

MATERIAL DE APOIO AO PROFESSOR DE FÍSICA

REFRAÇÃO, LENTES E ÓPTICA DA VISÃO

JAQUELINE TERESINHA KREBS

Apresentação	02
Aula 01	03
Texto 1: Refração da Luz	03
Experimento 1: Invisibilidade observada devido à refração	08
Experimento 2: Esferas de hidrogel	10
Desenvolvimento	11
Encerramento	13
Aula 02	14
Experimento 3: Lei de Snell – Descartes	14
Experimento 4: Reflexão total	17
Desenvolvimento	18
Encerramento	26
Aula 03	27
Experimento 5: Dióptro plano	27
Desenvolvimento	29
Texto 2: Lâminas de faces paralelas	30
Encerramento	35
Aula 04	37
Experimento 6: Lentes esféricas	37
Desenvolvimento	40
Texto 3: Lentes esféricas	41
Encerramento	44
Aula 05	45
Experimento 7: A matemática das lentes	45
Desenvolvimento	46
Encerramento	49
Aula 06	50
Experimento 8: Lentes biconvexas convergentes e divergentes	50
Desenvolvimento	53
Encerramento	55

Aula 07	58
Experimento 9: Lentes caseiras	58
Desenvolvimento	61
Texto 4: Óptica da visão	62
Encerramento	67
Aula 08	68
Experimento 10: Dissecção de olho de boi	68
Desenvolvimento	71
Encerramento	74
Aula 09	75
Experimento 11: Vícios de refração	75
Desenvolvimento	78
Texto 5: Vergência de uma lente	78
Encerramento	81
Aula 10	82
Experimento 12: Mito da caverna	82
Desenvolvimento	84
Texto 6: Mito da caverna	84
Encerramento	86
Referências	87

Apresentação

Prezado professor!

Este Material de Apoio é direcionado aos educadores do ensino médio. As propostas descritas nesse produto educacional foram testadas e aplicadas, possibilitando delinear estratégias pedagógicas diversificadas e atrativas aos educandos, alicerçadas no diálogo e no trabalho coletivo entre as disciplinas de Física e Biologia.

Dessa forma, foi elaborada uma sequência didática composta de dez aulas para trabalhar as interpretações da óptica da visão, de modo a integrar as leis da refração e as lentes esféricas.

Nesse planejamento foi considerado também, o professor que se interessa em preparar os alunos para o Vestibular e o Enem (Exame Nacional do Ensino Médio), por isso foram pesquisados tópicos que atendam o que se exige nos exames que os alunos prestarão.

Pressupõe-se que, através deste produto educacional, o professor seja favorecido na diversificação de suas aulas, pois encontrará aqui dicas, textos, simulações, vídeos e experimentos. Ainda, buscando auxiliar o seu fazer didático, apresentamos diferentes ferramentas metodológicas como: resolução de problemas, reflexões sobre atividades experimentais, interdisciplinaridade e pesquisa.

Além disso, a metodologia apresentada nesse material está alicerçada na Teoria de Vygotsky, ou seja, a escola como o local onde há intencionalidade pressupondo assim, uma relação de cooperação, de respeito, de crescimento, em que o aluno deve ser considerado um sujeito interativo no seu processo de internalização do conhecimento. A socialização, entre professor e aluno, parte de contextualizações e exemplos práticos que trazem significado para as Ciências da Natureza, especialmente a Física.

Aula 01 - Atividade inicial

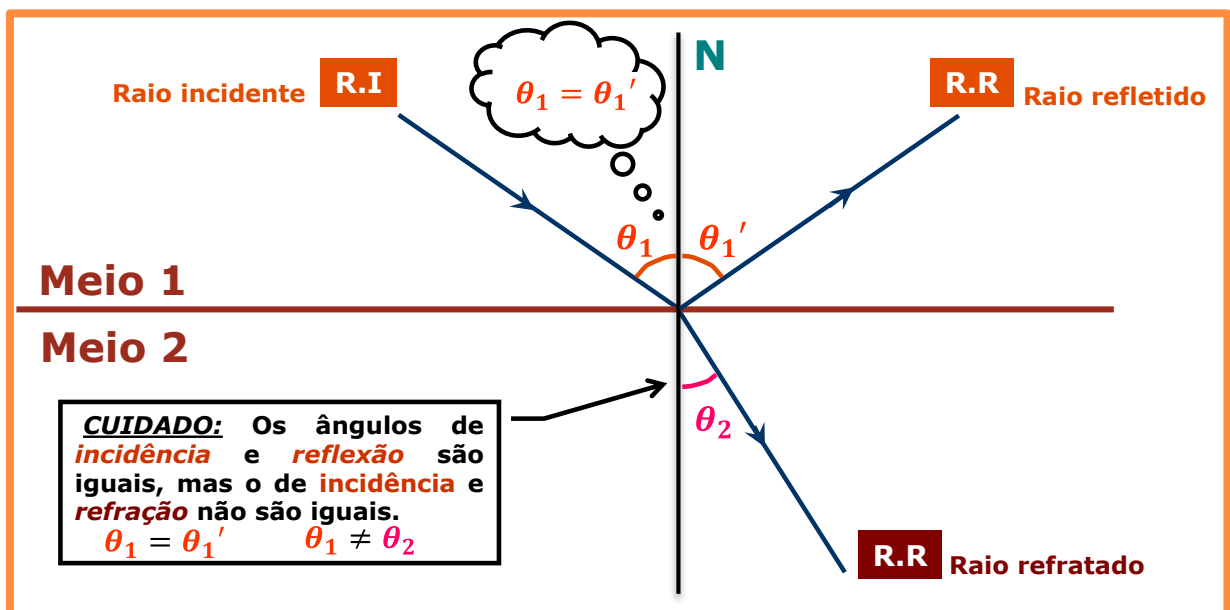
Sugestão ao professor

Este momento tem por objetivo introduzir a ideia de índice de refração. Abaixo segue o *Texto 1*, como suporte ao professor e duas propostas experimentais. O parâmetro é o professor como experimentador, tendo os alunos como expectadores e sujeitos principais das ações.

Texto 1: Refração da Luz

- **O que é refração** – De um modo geral, a refração ocorre quando a luz passa de um meio para outro, nos qual ela se propaga com velocidades diferentes.

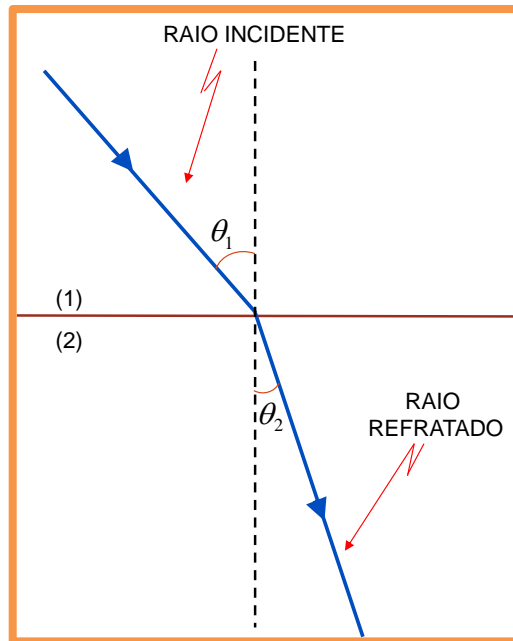
Figura 1: Esquema para representar a reflexão e refração de um raio de luz.



Fonte: Elaborado pela autora.

O ângulo formado pelo raio incidente e a normal (N) é o *ângulo de incidência*, que vamos designar por θ_1 . O ângulo θ_2 , formado pela normal (N) e o raio refratado, é denominado *ângulo de refração* (Figura 1).

Figura 2: Refração da luz.



Fonte: Máximo e Alvarenga, p. 762. Adaptado.

Como mostra a Figura 2, os ângulos θ_1 e θ_2 não são iguais entre si e pode-se verificar experimentalmente que aumentando θ_1 , o ângulo θ_2 também aumenta. Durante muitos séculos tentou-se descobrir uma relação entre estes ângulos. Finalmente, em 1620, o matemático holandês Snell, analisando um grande número de medidas de ângulos de incidência e de refração, chegou à conclusão de que havia uma relação constante entre os *senos* destes ângulos. Snell descobriu que, quando a luz se refrata ao passar de um meio (1) para um meio (2), tem-se

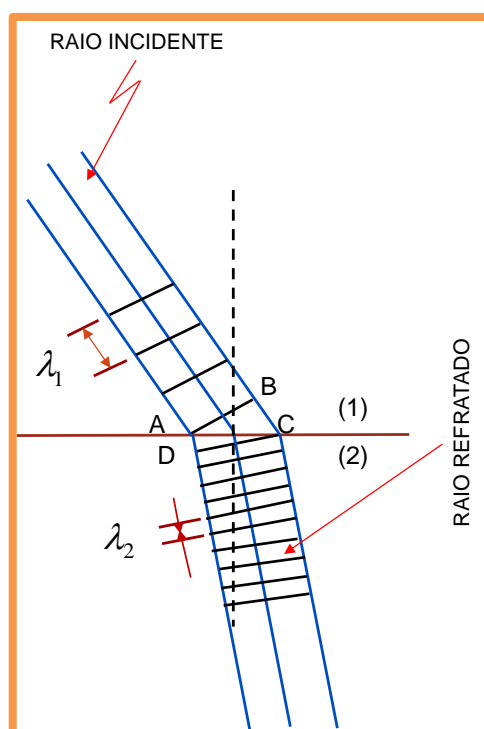
$$\frac{\text{sen } \theta_1}{\text{sen } \theta_2} = \text{constante}$$

Esta constante é característica dos dois meios e, portanto, para cada par de meios ela tem um valor diferente. No estudo da ondulatória, mostra-se que o valor desta constante é igual ao quociente v_1/v_2 , entre a velocidade da luz nos dois meios. Portanto quando luz sofre refração, passando de um meio (1), no qual sua velocidade é v_1 , para outro meio (2), no qual ela se propaga com velocidade v_2 , temos

$$\frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2} = \frac{v_1}{v_2}$$

Como a luz tem comportamento ondulatório, suponha que uma onda esteja se propagando no meio (1), incidindo obliquamente na linha de separação entre os meios (Figura 3).

Figura 3: Comportamento ondulatório da luz.



Fonte: Máximo e Alvarenga, p. 839. Adaptado.

Quando a extremidade A, de um pulso AB, atinge esta linha, este ponto do pulso passa a se propagar no meio (2), com uma velocidade v_2 , enquanto os outros pontos do pulso (como a extremidade B) ainda estão se propagando no meio (1), com uma velocidade $v_1 > v_2$. Assim, no intervalo de tempo em que a extremidade B percorre a distância BC, a extremidade A terá percorrido uma distância AD *menor* do que BC. Em virtude disto, quando o pulso passa a se propagar no meio (2), sua direção de propagação se modifica e, conseqüentemente, os raios desta onda também terão direções diferentes nos dois meios (Figura 3).

No entanto, a frequência da onda não se altera quando ela passa de um meio para outro. A onda tem a mesma frequência no meio (1) e (2).

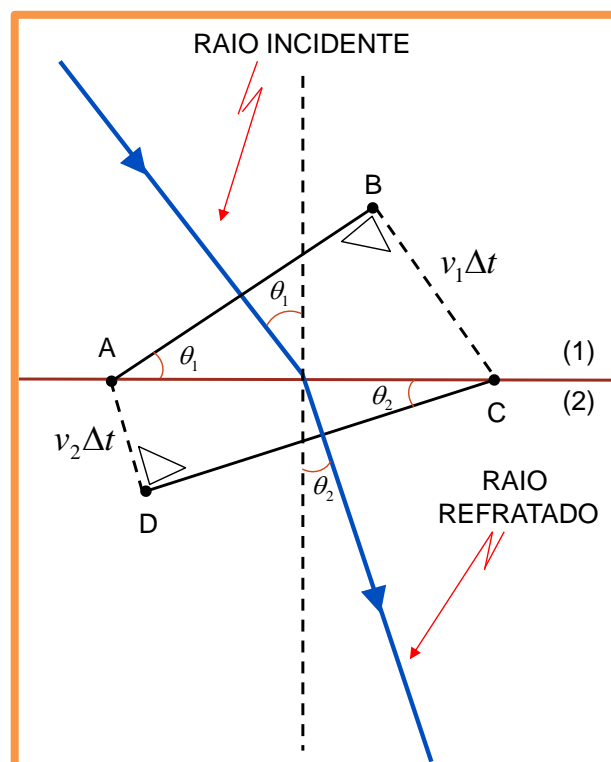
As grandezas v (velocidade de propagação da onda), f (frequência) e λ (comprimento de onda) estão relacionadas pela equação $v = \lambda \cdot f$, devemos ter $\lambda_2 < \lambda_1$, conforme está representado (Figura 3), pois $v_2 < v_1$.

A Figura 4 reproduz parte da Figura 3, mostrando o pulso AB no instante em que a extremidade A atinge a linha de separação dos meios (1) e (2) e este mesmo pulso, após um intervalo de tempo Δt , quando a extremidade B atinge esta linha de separação, isto é, neste intervalo de tempo B se deslocou para C e A para D . É claro, então, que

$$AD = v_2 \Delta t \quad \text{e} \quad BC = v_1 \Delta t$$

Considerando θ_1 , o ângulo de incidência e θ_2 , o ângulo de refração da onda, na figura 4, vemos que o ângulo BAC é igual a θ_1 (lados respectivamente perpendiculares) e o ângulo ACD é igual a θ_2 (pelo mesmo motivo) (MÁXIMO; ALVARENGA, 1993).

Figura 4: Analisando um pulso de onda.



Fonte: Máximo e Alvarenga, p. 839. Adaptado.

Assim temos

no triângulo retângulo ABC: $\text{sen } \theta_1 = \frac{BC}{AC}$

no triângulo retângulo ADC: $\text{sen } \theta_2 = \frac{AD}{AC}$

Dividindo membro a membro estas igualdades, virá

$$\frac{\text{sen } \theta_1}{\text{sen } \theta_2} = \frac{BC}{AC} \times \frac{AC}{AD} \quad \text{ou} \quad \frac{\text{sen } \theta_1}{\text{sen } \theta_2} = \frac{BC}{AD}$$

Lembrando que $BC = v_1 \Delta t$ e $AD = v_2 \Delta t$, obtemos

$$\frac{\text{sen } \theta_1}{\text{sen } \theta_2} = \frac{v_1}{v_2}$$

A velocidade propagação da onda depende apenas do meio no qual ela se propaga, logo para um determinado *meio 1* v_1 é constante, para *meio 2* v_2 também é constante. Dessa forma, como valores de v_1 e v_2 são fixos torna-se constante a razão v_1/v_2 e, assim, quando uma onda se refrata, passando de um meio para outro, os ângulos de incidência e de refração são tais que

$$\frac{\text{sen } \theta_1}{\text{sen } \theta_2} = \text{constante}$$

Este resultado é idêntico ao que foi obtido por Snell, quando estudou experimentalmente a refração da luz.

- **Índice de refração** – Considere um caso particular importante no qual um raio luminoso, propagando-se no vácuo, sofre refração ao penetrar em um meio material qualquer (Figura 4). Para este caso, teremos

$$\frac{\text{sen } \theta_1}{\text{sen } \theta_2} = \frac{c}{v}$$

onde c é a velocidade da luz no vácuo e v é a velocidade no meio material no qual ela penetra. O quociente c/v denomina-se *índice de refração*, n , do meio

$$n = \frac{\text{velocidade da luz no vácuo}}{\text{velocidade da luz no meio}} \quad \text{ou} \quad n = \frac{c}{v}$$

Observe que n é um número puro (sem unidade), pois é o quociente entre duas grandezas da mesma espécie (duas velocidades). Seu valor é maior que 1 para qualquer meio material, uma vez que a velocidade da luz no vácuo ($\cong 3,0 \times 10^8 \text{ m/s}$) é maior do que em qualquer outro meio.

Quando acontecer de dois meios terem o mesmo índice de refração absoluto, como mostrado nos *Experimentos 1 e 2* (apresentados no Material de Apoio ao Professor de Física), a luz não sofre refração ao passar de um meio para outro, pois não ocorre variação de velocidade de propagação. Por terem o mesmo índice de refração comportam-se, no que diz respeito à propagação da luz, como se fossem um único meio, permanecendo um invisível em relação ao outro, e dizemos que existe *continuidade ótica* entre os meios (TORRES; FERRARO; CALDAS, 2010).

