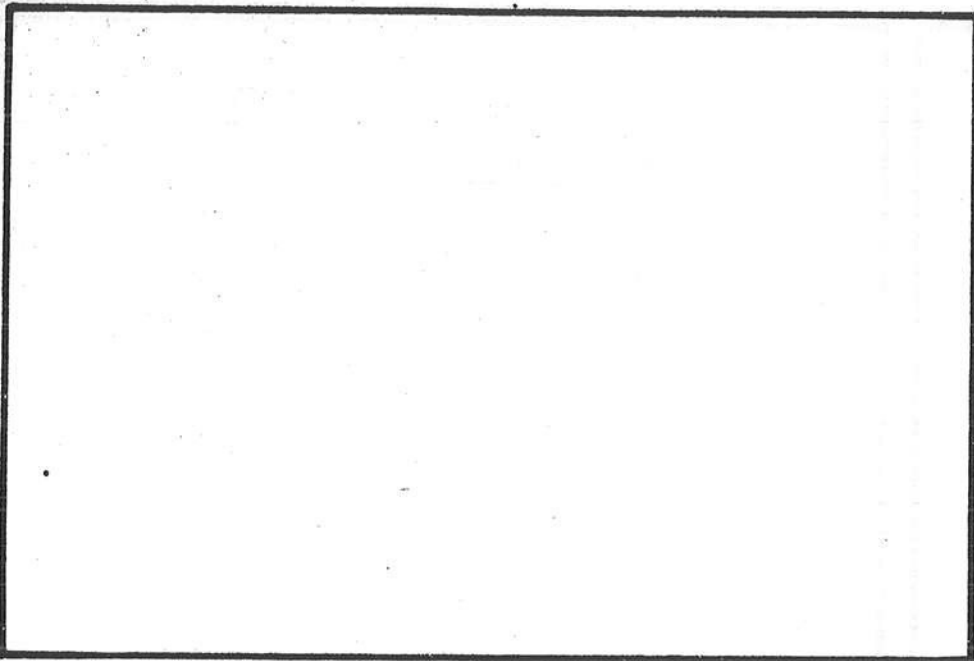
14.

Evidentemente tôda a luz colorida do espectro já está no raio de luz que penetra no prisma. O prisma apenas a difunde, formando o espectro.

Portanto, o que podemos dizer sôbre a composição da luz branca?

29.

De acôrdo com a sua experiência, o índice de refração deve ser menor maior para a luz vermelha do que para a luz violeta.



VOLTE A PÁGINA 17, QUADRO Nº 72

71.
Fogo
Fogos
Lampadas de
sódio (lam-
padas amare
Las usadas
em tunnels)
Um ferro
quente
vermelho

VOLTE A PÁGINA 17, QUADRO Nº 58

57.
o vermelho
e o verde

Introdução.

Estudaremos neste Capítulo as cores e a maneira como são produzidas. A maior parte da luz que chega aos nossos olhos é colorida, o que nos faz supor que a cor seja uma propriedade importante da luz. Você verá como as cores são produzidas por dispersão e absorção da luz branca, e aprenderá a fazer a análise espectral da luz colorida.

14.

É composta de todas as cores do espectro.

(ou equivalente)

15.

De acordo com o que foi visto, o que seu olho vê quando recebe todas as cores do espectro misturadas?

_____.

29.

maior

30.

Suponha que pudéssemos fabricar um prisma que tivesse o mesmo índice de refração para todas as cores.

Seria possível que esse prisma decompusesse a luz branca em cores?

sim não

Porque? _____

A
B
C
D
E
F
G
H
I
J
K
L

e
o
s

1

FIM DO CAPITULO VI

84.
 É a luz com
 posta por
 apenas uma
 cor do es-
 pectro

71.
 Até agora você só usou uma fonte de luz branca.
 Há muitas fontes de luz, porém, que são coloridas.
 Dê exemplo de uma fonte colorida (que não seja uma
 lâmpada coberta por um filtro):

70.
 absorve
 reflete
 sim
 sim
 não

57.
 A luz que contém apenas uma cor do espectro, e não
 pode mais ser decomposta, é chamada luz monocromá-
 tica (em grego: mono=um, chromos=cor).
 Alguns dos seus filtros deixam passar luz monocro-
 mática. Quais?

56.
 A primeira
 contém tam-
 bém verde e
 violeta.

1.

Tome o seu projetor, ajuste os parafusos de modo a obter uma fenda de menos de 1 mm., e projete um raio de luz sôbre um papel branco.

