



**FÍSICA  
DA  
LUZ**

**UNESCO-IBEEC**

**PROJETO PILOTO**

**São Paulo , 1964**

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).

1.  
Sua resposta  
pode ser i-  
gual ou equi-  
valente às  
seguintes:

1. banco
2. livro
3. lápis.  
etc.

a) com os  
olhos fe-  
chados.

b) numa casa  
completa-  
mente escura.

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

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 refleti-  
da,  pode  não pode refletir essa luz.

17.

c

18. Não é possível ver um objeto quando \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_, ou quando \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_.

2.  
fósforo  
lanterna  
lampião  
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?

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

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

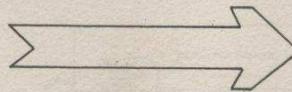
11.  
árvore  
parede  
sol

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

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.

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)

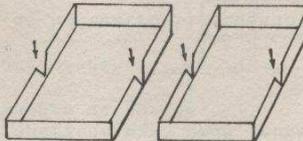
13. Se estiver olhando para uma vela acesa, e em dado momento fechar os olhos, você não vê mais a vela porque:

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.

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,

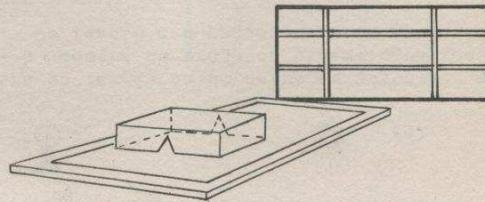
a)  a lâmpada e os objetos enviam luz em direção aos seus olhos.

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 fôlha de papel.

Sobre a fôlha 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 \_\_\_\_\_.

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"/>

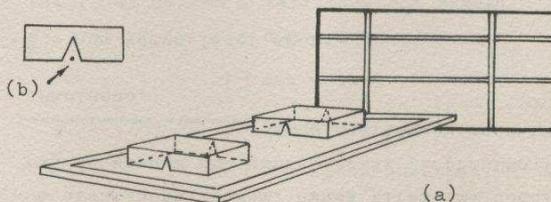
14.  
produz  
refletem

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)

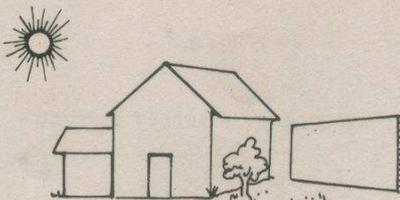


Quando tiver encontrado a posição correta, marque um ponto na metade da base de cada triângulo (fig. b).

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

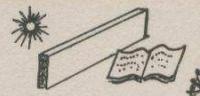
c

16.

1)



2)



3)



4)



Numere as frases abaixo de acôrdo 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) dêsses 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

8.

a) casa  
parede

b) árvore

VOLTE À PÁGINA 1, QUADRO Nº 9

16.

4

1

3

2

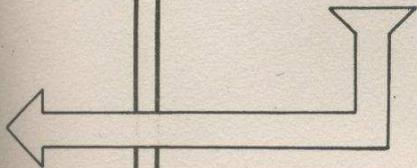
1

VOLTE À PÁGINA 1, QUADRO Nº 17

23.

uma reta

Nº 24



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

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

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

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<sup>A</sup>

x<sup>B</sup>

24.  
não

25. A posição das aberturas a fim de que seja possível ver a luz é um fato que prova que a luz se propaga \_\_\_\_\_.

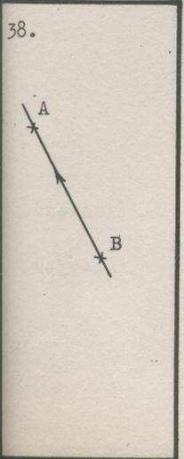
Os cientistas, porém, nunca tiram uma conclusão geral de apenas uma experiência. É preciso fazer \_\_\_\_\_ para aceitar ou rejeitar essa conclusão.

É o que vamos fazer agora.

31.  
cêrca de  
4 mm.

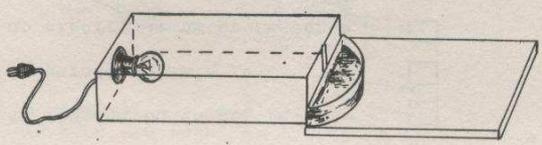
32. Vá diminuindo a largura da fenda até obter o mais estreito feixe de luz que se possa ver com nitidez. Aperte os parafusos.

A largura do feixe de luz é \_\_\_\_\_ mm.



39. Nas experiências anteriores vimos a propagação da luz no ar. Vamos observar agora na água.

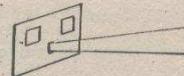
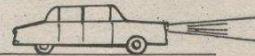
Pegue a cuba semi-circular do seu material e encha-a de água. Coloque-a sôbre uma fôlha junto à fenda do projetor, como na figura:



25. em linha reta ou retilíneamente

outras experiências (mais experiências)

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.

32.

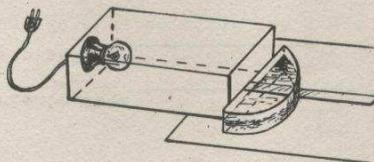
cêrca de 1/2 mm.

33. Um feixe de luz muito estreito chama-se raio de luz.

Seu projetor está produzindo agora um raio de luz?

sim não

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 água, 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.

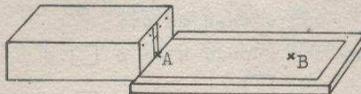
26.  
é  
não é

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

- a  fósforo aceso
- 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.

33.  
sim

34. Assinale 2 pontos A e B na fôlha de papel. Coloque a fenda do projetor sôbre 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

\_\_\_\_\_

40.  
uma reta ou  
retilínea

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

- sim     não

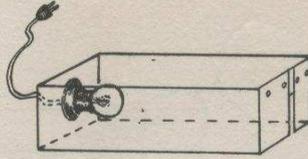
27.

b

d

f

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.

34.

reta ou  
retilínea

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

sim  não

DESLIGUE O PROJETOR

41.

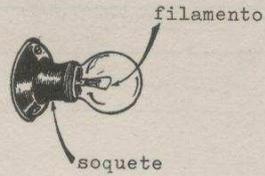
sim

42. Tome o bloco de vidro retangular do seu material.

Quantas faces polidas tem? \_\_\_\_\_

Quantas faces não polidas? \_\_\_\_\_

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.



35.

não

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

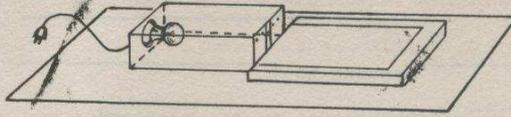
42.

cinco

uma

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

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



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

sim     não

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

37. Por ser a trajetória de um raio luminoso retilínea, sua representação gráfica é a seguinte:



A flecha indica que o raio vai de

- A para B  
 B para A

43. retilínea ou reta

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

---

---

30.

sim

VOLTE À PÁGINA 10, QUADRO Nº 31

37.

A para B

VOLTE À PÁGINA 10, QUADRO Nº 38

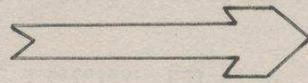
44.

A trajetória da luz é retilínea ou A trajetória da luz é uma linha reta. (ou equivalente)

FIM DO PRIMEIRO CAPÍTULO

VIRE O LIVRO E COMECE O SEGUNDO CAPÍTULO

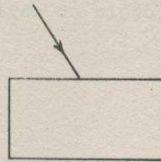
2. COMO UM RAI DE LUZ PODE SER DESVIADO



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.

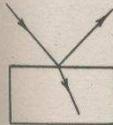
Coloque essa fôlha sôbre o suporte retangular. Ligue o projetor e coloque-o encostado ao suporte. Verifique se o filamento da lâmpada está vertical.

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

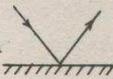


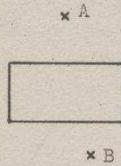
fig.b

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.

(7

(3

(2

(1

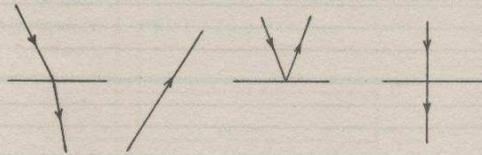
011

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

93.

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.

96.

3.

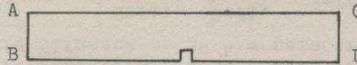
a

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, obtêm-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.

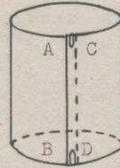
u (7)  
u (3)  
u (2)  
u (1)  
109.

subst  
tal e  
te o  
e no  
(on  
direc  
em to  
trans  
fiole  
sa um  
luz a  
Um ra  
92.

75.

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.

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

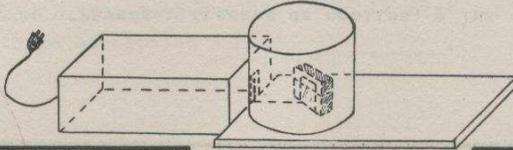
45. Na lista seguinte, coloque R em frente às superfícies refletoras e D em frente às superfícies difusoras de luz.

- 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

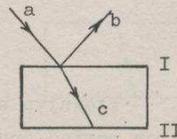
6. Pegue o espelho, o bloco de madeira e o elástico que há na sua caixa de material.  
 Coloque o espelho sobre a face não pintada do bloco de madeira, e prenda-o com o elástico. Um dos bordos do espelho deve coincidir com o bordo do bloco (fig.1).

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"?

---



---



---



---



---

TP  
 14

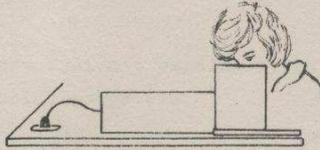
20T

06

Atube  
 i no)  
 e meio  
 passar  
 de dir  
 pode  
 ralo d  
 em que  
 Ao fen

73.

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

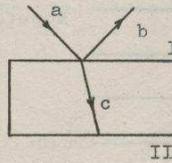


Não olhe diretamente para o espelho. Olhe para o papel branco: Sobre ele, você observa que um raio chega ao espelho e outro \_\_\_\_\_.

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.

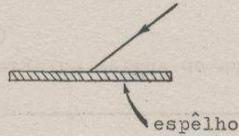
No espaço sideral, onde estão os demais planetas do sistema solar, não há gás, líquido ou sólido; portanto, no espaço sideral existe \_\_\_\_\_.