Experimento 1: Invisibilidade observada devido à refração

Materiais:

- 1 béquer com 250 ml de água;
- 1 béquer com 250 ml de glicerina;
- 1 béquer de capacidade 50 ml vazio;
- 1 béquer de capacidade 50 ml vazio;
- 1 béquer com 500 ml de óleo de soja;
- 2 tubos de ensaio;
- 2 bastões de vidro;
- 1 pinça;

Procedimento:

1. Introduzir o bastão de vidro primeiro na água e depois na glicerina (figura 5).

2. Segurar com a pinça pela extremidade o béquer de 50 ml de óleo de soja, introduzir o mesmo no interior do óleo de modo que permaneça vazio, depois mergulhar fazendo com que uma porção de óleo entre no interior e observar.
3. Colocar o tubo de ensaio vazio no interior do béquer de 500 ml que contém óleo, após preencher lentamente o tubo com o mesmo óleo.
4. No béquer vazio adicionar água até a metade e preencher com óleo, inserir o tubo de ensaio cheio de óleo.

Figura 5: Invisibilidade aparente.



Fonte: Elaborado pela autora.

Questões:

Por que o bastão de vidro fica transparente na glicerina? E como se explica o fato do tubo de ensaio ir desaparecendo quando adicionamos óleo?

Respostas:

Ao introduzirmos o bastão de vidro na glicerina, verificamos que a parte do bastão que está submersa no líquido desaparece, ficando visível somente a parte que fica no ar ou quando mergulhado na água. O mesmo acontece com o tubo de ensaio dentro do óleo.

A invisibilidade destes materiais reside no fato de que o **vidro e a glicerina apresentam índices de refração muito próximos** (respectivamente, 1,50 e 1,47). Ou seja, há pouca existência da reflexão de luz na superfície do tubo de vidro, que permitira a sua identificação,

sendo assim, a luz atravessa todo o sistema como se fosse um corpo homogêneo, com um único índice de refração.

Sugestões de vídeos para o professor:

"Invisible Glass - How to Make an Object Vanish", em

<https://www.youtube.com/watch?v=wIELYZJ5JF4>

Index of Refraction - disappearing glassware demonstration // Homemade Science with Bruce Yeany, em

<https://www.youtube.com/watch?v=9Tj2KMZhfo&t=14s>

Materiais:

- Esferas de hidrogel;
- 2 recipientes (modelo vaso) de vidro;
- Cartão com alguma palavra ou frase escrita.

Procedimento:

1. Para fazer o processo de hidratação, coloque as esferas de hidrogel numa vasilha com água e deixe algumas horas, escorra o excesso de água.
2. Encher o vaso de vidro com as bolinhas.
3. Fixe na lateral da vasilha o cartão.
4. Adicione água lentamente.

Figura 6: Adicionando água nas esferas de hidrogel.



Fonte: Elaborado pela autora.

Questões:

Por que só é possível ler nitidamente o cartão após colocarmos água?

Respostas:

O material em questão trata-se do poliacrilato de sódio, um polímero superabsorvente. Esse polímero consegue absorver cerca de 800 vezes sua massa em água, o seu índice de refração é próximo ao da água, sendo $n_{\text{água}} = 1,33$.

Essa proximidade de índices de refração faz com que as esferas pareçam invisíveis, possibilitando a leitura do cartão, pois, o desvio sofrido pela luz ao passar da água para o gel é muito pequeno e imperceptível aos nossos olhos.

Professor assista ao vídeo "Jelly Marbles - Clear Spheres" em

https://www.youtube.com/watch?time_continue=203&v=bzsvR3vH2Oo

Trata de atividades semelhantes ao *Experimento 2: Esferas de hidrogel*

Desenvolvimento

Sugestão ao professor

A partir da atividade experimental e das questões, o professor incentiva o interesse nos alunos proporcionando reflexões e introduzindo gradualmente os conceitos e as expressões matemáticas através da exposição dialogada e da lista de exercícios (Anexo B).

Retomando a expressão

$$\frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2} = \frac{v_1}{v_2}$$

Vamos escrevê-la da seguinte maneira

$$\frac{1}{v_1} \sin \theta_1 = \frac{1}{v_2} \sin \theta_2$$

Multiplicando ambos os membros desta igualdade por c , vem

$$\frac{c}{v_1} \sin \theta_1 = \frac{c}{v_2} \sin \theta_2$$

Mas c/v_1 é n_1 (índice de refração do meio 1) e c/v_2 é n_2 (índice de refração do meio 2). Então

$$n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2$$

Esta equação é uma das formas mais comuns de se apresentar a lei de Snell e descreve matematicamente, de uma maneira geral, o fenômeno da refração (MÁXIMO; ALVARENGA, 1993).

- **Equação geral**

A equação geral da refração pode ser determinada pela análise das grandezas envolvidas nesse fenômeno (APOSTILA POSITIVO, 2018).

- Quanto maior o índice de refração do meio, menor será a velocidade. Portanto, são grandezas inversamente proporcionais.

$$\frac{n_2}{n_1} = \frac{v_1}{v_2} = \frac{\lambda_1 \cdot f_1}{\lambda_2 \cdot f_2}$$

Como

$$f = \text{constante, logo } f_1 = f_2$$

teremos:

$$\frac{n_2}{n_1} = \frac{v_1}{v_2} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2}$$

- Perceba que essa relação pertence à equação geral, portanto:

$$\frac{n_2}{n_1} = \frac{v_1}{v_2} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2}$$

Encerramento

Sugestão ao professor

Verificar as respostas da lista de exercícios que servirá de apoio para a próxima aula.
Esclarecer dúvidas sobre o assunto.

Aula 02 - Atividade inicial

Sugestão ao professor

Iniciar com o Experimento 3, pois através dele o professor revisa a equação da aula anterior até chegar na expressão matemática do ângulo limite. A seguir o Experimento 4 mostra a reflexão total, conseqüentemente demanda um debate com os alunos sobre a transmissão de informações por fibras ópticas.

Experimento 3: Lei de Snell - Descartes

Materiais:

- Suporte universal com garra;
- Disco giratório com escala angular e subdivisões de 1° ;
- Cilindro acrílico de seção semicircular;
- Aquário de vidro;
- Leite em pó;
- Apontador laser.

Procedimento:

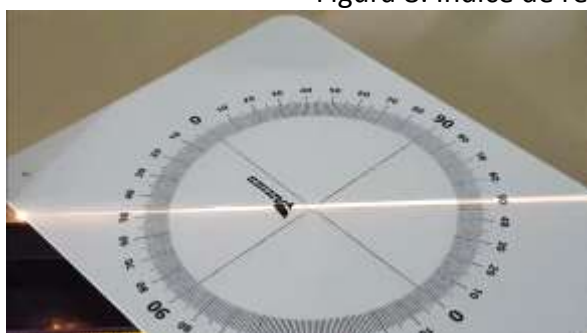
1. Colocar o disco giratório com escala angular na lateral interna do aquário;
2. Adicionar água, com algumas pitadas de leite em pó, de forma que o dióptro plano coincida com o diâmetro do círculo;
3. Variar o ângulo de incidência com o laser e observar o ângulo de refração (Figura 7);
4. Coloca-se o semicírculo no disco ótico ajustando de tal modo que o ângulo de incidência do raio luminoso seja 0° (Figura 8).
5. Incidir o raio luminoso do ar para o acrílico, em relação à normal com um ângulo θ_1 , e observar o correspondente ângulo de refração θ_2 .
6. Calcular o índice de refração do acrílico.
7. Calcular o ângulo limite.

Figura 7: Ângulo de incidência e ângulo de refração.



Fonte: Elaborado pela autora.

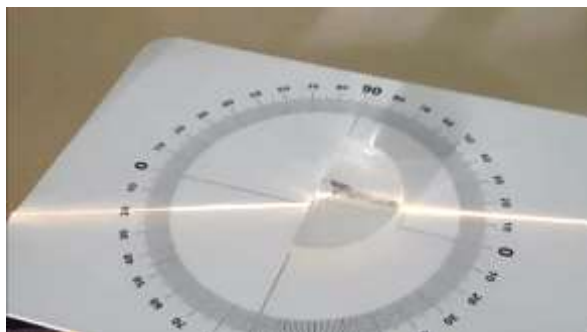
Figura 8: Índice de refração e ângulo limite.



a) Disco giratório com escala angular.



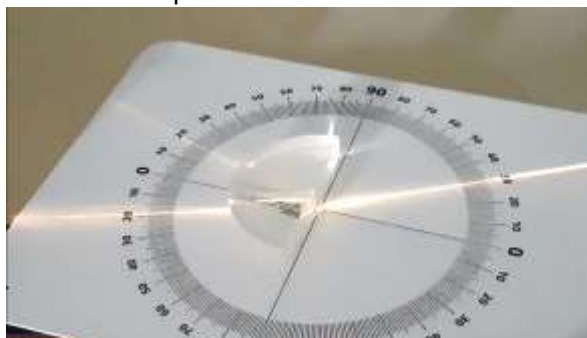
b) Raio de luz incidindo perpendicularmente do ar para o acrílico.



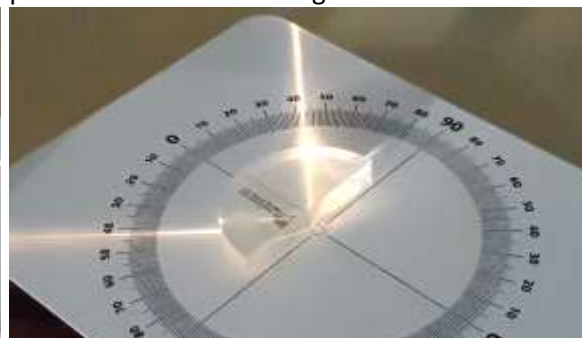
b) Raio de luz incidindo obliquamente, raio refratado se aproximando da normal.



c) Raio de luz incidente do meio mais refringente para o meio menos refringente.



d) Raio de luz incidindo obliquamente, raio refratado se afastando da normal.



e) Reflexão total.

Fonte: < <https://www.youtube.com/watch?v=ICPMcDPkfqw> > Acesso em: 26 out. 2018. (Adaptado)

Questões:

- a) Qual é o valor do ângulo de incidência e do ângulo de refração, quando o raio laser passa do ar para a água?
- b) O raio de luz que incidiu perpendicularmente à superfície do acrílico não sofreu desvio, sendo assim podemos afirmar que o raio sofreu refração?
- c) Por que a luz sofre desvio?
- d) O que acontece com o raio refratado em relação à normal no experimento, em que o raio passa do ar para o cilindro de acrílico semicircular?

Respostas:

- a) Para um ângulo de incidência de 30° os alunos observarão um ângulo de refração $\approx 20^\circ$, aumento a incidência do raio para 45° , observa-se $\approx 30^\circ$ para a refração.
- b) Sim, pois a refração não é definida como o desvio na trajetória do raio de luz, mas sim com uma alteração na velocidade quando a luz muda de meio.
- c) Como a luz se propaga em frentes de onda, na incidência uma parte dessa frente de onda entra no acrílico antes do que a outra.
- d) Quando a luz passa do ar para o acrílico, de um meio **menos refringente para um mais refringente**, ocorre uma aproximação do raio refratado em relação à normal. Já quando o raio de luz vai do acrílico para o ar, de um meio **mais refringente para um menos refringente**, ocorre um afastamento do raio refratado em relação à reta normal.

Veja a simulação do **Experimento 3: Lei de Snell - Descartes** em;

http://www.pccl.fr/physique_chimie_college_lycee/lycee/seconde/refraction_loi_descartes_optique_seconde_lycee.htm

É semelhante ao experimento acima, possui um disco giratório e um cilindro de seção semicircular que permite mudar o material.

Experimento 4: Reflexão total

Materiais:

- Aquário de vidro longo e raso;
- Espelho plano numa medida que encaixe no fundo do aquário;
- Leite em pó;
- Apontador laser;

Procedimento:

1. Adicione uma ou duas pitadas de leite em pó na água do aquário para deixá-la ligeiramente turva. Isso facilita a visualização do feixe.
2. Varie o ângulo de incidência do laser, para cima ou para baixo, até que consiga um raio refletido como está na figura 9.

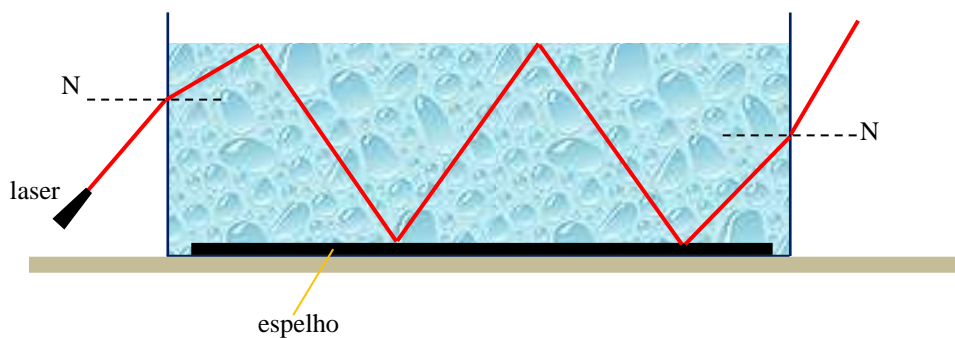


Figura 9. Fonte: Elaborado pela autora.

Questões:

Na atividade do aquário, qual é a condição para que ocorra a reflexão total?

Respostas:

O efeito da reflexão total é possível, pois o feixe de luz analisado está se propagando do meio mais refringente (água) para o meio menos refringente (ar) com um ângulo de incidência maior que o ângulo limite (L), por isso que o feixe reflete de volta para a água. O aquário é, portanto, um modelo de fibra óptica.

Sugestão de vídeos que poderão auxiliar o professor nessas atividades

"Lei de Snell - Descartes", em
<https://www.youtube.com/watch?v=VZVUm7jVWp4>

"Total Internal Reflection", em
<https://www.youtube.com/watch?v=6RbFkEmwes8>

Desenvolvimento

Sugestão ao professor

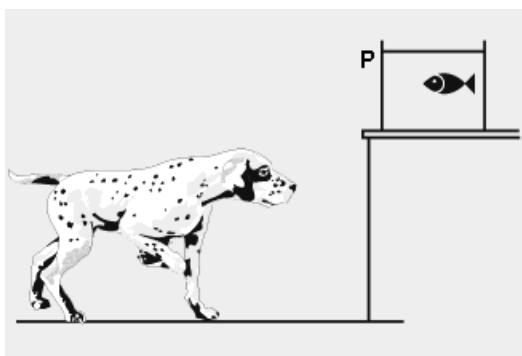
Depois da realização demonstrativa dos experimentos, o professor retoma a lista de exercícios (Anexo B), é o momento de uma explicação mais profunda de algumas questões recorrentes nos livros, apostilas e vestibulares; origem de muitas dúvidas para os alunos.

Sendo assim, o objetivo da *Seção: Alguém me explica*, é detalhar algumas questões através de ilustrações para que os alunos aprimorem a habilidade espacial-visual, pois, criar imagens mentais pode ser de grande auxílio no aprendizado.

Seção: Alguém me explica?

Questão vestibular Unirio 2004

Um cão está diante de uma mesa, observando um peixinho dentro do aquário, conforme representado na figura. Ao mesmo tempo, o peixinho também observa o cão. Em relação à parede P do aquário e às distâncias reais, podemos afirmar que as imagens observadas por cada um dos animais obedecem às seguintes relações:



- a) O cão observa o olho do peixinho mais próximo da parede P, enquanto o peixinho observa o olho do cão mais distante do aquário.
- b) O cão observa o olho do peixinho mais distante da parede P, enquanto o peixinho observa o olho do cão mais próximo do aquário.
- c) O cão observa o olho do peixinho mais próximo da parede P, enquanto o peixinho observa o olho do cão mais próximo do aquário.
- d) O cão observa o olho do peixinho mais distante da parede P, enquanto o peixinho observa o olho do cão também mais distante do aquário.
- e) O cão e o peixinho observam o olho um do outro, em relação à parede P, em distâncias iguais às distâncias reais que eles ocupam na figura.

Resposta: O gabarito é A, mas porque não pode ser a B?