De que côr é o raio projetado? _____

DESLIGUE O PROJETOR

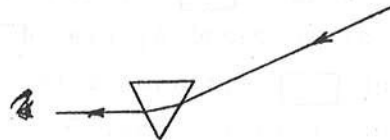
15.

luz branca

16.

A figura mostra um homem olhando através de um prisma. A luz do objeto é desviada antes de chegar aos seus olhos.

Desenhe com uma linha pontilhada a direção em que êle verá a imagem do objeto.



30.

não

Tôdas as côres seriam desviadas igualmente e sairiam do prisma como um raio de luz branca.

(ou equivalente)

31.

Todos os meios têm índices de refração diferentes p/ diferentes côres. Todos, portanto, podem decompor a luz branca em um espectro.

Um arco-íris, por exemplo, é formado por gotas de chuva que funcionam como o(a) _____ da sua experiência.

A lâmpada da sua experiência corresponde ao(a) _____ na formação do arco-íris.

56. Note que a luz alaranjada que você vê quando olha através do filtro contém também vermelho e amarelo. Já a luz alaranjada que você vê no espectro contém apenas alaranjado.

Mas o olho não percebe a diferença.

Qual a diferença entre a luz azul que seus olhos vêem quando olham através do filtro azul, e a faixa azul que você vê no espectro?

55. vermelho, alaranjado, amarelo (verde)

70. Como conclusão geral podemos dizer, então, que uma superfície colorida parece colorida, quando iluminada por luz branca, porque ela absorve transmite reflete parte da luz branca, e absorve transmite reflete parte do espectro, o qual dá impressão de cor para o olho.

Para fazer a análise espectral de luz proveniente de uma superfície colorida, você precisa de:

um prisma? sim não

uma fenda? sim não

um filtro? sim não

69. verde.

84. _____

que quer dizer "luz monocromática"?

83. Com uma fenda que deixe aparecer apenas uma faixa de rótulo, e um prisma para ver a faixa sob a luz branca.

1.

branca

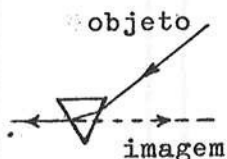
2.

Coloque o bloco de madeira do seu material na trajetória do raio de luz, em posição vertical e com a face branca voltada para o projetor.

Se você aproximar o bloco da fenda, a faixa de luz branca projetada sobre o bloco tornar-se-á menor maior e menos mais brilhante.

DESLIGUE O PROJETOR

16.



17. Coloque a face polida do prisma sobre o "C" abaixo. Olhe por cima para uma das duas imagens formadas por refração.



Aos poucos, vá levantando o prisma, de forma que você sempre veja a imagem.

Mantenha-o próximo ao olho, a cerca de 30 cm. do papel.

Qual a mudança que você observa no "C" ?

31.

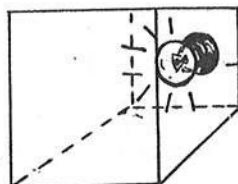
prisma

sol

32. Há outros meios de decompor a luz branca, além da refração.

Ligue o projetor e vire-o de lado.

Pegue o pedaço de disco que há na sua caixa. Coloque-o perto do olho, com os sulcos em posição vertical (veja a figura).



Procure ver a imagem do filamento da lâmpada na superfície do disco, como em um espelho. Tente ângulos de incidência cada vez maiores (talvez você custe um pouco a ver cores).

Quantas faixas vermelhas você vê? _____.

82. Porque ele rē flite a parte azul do espectro e absorve a maior parte das outras partes (ou equivalentes).

83. Como se pode fazer uma análise espectral da luz azul refletida pelo rótulo?

68. um vermelho e um verde

69. Uma superfície, iluminada por luz branca, absorve o vermelho, o amarelo, o azul e o violeta.
 Para o olho, ela dá impressão de ser de cor _____

54. O filtro de lã azul, violeta, verde (e um pouco de amarelo); rē move o vermelho.

55. Para o olho, a mistura das cores que passam pelo filtro azul parece ser azul puro.
 O olho humano, portanto, não é um instrumento muito preciso para distinguir as cores que estão presentes na luz que ele recebe.
 Quando a luz chega a você através do filtro alaranjado, quais as cores do espectro que o olho recebe? (descubra experimentalmente, use o prisma)

2.

menor
mais

3.

Uma superfície branca na qual se pode projetar luz é chamada tela.