7.

volta (sai,  
é refletido)

8. Dizemos que o espelho reflete o raio que vem do projetor.

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

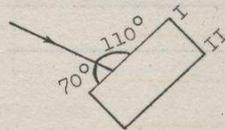


Complete a figura, traçando o raio que o espelho reflete.

27.

é

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



Observe pelo visor. Não olhe para as faces laterais do bloco.

Quando o raio q 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

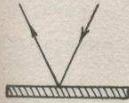
47.

vácuo

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

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

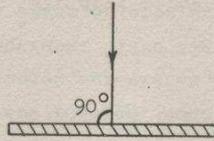
8.



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

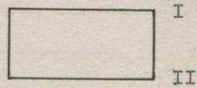


28.

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)  
ou  
vice-versa

49. No interior de uma lâmpada elétrica há vácuo.

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

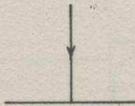
A luz produzida pelo filamento da lâmpada atravessa \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_ e \_\_\_\_\_, antes de chegar aos seus olhos.

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.



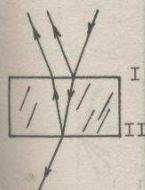
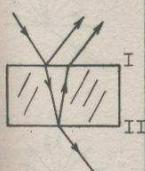
Em relação ao raio que incide, o raio refletido tem:

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

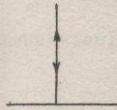
c  aço

g  vácuo

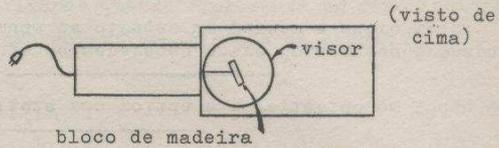
d  celulóide

h  ar

10.  
a mesma dire-  
ção,  
sentido dife-  
rente



11. 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 d'ele, você vê sobre o papel:

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

30. vidro  
Um raio é re-  
fletido e ou-  
tro passa pa-  
ra o ar (pe-  
netra no ar).

31. Resumindo as experiências:  
a) quando um raio de luz incide sobre a superfície de um espelho ou de uma chapa de alumínio obtem-se \_\_\_\_\_ raio(s) refletido(s).  
(numero)  
b) quando um raio de luz incide sobre a superfície de um bloco de vidro obtem-se \_\_\_\_\_ raio(s) refletido(s) e \_\_\_\_\_ raio(s) que penetra(m) no vidro.

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, desde o filamento até seus olhos?

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_.

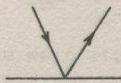
102.  
201  
85.  
X  
X  
89

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 todas as direções.

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



(a)



(b)

31.

um

\*78

um

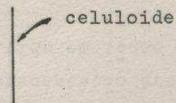
um

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

stop

\*79

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

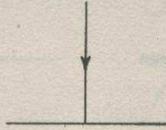
Numa bolinha de gude, a superfície de separação entre os dois meios óticos ar e vidro é  plana  curva.

12.

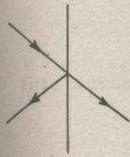
b

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.

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

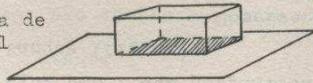


fig.1

sup.de  
separação



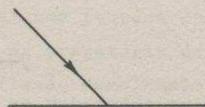
fig. 2

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

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

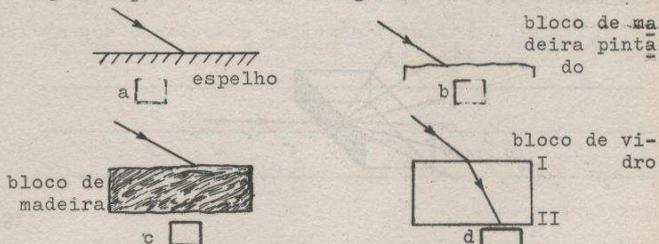
bloco de madeira  espelho

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).

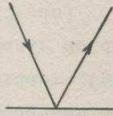
54.

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.

15.



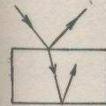
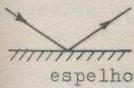
espelho

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



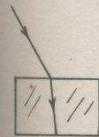
36. Em que consiste a reflexão regular?

\_\_\_\_\_

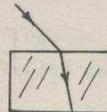
\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

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.

16. face branca do bloco de madeira.

17. As superfícies que refletem apenas um raio quando sobre 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 sobre uma superfície refletora).

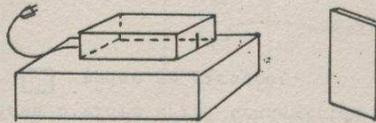
ou

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 sobre uma parede ou sobre o suporte retangular. Neste último caso, apoie o projetor sobre a caixa do material (fig.).



Fique de pé. Olhe para a faixa de luz projetada sobre 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.

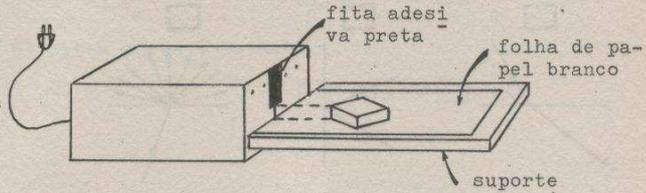
57. Desenhe duas figuras que mostrem os dois casos observados na experiência anterior (mostre os dois raios e o bloco em cada figura).

17.

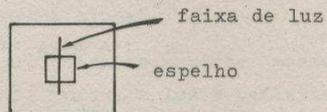
a.

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).



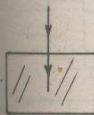
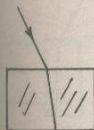
38. Sobre a faixa de luz projetada no suporte, coloque o espelho, segurando-o com a mão (fig.).



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.

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

38.

não

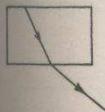
39.

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.

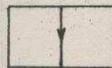
Com o espêlho dá-se fenômeno  igual  contrário.

58.



muda

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".

19.

sim

sim

VOLTE À PAG. 1    QUADRO Nº 20

39.

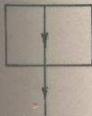
tôdas as di-  
reções

contrário

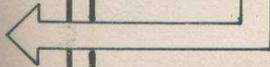
VOLTE À PAG. 1    QUADRO Nº 40

59.

não muda

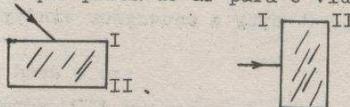


Nº 60



60. Complete as figuras abaixo, com:

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

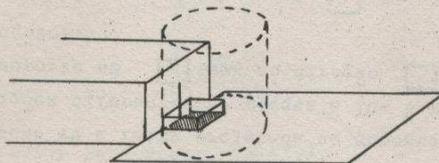


b) O raio de luz que passa do vidro para o ar (penetra no ar).



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

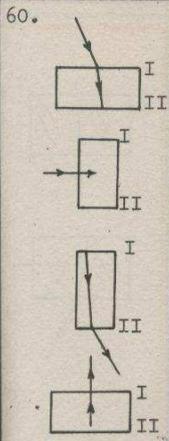
77. Ligue o projetor. Coloque o visor, e em seguida encoste o bloco de vidro à fenda do projetor, com a face não polida para baixo (fig.).



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

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 \_\_\_\_\_.



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

fig. 1

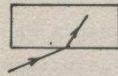
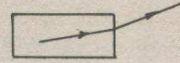


fig. 2



- 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), êle se desvia:

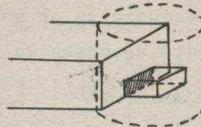
- a  ao atravessar a superfície de separação entre os dois meios
- b  antes de passar do vidro para o ar
- c  depois de passar do vidro para o ar.

77.

transmitido

uma direção

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



Observe pelo visor. Você vê:

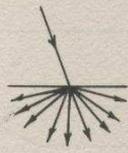
- um raio transmitido em uma direção
- uma porção de luz perto do bloco

94.

reflexão difusa

reflexão (regular)

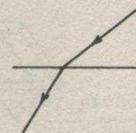
95. Das figuras abaixo, assinale a(s) que representa(m) refração.



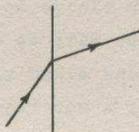
a



b



c



d



e



f

61.

b

a

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.

78.

uma porção de luz perto do bloco

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

95.

c

d

f

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

63. Encha o tanque de água até a metade. Se a altura da fenda 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.

79.

tôdas as direções

80. Na primeira experiência, o raio de luz foi transmitido em uma direção, na segunda em tôdas as direções.

A que você atribui a diferença?

\_\_\_\_\_

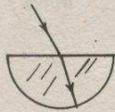
96.

pode ser desviado (pode mudar de direção)

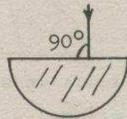
97. Um raio de luz é refletido em uma só direção quando incide sobre uma superfície \_\_\_\_\_; e em várias direções quando incide sobre uma superfície \_\_\_\_\_.

63.

sim



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



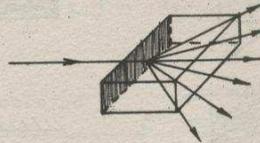
sim  não

Complete a figura mostrando o raio na água.

80.

à face fôscas do bloco (ou equivalente)

81.

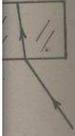


A figura representa um raio de luz que é transmitido através do vidro em \_\_\_\_\_.

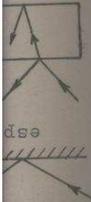
97.

refletora (polida para a luz)  
difusora (fôscas)

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



55.



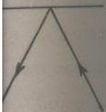
dse

p

a

35.

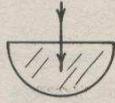
espelho



15.

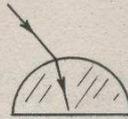
64.

não



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).



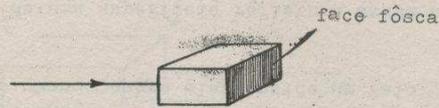
Observe pelo visor que o raio - que se propaga na água  muda  não muda de direção ao passar da água para o ar.

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

81.

tôdas as direções

82. Se a face fôska do bloco fôsse colocada do lado oposto ao que estava, como mostra a figura, o raio seria transmitido em tôdas as direções ao atravessar  a face polida  a face fôska

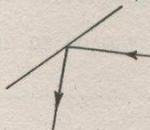


Complete o desenho.

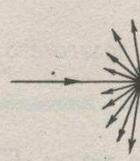
98.

dois meios transparentes

99.



(a)



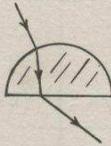
(b)

No caso (a) o raio incide sobre uma superfície \_\_\_\_\_.

No caso (b) incide uma superfície \_\_\_\_\_.