Quando falamos de luz, estamos falando de uma faixa das radiações eletromagnéticas. De acordo com nossa percepção visual, essa faixa é dividida em sete regiões, e, para cada região, temos uma cor de referência.

A luz pode se propagar em diferentes meios ópticos. Para cada meio, tem-se uma determinada velocidade. Quando um raio de luz muda de meio de propagação, ocorre mudança de velocidade. Esse fato caracteriza o fenômeno da refração luminosa.

- Para cada par de meios 1 e 2 (Figura 10) e para cada cor de luz, temos:

$$n_1 \cdot \text{sen } i = n_2 \cdot \text{sen } r \quad \text{lei de Snell-Descartes}$$

Na lei de Snell-Descarte, n_1 e n_2 são chamados de índices de refração absolutos dos meios 1 e 2, respectivamente.

O índice de refração n de determinado meio, indica quantas vezes a velocidade da luz no vácuo é maior do que naquele meio:

$$n = \frac{c}{v}$$

Quando comparamos meios ópticos transparentes, é comum utilizar o termo **refringência**. A luz ao passar para um meio de maior índice de refração (mais refringente), o ângulo de refração (r) é menor que o ângulo de incidência (i). Reciprocamente, ao passar para um meio de menor índice de refração (menos refringente), o ângulo de refração será maior que o ângulo de incidência.

Observação

- ✓ O índice de refração depende da frequência da luz incidente, luz com alta frequência (menor λ) tem maior energia que luz com baixa frequência ($E = h \cdot f$), distorcendo mais a distribuição eletrônica da molécula, portanto depende da espécie molecular¹.
-

Onde:

E = energia de um único fóton

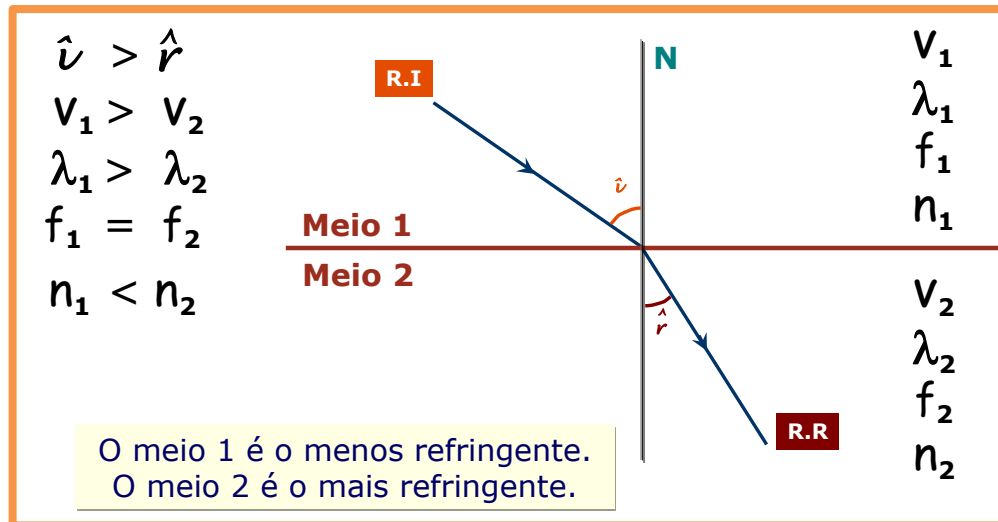
h = a constante de Planck $h = 6,63 \times 10^{-34} \text{ J.s}$ ou $h = 4,14 \times 10^{-15} \text{ eV.s}$

f = é a frequência de oscilação

λ = comprimento de onda

¹ Em: < <http://www.usp.br/massa/2013/qfl2453/pdf/coloquiorefratometria-2013.pdf> > . Acesso em: 29 de outubro 2018.

Figura 10: Raio refratado (R.R) se aproximando da normal (N).



Fonte: Elaborado pela autora.

Voltando à questão do vestibular, centramos no exemplo do **peixe** observando o **cão** (Figura 11), para que isso aconteça, o cão, fonte de luz secundária, reflete difusamente a luz para os olhos do peixe, então, temos o seguinte esquema abaixo:

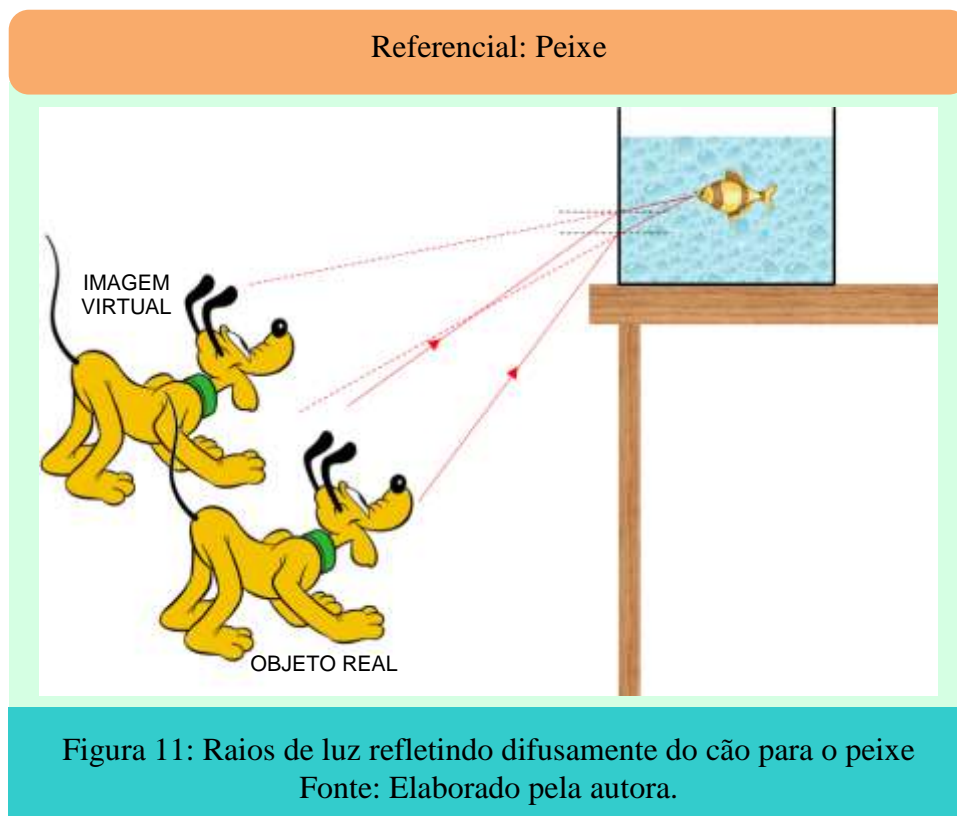


Figura 11: Raios de luz refletindo difusamente do cão para o peixe
Fonte: Elaborado pela autora.

Prolongando o raio refratado, temos uma imagem virtual. Um observador que está dentro da água, vê o objeto numa posição aparente mais distante e mais acima.

Agora temos o **cão** observando o **peixe** (Figura 12), nessa situação a luz reflete difusamente do peixe, passa pela água e sai para o ar, com um aumento de velocidade, como consequência o raio se afasta da normal (Figura 13).

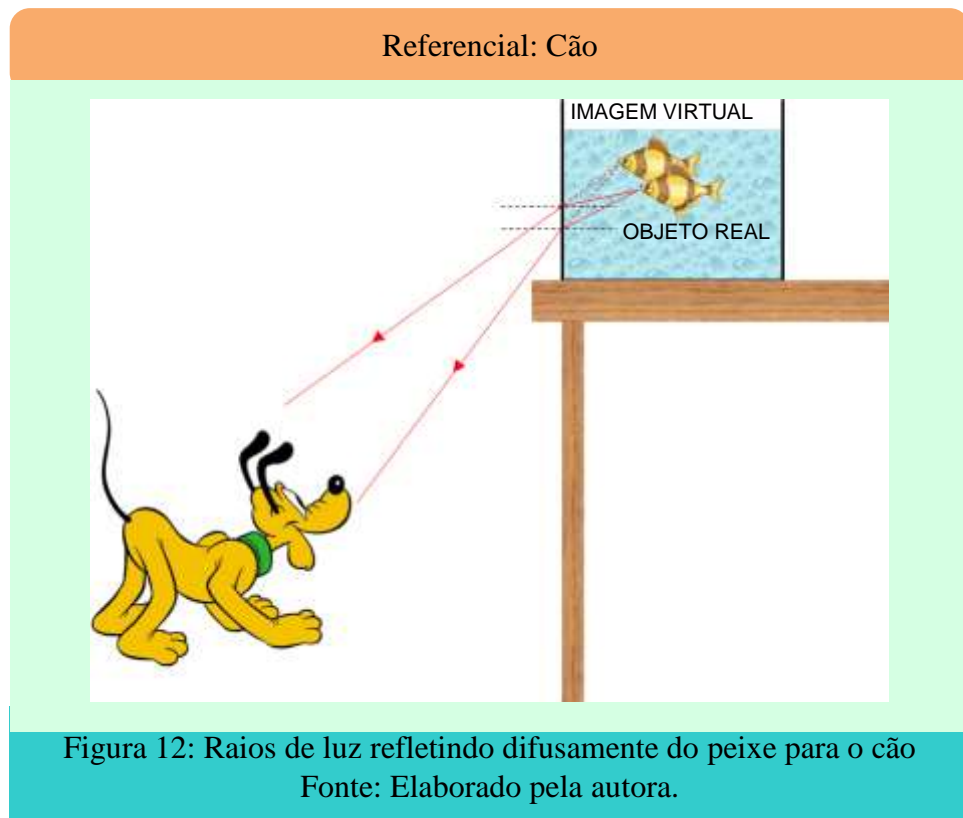
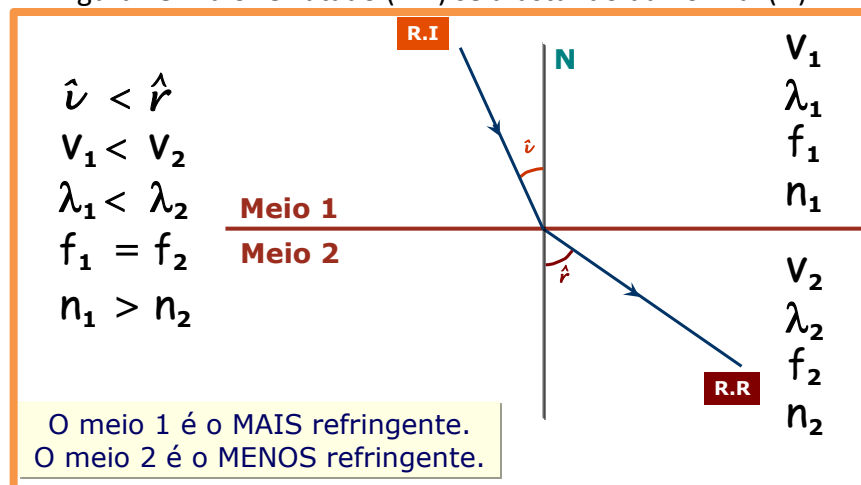


Figura 13: Raio refratado (R.R) se afastando da normal (N).

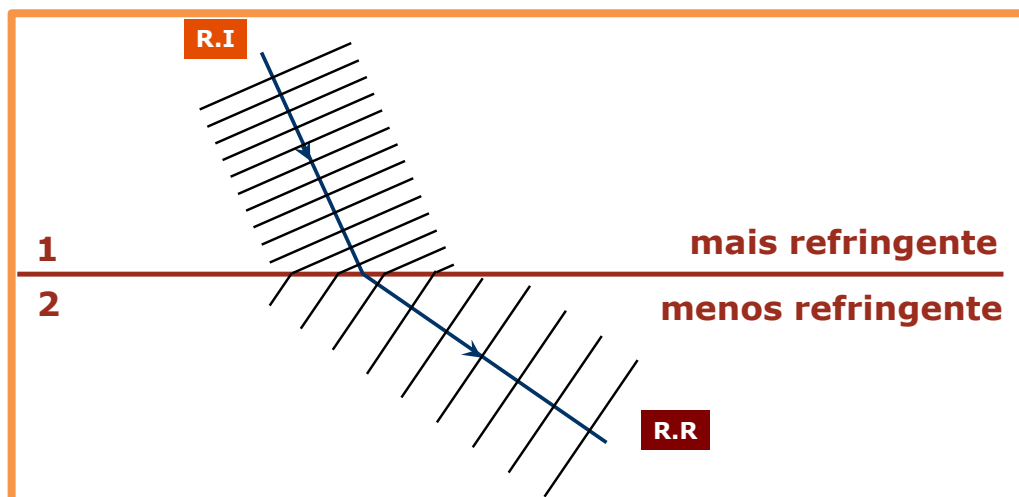


Ao prolongar o raio refratado, o cão tem uma imagem virtual e aparente do peixe, mais próximo do aquário e mais acima do que realmente o peixe está.

• **Exemplo** — Uma onda, propagando-se na superfície de um líquido, em uma região (1), com uma velocidade v_1 , incide na linha de separação desta região com uma região (2), na qual sua velocidade de propagação é v_2 . Sabendo-se que $v_2 > v_1$, podemos analisar o que acontece com a onda quando ela passa a se propagar no meio (2).

Sendo $v_2 > v_1$, a equação $\sin \theta_1 / \sin \theta_2 = v_1 / v_2$ nos mostra que teremos $\theta_2 > \theta_1$. Portanto, ao contrário do que ocorre na Figura 14, os raios da onda vão se “afastar da normal”. Além disso, como a frequência é a mesma nas duas regiões, a relação $\lambda = v / f$ nos permite concluir que teremos $\lambda_2 > \lambda_1$. Desta maneira, a passagem da onda da região (1) para a região (2) pode ser representada, esquematicamente, da maneira mostrada na Figura 14.

Figura 14: Onda propagando-se com $v_2 > v_1$.



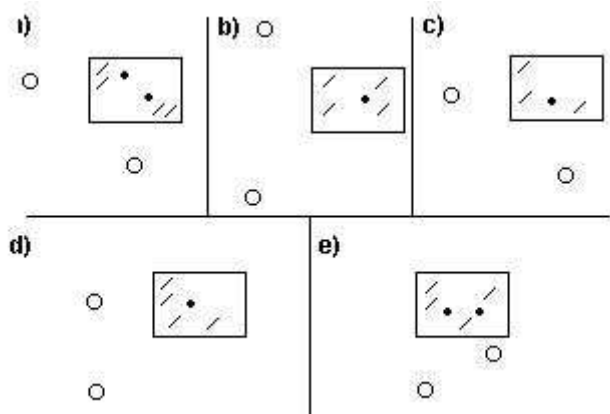
Fonte: Elaborado pela autora.

Seção: Alguém me explica?

Questão vestibular Ufscar-SP

Duas crianças observam um aquário com a forma de um paralelepípedo, cujas arestas são opacas. Uma delas afirma que há, no aquário, apenas um peixinho; a outra afirma que há dois. Sabendo que essas crianças não mentem, assinale a alternativa que melhor explica o que está ocorrendo.

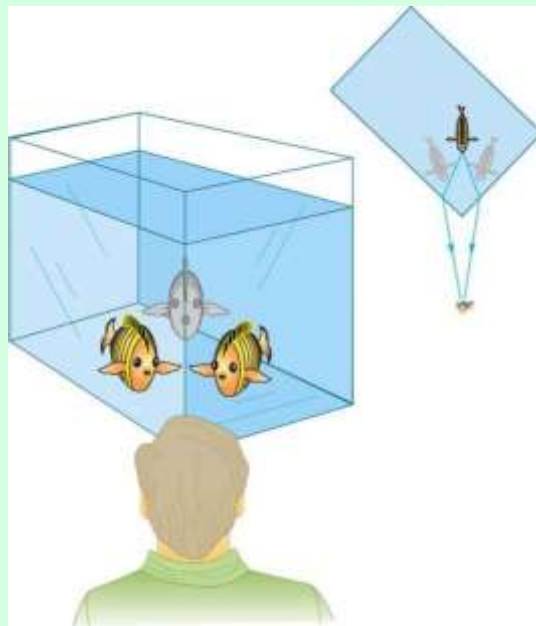
Em cada alternativa os círculos representam as crianças, o(s) ponto(s) representa(m) o(s) peixinho(s) e o retângulo representa o aquário, todos vistos de cima.