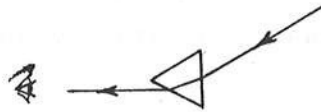
Assinale abaixo os exemplos de telas:

- a. o bloco que você colocou na trajetória da luz.
- b. um dos pedaços de cartão vermelho do seu material.
- c. uma superfície em que se projetam filmes.

17.

Torna-se co
lorido.

18. Olhe para os objetos da sala através do prisma, na posição indicada pela figura. Repare que uma das arestas do prisma deve estar voltada para o olho.



Qual a(s) diferença(s) entre as imagens vistas através do prisma e os próprios objetos? _____

32.

Provavelmente quatro ou mais.

33.

Veja se consegue o mesmo efeito com o espelho:

sim não

DESLIGUE O PROJETOR

81. Fazendo a análise espectral (atrasadas de um prisma que decompõe a luz branca nas cores do espectro, ou de uma superfície de sulcos).

82. Porque o rótulo azul da caixa de material parece azul sob luz branca?

67. vermelha o resto do espectro ou as outras cores.

68. Experimente outros pedaços de cartolina, sempre com o branco como referência. Observe quais os componentes da luz branca que são absorvidos e quais os refletidos pelas superfícies coloridas. Quais os dois cartões de cores diferentes que refletem cor mais monocromática?

53. amarelo, azul e violeta o vermelho

54. Agora veja o que acontece aos componentes da luz branca ao passar pelo filtro azul. Olhe com atenção para o espectro e descreva o que sucede.

3.

a

c

4.

Retire a tampa do projetor. Ligue-o e coloque a tela na trajetória da luz, a cerca de 20 cm. da fenda.

Gire o soquete da lâmpada lentamente, para diante e para traz. Que acontece à faixa de luz projetada sobre a tela?

18.

São coloridas nos bordos (e às vezes distorcidas).

19.

Segure agora o prisma com uma das superfícies voltada para o olho, como na figura. A luz que chega aos seus olhos foi refletida por uma das superfícies internas do prisma, e as imagens que você vê são formadas principalmente por _____.



Nêste caso, há diferença entre os objetos e suas imagens? sim não

33.

não

34.

É evidente que a reflexão da luz branca pelo espelho é diferente da reflexão pela superfície de sulcos: no caso do espelho, a luz não é _____

(Em outro ponto do programa você verá outros exemplos que tornarão mais claro o caso da superfície de sulcos).

53. Substitua o filtro verde pelo vermelho. Observe o espectro: O filtro remove os seguintes componentes da luz branca: _____ e deixa passar _____.

52. sim

67: O método de olhar através de um prisma para uma fenda é muito útil para analisar a luz refletida por superfícies coloridas. No seu material há 9 pedagos de cartolina colorida. Pegue o vermelho e coloque metade da fenda sobre ele, deixando a outra metade para o papel branco. Verifique se a fenda está bem iluminada. Segure o cartão e observe a fenda através do prisma, como anteriormente. Você vê que a superfície vermelha reflete a parte _____ da luz branca e absorve _____.

66. sim
confirma
é composta de todas as cores do espectro. (ou equivalente lente)

81. Como se pode demonstrar esse fenômeno? _____

80. composta de todas as cores do espectro.

6.
Sua largura varia ou torna-se mais estreita ou mais larga
(ou equivalente)

7. Em algumas das experiências será muito importante que o feixe de luz seja o mais estreito possível.

Para obtê-lo, faça cuidadosamente o seguinte: gire o soquete da lâmpada até que o filamento fique vertical e a faixa projetada na tela seja tão estreita quanto possível.

Feito isso, meça a largura da faixa projetada na tela a cerca de 20 cm. da fenda: _____ mm.

19.
reflexão

não
(na verdade, as imagens aparecem como num espelho).

20.

Ligue o projetor. Tire a tampa e coloque-o apoiado em uma das partes laterais.

Segure o prisma de forma que a luz não seja refletida dentro dele, e observe a lâmpada.

O que parece a imagem da lâmpada? _____

34.
decomposta em cores.

35.

A decomposição da luz em um espectro de cores é chamada dispersão.

A formação de um arco-íris, assim como o aparecimento de imagens coloridas do filamento da lâmpada na superfície de sulcos, são casos em que se deu _____ da luz.