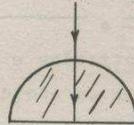
65.

muda



66. 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.

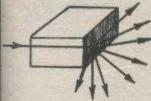
Complete a figura



DESLIGUE O PROJETOR

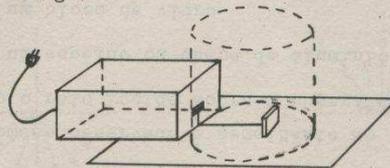
82.

a face fôscas



83. Tome o bloco de parafina da sua caixa. Se necessário, abaixe 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.).



Observe com o visor: ao atravessar a parafina, o raio de luz é transmitido em  uma direção  todas as direções.

99.

refletora (ou polida para a luz)

difusora

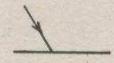
100. Complete as figuras abaixo e escreva o nome do fenômeno correspondente.

1. \_\_\_\_\_



sup. difusora

2. \_\_\_\_\_



meio transpar.  
meio transpar.

3. \_\_\_\_\_



sup. refletora

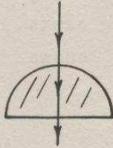
4. \_\_\_\_\_



meio transpar.  
meio translúc.

66.

não muda



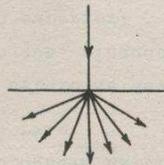
67. Nas experiências você observou que é preciso pelos menos:

- um
- dois
- três
- quatro

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

83.

tôdas as direções



a



b

84. Indique qual é a representação gráfica de um raio de luz que é transmitido em tôdas as direções.

100.

1. Reflexão difusa



2. Refração



3. Reflexão (reg.)



4. Transmissão difusa



101.

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

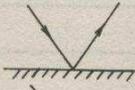
A transmissão difusa se dá quando um raio de luz passa de um meio transparente a um meio \_\_\_\_\_.

67.

dois

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.

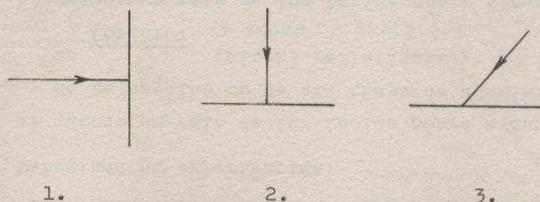
	Reflexão	Refração
a) 	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
b) 	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
c) 	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

84.

a

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 difusa.



101.

transparente

translúcido

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

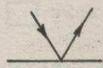
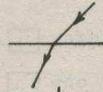
Identifique cada um deles."

Um raio incide sobre:

- uma superfície polida e é refletido em uma só direção: \_\_\_\_\_.
- uma superfície não polida e é refletido em todas as direções: \_\_\_\_\_.
- a superfície de separação entre dois meios transparentes e muda de direção ao passar a outro meio: \_\_\_\_\_.
- a superfície de separação entre um meio transparente e outro translúcido, é transmitido neste em todas as direções: \_\_\_\_\_.

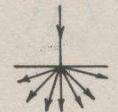
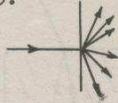
68.

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"/>

85.



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

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

102.

reflexão  
(regular)

reflexão  
difusa

refração

transmissão  
difusa.

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

\_\_\_\_\_.

69.

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

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. \_\_\_\_\_

86.

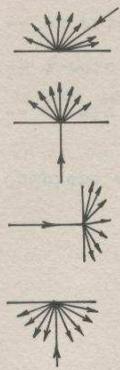
não atravessa

refletido

atravessa

transmitido

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



Transm. dif.	Refl. dif.
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

103.

transmissão difusa.

(e reflexão difusa)

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 sofre \_\_\_\_\_

70.

vidro (blo-  
co de vi-  
dro)

ar

água

celulóide

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

87.

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

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. \_\_\_\_\_

104.

reflexão  
difusa.

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).

\_\_\_\_\_



71.

a

c

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

a  apenas um dos meios é transparente.

b  os dois meios são transparentes.

88.

face fôska do  
bloco

parafina

89. Ao contrário dos meios transparentes, os meios trans-  
lúcidos não permitem visão clara dos objetos.

Na lista abaixo, identifique cada meio como trans-  
lúcido ou transparente:

vidro de janela \_\_\_\_\_

parafina \_\_\_\_\_

neblina \_\_\_\_\_

ar \_\_\_\_\_

óculos embaciados \_\_\_\_\_

105.

reflexão  
(regular)

refração

106. Uma das razões porque a claridade na praia é mui-  
to intensa é, que a luz do sol incide na areia e  
sofre \_\_\_\_\_.

72.

não se produz

a

73. A que fenômeno chamamos refração?

---

---

---

89.

transparente  
translúcido  
translúcido  
transparente  
translúcido

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 difusora.

A superfície não polida do vidro  é  não é uma superfície difusora.

106.

reflexão  
difusa.

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

---

73.

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

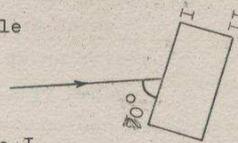
57

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.

90.

é

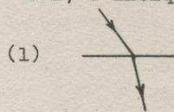
91. Na lista abaixo, indique as superfícies difusoras (em caso de dúvida, faça a experiência).

- 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 fôca.

107.

transmissão difusa.

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



(1)

(3) \_\_\_\_\_



(2)

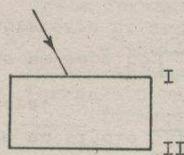
(4) \_\_\_\_\_

3: \_\_\_\_\_

4: \_\_\_\_\_

- 74.
- X
  - X
  - X
  - X
  - X

75. Complete a figura abaixo com os raios observados.-



DESLIGUE O PROJETOR .

- 91.
- b
- e

92. Em que consiste o fenômeno de transmissão difusa?

---

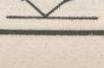


---

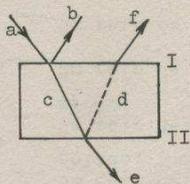
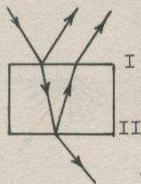
- 108.
- 3) 
- 4) 
- 3) transmissão difusa
- 4) reflexão difusa. (ou vice-versa)

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

	Refl. reg.	Refl. dif.	Refração	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"/>

75.



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

- 1) O raio a incide sobre a superfície I (ar-vidro); parte dele se reflete formando o raio b; outra se refrata formando o raio c.
- 2) O raio c, se propaga através do(a) vidro e incide sobre a superfície II (vidro-ar); parte dele se reflete formando o raio e, e parte se refrata formando o raio d.
- 3) O raio d se propaga através do ar. Ao incidir sobre a superfície I, parte dele se reflete, formando um raio visível apenas em quarto escuro. Outra parte se refrata, formando o raio f.

92.

Um raio de luz atravessa uma superfície e é transmitido em todas as direções.

(ou equivalente o fundamental é a parte sublinhada)

93. Identifique os casos abaixo.

	Trans.Dif.	Refl.Dif.	Refl.reg.
	<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"/>

109.

- 1) nº 2
- 2)  $\frac{n^{\circ} 3}{n^{\circ} 3}$
- 3)  $\frac{n^{\circ} 3}{n^{\circ} 4}$
- 4) nº 1

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) \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

76.            b  
                  c  
                  vidro  
                  reflete  
                  refrata  
  
                  vidro  
                  refrata

VOLTE À PÁGINA 22, QUADRO Nº 77

93.

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

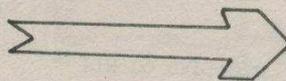
VOLTE À PÁGINA 22, QUADRO Nº 94

- 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).

FIM DO

CAPÍTULO

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.

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).

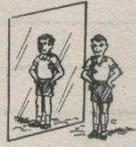


fig.1

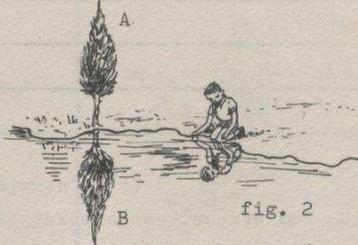
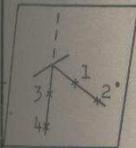


fig. 2

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     .

gan do obser  
depende da  
superfície  
reflexão em  
imagem forma  
a posição de  
dor.  
siga do obs  
na depende  
Lago no obj  
e simétrica  
superfície  
reflexão em  
imagem forma  
a posição d  
63

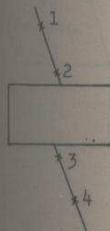
12.  
refletido



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

são  
mesma.  
distância  
reta e a  
cula a e  
uma perde  
contam s  
Quando se  
67

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 ima  
gem.

e  
94

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.

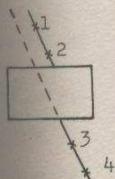
apenas a direção

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 \_\_\_\_\_

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 acôrdo 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.

puêdêp  
ep opu  
e  
°99

na oau  
lmaGen  
°55

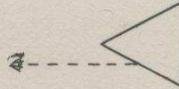


°77

oau  
59

3.  
à sua frente

4. Pegue o prisma triangular do seu material e segure-o com os dedos polegar e indicador nas faces foscas. 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?

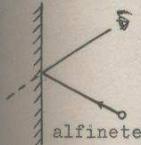
sim  não

E quanto à forma?

sim  não

ms  
46

15.  
alfinete



16. A linha pontilhada que você traçou indica \_\_\_\_\_

atras  
43

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  
O  
B  
V

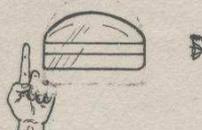
79

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.

16.

a direção em  
que se encon  
tra a imagem.

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

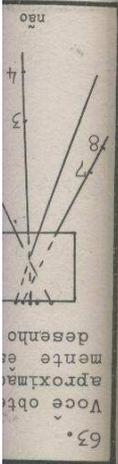
Isto significa que nós podemos ver imagens quando há \_\_\_\_\_ da luz.

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.

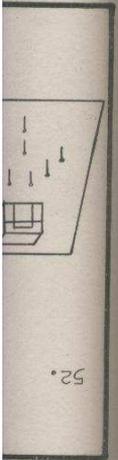


5.

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 fôlha de cartolina preta
- f.  os óculos escuros de um colega

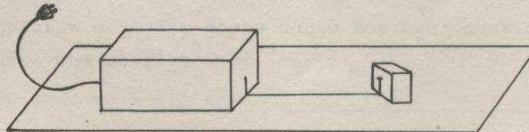


17.

reflexão

18. Vamos fazer outra experiência.

- a) Coloque uma fôlha branca sôbre o suporte, e sôbre 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 sôbre o bloco.
- c) Pregue um alfinete na trajetória do raio, junto ao bloco, como indica a figura.