Resposta: O gabarito é D

Olhando para o aquário de peixes da Figura 15, podemos ver o mesmo peixe em dois locais diferentes, porque a luz sofre refração da água (mais refringente) para o ar (menos refringente), fazendo com que o raio refratado se afaste da reta normal (N) em relação ao incidente. Neste caso, a luz pode chegar ao observador por dois caminhos diferentes, assim o peixe parece estar em dois lugares diferentes.

Figura 15. Um peixe – duas imagens.

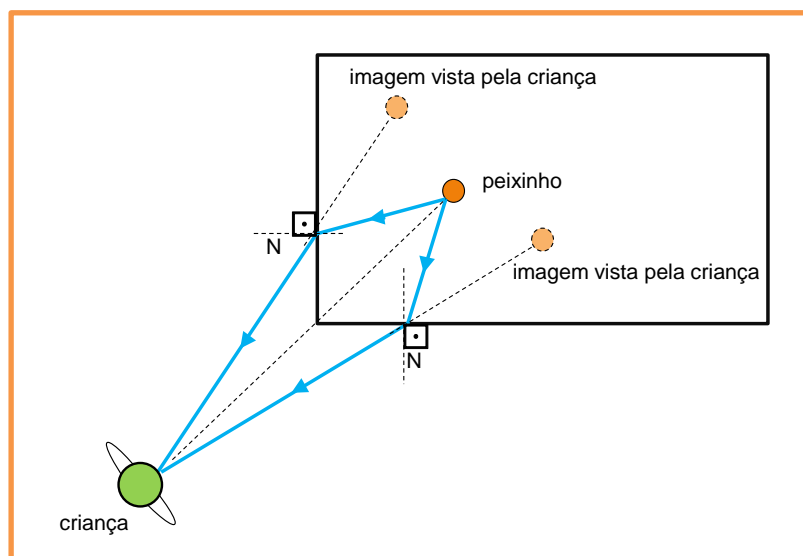


Fonte:

<<https://courses.lumenlearning.com/physics/chapter/25-3-the-law-of-refraction/>>

Acesso em: 05 ago. 2017

Figura 16. Aquário visto de cima.



Fonte: Elaborado pela autora.

Encerramento

Sugestão ao professor

Para fortalecer a interdisciplinaridade e a autonomia o professor pode sugerir para os alunos uma pesquisa. No Anexo C encontram-se sugestões de assuntos pertencentes à *Óptica da visão*, que foram trabalhados com alunos do ensino médio, bem como os resultados e as formas de avaliação.

Aula 03 - Atividade inicial

Sugestão ao professor

Dando seguimento, cabe lembrar os conceitos sobre reflexão total da luz (aula anterior) e iniciar a discussão sobre dispersão luminosa, prismas e lâminas de faces paralelas. O experimento abaixo engloba todos esses conceitos de forma dinâmica.

Experimento 5: Dioptro plano

Materiais:

- Suporte universal com garra;
- Suporte para disco giratório;
- Disco giratório Ø23cm com escala angular e subdivisões de 1°;
- Fonte de luz branca;
- Prisma de vidro;
- Perfil em acrílico retangular;
- Transferidor.

Procedimento:

1. Ligar a fonte de luz e ajustar o raio para que ele incida no centro do disco óptico.
2. Posicionar o prisma no feixe de luz sobre o disco, girar levemente até que todas as faixas de cores apareçam no anteparo, ver Figura 17.

Figura 17: Trajetória da luz branca no prisma e decomposição dessa luz.



Fonte: < <https://www.youtube.com/watch?v=VZVUm7jVWp4&t=43s> >.

Acesso em: 29 out. 2018

3. Colocar o diopetro plano no disco óptico e ajustar o mesmo de tal modo que o ângulo de incidência seja 0° , logo o ângulo de refração também é 0° .
4. Inserir entre o diopetro e o disco óptico uma folha de papel em branco, para traçar os raios através do diopetro.
5. Girar o disco de forma que o ângulo de incidência seja de 30° e observar o raio de saída do diopetro.
6. Medir e anotar, utilizando um transferidor, os ângulos θ_1 , θ_2 , θ_3 e θ_4 (Figura 18).

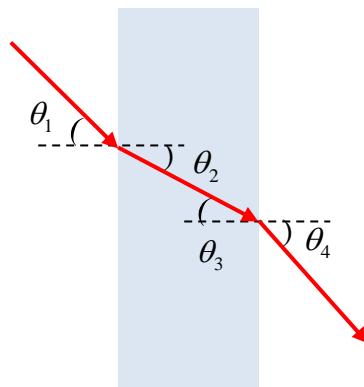


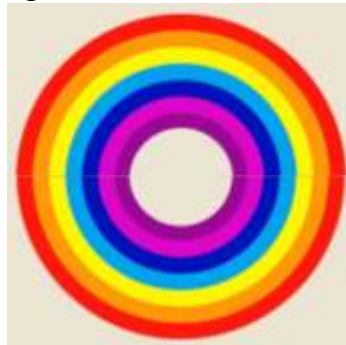
Figura 18: Fonte: Elaborado pela autora.

7. Com os resultados obtidos calcular o índice de refração do diopetro através da Lei de Snell-Descartes.

Questões:

- a) Qual o fenômeno que se observa nos raios transmitidos através do prisma?
- b) Em geral vemos o arco-íris como um conjunto de faixas semicirculares. Seria possível ver um arco-íris com faixas circulares (Figura 19)?

Figura 19: Arco-íris circular



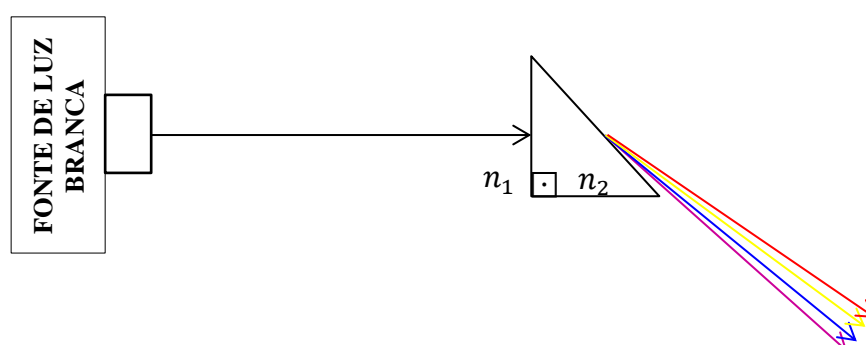
Fonte: http://br.freepik.com/vetores-gratis/icone-do-arco-iris-imagens_719395.htm
(Adaptado)

c) O que é o efeito de Fata Morgana?

Respostas:

- a) Observa-se o fenômeno da separação da luz policromática em suas componentes monocromáticas, conhecido como dispersão, resultado direto da refração (Figura 20).

Figura 20. Diagrama para a máxima decomposição da luz em um prisma triangular.



Fonte: < <http://lilith.fisica.ufmg.br/~labexp/roteirosHTML/O-RR.htm> >

Acesso em: 29 out. 2018. (Adaptado)

- b) Sim de uma grande altitude, como por exemplo, dentro de um avião.
- c) Trata-se de uma miragem que se deve a uma inversão térmica. Objetos que se encontrem no horizonte como, por exemplo, ilhas, falésias, barcos ou *icebergs*, adquirem uma aparência alargada e elevada, similar aos "castelos de contos de fadas".

Desenvolvimento

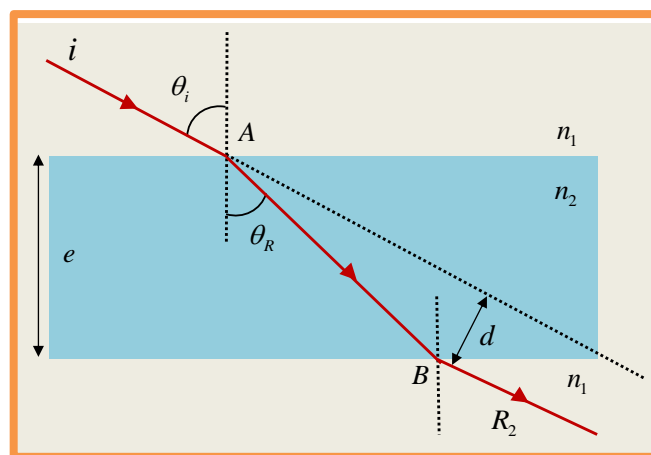
Sugestão ao professor

O experimento remete a uma discussão sobre a formação do arco íris, das miragens e posição aparente dos objetos. A seguir o texto 2 e a *Seção: Alguém me explica* dá suporte para o professor compor suas aulas.

Texto 2: Lâminas de faces paralelas

Uma lâmina de faces paralelas é composta de duas faces que formam dioptros com o meio externo (Figura 21). Uma janela de vidro, uma lâmina de microscópio, para brisas de automóveis, películas que recobrem embalagens de produtos, mesas recobertas com vidro, etc., são exemplos dessas lâminas. Veja a seguir como um raio que incide obliquamente atravessa a lâmina.

Figura 21: Lâmina de faces paralelas imersa no ar.



Fonte: Elaborado pela autora.

Como o raio, após atravessar a lâmina, voltou para o mesmo meio, o raio incidente e o emergente da lâmina são paralelos.

Perceba que esse raio, sofre um deslocamento lateral (d) que pode ser determinado pela seguinte relação:

$$d = \frac{e \cdot \sin(\theta_i - \theta_R)}{\cos(\theta_R)}$$

Considere:

d = deslocamento lateral

e = espessura da lâmina

θ_i = ângulo de incidência

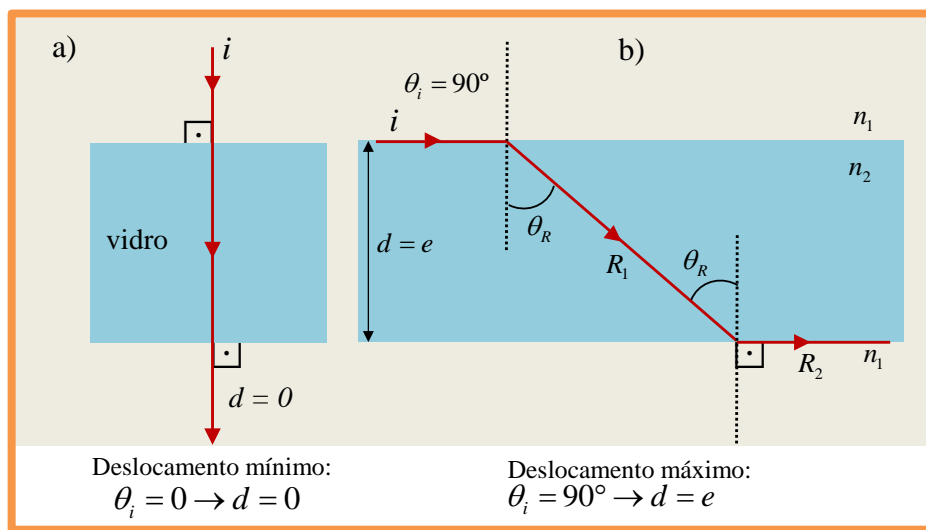
θ_R = ângulo de refração

Obs.:

A Figura 22-a mostra um raio incidindo perpendicularmente (90°) na lâmina. Ocorrerá a travessia do raio, mas o deslocamento lateral será nulo ($d = 0$).

Caso o raio incida de forma rasante (Figura 22-b), o deslocamento lateral será máximo e igual à própria espessura (e) da lâmina ($d = e$).

Figura 22: (a) Deslocamento nulo. Incidência normal. (b) Deslocamento máximo. Incidência rasante



Fonte: Elaborado pela autora.

A imagem de um objeto vista através de uma lâmina de faces paralelas será virtual, direita e mais próxima do que o objeto, portanto aparenta ser um pouco maior que o objeto.

Seção: Alguém me explica?

Questão vestibular PUCC-SP

ACAFE/2017.2 – outros cursos Questão 35

Um aparelho emite um feixe colimado, estreito, de luz verde, composto pela mistura de luz amarela com azul.

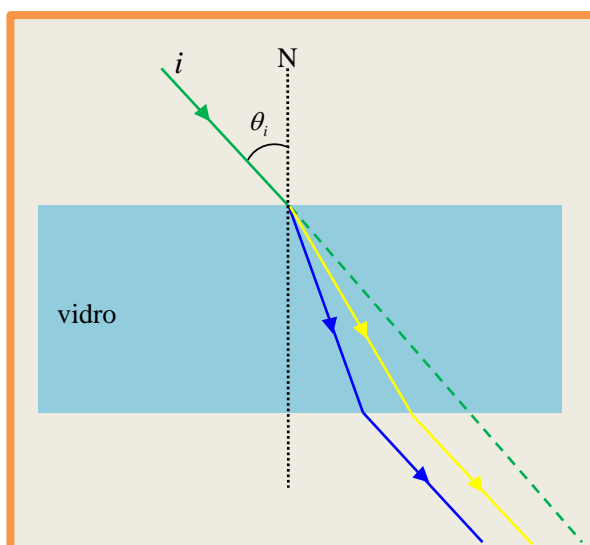
Nesse sentido, assinale a alternativa **correta** que completa a lacuna da frase a seguir.

Tal afirmativa se comprova, pois, ao incidir o feixe numa lâmina de vidro de faces paralelas uma das cores sofreria um deslocamento _____ maior que a outra, numa incidência _____.

- a) oblíqua - oblíqua
- b) paralelo - paralela
- c) oblíqua - paralela
- d) paralelo – oblíqua

Resposta: O gabarito é a letra D

Figura 23: Diferentes cores sofrem desvios diferentes e, conseqüentemente, deslocamentos paralelos diferentes.

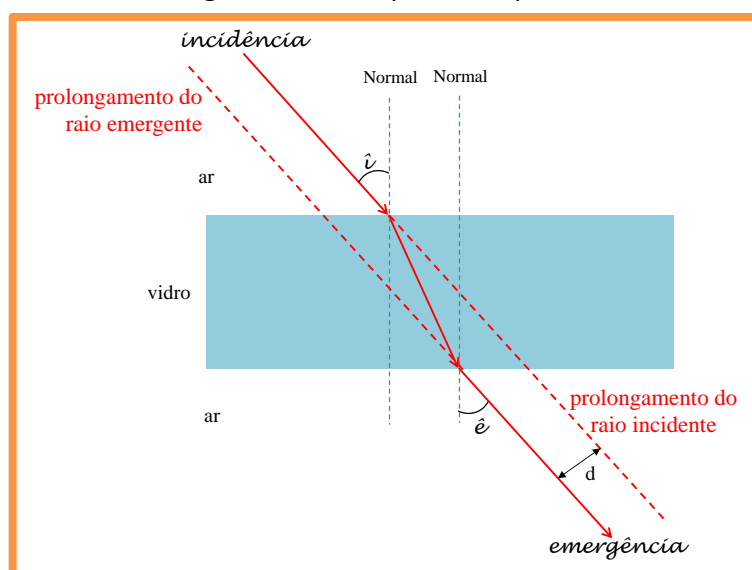


Fonte: Elaborado pela autora.

A refração modifica a velocidade de propagação e o comprimento de onda, mantendo uma proporção direta. A constante de proporcionalidade é a frequência, que não se altera. No interior da lâmina cada cor se move com velocidades diferentes e ao saírem da mesma sofrerão desvios laterais diferentes, sofrendo assim, dispersão.

A cor que sofre menor desvio ao penetrar no vidro é o vermelho (maior velocidade) e menor desvio é o violeta (menor velocidade).

Figura 24. Os prolongamentos dos raios incidente e emergente são sempre retas paralelas.



Fonte: Elaborado pela autora.

Seção: Alguém me explica?

Questão vestibular PUCC-SP

Os raios de luz provenientes de uma estrela (E), ao atravessar a atmosfera, sofrem desvios, dando-nos a impressão de que a estrela está mais alta (E') do que realmente está (Figura 1). Também, por isso, pode-se observar a imagem do Sol (S') mesmo depois que ele (S) se pôs no horizonte ou antes de nascer (Figura 2).