79. Luz branca

80. Vamos fazer um resumo do que você aprendeu sobre cores. A luz branca, emitida por um filamento de lâmpada, é

65. duas refração

66. Observando uma das imagens, levante o prisma lentamente até seus olhos. Talvez seja preciso segurar o cartão preto para evitar sombras. Pode-se dizer que essa experiência é uma análise espectral? sim não A experiência confirma não confirma o que você já sabe sobre a composição da luz branca refletida pelo papel, isto é,

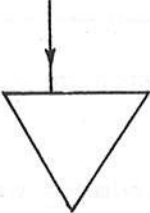
51. o verde as outras cores

52. Coloque o filtro entre o prisma e a tela, de modo que a luz passe primeiro pelo prisma, e depois pelo filtro. A parte do espectro que o filtro deixa passar é a mesma que ele deixava passar quando estava colocada entre o projetor e o prisma? sim não

5.

Não deve ser maior que 3 mm.

6. Tome o prisma de vidro do seu material e coloque-o na trajetória do raio de luz, com uma das faces não polidas para baixo. O ângulo de incidência deve ser de 0° como na figura abaixo.



Complete o desenho, traçando o raio que você observa olhando de cima. Esse raio sofreu:

reflexão total dentro do prisma
refração ao entrar e sair do prisma.

20.

o espectro

21.

Dessa experiência, que conclusão você tira sobre a composição de luz branca produzida pela lâmpada?

35.

dispersão

36.

O que é dispersão da luz?

Dê dois exemplos.

1. _____

2. _____

As últimas experiências provavelmente o convencem de que a fonte de luz é importante na aparência das cores.

Para podermos identificar as cores dos objetos de vem ser iluminados por _____.

79.

a luz de só-
dio não con-
tém vermelho
(é monocromá-
tica).

78.

Coloque o prisma sobre a fenda, com a superfície polida para baixo, de forma que a aresta superior fique paralela à fenda.

Você vê _____ imagem(ns), formada(s) por _____ reflexão _____ refração.

65.

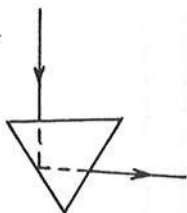
De acordo com sua experiência, a luz branca torna-se verde porque o filtro deixa passar _____ e remove _____.

51.

b

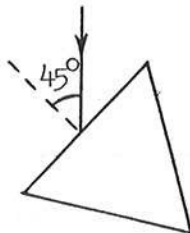
50.

6.



reflexão to
tal dentro
do prisma.

7. Coloque agora o prisma de forma que o ângulo de in
cidência do raio de luz seja de 45° (fig.).



Trace o raio que você vê, olhando de cima.
Esse raio sofreu

- reflexão total dentro do prisma
 refração ao entrar e sair do prisma.

21.

É composta
de tôdas as
côres de es
pectro.

22.

Se fôr possível emprestar um outro prisma de um co
lega, faça a seguinte experiência (se não, leia os
quadros e as respostas e passe adiante):

Olhe para a lâmpada através dos dois prismas, como
indica a figura.



Como você vê a imagem da lâmpada? _____

36.

É a decompo-
sição de luz
branca em um
espectro de
côres.

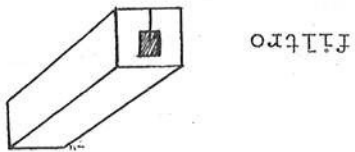
Arco-íris,
prisma (re-
fração).

Superfície
de sulcos
(reflexão).

37.

As côres de camadas finas de óleo derramado na
água ou em ruas molhadas, e as côres de arco-íris
que vêm em pérolas cultivadas são também exem-
plos de _____.

50. Retire e coloque lentamente o filtro de novo. Faça isso algumas vezes, observando as mudanças correspondentes no espectro. Para uma comparação direta, segure o filtro de maneira que ele cubra apenas metade da fenda (fig.).



Das duas sentenças abaixo, assinale a que descreve melhor o que você vê:

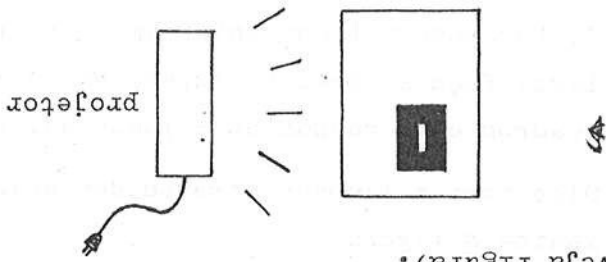
a O filtro faz com que todas as cores se tornem verdes

b O filtro deixa passar a parte verde do espectro, e remove as outras cores.

forna-se verde

49.