29.

foi desviado  
(mudou de di  
reção, foi  
refletido ou  
refratado).

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

---



---



---

6.

a

c

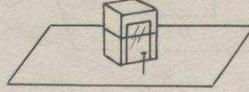
d

f

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

Coloque uma fôlha de papel branco sobre o suporte. Sobre ela coloque o bloco com o espelho.

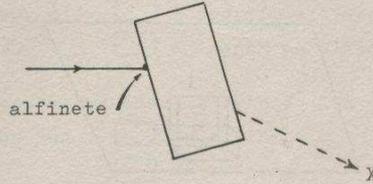
Pregue um alfinete no papel, na direção do espelho, mas não muito próximo a ele (fig.).



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.

---

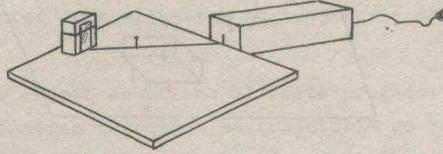
---

---



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 equivalente lente.

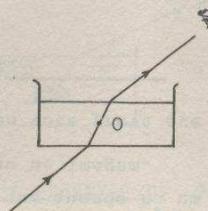
20. A parte inferior do alfinete, que você vê através do bloco, é  o próprio alfinete  a imagem do alfinete.

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.

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-outras 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.

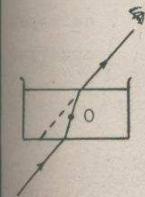
20.

imagem do al-  
finete  
da imagem

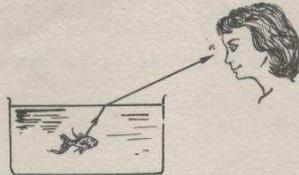
21. Olhe para o bloco por cima. Não olhe para as faces laterais.

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

32.



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.

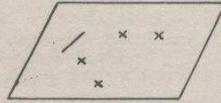
Portanto, ele vê  o peixe  a imagem do peixe.

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.

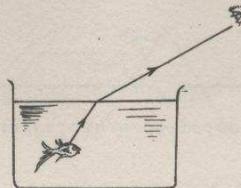


33.

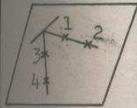
em outra posição

a imagem do peixe.

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



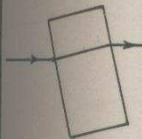
10.



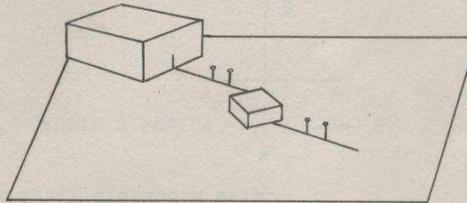
11. A trajetória do raio que incidiu sôbre o espêlho é representada pela reta  1 - 2  3 - 4.

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

22.

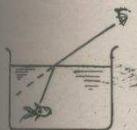


23. Pregue mais um alfinete na trajetória do raio que incide no bloco, e dois na trajetória do raio que sai do bloco (veja figura).



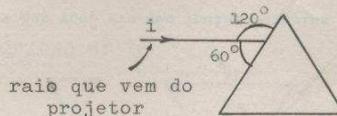
Numere as posições dos alfinetes, como indica a figura. Retire os alfinetes do papel, com cuidado para não mover o bloco.

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.

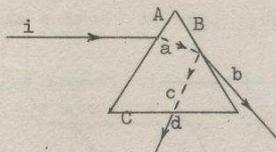


Observe com o visor de cartolina preta.

Após atravessá-lo, sai(saem) do prisma

um raio  dois raios.

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



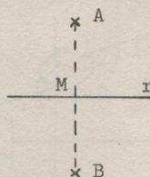
Os raios que você viu são indicados pelas letras b e \_\_\_\_\_.

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

O raio a se propagou no vidro. Ao chegar à superfície B, parte dele foi  refletida  refratada, formando o raio b, que passou para o \_\_\_\_\_. Outra parte foi  refletida  refratada, formando o raio \_\_\_\_\_, que ao chegar à superfície C foi \_\_\_\_\_, formando o raio 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  $\overline{AM} = \overline{MB}$ , então A e B são \_\_\_\_\_ em relação a r.

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

---



---

stop

55

- 2

- 1

11

36. b - d  
refratado

refratada  
ar

refletida  
c  
refratado

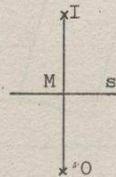
37. Portanto, na superfície B do prisma ocorreram os fenômenos de \_\_\_\_\_ e \_\_\_\_\_.

47.

simétricos

48. A figura representa o que você havia desenhado na fôlha.

Meça as distâncias  $\overline{OM}$  e  $\overline{MI}$ . em seu desenho  
Qual o resultado? \_\_\_\_\_.

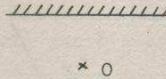


Não levando em conta pequenos erros experimentais, pôde-se dizer que o ponto O e o ponto I são \_\_\_\_\_ em relação à reta \_\_\_\_\_.

58.

Objeto e imagem são simétricos em relação à superfície refletora.

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



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

37.  
reflexão  
refração

38. Reflexão e refração são duas formas de \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_ a luz.

48.  
são iguais  
simétricos

49. A reta 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?

---

---

---

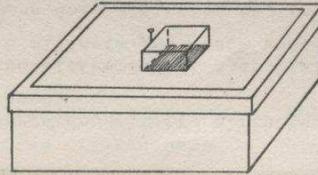
59.



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 fôlha, e sobre a fôlha o bloco, e sobre a fôlha o bloco de vidro com a face fôska para baixo (fig.).

Pregue um alfinete junto a uma das faces.



38.

desviar

39. Você aprendeu que quando há um desvio de um raio de luz há formação de imagem.

Quantas imagens você prevê que se formaraõa por causa do prisma? \_\_\_\_\_

49.

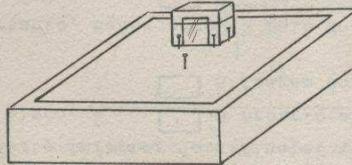
objeto  
imagem

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

50. A experiência que se segue deve ser feita devagar e com muito cuidado.

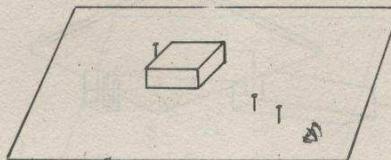
Coloque o suporte sôbre a caixa de material. Sôbre o suporte coloque outra fôlha em branco. Sôbre ela disponha o espêlho fixado ao bloco de madeira (fig.).

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.).



Pregue um alfinete em frente ao espêlho. Pinte com giz branco a cabeça dêsse alfinete.

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 outras posições diferentes.

39.

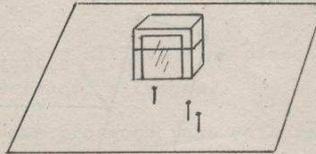
duas

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



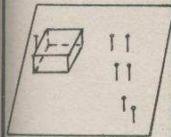
51. Com um só olho, observe a imagem do alfinete no espelho. Coloque um alfinete na direção em que você está observando a imagem.

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.

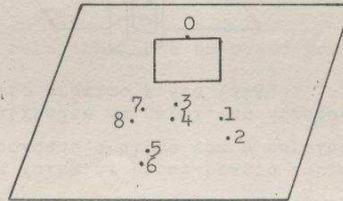
61.

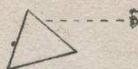


62. Retire o alfinete-objeto e indique com a letra O o ponto em que estava colocado.

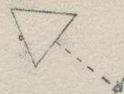
Retire os pares de alfinetes utilizados em cada observação e numere os pontos: 1-2, 3-4, 5-6 e 7-8.

Trace o contôrno do bloco e retire-o.





Posição A



Posição B

Observe o alfinete da posição A indicada na figura.

A imagem do alfinete que você observa foi formada por  reflexão

refração da luz.

Essa imagem é: a  igual ao alfinete

b  um pouco mais grossa que o alfinete e talvez com os bordos coloridos

Observe o alfinete da posição B. Vê-se outra imagem:

a  = à que você observou do ponto A

b  = à que você observaria através de um espelho

Ou seja, essa imagem foi formada por  reflexão  refração

52. Mude sua posição.

Observe a imagem dessa outra posição, sempre com um olho só.

Coloque dois alfinetes na direção em que você está observando a imagem.

Repita esse processo para mais uma posição diferente.

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 junto à qual está pregado o alfinete-objeto.

Tôdas as retas chegam a um mesmo ponto dessa linha?  sim  não

41.  
refração

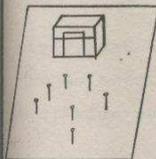
b

b

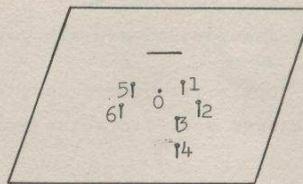
reflexão

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.

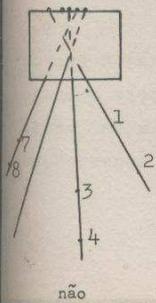


53. Sem mexer o bloco, levante o elástico e retire o espelho. Trace uma linha pelo bordo do bloco, indicando assim a posição da face posterior do espelho.  
Retire o bloco.  
Coloque a letra O no ponto do alfinete objeto. Numere os outros alfinetes como indica a figura.

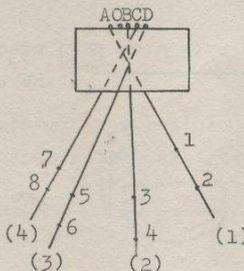


Retire os alfinetes.

63.  
Você obterá aproximadamente este desenho



64.



Observando a figura deduz-se que:

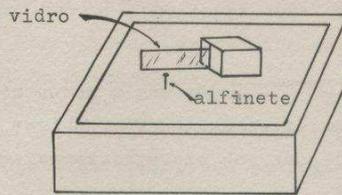
Da posição (1) o observador vê a imagem do alfinete situada no ponto \_\_\_\_\_

Da posição (2), vê a imagem no ponto \_\_\_\_\_

Da posição (3), vê a imagem no ponto \_\_\_\_\_

Da posição (4), vê a imagem no ponto \_\_\_\_\_

43. a) Coloque uma fôlha sôbre 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 sôbre o papel. Pregue um alfinete em frente ao vidro (fig.).