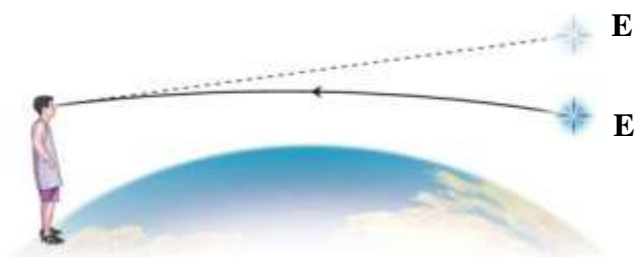


Figura 1

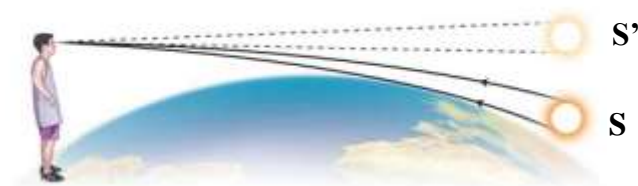


Figura 2

Esses fatos ocorrem, principalmente, devido à:

- a) variação de índice de refração do ar com a altitude
- b) variação de índice de refração do ar com a longitude
- c) variação de índice de refração do ar com a latitude
- d) dispersão da luz ao atravessar a atmosfera
- e) forma esférica da Terra e à atração gravitacional sofrida pela Lua

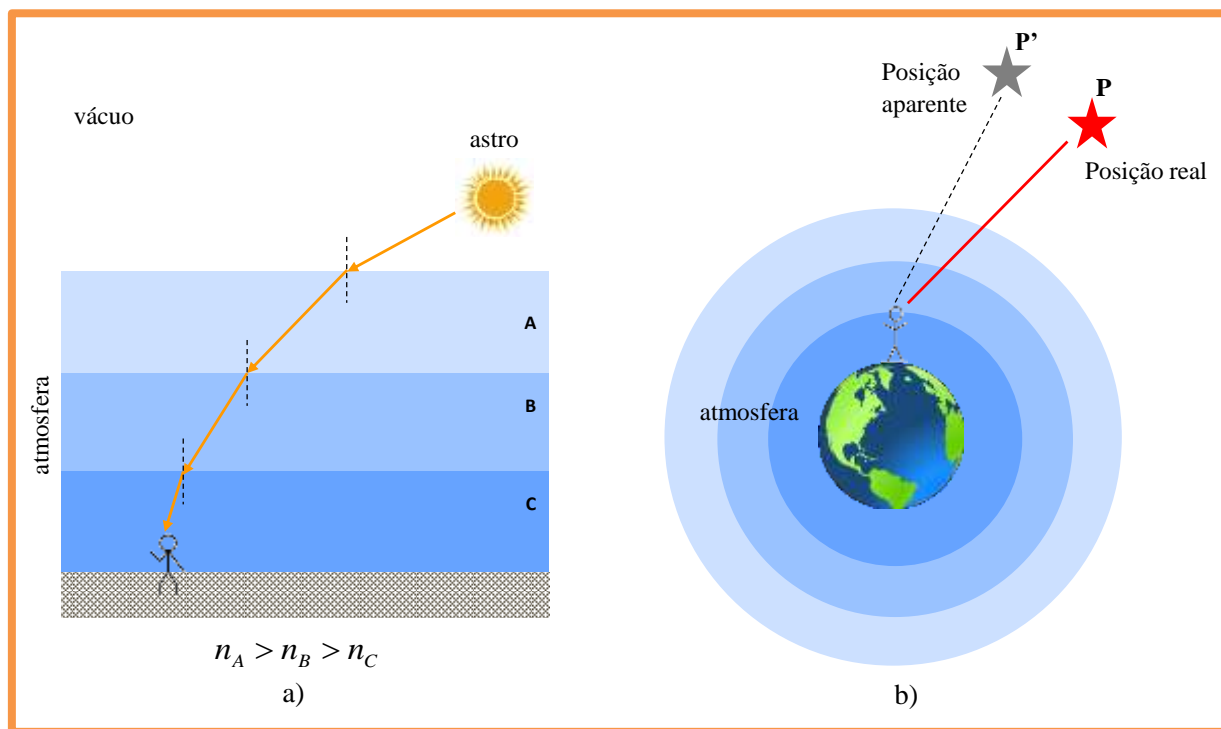
Resposta: O gabarito é a letra A

Como se explica o fenômeno da posição aparente dos astros?

A atmosfera não é um meio homogêneo, como a densidade diminui com a altitude, em geral, o índice de refração diminui. Vamos considerar, por exemplo, o Sol, enviando luz para a Terra, e um raio que atinge a superfície atmosférica, obliquamente à superfície da Terra. Tudo

se passa como se a atmosfera fosse constituída por uma série de camadas paralelas, com índices de refração crescentes, de cima para baixo (Fig. 25a).

Figura 25: Posição aparente dos astros.



Fonte: Elaborado pela autora.

Considerando a situação real (Fig. 25b), um raio de luz emitido pelo astro que está na posição P caminha em linha reta enquanto está no vácuo. Ao atingir a atmosfera, como a incidência não é normal, ele curva-se de modo que o observador vê o astro na posição P'.

Encerramento

Sugestão ao professor

No quadro abaixo apresentamos algumas simulações que possibilitam alterar parâmetros, valores ou variáveis, e consolidam o fechamento da aula. O professor pode desenvolver atividades nas quais os estudantes devem necessariamente interagir com as simulações, explorando seus vários aspectos para responder às questões propostas; ou trabalhar com os alunos de forma interativa propondo relatórios.

Quadro 1: Simulações sugeridas ao professor.

Simulação	Endereço	Conceitos
Refração	http://www.pccl.fr/physique_chimie_college_lycee/lycee/seconde/refraction_loi_descartes_optique_seconde_lycee.htm	Refração e ângulo limite.
Refração da luz	https://micro.magnet.fsu.edu/primer/java/refraction/refractionangles/index.html	Refração da luz branca policromática. Comprimento de onda. Índice de refração do material. Ângulos de incidência e refração.
Espectro da luz branca	http://www.pccl.fr/physique_chimie_college_lycee/lycee/seconde/dispersion_prisme_spectre_emission_absorption.htm	Dispersão em um prisma.
Reflexão e refração de ondas eletromagnéticas planas	http://objetoseducacionais2.mec.gov.br/handle/mec/16204	Leis da reflexão e refração. Reflexão interna total. Polarização parcial ou total da onda refletida.
Propagação de luz através de uma lâmina paralela.	http://ww2.ac-poitiers.fr/math_sp/spip.php?page=pe_ggb&id_document=1352	Influência da espessura da lâmina, índice e ângulo de incidência sobre o desvio do raio de luz.
Propagação de um raio luminoso através de um prisma.	http://ww2.ac-poitiers.fr/math_sp/spip.php?page=pe_ggb&id_document=1353	Ângulos de incidência e emergência.

Aula 04 - Atividade inicial

Sugestão ao professor

Introduzir o conteúdo mostrando os formatos das lentes e as características de divergência e convergência através do Experimento 6.

Experimento 6: Lentes esféricas

Materiais:

- 1 folha de papel cartão preto;
- Tesoura;
- Estilete;
- Régua;
- Caneta ou lápis;
- 1 retroprojektor;
- 1 lente biconvexa;
- 1 lente bicôncava;
- 1 lente plano-côncava.

Procedimento:

1. Marque e recorte na folha de papel cartão, um quadrado de 30x30cm (Fig. 26a). Essa será sua “Base”.
2. Localize o centro da folha e faça um quadrado de 8 x 8cm (Fig. 26b), essa será a janela para passagem de luz.

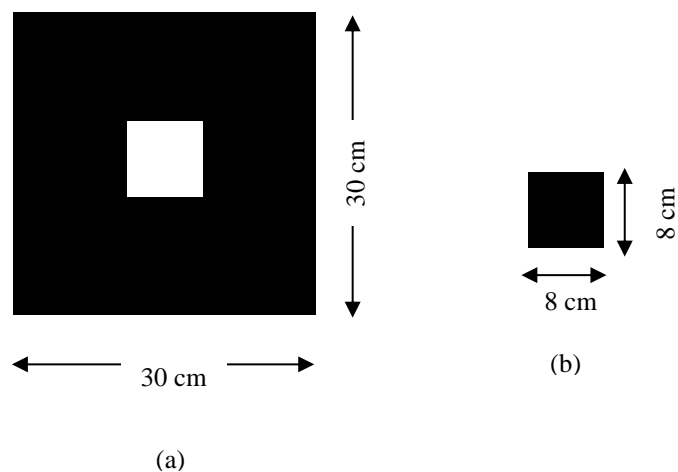


Figura 26. Fonte: Elaborado pela

3. Faça um quadrado de papel cartão preto com 10 x 10cm, no centro deste cartão, 3 fendas de 1mm de largura por 8cm de comprimento, com uma distância de 1cm entre elas (Fig. 27).

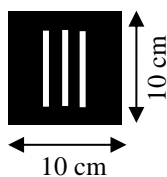
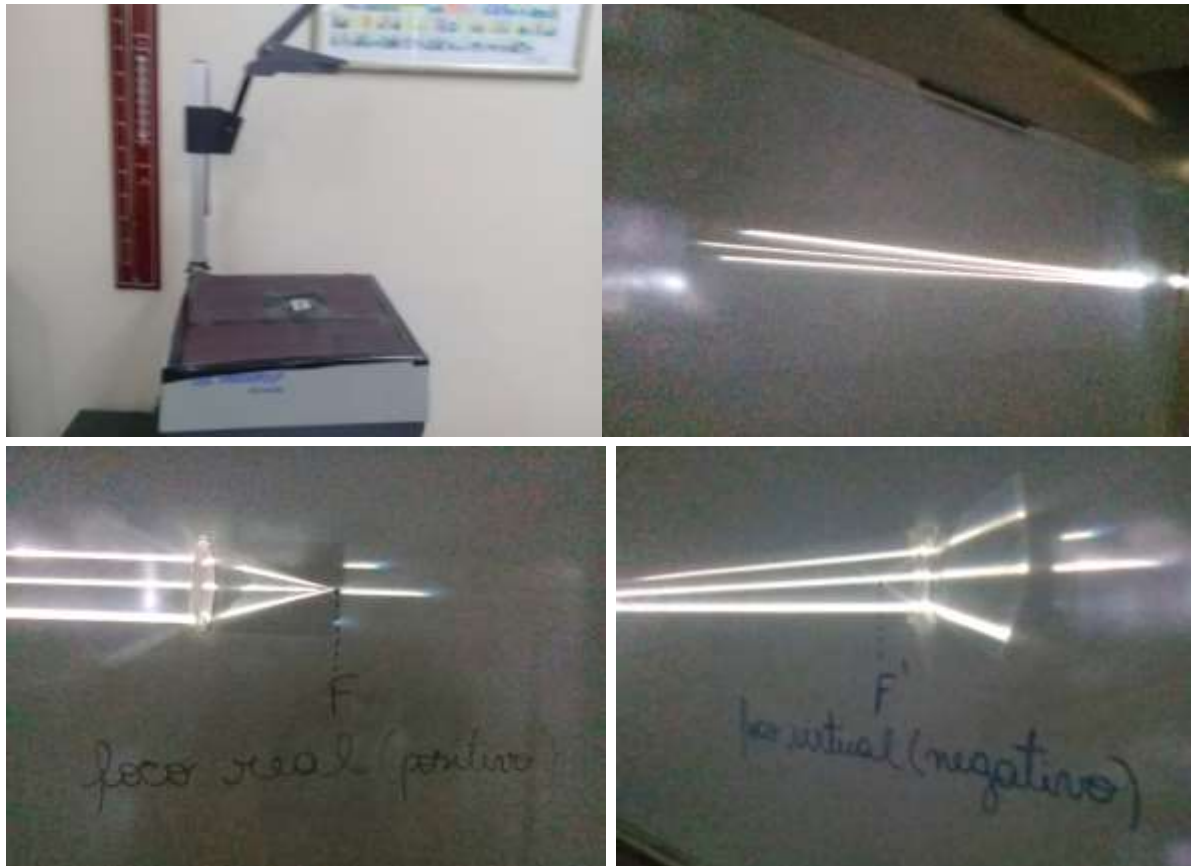


Figura 27. Fonte: Elaborado pela autora.

4. Coloque a folha de papel cartão “Base” sobre o retroprojektor.
5. Coloque o quadrado com as fendas sobre a janela na base, tampando todo o espaço, de forma que as fendas sejam as únicas passagens de luz.
6. Apague as luzes do local, ligue o retroprojektor e use o quadro branco como um anteparo paralelo ao feixe de luz emitido.
7. Agora é só colocar a lente convergente ou divergente na frente dos feixes de luz e verificar o fenômeno de convergência ou divergência (Figura 28).

Figura 28: Convergentes e divergência dos raios luminosos.



Fonte: Elaborado pela autora.

Questões:

Como podem ser classificadas as lentes?

Resposta:

As lentes podem ser classificadas como convergentes ou divergentes. Uma lente convergente é aquela que concentra os raios luminosos paralelos que a atravessam (se $n_{\text{lente}} > n_{\text{meio}}$), em um único ponto chamado foco, e geralmente possui suas bordas finas e o centro mais espesso. Elas podem ser: biconvexa, plano-convexa ou côncavo-convexa.

Uma lente divergente é aquela que espalha os raios luminosos paralelos que a atravessam (se $n_{\text{lente}} < n_{\text{meio}}$), fazendo com que se abram como um leque e geralmente possui suas bordas grossas e o centro mais fino. Elas podem ser: bicôncava, plano-côncava ou convexo-côncava.

Neste link: <https://www.youtube.com/watch?v=iVCEiwC8Zqg>

"Pontociência - Lentes Esféricas"

O professor encontra um vídeo que mostra esse experimento.

Desenvolvimento

Sugestão ao professor

Para retomar o conteúdo segue um texto resumido dos casos mais gerais sobre lentes esféricas.

Texto 3: Lentes esféricas

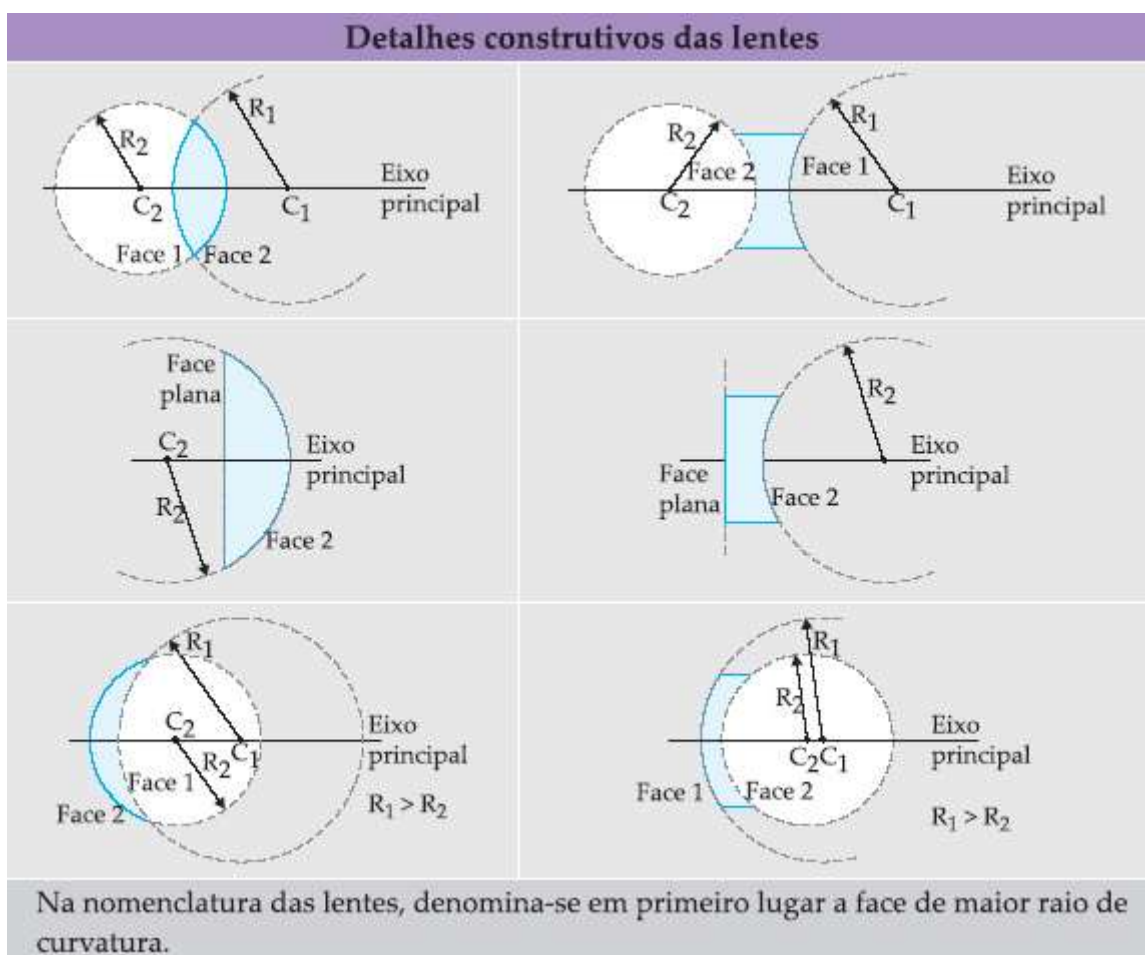
Lentes Esféricas

Denomina-se lente esférica uma associação de dois dioptrios², dos quais um é necessariamente esférico, e o outro, esférico ou plano. Quando a espessura da lente for desprezível em comparação aos raios de curvatura dos dioptrios, ela é dita delgada.