64. Corte uma fenda no retângulo de cartolina preta que há no seu material, de aproximadamente 30 mm. de comprimento e 1 mm. de largura. Ligue o projetor e vire-o de lado, de forma que a lâmpada ilumine o papel branco que está sobre o suporte. Coloque a fenda sobre o papel, de modo que você veja claramente um pedaço de papel branco através dela (veja figura).



fenda

63.

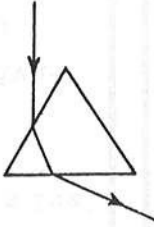
Um pedaço de cartão parece vermelho sob luz branca por que reflete a parte vermelha do espectro. Quando o mesmo cartão é iluminado pela luz amarela de sódio, ele não pode parecer vermelho porque

78.

A experiência da Lhe dá as respostas

77.

7.



refração ao entrar e sair do prisma.

8. Observe pelo visor o raio que sai do prisma, nos casos A e B:

A) quando o raio sofreu reflexão total dentro do prisma.

B) quando o raio sofreu apenas refração ao passar pelo prisma.

Qual a diferença mais marcante na aparência do raio no caso B em relação ao caso A?

(Nota: Experimente vários ângulos de incidência girando o prisma lentamente. Em certos ângulos a diferença é mais evidente).

22.

Como ela é, vista sem os prismas (ou equivalente)

23.

O primeiro prisma, como você sabe, difunde a luz branca, formando um espectro.

Quando você olha através dos dois prismas, a luz não se torna colorida.

Portanto, o segundo prisma faz exatamente o contrário do primeiro, ou seja, junta todas as cores de novo formando _____.

37.

dispersão

38.

Agora que você já sabe alguma coisa sobre cores, vamos considerar uma "cor" um tanto especial: preto. Quando você "vê tudo preto", num quarto escuro por exemplo, o que você sabe sobre a luz que seus olhos recebem? _____

76.
 Muitas cores
 aparecem ape-
 nas sob a luz
 branca.
 (ou equiva-
 lente)

77.
 Procure dois pedaços de cartolina que pareçam mi-
 to semelhantes sob a luz amarela, mas muito diferen-
 tes sob a luz branca: _____ e _____
 Procure dois pedaços que pareçam muito semelhantes
 sob luz branca, mas muito diferentes sob luz amare-
 la:

 são dois

62.
 não
 (só as mar-
 gens do pa-
 pel são co-
 loridas).

63.
 Para produzir o espectro com a lâmpada e o prisma,
 você usou um feixe bem estreito de luz que através
 sava uma fenda. Da mesma forma, você agora terá
 de olhar através do prisma para a luz branca que
 vem de um(a) _____

48.
 filtros
 vermelho
 alaranjado
 verde
 azul
 cor-de-rosa

49.
 Coloque o filtro verde na trajetória do raio, bem
 junto à fenda.
 Qual a mudança que você observa no raio de luz ?

8.

Apresenta-se difuso e colorido.

9. Coloque a tela na trajetória do raio refratado. Você verá uma faixa colorida, que chamaremos de espectro.

Gire o prisma. À medida que o ângulo de incidência do raio varia, a largura do(a) _____ também varia.

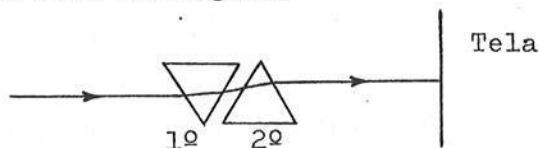
(Nota: para ver o espectro procure evitar a claridade em volta do raio, utilizando se possível o visor).

23.

luz branca

24.

Coloque o projetor e o prisma de forma que um bom espectro apareça na tela. Coloque depois o segundo prisma como na figura:



Ponha a tela na trajetória do raio que atravessou os dois prismas. O espectro produzido pelo primeiro prisma se transforma em _____

38.

os olhos não recebem luz

39.

Você vai fabricar um "objeto" muito especial: faça um buraco de cerca de meio centímetro na caixa pequena que há no seu material.

Olhe para o buraco. Qual é a sua cor?

9.

espectro

10.

Agora coloque a tela na trajetória do raio que sofreu reflexão ao passar pelo prisma.

Vê-se o espectro? sim, não

(Nota: Experimente várias posições do prisma).

24.

uma faixa
branca ou
luz bran-
ca.

25.