- d) Coloque o suporte em cima de caixa do material, de maneira que o alfinete fique à sua frente.  
Fique de costas para a luz.

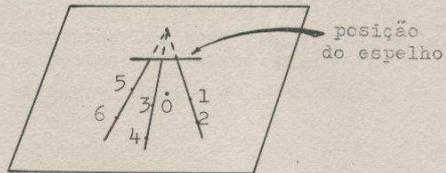
A imagem do alfinete se acha

à frente  atrás do vidro.

54. Trace as retas 1-2, 3-4 e 5-6, e prolongue-as para traz da linha que indica a posição do espêlho.

As três retas passam por um mesmo ponto?

sim,  não



64.

- A
- B
- C
- D

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

sim  não

43.

atrás

44: Pegue outro alfinete.

Observando a imagem do primeiro alfinete com um olho só, pregue-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.

54.

sim

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.

65.

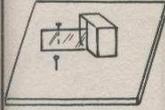
não

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.

44.



45. Sempre colocado em frente ao primeiro alfinete, trace uma linha pelo bordo posterior da lâmina de vidro.

Retire o vidro e o bloco de madeira.

Retire os alfinetes.

Coloque a letra O no ponto onde se encontrava o alfinete-objeto e a letra I no ponto em que se encontrava a imagem.

Coloque a letra S na linha que representa a superfície refletora.

55.

imagem

não varia

56. Una o ponto em que estava o alfinete-objeto (ponto \_\_\_\_\_) com o ponto em que se encontrava a imagem (ponto \_\_\_\_\_).

Verifique, não levando em conta pequenos erros experimentais:

1) O segmento  $\overline{OI}$   é  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.

66.

é

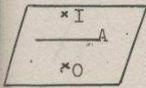
não depende

depende

67. Quais os fenômenos responsáveis pela formação de imagens?

\_\_\_\_\_

45.



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

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

56.

O

I

é

são

57. Quando dois pontos são simétricos em relação a uma reta?

---

---

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

67.

reflexão e refração.

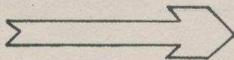
68. Qual a diferença que existe entre a posição de uma imagem formada por reflexão e uma formada por refração em superfícies planas?

---

---

---

4. LEIS DA REFLEXÃO

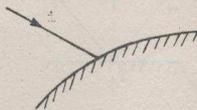


Vire a  
página e  
comece

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.

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 \_\_\_\_\_.

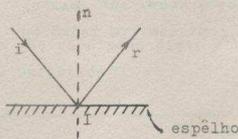
10.



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

Qual é ele?

(O diagrama pode ajudá-lo).



20.



21.

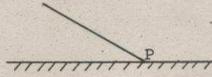
Volte à posição em que, com um só olho, você podia ver a imagem exatamente atrás do ponto I.

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

Onde se acha a figura, com relação à normal? \_\_\_\_\_

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 normal ou  
atrás da normal.

22.  
Se você vê a figura exatamente atrás da normal, quer dizer que o raio que vem da figura ao(à) \_\_\_\_\_ corta o(a) \_\_\_\_\_.



97

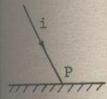
reflexão plana

37

1. O raio incidente e refletido e normal a sua superfície refletora.  
2. O ângulo de incidência é igual ao ângulo de reflexão.

\*54

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'



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

\*54

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?

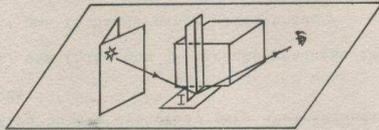
Para resolver esse problema vamos fazer uma experiência.

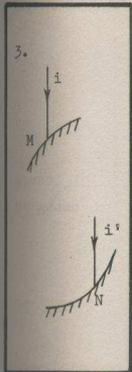
22.

olho-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.





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"?

\_\_\_\_\_



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 (olho), determinam um triângulo, que aparece hachurado 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? \_\_\_\_\_

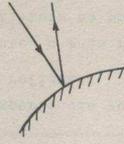
4.



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.



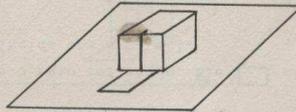
14.

normal

15.

Coloque o espelho sobre a mesa, em posição horizontal.

Ao lado dele 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 esse plano.

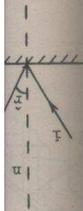
Portanto, a normal  encontra-se  não se encontra no plano formado pelos raios incidente e refletido.

no mesmo plano

52.

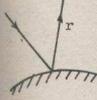
propriedade

47.



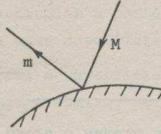
34.

5.



6.

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



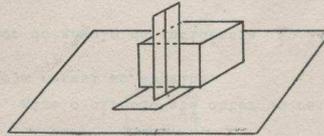
(m) \_\_\_\_\_

(n) \_\_\_\_\_

15.

espelho

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.



Como podemos chamar essa linha perpendicular à superfície refletora? \_\_\_\_\_

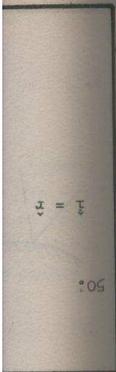
25.

encontra-se

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?

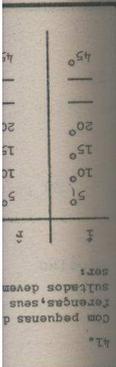
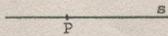
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_



6.  
raio refle-  
tido  
raio inci-  
dente

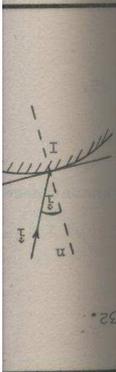
7.  
A linha perpendicular a uma superfície plana é cha-  
mada normal a essa superfície.

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 estrela, um círculo).



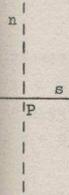
26.  
A normal se  
encontra no  
plano forma-  
do pelos  
raios inci-  
dente e re-  
fletido  
(ou equiva-  
lente).

27.  
Repita a experiência (quadro 21), com outras figu-  
ras do cartão.

A conclusão que você tirou continua válida ?

sim       não

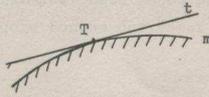
7.



8.

A linha perpendicular ao plano tangente de uma superfície curva é chamada normal a 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

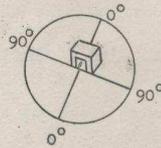


fig. 2

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.

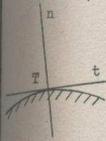
Formule a Lei física da reflexão que você acabou de descobrir.

---



---

8.



9.

No diagrama abaixo são representadas duas superfícies refletoras curvas.

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



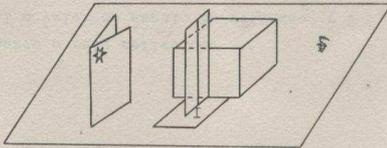
18.

perpendicular

19.

Escólya 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.

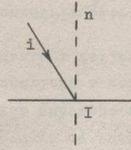
Vamos tentar descobrir outra lei da reflexão.

Passo ao quadro seguinte.

30.

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

No diagrama, indique o ângulo de incidência com a letra i.



39.

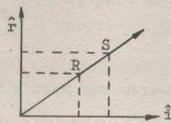
Observe o raio refletido.

Qual o valor do ângulo de reflexão r ?

\_\_\_\_\_

48. No papel milimetrado, marque sôbre 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.

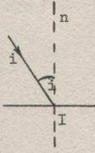
Como exemplo, veja a figura abaixo.



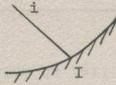
Para o ponto A:  $\hat{i} =$  \_\_\_\_\_  $\hat{r} =$  \_\_\_\_\_

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

30.



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



Trace a normal à superfície no ponto de incidência e assinale o ângulo de incidência com a letra i.

39.

5°.

40.

Gire o círculo lentamente até obter um ângulo de incidência i igual a 10°.

O valor do ângulo de reflexão r é:

\_\_\_\_\_.

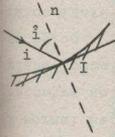
48.

Para A e B os valores de i e r são iguais.

49.

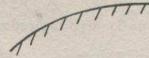
Sendo A e B dois pontos quaisquer da reta traçada, pode-se afirmar que, para todos os pontos da reta, o valor de i é sempre \_\_\_\_\_ valor de r.

31.



32.

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



40.

Aproximadamente  $10^\circ$

41.

Continue aumentando o ângulo de incidência  $\hat{i}$  e anote os valores correspondentes do ângulo de reflexão  $\hat{r}$ .

$\hat{i}$	$\hat{r}$
$5^\circ$	
$10^\circ$	
—	
—	
—	
$35^\circ$	

49.

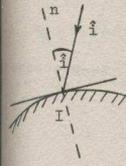
igual ao

50.

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

\_\_\_\_\_

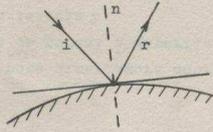
32.



33.

O ângulo formado pelo raio refletido e pela normal à superfície no ponto de incidência é chamado ângulo de reflexão.

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



41.

Com pequenas diferenças, seus resultados devem ser:

$\hat{i}$	$\hat{r}$
5°	5°
10°	10°
15°	15°
20°	20°
—	—
45°	45°

42.

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

O valor do ângulo de incidência  $\hat{i}$  é \_\_\_\_\_.

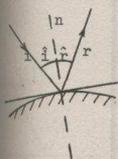
50.

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

51.

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

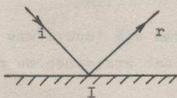
33.



34.

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 r.



42.

0° ou zero

43.

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

51.

O ângulo de incidência é igual ao ângulo de reflexão.

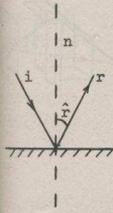
52.

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

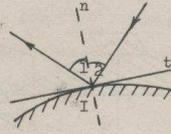
- no mesmo plano
- em planos diferentes

34.



35.

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



1. \_\_\_\_\_  
2. \_\_\_\_\_

43.

coincide

44.

Nesse caso, o valor do ângulo de reflexão é \_\_\_\_\_

52.

no mesmo plano

53.

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

35.

ângulo de re  
flexão

ângulo de in  
cidência.



32

36.

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

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

44.

$0^\circ$  ou zero.

45.