Forma das lentes

Conforme os tipos de dioptrios associados, podemos ter lentes de bordos finos e lentes de bordos grossos.

Figura 29: Formas das lentes.



Fonte: < <https://interna.coceducacao.com.br/ebook/pages/1685.htm> >.

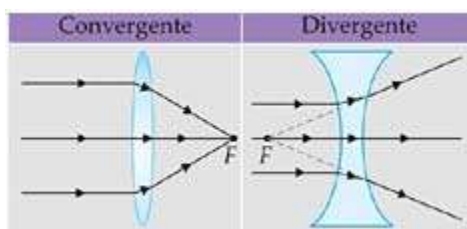
Acesso em: 29 out. 2018.

² É todo o sistema formado por dois meios homogêneos e transparentes.

Comportamento Óptico

Quando um feixe cilíndrico de raios paralelos incide sobre uma lente esférica, esta pode ter dois comportamentos ópticos distintos.

Figura 30: Comportamento dos feixes de luz incidentes.

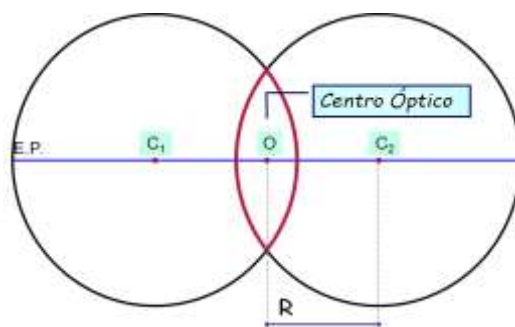


Fonte: < <https://interna.coceducacao.com.br/ebook/pages/1686.htm> >.

Acesso em: 29 out. 2018.









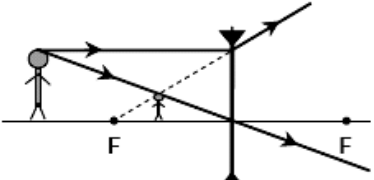
Elementos das lentes esféricas

Figura 31: Elementos geométricos



Fonte: Elaborado pela autora.

Definição das variáveis:		Equações:
<i>E.p.</i>	: Eixo principal da lente	$\frac{1}{f} = \frac{1}{p'} + \frac{1}{p}$
<i>C₁</i> e <i>C₂</i>	: Centro de curvatura	
<i>O</i>	: Centro óptico da lente	
<i>R</i>	: Raio de curvatura	
<i>f</i>	: distância focal ($=R/2$)	$A = \frac{p'}{p}$
<i>p'</i>	: distância da imagem	
<i>p</i>	: distância do objeto	$A = \frac{i}{o}$
<i>i</i>	: altura da imagem	
<i>o</i>	: altura do objeto	
<i>A</i>	: ampliação da imagem	

Lente convergente				Lente divergente			
							
Biconvexa	Plano-convexa	Côncavo-convexa	Esquema	Bicôncava	Plano-côncava	Convexo-côncava	Esquema
Posição do objeto				Natureza		Sinal	
além de C				real, invertida e menor		$f \rightarrow \oplus$ $i \ominus \rightarrow$ imagem invertida $p' \oplus \rightarrow$ imagem real	
em C				real, invertida e igual		$f \rightarrow \oplus$ $i \ominus \rightarrow$ imagem invertida $p' \oplus \rightarrow$ imagem real	
entre F e o C				real, invertida e maior		$f \rightarrow \oplus$ $i \ominus \rightarrow$ imagem invertida $p' \oplus \rightarrow$ imagem real	
em F				Imprópria não forma imagem		$f \rightarrow \oplus$	
Entre F e o V				virtual, direita e maior		$f \rightarrow \oplus$ $p' \ominus \rightarrow$ imagem virtual	
				Independentemente da posição do objeto a imagem será sempre: virtual, direita e menor		$f \rightarrow \ominus$ $p' \ominus \rightarrow$ imagem virtual $i \oplus \rightarrow$ imagem direita	

Em geral, o índice de refração de uma lente é maior do que o índice de refração do meio que a envolve. Nessas condições, as lentes de bordos finos são convergentes e as de bordos grossos divergentes. Considerou-se para o resumo $n_{\text{lente}} > n_{\text{meio}}$.

Encerramento

Sugestão ao professor

Para esclarecer mais sobre a formação de imagens, seguem algumas simulações que facilitam o entendimento do aluno.

Quadro 2: Simulações sugeridas ao professor.

Simulação	Endereço	Conceitos
<i>App para celular</i> Ray Optics	https://play.google.com/store/apps/details?id=com.shakti.rayoptics	Você pode mover as lentes / espelhos arrastando-os e ver o diagrama de raios, a posição e a ampliação da imagem em tempo real.
<i>App para celular</i> Glass	https://play.google.com/store/apps/details?id=com.cube3rd.glass	Refratar, refletir, dispersar, dividir. Um jogo de lasers e experimentação. Aprenda a usar espelhos, lentes, prismas e outros dispositivos para manipular feixes de luz.
Lentes delgadas	http://iwant2study.org/lookangejss/04waves_13light/ejss_model_ThinLenModel05/index.html	Posição do objeto e natureza da imagem.
Conhecendo as lentes delgadas	http://objetoseducacionais2.mec.gov.br/bitstream/handle/mec/16054/03_laboratorio_frame.htm	Formação da imagem em lentes convergentes, divergentes.
Lentes e espelhos	https://simbucket.com/lensesandmirrors/	Formação da imagem em lentes convergentes, divergentes, espelhos côncavos e convexos.

Aula 05 - Atividade inicial

Sugestão ao professor

Utilizar o Experimento 7 para apresentar a Equação de Gauss.

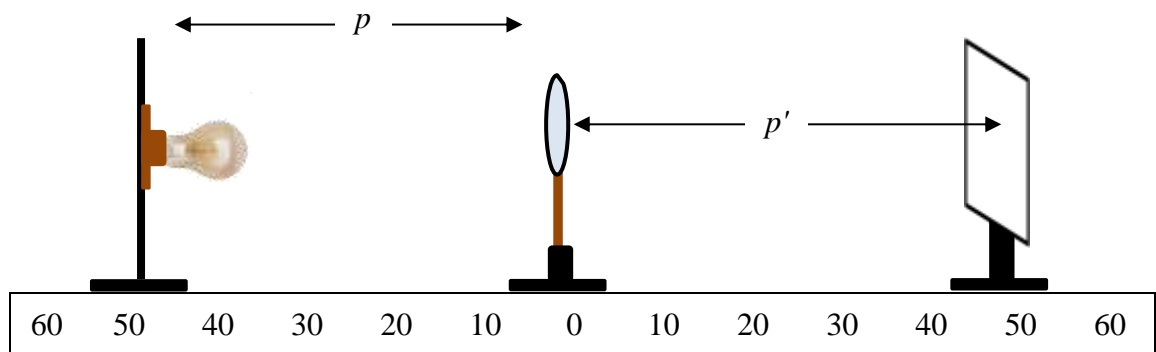
Experimento 7: A matemática das lentes

Materiais:

- Lâmpada incandescente;
- Lupa;
- Escala numérica;
- Anteparo.

Procedimento:

1. Faça a montagem do experimento conforme o esquema da Figura 32.



1. Localize a imagem no anteparo e então meça as distâncias do objeto (p) e da imagem (p'). Repita este procedimento para várias posições diferentes do objeto (lâmpada) em relação a lente.
2. Anote os valores numa tabela.

p distância do objeto até a lente	p' distância da imagem até a lente

Questões:

Conhecendo-se a distância entre o objeto e a plana central da lente (p), e a distância entre a imagem e esse mesmo plano (p'), conforme mostra a figura 16, é possível obter a média da distância focal (f) da lente?

Resposta:

Sim, através da equação de Gauss (1) calculam-se os valores dos focos e obtendo a média da distância focal \bar{f} .

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{p'} + \frac{1}{p} \quad (1)$$

Desenvolvimento

Sugestão ao professor

O professor pode contextualizar através da *Secção: Alguém me explica* e reforçar o aprendizado através da lista de exercícios (Anexo B).

Seção: Alguém me explica?

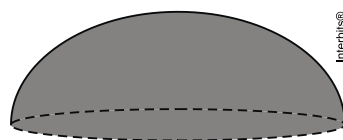
Vestibular G1 - cps 2012

Nas plantações de verduras, em momentos de grande insolação, não é conveniente molhar as folhas, pois elas podem “queimar” a não ser que se faça uma irrigação contínua.



(http://farm2.static.flickr.com/1065/873281869_3e6d00a0a0.jpg
Acesso em: 03.09.2011)

Pingos na folha de verdura



Formato ampliado de uma gota

Observando as figuras, conclui-se que a “queima” das verduras ocorre, porque as gotas depositadas sobre as folhas planas assumem formatos de objetos ópticos conhecidos como lentes

- a) biconvexas, que têm a propriedade de dispersar a radiação solar.
- b) bicôncavas, que têm a propriedade de dispersar a radiação solar.
- c) plano-convexas, que têm a propriedade de concentrar a radiação solar.
- d) plano-côncavas, que têm a propriedade de concentrar a radiação solar.
- e) convexo-côncavas, que têm a propriedade de concentrar a radiação solar.

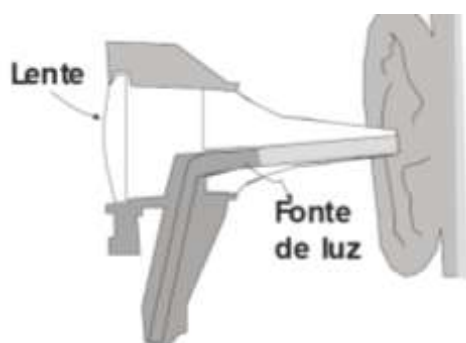
Resposta: O gabarito é a letra C

Comparando as gotas com as lentes estudadas, temos uma das superfícies plana e a outra convexa, ou seja, o formato é de um hemisfério, formando uma lente plano-convexa de extremidades finas, imersa no ar. Como o índice de refração da água ($n_{ar} = 1,33$) é maior que o do ar $n_{ar} = 1,0$; essas lentes tornam-se convergentes. Os raios de luz recebidos do Sol (feixes paralelos) concentram-se sobre seu foco.

Seção: Alguém me explica?

Vestibular ACADEMIA VERÃO 2016 Questão 31 (aplicada em 08/11/2015 – outros cursos)

Os avanços tecnológicos vêm contribuindo cada vez mais no ramo da medicina, com melhor prevenção, diagnóstico e tratamento de doenças. Vários equipamentos utilizados são complexos, no entanto, alguns deles são de simples construção. O otoscópio é um instrumento utilizado pelos médicos para observar, principalmente, a parte interna da orelha. Possui fonte de luz para iluminar o interior da orelha e uma lente de aumento (como de uma lupa) para facilitar a visualização.



Considerando a figura e o exposto acima, assinale a alternativa correta que completa as lacunas da frase a seguir.

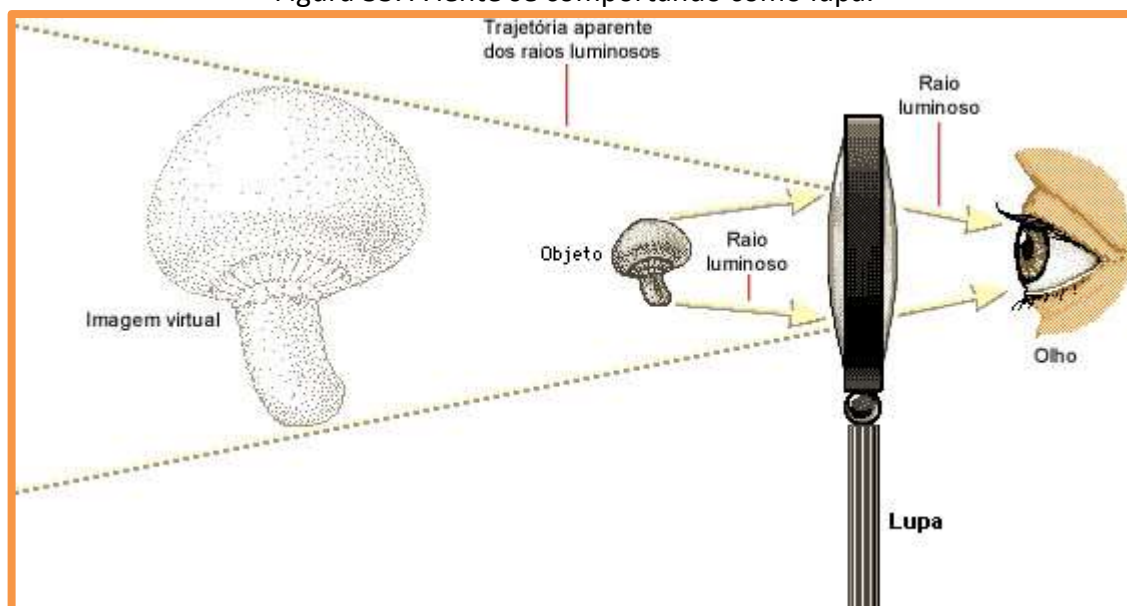
A lente do otoscópio é _____ e a imagem do interior da orelha, vista pelo médico é _____.

- a) convergente – real, maior e invertida.
- b) convergente – virtual, maior e direita.
- c) divergente – virtual, maior e direita..
- d) divergente – real, maior e invertida.

Resposta: O gabarito é a letra B

A lente que compõe o otoscópio é convergente (bordas finas) e como ela aumenta a imagem da mesma forma que a lupa, essa imagem é virtual, maior e direita.

Figura 33. A lente se comportando como lupa.



Fonte: Disponível em: <<https://www.usinainfo.com.br/lupa-de-bancada-34>>.

Acesso em: 05 jan. 2018.

Encerramento

Sugestão ao professor

O vídeo abaixo mostra de forma elucidativa (em inglês), a construção das lentes em 3D, o professor poderá passar para os alunos sem o áudio acrescentando suas explicações, ou editar conforme sua intenção didática.

OBS.: Professor o *Real Player* é um programa grátis que permite baixar vídeos do YouTube e converter para PowerPoint além de, editar, recortar, etc...

<http://www.techtudo.com.br/dicas-e-tutoriais/noticia/2015/11/como-baixar-e-instalar-o-real-player.html>

Vídeo: "Converging Lenses - Designmate"

<https://www.youtube.com/watch?v=R-uMcngNsSk>

Vídeo: "Convex and concave Lenses - Physics - Eureka.in"

https://www.youtube.com/watch?v=4zuB_dSJn1Y

Aula 06 - Atividade inicial

Sugestão ao professor

Através da próxima atividade, é possível mostrar que a convergência ou divergência está diretamente relacionada com os índices de refração do meio e do material.

Experimento 8: Lentes biconvexas convergentes e divergentes

Materiais:

- Apontador laser;
- Aquário de vidro;
- Duas lâmpadas incandescentes de bulbo transparente.
- Leite em pó.