As duas últimas experiências mostraram que um raio de luz decomposto em um espectro de cores por um prisma pode ser decomposto recomposto por um segundo prisma.

39.

preta

40.

Ao olhar para o buraco, você vê só preto. O que você pode dizer sobre a luz que seus olhos recebem do buraco? _____

Se não tiver certeza leia o quadro 38 de novo.

46.

1. Refração
2. Absorção
3. Refl.difusa
4. Refl.regular
5. Transmissão difusa

47.

Ligue o projetor e coloque a tela a 20 cm. da fenda. Se a faixa de luz projetada na tela fôr muito larga ou irregular, ajuste o projetor como foi feito nos quadros 3 e 4.

Com o prisma, projete um espectro largo na tela. Escureça a região em tórno do espectro o quanto possível.

Anote de novo as côres do espectro, começando pelo vermelho:

60.

a
(b)
e
f

não é

61.

Também se pode fazer análise espectral olhando para o espectro através dos filtros. Segure-os bem perto dos olhos.

Você verá que os filtros _____ parte do espectro e _____ outras partes.

Usando êsse método, procure o filtro que absorve apenas a metade do espectro e transmite as côres de cada lado: é o _____.

74.

Apenas amarelo (talvés também um pouco de violeta)

75.

A luz amarela é característica de todos os sais que contêm sódio (sal é cloreto de sódio). O violeta provém do álcool incandescente.

A luz de sódio é de tal forma dominante que podemos considerar a lamparina como uma fonte de luz _____ apenas.

(côr)

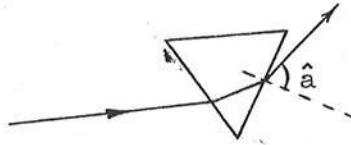
A luz de sódio é não é monocromática.

10.

não (só uma
faixa bran-
ca)

11.

Para que as cores possam ser vistas com nitidez e o espectro seja bem largo, coloque o prisma na posição indicada na figura. Note que o ângulo de refração $\hat{\alpha}$ deve ser o maior possível.

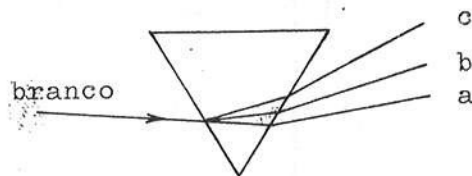


Escreva as cores do espectro, começando pelo lado vermelho: _____

25.

recomposto

26.



A figura representa três raios refratados de cores diferentes: vermelho, violeta e verde (o efeito de difusão foi exagerado).

Experimentalmente, verifica-se que:

- a é vermelho violeta verde
- b é vermelho violeta verde
- c é vermelho violeta verde

40.

os olhos não
recebem luz

41.


O buraco não reflete luz porque toda luz que chega a ele desaparece dentro da caixa. Dizemos que a luz foi absorvida pelo buraco.

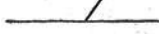
Da mesma forma, um objeto que pareça tão preto quanto o buraco não envia luz aos seus olhos: toda a luz é _____ objeto.

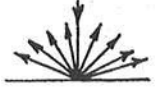
45.

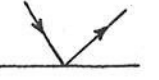
- 1. Reflexão regular
- 2. Refração
- 3. Absorção

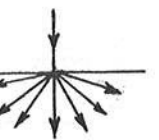
46. Para cada figura, escreva o nome do fenômeno correspondente:

1.  _____

2.  _____

3.  _____

4.  _____

5.  _____

59.

transmite
absorve
transmite

60. O conjunto de instrumentos usados para descobrir quais as cores do espectro que são transmitidas pelos filtros, constitui um exemplo de espectroscópio.

O que você fez é a análise espectral da luz. Faça uma análise espectral da luz transmitida pelo filtro côm-de-rosa:

A luz côm-de-rosa que o filtro transmite é composta de:

- | | | | |
|----------------------------|------------|----------------------------|---------|
| a <input type="checkbox"/> | vermelho | d <input type="checkbox"/> | verde |
| b <input type="checkbox"/> | alaranjado | e <input type="checkbox"/> | azul |
| c <input type="checkbox"/> | amarelo | f <input type="checkbox"/> | violeta |

A luz côm-de-rosa é não é monocromática.

73.

amarela (se não, jogue mais sal sobre o pavio)

74.

Faça a análise espectral da luz que vem da chama, olhando através do prisma. Se você ficar bem longe da chama, esta funcionará como uma fenda estreita.