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

53.

sim

47

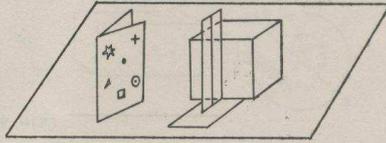


32

54. Quais são as duas leis da reflexão que você descobriu nas experiências?

1. \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
2. \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

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

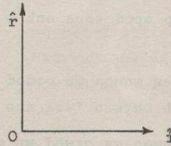


Olhando no espelho, você verá as imagens de cada figura. Essas imagens são produzidas por  reflexão  refração, numa superfície refletora  plana  curva.

45.

$i$	$\hat{r}$
...	...
...	...
...	...
...	...
...	...
...	...
...	...
...	...
...	...
0°	0°

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 1°.



Marque os pontos determinados por cada valor de  $i$  e o valor correspondente de  $\hat{r}$ .

44.

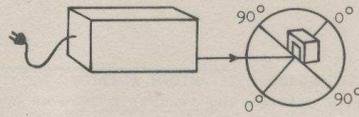
1. O raio incidente, o raio refletido e a normal à superfície refletora no ponto de incidência se situam no mesmo plano.
2. O ângulo de incidência é igual ao ângulo de reflexão.

FIM DO CAPÍTULO IV

37.

reflexão  
plana

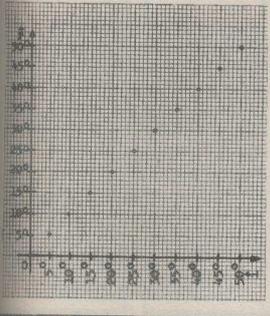
38. Ligue o projetor e coloque-o em frente ao espelho (fig.)



Mova o projetor até que o raio atinja o espelho com um ângulo de incidência  $i$  igual a  $5^\circ$ .

Esse ângulo é formado pelo(a) \_\_\_\_\_ e pelo (a) \_\_\_\_\_.

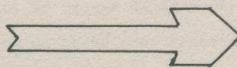
46.



47.

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

REFRAÇÃO



Vire a  
página  
e come  
ce

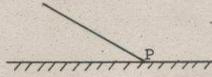
- 20.1) Coloque a fôlha de papel sôbre o suporte.  
2) Coloque o tanque sôbre a fôlha com o círculo graduado, de maneira que o bordo reto coincida com o diâmetro  $90^{\circ}-90^{\circ}$  e a linha que você desenhou corte o círculo no seu centro.  
Qual a posição do diâmetro  $0^{\circ}-0^{\circ}$  em 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:

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

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 normal ou  
atrás da normal.

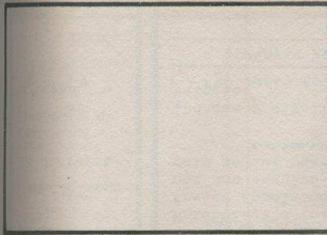
22.  
Se você vê a figura exatamente atrás da normal, quer dizer que o raio que vem da figura ao(à) \_\_\_\_\_ corta o(a) \_\_\_\_\_.



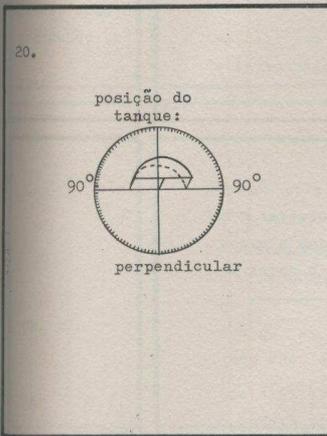
46.

reflexão plana

57.



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?  
 \_\_\_\_\_



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.

pedaço de fita preta

40. Nós obtivemos estes valores:

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

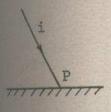
41.

- 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.

1. O raio incidente e refletido e normal a sua superfície refletora.  
2. O ângulo de incidência é igual ao ângulo de reflexão.

\*54

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'



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

\*54

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?

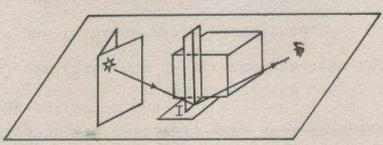
Para resolver esse problema vamos fazer uma experiência.

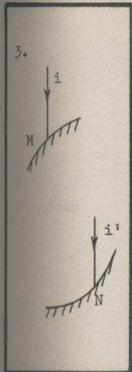
22.

olho-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.





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.

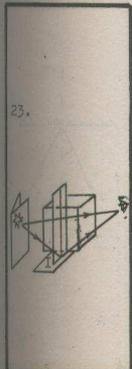
Tome da sua caixa:

- o espelho
- o bloco de madeira
- um pedaço de cartão branco
- 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"?

\_\_\_\_\_



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 (olho), determinam um triângulo, que aparece hachurado 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? \_\_\_\_\_

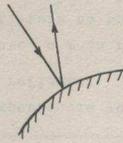
4.



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.



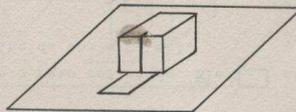
14.

normal

15.

Coloque o espelho sobre a mesa, em posição horizontal.

Ao lado dele 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 esse plano.

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

no mesmo plano

52.

proporção

43.



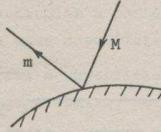
34.

5.



6.

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



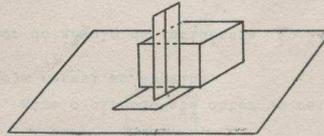
(m) \_\_\_\_\_

(n) \_\_\_\_\_

15.

espelho

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.



Como podemos chamar essa linha perpendicular à superfície refletora? \_\_\_\_\_

25.

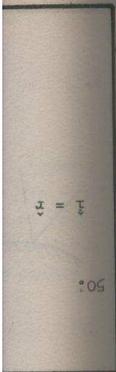
encontra-se

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?

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_



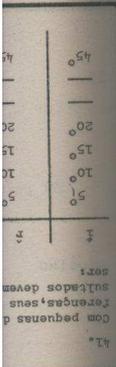
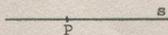
6.

raio refletido  
raio incidente

7.

A linha perpendicular a uma superfície plana é chamada normal a essa superfície.

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

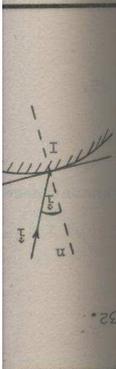


16.

normal

17.

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



26.

A normal se encontra no plano formado pelos raios incidente e refletido (ou equivalente).

27.

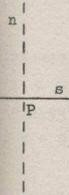
Repita a experiência (quadro 21), com outras figuras do cartão.

A conclusão que você tirou continua válida ?

sim

não

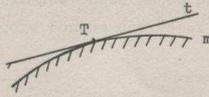
7.



8.

A linha perpendicular ao plano tangente de uma superfície curva é chamada normal a 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° - 90° (fig. 2).



fig. 1

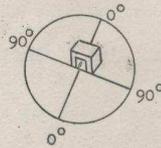


fig. 2

Qual a posição do diâmetro 0° - 0° em relação ao espelho? \_\_\_\_\_

27.

sim

28.

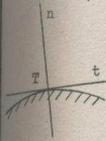
A conclusão do quadro 26 é sempre válida para a reflexão.

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

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

8.



9.

No diagrama abaixo são representadas duas superfícies refletoras curvas.

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



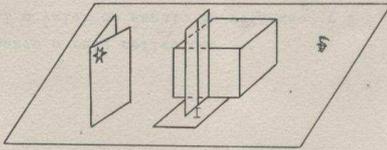
18.

perpendicular

19.

Escólya 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.

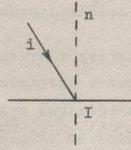
Vamos tentar descobrir outra lei da reflexão.

Passo ao quadro seguinte.

30.

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

No diagrama, indique o ângulo de incidência com a letra i.



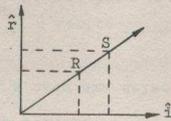
39.

Observe o raio refletido.  
Qual o valor do ângulo de reflexão r ?

\_\_\_\_\_

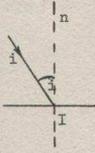
48. No papel milimetrado, marque sobre a reta dois pontos quaisquer A e B, diferente dos pontos já marcados. Procure os valores de  $\hat{i}$  e de  $\hat{r}$  que correspondem aos dois pontos.

Como exemplo, veja a figura abaixo.

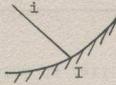


Para o ponto A:  $\hat{i} =$  \_\_\_\_\_  $\hat{r} =$  \_\_\_\_\_  
Para o ponto B:  $\hat{i} =$  \_\_\_\_\_  $\hat{r} =$  \_\_\_\_\_

30.



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



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

39.

5°.

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:

\_\_\_\_\_.

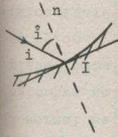
48.

Para A e B os valores de  $i$  e  $r$  são iguais.

49.

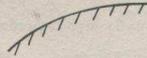
Sendo A e B dois pontos quaisquer da reta traçada, pode-se afirmar que, para todos os pontos da reta, o valor de  $\hat{i}$  é sempre \_\_\_\_\_ valor de  $\hat{r}$ .

31.



32.

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



40.

Aproximadamente  $10^\circ$

41.

Continue aumentando o ângulo de incidência  $\hat{i}$  e anote os valores correspondentes do ângulo de reflexão  $\hat{r}$ .

$\hat{i}$	$\hat{r}$
$5^\circ$	
$10^\circ$	
—	
—	
—	
$35^\circ$	

49.

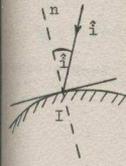
igual ao

50.

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

\_\_\_\_\_

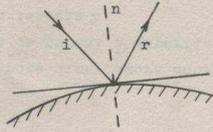
32.



33.

O ângulo formado pelo raio refletido e pela normal à superfície no ponto de incidência é chamado ângulo de reflexão.

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



41.

Com pequenas diferenças, seus resultados devem ser:

$\hat{i}$	$\hat{r}$
5°	5°
10°	10°
15°	15°
20°	20°
—	—
45°	45°

42.

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

O valor do ângulo de incidência  $\hat{i}$  é \_\_\_\_\_.

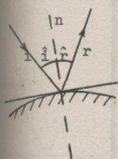
50.

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

51.

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

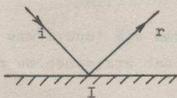
33.



34.

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 r.



42.

0° ou zero

43.

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

51.

O ângulo de incidência é igual ao ângulo de reflexão.

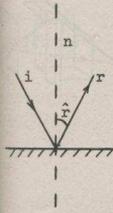
52.