Procedimento:

1. A lâmpada deve ser previamente preparada, eliminando-se a estrutura interna que prende seu filamento, uma vez que somente seu bulbo será utilizado. Para isso, deve-se envolvê-la totalmente com um pano (que irá proteger as mãos, no caso da lâmpada partir-se acidentalmente).
2. Em seguida, usando um alicate ou uma pequena torquês, quebra-se o isolante preto vitrificado que existe em sua rosca metálica, retirando-o totalmente.
3. Depois disso, com a ponta de uma chave de fenda, deve-se romper e fragmentar, cuidadosamente, a estrutura interna que mantém o filamento e removê-la.
4. Colocar água até cerca de $\frac{2}{3}$ do volume do aquário. Para tornar visível a trajetória da luz do laser, adicionar duas pitadas de leite em pó, para que ela fique esbranquiçada e levemente turva (Figura 34).

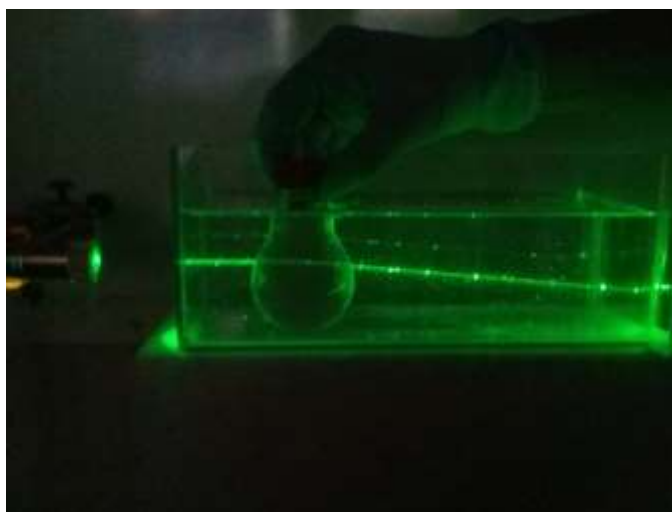
Figura 34. Aquário com água e leite em pó.



Fonte: Elaborado pela autora.

5. Encher o bulbo de uma lâmpada com glicerina.
6. O bulbo deve ser imerso na água, próximo da parede lateral do aquário.
7. Segurando o laser ligado, deve-se posicioná-lo próximo da parede externa do aquário e apontar sua luz para o bulbo imerso.

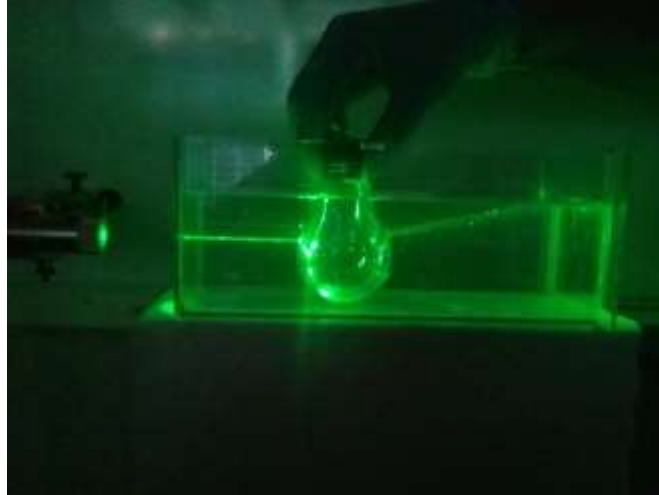
Figura 35. Lâmpada com glicerina dentro da água.



Fonte: Elaborado pela autora.

8. Em seguida, deslocar lentamente a luz do laser, paralelamente ao fundo do aquário, para cima e para baixo e observar o raio refratado.
9. Repetir o mesmo procedimento com a luz do laser, usando a lâmpada com ar no seu interior.

Figura 36. Lâmpada com ar dentro da água.



Fonte: Elaborado pela autora.

Questões:

Qual o comportamento das lentes biconvexas nas duas situações?

Resposta:

A lente de glicerina imersa na água, configura uma situação em que $n_L > n_m$, deste modo, a luz do laser converge para um ponto situado dentro do aquário (Figura 37), indicando que sua distância focal é positiva.

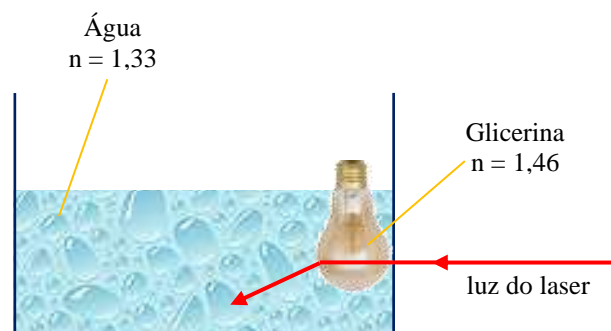


Figura 37. Fonte: Elaborado pela autora.

Imergindo a lâmpada com ar dentro da água (Figura 38) temos $n_L < n_m$, verifica-se que a lente desvia o raio luminoso para fora do aquário, mostrando que agora sua distância focal é negativa.

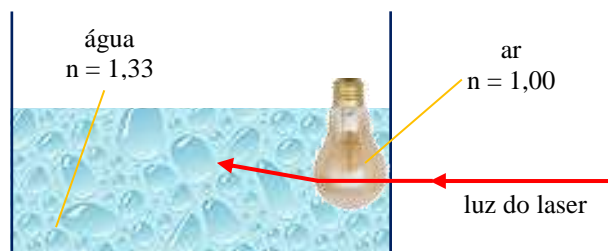


Figura 38. Fonte: Elaborado pela autora.

Da expressão (2) verifica-se que lentes biconvexas, feitas de material com índice de refração maior que o índice de refração do meio em que estão imersas ($n_L > n_m$), apresentam distância focal positiva sendo a lente denominada convergente. Entretanto, se o seu índice de refração for menor que o do meio em que está imersa ($n_L < n_m$), a distância focal torna-se negativa e ela irá divergir os raios luminosos, ao invés de convergi-los.

$$\frac{1}{f} = \left(\frac{n_L - n_m}{n_m} \right) \cdot \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right) \quad (2)$$

Podemos concluir que o comportamento das lentes biconvexas depende dos valores dos índices de refração do material constituinte da lente, e do meio em que ela está imersa.

Desenvolvimento

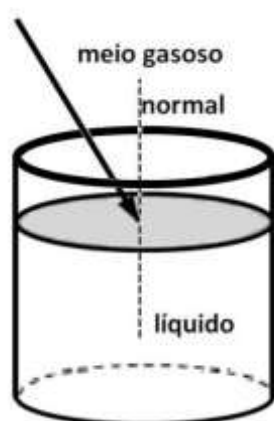
Sugestão ao professor

Complementar a aula com exercícios para a fixação do conteúdo, comentar especificamente algumas questões que enfatizam a natureza convergente e divergente que uma lente biconvexa pode apresentar.

Seção: Alguém me explica?

Vestibular (UFPR/2017 Questão 50)

O índice de refração absoluto de um meio gasoso homogêneo é 1,02. Um raio luminoso, proveniente do meio gasoso, incide na superfície de separação entre o meio gasoso e o meio líquido, também homogêneo, cujo índice de refração absoluto é 1,67, conforme mostrado na figura ao lado.



Posteriormente a isso, uma lente com distância focal positiva, construída com material cujo índice de refração absoluto é 1,54, é colocada, completamente imersa, no meio líquido. Com base nessas informações, identifique como verdadeiras (V) ou falsas (F) as seguintes afirmativas:

- () Se a lente for colocada no meio gasoso, ela será denominada “convergente”.
- () Quando a lente foi colocada no meio líquido, a sua distância focal passou a ser negativa.
- () Em qualquer um dos meios, a distância focal da lente não se altera.
- () O raio luminoso, ao penetrar no meio líquido, afasta-se da normal.

Assinale a alternativa que apresenta a sequência correta, de cima para baixo.

- a) V – F – V – F.
- b) F – V – F – V.
- c) V – F – V – V.
- d) F – F – V – V.
- e) V – V – F – F.

Resposta: O gabarito é a letra E

O grande número de exemplos e exercícios encontrados no estudo de lentes esféricas em que $n_L > n_m$, pode resultar a impressão que lentes biconvexas comportam-se sempre como convergentes, o que não é verdade. A questão da UFPR mostra duas situações: A primeira, a lente é mais refringente que o meio gasoso, portanto, convergente e com distância focal positiva. A segunda, a lente é menos refringente que o meio líquido, isso a caracteriza como divergente, então a distância focal será negativa.

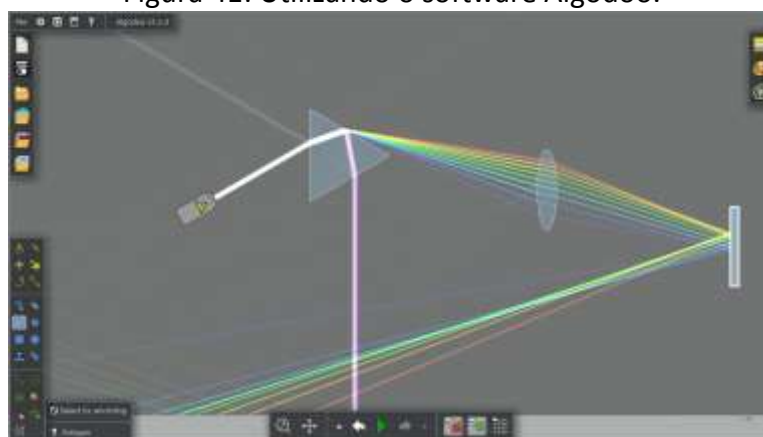
Encerramento

Sugestão ao professor

Nessa página da web: <https://www.edrawsoft.com/optics-diagram.php> há um software de desenho óptico, possibilita que os alunos façam diagramas de óptica física a partir de exemplos e modelos.

dimensões de experimentos físicos. O programa permite ao aluno visualizar as teorias estudadas, e consequentemente aumentar a compreensão destes temas. Dessa forma, o professor incentiva a construção do conhecimento de uma maneira criativa, lúdica e motivacional.

Figura 41: Utilizando o software Algodoo.



Fonte: Elaborado pela autora.

Vídeo aula instalação e uso:

"Algodoo aula 1 lentes e prisma lenses and prism"

<https://www.youtube.com/watch?v=s3iSzP5PBBs>

Aula 07 - Atividade inicial

Sugestão ao professor

A curiosidade prepara o cérebro para a aprendizagem e pode incutir nos alunos um forte desejo de conhecer, transformando a aula numa experiência prazerosa e gratificante. Pensando assim, o *Experimento 9* tem a finalidade de mostrar as lentes encontrados no cotidiano, produzindo imagens com a mesma natureza dos experimentos de laboratório.

Experimento 9: Lentes caseiras

Materiais:

- Uma taça de vidro;
- Um copo cilíndrico de vidro;
- Cartões com figuras.

Procedimento:

1. Encher a taça com água e posicionar a Figura 42 atrás da mesma.
2. Deslocar a taça lateralmente, de modo que altere as setas para o observador.
3. Realizar o procedimento anterior substituindo a taça pelo copo cilíndrico.
4. Para a figura 43, colocar o copo vazio paralelamente e adicionar água aos poucos, observando o que acontece com a soma do cálculo.
5. Posicionar o restante das figuras (44, 45, 46, 47, 48 e 49) na vertical, e passar lentamente o copo cilíndrico cheio de água na frente de cada figura.

Questões:

- a) Que tipo de imagem a lente (taça) conjuga em cada uma das situações?
- b) Uma imagem real pode ser observada sem que apareça sobre um anteparo?

Resposta:

- a) A taça se comporta como uma lente esférica, dependendo da posição da taça em relação às figuras a imagem apresentada pode ser real ou virtual.
- b) Quando o copo cilíndrico está vazio a luz o atravessa quase sem ser desviada, pois a parede de vidro pode ser tratada como uma lâmina de faces paralelas. Ou seja, observamos a seta (Figura 42) na mesma posição que a veríamos se o copo não estivesse sido colocado à sua frente.

Quando o copo é preenchido com água, passa a ser uma lente cilíndrica. A posição do objeto em relação à lente está suficientemente afastada da lente para que esta conjugue uma imagem real objeto.

Entretanto agora se percebe claramente que a inversão se deu apenas em relação ao eixo horizontal, pois a seta vertical continua na mesma posição.

Desta forma, podemos mostrar uma importante propriedade de uma lente convergente cilíndrica em relação a uma lente convergente esférica. A lente esférica inverte a imagem segundo os dois eixos, enquanto a lente cilíndrica apenas em relação a um deles³.

Cabe destacar que esta imagem real conjugada pela lente convergente, se encontra na frente do copo com água e não atrás do mesmo.

Vídeos que podem auxiliar o professor nessa atividade:

"Amazing Refraction Of Light In Water"

<https://www.youtube.com/watch?v=PsX294Qq1bA>

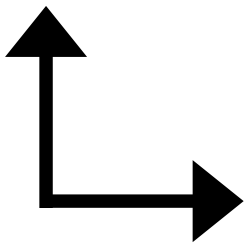

"Just Add Water: The Surprisingly Simple Magic Trick"

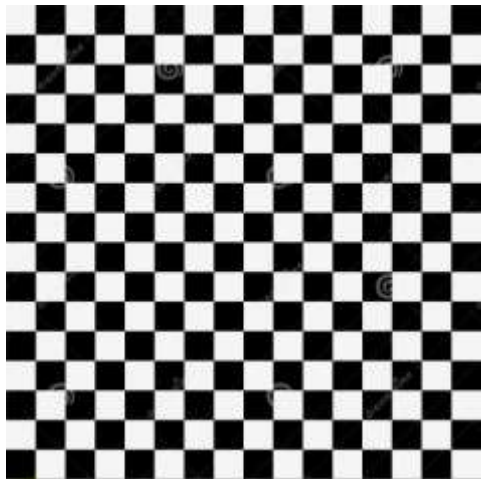
<https://www.youtube.com/watch?v=g7Wa3EKEkm8>

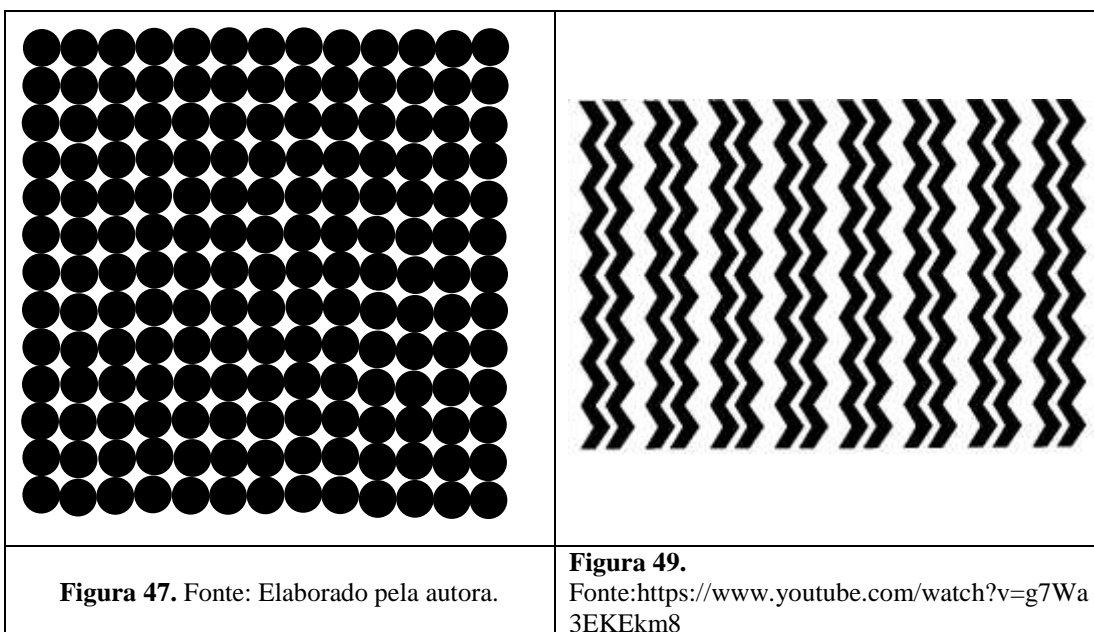
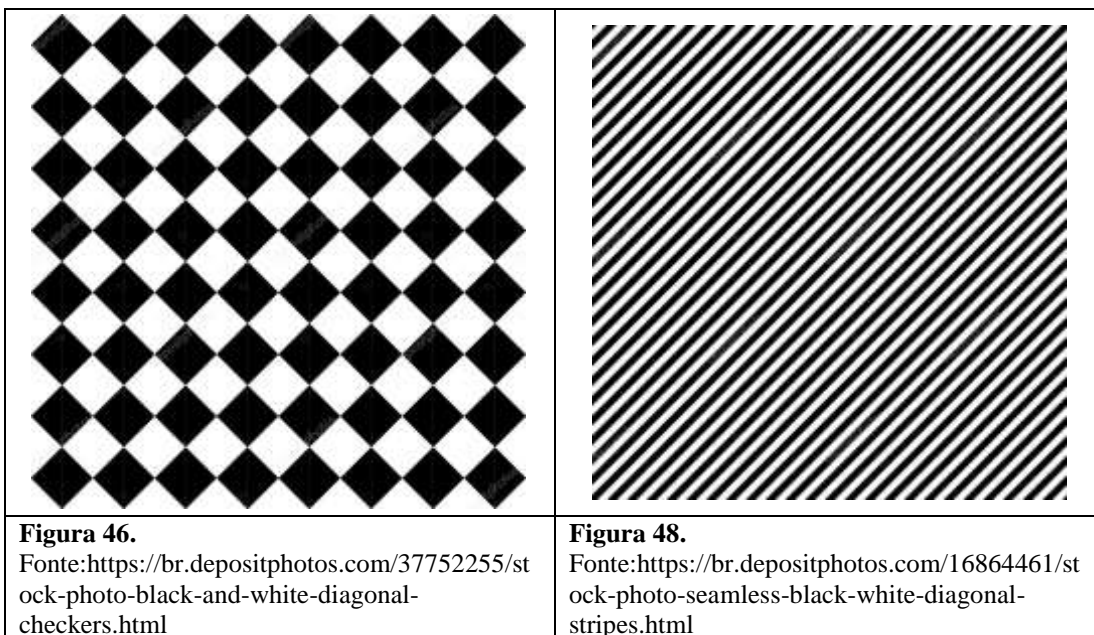
"Amazing Water Trick - Amazing Science Tricks Using Liquid"