Quais as cores do espectro que estão presentes na luz de chama? _____

(Se a cor amarela começar a desaparecer, jogue mais sal - não deixe que apareçam partes brilhantes no pavio).

11.

Você poderá distinguir pelo menos 4 destas cores:

vermelho
alaranjado
amarelo
verde
azul
violeta

12.

Um estreito feixe de luz passa por um prisma e resulta num espectro de cores. Você acha que as cores foram produzidas pelo prisma, isto é, que o prisma é uma fonte de luz colorida?

sim não

DESLIGUE O PROJETOR

26.

vermelho
verde
violeta

27.

A luz penetra no prisma com um determinado ângulo de incidência; a refração, porém, é diferente para as diferentes cores.

Em experiências anteriores sobre refração você viu que um raio pode ser mais ou menos refratado conforme atravessa um meio de maior ou menor índice de refração.

Aqui, porém, parece que um meio pode ter diferentes índices de refração para diferentes _____.

41.

absorvida pelo

42.

Outros objetos pintados de preto parecem tão negros quanto o buraco?

Observe, por exemplo, a tampa preta da sua caixa.

Qual absorve a luz de maneira mais completa?

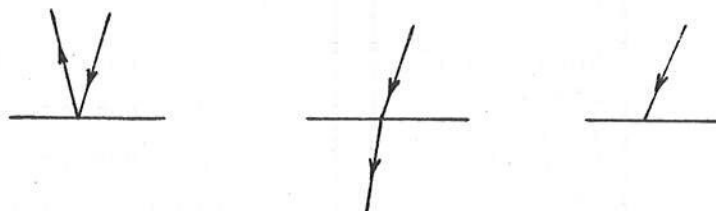
a o buraco

b a tampa da caixa

44.

uma superfície preta.

45.



Identifique cada figura:

	Absorção	Reflexão regular	Refl. difusa	Refração	Transmissão dif.
Figura 1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Figura 2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Figura 3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

58.

não

59.

Alguns termos científicos para o que você observou:

Dizemos que um filtro absorve a luz que êle remove, da mesma forma que dizemos que objetos pretos absorvem a luz.

Dizemos que os filtros transmitem a luz que deixam passar.

O filtro vermelho _____ luz vermelha

O filtro verde _____ luz vermelha

O filtro alaranjado _____ luz vermelha

73.

Faremos uma experiência com uma fonte de luz especial.

Encha de álcool o vidro que há na caixa de material. Deixe apenas 1 cm. do pavio para fora do vidro. Jogue sal sobre o pavio e acenda-o. Desligue a luz da sala.

De que cor é a chama do pavio? _____.

12.

não

13.

Se a luz colorida não foi produzida pelo prisma, ela deve ter vindo de alguma fonte.

Qual? _____.

27.

côres

28.

Quando um raio de luz é refratado ao passar do ar para outro meio ótico, êle se aproxima tanto mais da normal quanto menor maior fôr o índice de refração do segundo meio.

42.

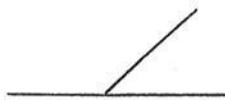
a

(ou você pode julgar que ambos absorvem igualmente a luz)

43.

Um objeto branco parece branco quando iluminado por luz branca porque quase tôda a luz é refletida absorvida, e muito pouca é refletida absorvida.

44.



superf.
preta

O desenho acima representa um raio de luz que sofreu absorção ao atingir _____

58.

A luz branca que vem da lâmpada é monocromática?

sim não

72.

A experiência que se segue só pode ser feita em sala completamente escura.

Também é necessário um pouco de álcool, fósforos e sal de cozinha.

Se você não tem condições para fazê-la agora, passe para o quadro 80.

13.

a lâmpada

VOLTE À PÁGINA 1, QUADRO Nº 14

28.

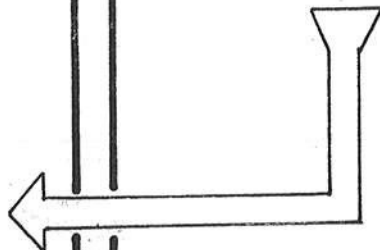
maior

VOLTE À PÁGINA 1, QUADRO Nº 29

43.