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

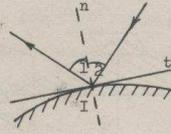
- no mesmo plano
- em planos diferentes

34.



35.

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



1. \_\_\_\_\_  
2. \_\_\_\_\_

43.

coincide

44.

Nesse caso, o valor do ângulo de reflexão é \_\_\_\_\_

52.

no mesmo plano

53.

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

35.

ângulo de re  
flexão

ângulo de in  
cidência.



32

36.

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

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

44.

$0^\circ$  ou zero.

45.

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

53.

sim

47

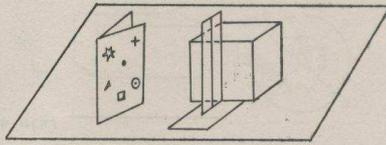


32

54. Quais são as duas leis da reflexão que você descobriu nas experiências?

1. \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
2. \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

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

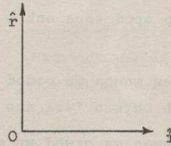


Olhando no espelho, você verá as imagens de cada figura. Essas imagens são produzidas por  reflexão  refração, numa superfície refletora  plana  curva.

45.

$i$	$\hat{r}$
...	...
...	...
...	...
...	...
...	...
...	...
...	...
...	...
...	...
0°	0°

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 1°.



Marque os pontos determinados por cada valor de  $i$  e o valor correspondente de  $\hat{r}$ .

44.

1. O raio incidente, o raio refletido e a normal à superfície refletora no ponto de incidência se situam no mesmo plano.

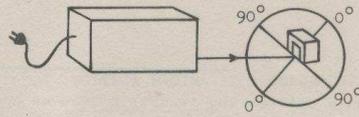
2. O ângulo de incidência é igual ao ângulo de reflexão.

FIM DO CAPÍTULO IV

37.

reflexão  
plana

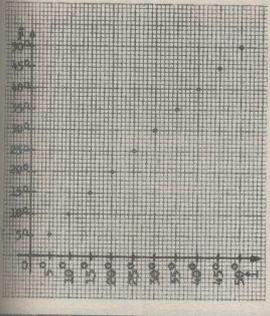
38. Ligue o projetor e coloque-o em frente ao espelho (fig.)



Mova o projetor até que o raio atinja o espelho com um ângulo de incidência  $i$  igual a  $5^\circ$ .

Esse ângulo é formado pelo(a) \_\_\_\_\_ e pelo (a) \_\_\_\_\_.

46.



47.

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

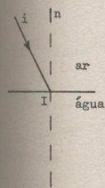
mal.  
atrás d  
mal  
atrás d  
amata  
21.

Inciden  
O ponto  
II.

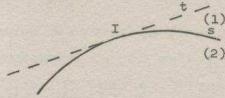
reflexã  
uma  
I.



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.

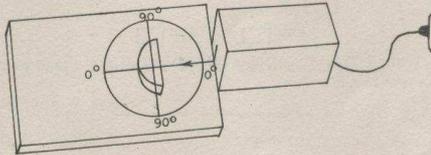
Desenhe a normal à superfície s no ponto I. Assinale-a com a letra n.

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

(com medidas muito precisas obtém-se 1,333).

b) passa

é constante

43.

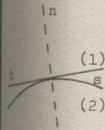
Se  $\frac{\text{sen} \alpha_{ar}}{\text{sen} \alpha_{ag}} = 1,3$  constante

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

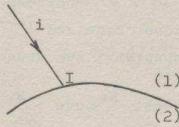
Ou seja, podemos escrever:

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

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 ( $0^\circ$ )

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.

oão

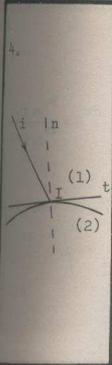
1,3 sen  $\alpha_{ag}$

44.

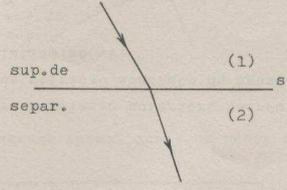
De forma que, quando um raio de luz passa do ar para a água, há uma relação  constante  não constante entre \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ e \_\_\_\_\_

$n_2 \sin \theta_2 = n_1 \sin \theta_1$   
 n. seno  
 iguais  
 112.  
 opitete  
 um rati  
 94.  
 A  
 B  
 tração  
 Índice  
 75.

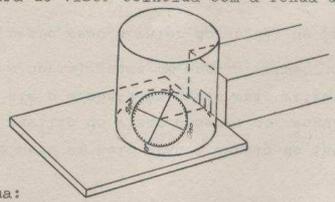


5.  
O raio de luz que é desviado ao atravessar a superfície de separação e penetra no outro meio é chamado raio refratado.  
Assinale com a letra r o raio refratado representado no diagrama abaixo.



24.  
não  
Zero (0°)

25.  
Gire o círculo com cuidado, de modo que o ângulo de incidência  $\alpha_{ar}$  seja igual a  $5^\circ$ .  
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.



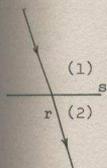
Observe por cima:  
Qual o valor do ângulo de refração? \_\_\_\_\_

44.  
constante  
O seno do ângulo de incidência é o seno do ângulo de refração.

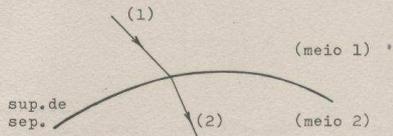
45.  
A conclusão de quadro anterior foi tirada de uma experiência em que a luz atravessou dois meios \_\_\_\_\_ e \_\_\_\_\_.

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.

5.



6.



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

- 1. \_\_\_\_\_
- 2. \_\_\_\_\_

25.

Nós obtivemos  $30^\circ$

26.

Gire o círculo lentamente de maneira que o ângulo de incidência seja igual a  $10^\circ$ .

Coloque novamente o visor e observe por cima.

Qual o valor do ângulo de refração? \_\_\_\_\_

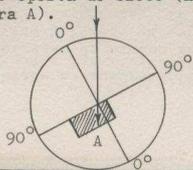
45.

ar  
água

46.

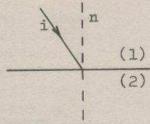
Retire o tanque e coloque em seu lugar o bloco de vidro, com a face fôska para baixo e de forma que um dos bordos coincida com o diâmetro  $90^\circ - 90^\circ$ .

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



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.

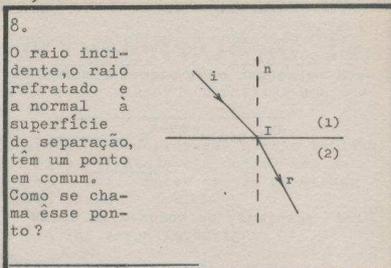
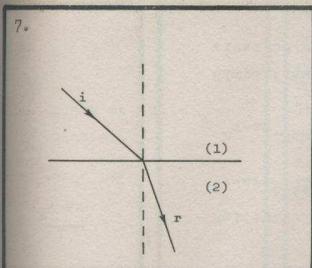
Continue aumentando o ângulo de incidência  $\alpha_{ar}$  conforme os valores indicados na tabela abaixo, e anote na mesma os valores correspondentes do ângulo de refração  $\alpha_{ag}$ , no espaço reservado à direita.

$\alpha_{ar}$	$\alpha_{ag}$
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 \_\_\_\_\_.



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

$\alpha_{ar}$	$\alpha_{ag}$
0°	0
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'

(Os resultados que você obtém devem se aproximar dos da tabela ao lado. Todavia, você não deve preocupar-se por ora, com as pequenas e inevitáveis diferenças).

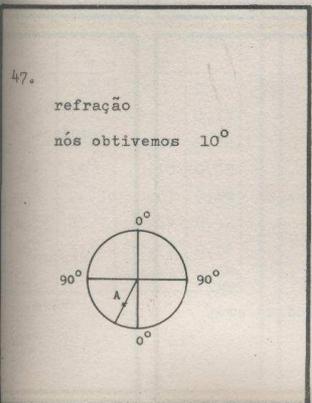
28.

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

---



---



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; complete a tabela com os valores dos senos dos ângulos.

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

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.

$\alpha_{ag}$  é sempre menor do que  $\alpha_{ar}$ , 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:

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

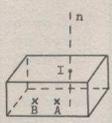
49.

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.

9.  
Reflexão

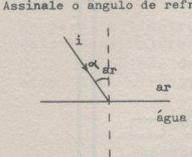
10. O desenho representa a seguinte situação:  
Um bloco de vidro foi colocado sobre uma figura localizada em A.  
O observador olha através do vidro, vendo em B a imagem de A.



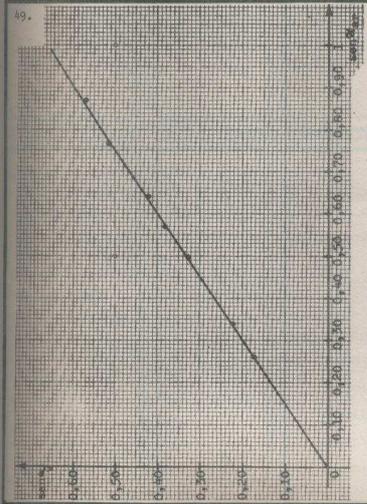
Trace o raio que sai da figura em A e incide sobre a superfície de separação entre o ar e o vidro, e o raio refratado que chega ao olho.

29.  
aproximando-se

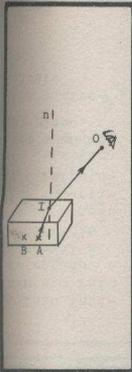
30. Trace aproximadamente o raio refratado no diagrama abaixo, de acordo com a conclusão do quadro anterior.



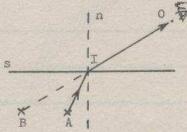
Assinale o ângulo de refração com a letra  $\alpha_{ag}$ .



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.



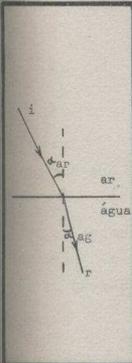
11. O desenho abaixo representa a mesma situação do quadro anterior. Para simplificá-lo não se desenhou o bloco.



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.

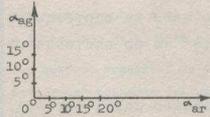
Trace esse raio que iria de A ao olho se não houvesse o bloco.

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  $\alpha_{ar}$  e  $\alpha_{ag}$  segundo a disposição da figura, de maneira que, em cada eixo, 1 cm corresponda a  $10^\circ$ .



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

50.  
reta  
passa  
  
são

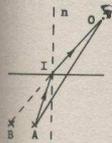
51. Sendo  $\text{sen } \alpha_{ar}$  e  $\text{sen } \alpha_v$  proporcionais, a relação

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

Tome um ponto qualquer da reta e determine essa relação.

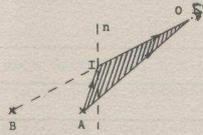
$$\frac{\text{sen } \alpha_{ar}}{\text{sen } \alpha_v} = \underline{\hspace{2cm}}$$

11.



sim

12.

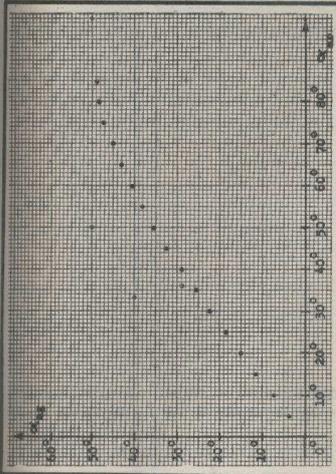


O raio incidente, o raio refratado e o raio que vai diretamente do objeto A ao olho determinam um triângulo, que aparece hachurado na figura.

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

105.  
O raio  
de refra  
ção deter  
mina a  
superfície  
(ou de  
sua proje  
ção) (ou  
ra) p  
com a  
mo pl  
(ou e)  
Lent

86.  
Faze  
um r  
Luz  
a es  
(ou)  
Lent



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)

89

52.

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

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

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

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

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

13.  
pertence

14.

Do quadro anterior se deduz que, na refração ocorre algo  semelhante ao que ocorria com a reflexão.  diferente do

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:  $n_{ge-ar} = 1,31$

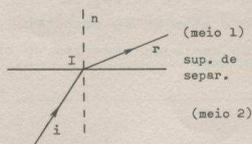
Luz passando do ar ao âmbar:  $n_{am-ar} = 1,55$

Luz passando do ar ao álcool:  $n_{al-ar} = 1,36$

14. semelhante ao  
O raio incidente,  
o raio refratado  
e a normal à su-  
perície de se-  
paração (ou su-  
perície refra-  
tora) pertencem a  
um mesmo plano.  
(ou equivalente)

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

Na figura abaixo, assinale o ângulo de incidência com a letra  $\alpha_2$  e o ângulo de refração com a letra  $\alpha_1$ .

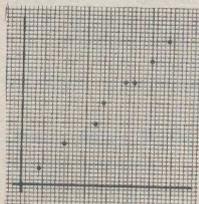


34.

B

35.

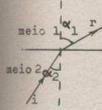
Trace a "curva" correspondente aos pontos representados na figura abaixo.



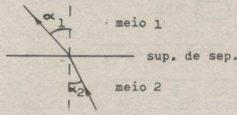
55.

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 \_\_\_\_\_.

15.



16.

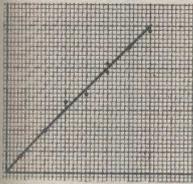


Quais os nomes dos ângulos  $\alpha_1$  e  $\alpha_2$ ?

$\alpha_1$ : \_\_\_\_\_

$\alpha_2$ : \_\_\_\_\_

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:

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

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

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

16.

$\alpha_1$ : ângulo de refração

$\alpha_2$ : 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  $\alpha_{ar}$  maiores que  $50^\circ$ .
- 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.

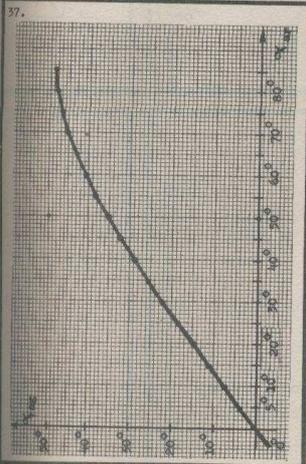
Agora vamos determinar experimentalmente se a lei que você descobriu é válida quando o raio passa  do ar para outro meio  de um meio óptico qualquer ao ar.

17.  
O ângulo de incidência é igual ao ângulo de reflexão.  
Ou  
 $i = r$

18. Tome do seu material:

- uma fôlha com um círculo graduado impresso
- o projetor
- o tanque semi-circular
- o suporte retangular de cartão prensado
- o "visor" de cartolina preta.

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



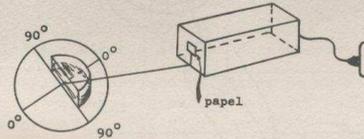
38.  
De acôrdo com o gráfico obtido, você pode afirmar que:

- $\alpha_{ar}$  e  $\alpha_{ag}$  são proporcionais
- $\alpha_{ar}$  e  $\alpha_{ag}$  não são proporcionais
- $\alpha_{ar}$  e  $\alpha_{ag}$  são proporcionais até aproximadamente  $\alpha_{ar} = 50^\circ$ , mas não para valores de  $\alpha_{ar}$  maiores que  $50^\circ$ .

57.  
do ar a outro meio  
de um meio ao ar

58.

- Encha o tanque de água.
- Coloque o tanque sobre 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).
- Ligue o projetor e coloque-o em frente do tanque (figura).
- 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.



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

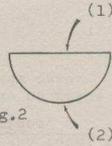


fig.2

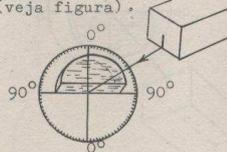
38.

39.

Portanto, a relação entre  $\alpha_{ar}$  e  $\alpha_{ág}$ ; para todos os pares de valores obtidos para esses 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).



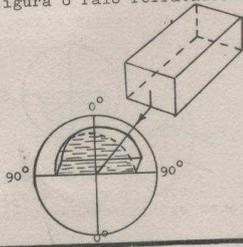
Coloque o visor, e através dele observe:

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

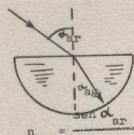
sim  não

b) Porque? \_\_\_\_\_

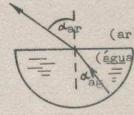
60. Observe novamente o raio refratado.  
Ao passar da água para o ar o raio é desviado  aproximando-se  afastando-se da normal.  
Trace na figura o raio refratado.



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 debaixo de cada figura.



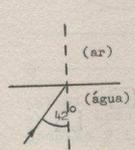
$$n_{ag} = \frac{\sin \alpha_{ar}}{\sin \alpha_{ag}}$$



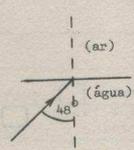
$$n_{ar-ag} = \frac{\sin \alpha_{ar}}{\sin \alpha_{ag}}$$

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.

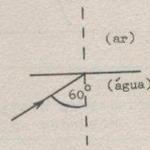
98. Para ângulos de incidência maiores que  $48^{\circ}30'$  você observou que não há raios refratados entre a água e o ar. Somente existem raios refletidos pela superfície de separação: é o fenômeno da reflexão total, pois todos os raios que incidem são refletidos.  
Complete as figuras abaixo, traçando os raios que devem aparecer mais notadamente em cada caso.



há reflexão total  
 não há



há reflexão total  
 não há



há reflexão total  
 não há

60.  
afastando-se

61.

Assinale com as letras  $\alpha_{ag}$  o ângulo de incidência e  $\alpha_{ar}$  o ângulo de refração.

79.

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

o inverso do

80.

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

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

Ou seja; para um número qualquer  $n$  pode-se escrever:

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

Ora, sendo  $n_{ar-ag}$  o inverso de  $n_{ag-ar}$ , pode-se escrever:

$$n_{ar-ag} = \underline{\hspace{2cm}}$$

98.

99.

A que chamamos ângulo limite?

---

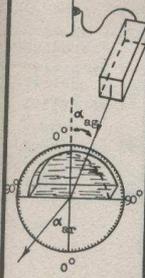


---



---

61.



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

$\alpha_{ag}$	$\alpha_{ar}$	$\text{sen } \alpha_{ag}$	$\text{sen } \alpha_{ar}$
$0^{\circ}$			
$3^{\circ}30'$			

Verifique experimentalmente qual é o valor de  $\alpha_{ar}$  para cada valor de  $\alpha_{ag}$  quando o raio passa da água para o ar

Nota: Mais tarde usaremos valores maiores que  $46^{\circ}$   
 DESLIGUE O PROJETOR

80.

$$n_{ar-ag} =$$

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

81.

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

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

O valor encontrado coincide aproximadamente com o valor estabelecido experimentalmente ?

Sim  Não

99.

Ao ângulo de incidência para o qual o ângulo de refração vale  $90^{\circ}$ .

(ou equivalente)

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 ( $n_{ar}=1,33$ ), o ar é  mais  menos refringente que o vidro.

62.  
Nós obtivemos:

$\alpha_{ag}$	$\alpha_{ar}$
0°	0°
3°30'	5°
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? \_\_\_\_\_

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 ( $n_{B-A}$ )

$$n_{A-B} =$$

100.

menos

menos

101.

Você sabe que quando um raio de luz passa de um meio ótico 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

63.

$\alpha_{ag}$

$\alpha_{ar}$

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  $\alpha_{ar}$ , 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 (à) \_\_\_\_\_.

82.

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

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.

101.

mais perto

menor

menor

não

102.

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

64.  
iguais  
ar  
água

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 obtém ângulos de \_\_\_\_\_ iguais aos ângulos de \_\_\_\_\_ usados na primeira experiência.  
Portanto a luz, ao passar da água para o ar, seguiu um caminho  igual  diferente do que havia seguido ao passar do ar à água, percorrendo-o num sentido  igual  oposto.

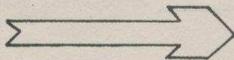
83.  
índice  
relativo

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 1,3333, que é o valor do (a) \_\_\_\_\_ da água, e é simbolizado:  $\frac{n}{a_g}$  (não se usa a inicial do(a) \_\_\_\_\_ no sub-índice)

102.  
menor

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

4. LEIS DA REFLEXÃO

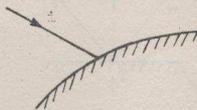


Vire a  
página e  
comece

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.

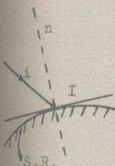
Na figura do quadro anterior, indique com a letra i o raio incidente, e com a letra r o raio refletido.

1.

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

Chama-se a êsse fenômeno de \_\_\_\_\_.

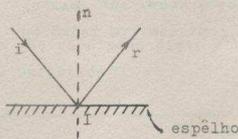
10.



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

Qual é ele?

(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? \_\_\_\_\_