refletida
absorvida

Nº 44



TABELA

sen α						
	0'	10'	20'	30'	40'	50'
0°	0,00	0,03	0,06	0,09	0,11	0,14
1°	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03
2°	0,03	0,04	0,04	0,04	0,05	0,05
3°	0,05	0,05	0,06	0,06	0,06	0,07
4°	0,07	0,07	0,08	0,08	0,08	0,08
5°	0,09	0,09	0,09	0,10	0,10	0,10
6°	0,10	0,11	0,11	0,11	0,12	0,12
7°	0,12	0,12	0,13	0,13	0,13	0,14
8°	0,14	0,14	0,14	0,15	0,15	0,15
9°	0,16	0,16	0,16	0,16	0,17	0,17
10°	0,17	0,18	0,18	0,18	0,18	0,19
11°	0,19	0,19	0,20	0,20	0,20	0,20
12°	0,21	0,21	0,21	0,22	0,22	0,22
13°	0,22	0,23	0,23	0,23	0,24	0,24
14°	0,24	0,24	0,25	0,25	0,25	0,26
15°	0,26	0,26	0,26	0,27	0,27	0,27
16°	0,28	0,28	0,28	0,28	0,29	0,29
17°	0,29	0,29	0,30	0,30	0,30	0,31
18°	0,31	0,31	0,31	0,32	0,32	0,32
19°	0,33	0,33	0,33	0,33	0,34	0,34
20°	0,34	0,34	0,35	0,35	0,35	0,36
21°	0,36	0,36	0,36	0,37	0,37	0,37
22°	0,37	0,38	0,38	0,38	0,38	0,39
23°	0,39	0,39	0,40	0,40	0,40	0,40
24°	0,41	0,41	0,41	0,41	0,42	0,42
25°	0,42	0,42	0,43	0,43	0,43	0,44

sen α

	0'	10'	20'	30'	40'	50'
26°	0,44	0,44	0,44	0,45	0,45	0,45
27°	0,45	0,46	0,46	0,46	0,46	0,47
28°	0,47	0,47	0,47	0,48	0,48	0,48
29°	0,48	0,49	0,49	0,49	0,49	0,50
30°	0,50	0,50	0,50	0,51	0,51	0,51
31°	0,51	0,52	0,52	0,52	0,52	0,53
32°	0,53	0,53	0,53	0,54	0,54	0,54
33°	0,54	0,55	0,55	0,55	0,55	0,56
34°	0,56	0,56	0,56	0,57	0,57	0,57
35°	0,57	0,58	0,58	0,58	0,58	0,58
36°	0,59	0,59	0,59	0,60	0,60	0,60
37°	0,60	0,60	0,61	0,61	0,61	0,61
38°	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62	0,63
39°	0,63	0,63	0,63	0,64	0,64	0,64
40°	0,64	0,64	0,65	0,65	0,65	0,65
41°	0,66	0,66	0,66	0,66	0,66	0,67
42°	0,67	0,67	0,67	0,68	0,68	0,68
43°	0,68	0,68	0,69	0,69	0,69	0,69
44°	0,69	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70
45°	0,71	0,71	0,71	0,71	0,71	0,72
46°	0,72	0,72	0,72	0,72	0,73	0,73
47°	0,73	0,73	0,73	0,74	0,74	0,74
48°	0,74	0,74	0,75	0,75	0,75	0,75
49°	0,75	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76
50°	0,77	0,77	0,77	0,77	0,77	0,77

sen α

	0'	10'	20'	30'	40'	50'
51°	0,78	0,78	0,78	0,78	0,78	0,79
52°	0,79	0,78	0,79	0,79	0,79	0,80
53°	0,80	0,80	0,80	0,80	0,81	0,81
54°	0,81	0,81	0,81	0,81	0,82	0,82
55°	0,82	0,82	0,82	0,82	0,83	0,83
56°	0,83	0,83	0,83	0,83	0,84	0,84
57°	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84	0,85
58°	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,86
59°	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86
60°	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87
61°	0,87	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88
62°	0,88	0,88	0,89	0,89	0,89	0,89
63°	0,89	0,89	0,89	0,89	0,90	0,90
64°	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90
65°	0,91	0,91	0,91	0,91	0,91	0,91
66°	0,91	0,91	0,92	0,92	0,92	0,92
67°	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,93
68°	0,93	0,93	0,93	0,93	0,93	0,93
69°	0,93	0,93	0,94	0,94	0,94	0,94
70°	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94
71°	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95
72°	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,96
73°	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96
74°	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96
75°	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97
76°	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97
77°	0,97	0,97	0,98	0,98	0,98	0,98
78°	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98
79°	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98
80°	0,98	0,98	0,99	0,99	0,99	0,99