<https://www.youtube.com/watch?v=G303o8pJzls>

³ Em: < http://www.if.ufrgs.br/~lang/Textos/Lentes_caseiras.pdf > Acesso em: 02 outubro 2017

	
<p>Figura 42. Fonte: Elaborado pela autora.</p>	<p>Figura 44. Fonte: https://br.depositphotos.com/7411597/stock-illustration-wedding-bride-bridegroom-married-marry.html (Adaptado)</p>

$ \begin{array}{r} 800 \\ + \quad 081 \\ \hline 881 \end{array} $	
<p>Figura 43. Fonte: Elaborado pela autora.</p>	<p>Figura 45. Fonte: https://www.dreamstime.com/stock-images-black-white-squares-image5816244</p>



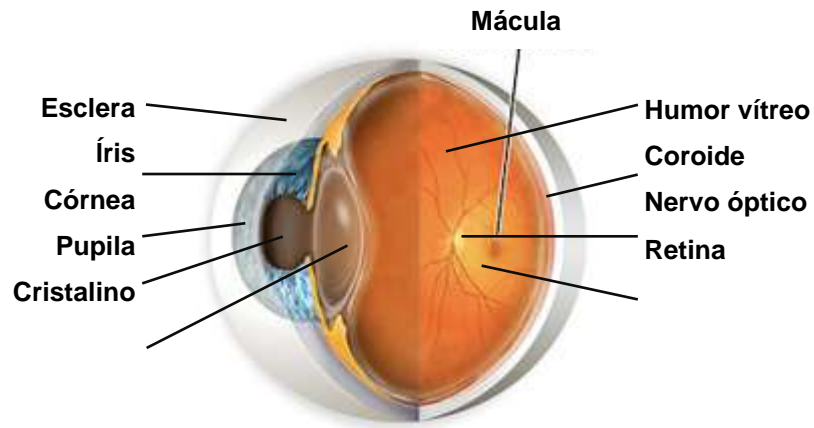
Desenvolvimento

Sugestão ao professor

Como a atividade acima se destaca por utilizar lentes esféricas e cilíndricas, é um momento oportuno para apresentar as ametropias da visão e as lentes corretivas. O texto 4 serve de apoio para o professor de física.

Texto 4: Óptica da visão

Figura 50: Estrutura interna dos olhos

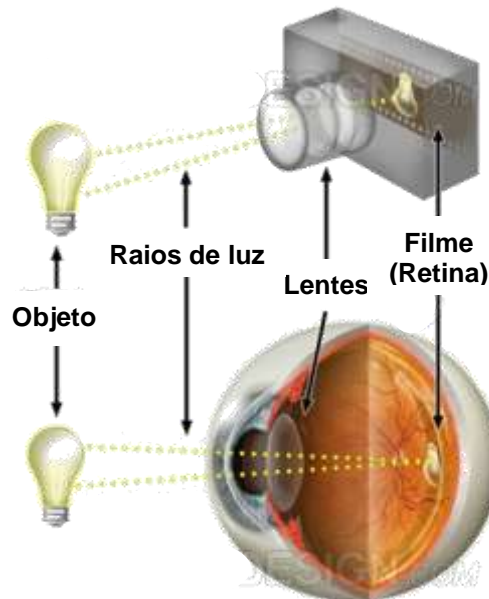


Fonte: < <https://www.planetvision-eyecare.com/nutritional-supplements/>>. Acesso em: 09 fev. 2017. Adaptada.

Lembretes:

- i) Córnea e cristalino são lentes convergentes.
- ii) Acomodação é o ajustamento da distância focal do cristalino por ação dos músculos ciliares, permite a visão tanto em ambientes claros quanto escuros.
- iii) O cristalino funciona como uma lente convergente e forma uma imagem real, invertida e diminuída sobre a retina.

Figura 51: Analogia do olho com a máquina fotográfica.

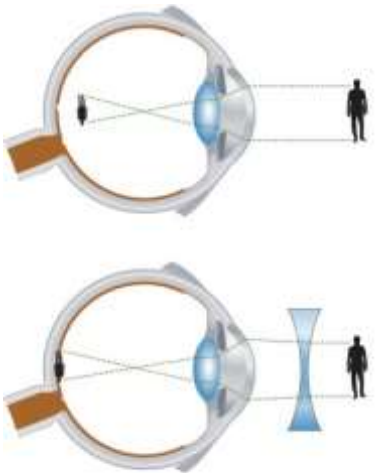
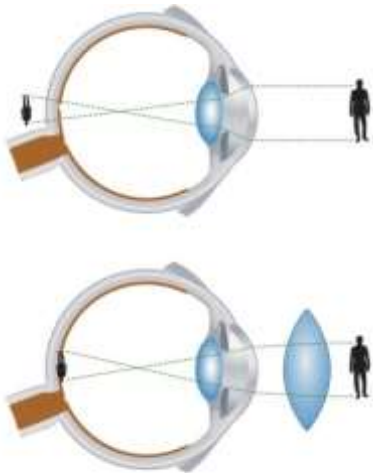
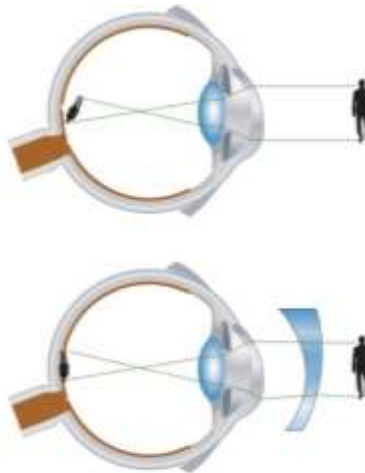


Fonte: < <https://jirehdesign.com/stock-eye-illustrations/eye-anatomy/vision-is-similar-to-camera-an0042/>>.

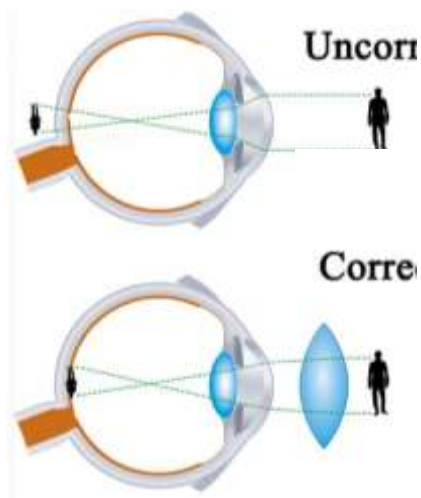
Acesso em: 10 jan. 2018. Adaptada.

Lembretes:

- iv) A íris do olho pode ser comparada ao diafragma ajustável de uma máquina fotográfica. Sob controle do sistema nervoso autônomo, ela contrai ou relaxa, provocando, respectivamente, a diminuição ou aumento do diâmetro da pupila.
- v) A pupila é o orifício pelo qual os raios luminosos entram no globo ocular.

		
<p>Miopia</p>	<p>Hipermetropia</p>	<p>Astigmatismo</p>
<ul style="list-style-type: none"> - Globo ocular alongado ou excessiva vergência do cristalino. - A imagem se forma antes da retina (ou entre o cristalino e a retina). - Correção: lente divergente. - Dificuldade para enxergar longe. - Ao observar um objeto através da lente dos óculos vemos sua imagem reduzida. - Numa cirurgia de correção da miopia, a curvatura da córnea deve ser diminuída, aumentando a distância focal. 	<ul style="list-style-type: none"> - Globo ocular curto. - A imagem se forma depois da retina. - Correção: lente convergente. - Dificuldade para enxergar perto. - Produzem o efeito de aumentar os olhos e a face da pessoa. - Ao observar um objeto através da lente vemos sua imagem ampliada. - Estes óculos podem ser usados para concentrar os raios do Sol e queimar uma folha de papel. 	<ul style="list-style-type: none"> - Consiste em defeito na curvatura da córnea (córnea irregular) e mais raramente, do cristalino. - A superfície do globo ocular não apresenta absoluta simetria em relação ao eixo óptico. - Perda da focalização em determinadas direções. - Correção: lentes cilíndricas (convergentes ou divergentes). - Impede a visão nítida para longe e perto. - Ao observar um objeto através da lente, distorce a imagem quando movimentado.

Presbiopia



Fonte:

<<http://www.optometriceyesitenc.com/eye-conditions/presbyopia/>>

Acesso em: 10 jan. 2018.

- Vista cansada.
- Dificuldade de acomodação do cristalino.
- Correção: lente convergente (bifocais ou multifocais).
- A presbiopia é a razão pela qual os óculos de leitura se tornam necessários por volta dos 40 anos.
- Perda de elasticidade do cristalino ou enrijecimento dos músculos ciliares.
- Processo progressivo, relacionado à perda da habilidade do olho em focalizar objetos próximos e longínquos.

Seção: Alguém me explica?

Vestibular ACADE 14/06/2015 - MEDICINA Questão 33

Em um consultório oftalmológico são observados dois irmãos gêmeos idênticos, X e Y, com apenas uma diferença: um deles tem miopia e o outro hipermetropia (figura a seguir).



Considerando a figura e o exposto acima e, sabendo que ambos usam os óculos corretos para suas deficiências, assinale a alternativa **correta** que completa as lacunas da frase a seguir.

O gêmeo X tem _____ e usa óculos com lentes _____, já o gêmeo Y tem _____ e usa óculos com lentes _____.

- a) miopia / divergentes / hipermetropia / convergentes
- b) hipermetropia / convergentes / miopia / divergentes
- c) miopia / convergentes / hipermetropia / divergentes
- d) hipermetropia / divergentes / miopia / convergentes

Resposta: O gabarito é a letra A

Míopes usam lentes divergentes que formam imagens virtuais e menores que o objeto, observe que o olho do irmão **X** é menor do que o normal.

Hipermetropes usam lentes convergentes. Nesse caso, o olho (objeto) do irmão **Y** está numa posição entre o foco da lente e o seu centro óptico, produzindo uma imagem virtual, direita e ampliada. Por isso, vemos os olhos do hipermetrope através das lentes dos óculos maiores que o normal.

Seção: Alguém me explica?

(ACAFE/2016 MEDICINA Questão 31) Um professor resolveu fazer algumas afirmações sobre óptica para seus alunos. Para tanto, contou com o auxílio de óculos com lentes bifocais (figura abaixo). Esses óculos são compostos por duas lentes, uma superior para ver de longe e outra inferior para ver de perto.



Com base no exposto acima e nos conhecimentos de óptica, analise as afirmações a seguir, feitas pelo professor a seus alunos.

- I. As lentes inferiores dos óculos são aconselhadas para uma pessoa com miopia.
- II. As lentes superiores são lentes divergentes.
- III. Pessoas com hipermetropia e presbiopia são aconselhadas a usar as lentes inferiores.
- IV. As lentes inferiores possibilitam que as imagens dos objetos, que se formam antes da retina, sejam formadas sobre a retina.
- V. As lentes inferiores podem convergir os raios do Sol.

Todas as afirmações corretas estão em:

- a) III - IV
- b) IV - V
- c) II - III - V
- d) I - II – III

Resposta: O gabarito é a letra A

De acordo com o enunciado da questão, a lente superior dos óculos é para ver de longe, significa que a pessoa tem miopia, ou seja, a imagem é formada antes da retina. A correção é feita com lentes divergentes.

A lente inferior destes óculos serve para as pessoas que tenham dificuldades em ver objetos próximos, o que configura a hipermetropia e a presbiopia (vista cansada), nessa situação as imagens dos objetos são formadas depois da retina e a correção é feita com lentes convergentes.

Encerramento

Sugestão ao professor

As ilusões animadas são uma forma divertida de terminar a aula, nesse blog: <http://magicaemcena.blogspot.com.br/2012/09/incriveis-ilusoes-de-optica-animadas.html> o professor encontra os links para imprimir as imagens e realizar a atividade.

Vídeos sobre o assunto:

"Amazing Animated Optical Illusions!"

<https://www.youtube.com/watch?v=lvvcRdwNhGM>

"Amazing Animated Optical Illusions"

<https://www.youtube.com/watch?v=5FMRsyfXMJI>

Aula 08 - Atividade inicial

Sugestão ao professor

Na dinâmica descrita abaixo, os professores de Biologia e Física são capazes de trabalhar simultaneamente os tópicos *órgãos dos sentidos* e *óptica da visão* de maneira interdisciplinar.

Experimento 10: Dissecção de olho de boi

Materiais:

- Duas placas de petri;
- Um par de luvas cirúrgicas;
- Um Bisturi;
- Uma Pinça;
- Um olho de boi.

Procedimento:

1. Com o estilete retirar a córnea do olho.
2. Observar o líquido que vaza, é o humor aquoso.
3. Através de uma incisão separe a íris do cristalino.
4. Retire o humor vítreo.
5. Faça duas incisões nas laterais do globo ocular.
6. Inverta o globo ocular expondo o fundo do olho.

Figura 52. Identificação das partes do olho.



Fonte: Elaborado pela autora.

Questões:

A anatomia do olho de boi é semelhante ao olho humano?

Resposta:

No que diz respeito a um esquema simplificado: córnea, humor aquoso, esclerótica, íris, cristalino, humor vítreo, retina e nervo óptico, a anatomia do olho de boi é bastante semelhante ao olho humano. Numa breve descrição de suas partes podemos identificar a esclerótica ou esclera (membrana externa branca) e a córnea transparente que protege o olho.

Ao retirar a córnea reparamos um líquido que vaza, é o humor aquoso, que serve para regular a pressão interna do olho e nutrir a córnea e o cristalino.

Depois da retirada da córnea podemos ver a íris, responsável por controlar a abertura da pupila. Sob a íris encontra-se o cristalino que funciona como uma lente convergente. O interior do olho é cheio de um líquido gelatinoso chamado de humor vítreo, através dele podemos observamos uma fina película vascularizada no fundo do olho, é a retina responsável por converter os estímulos luminosos em impulsos nervosos que serão processados no cérebro. Quando removemos a parte gelatinosa e invertemos o globo ocular, deixamos exposto o nervo óptico onde a retina está presa num local chamado “ponto cego”.

Atrás da retina temos uma membrana azul que é chamada de tapete ou “tapete lucidum”. O tapete reflete a luz de volta para retina, melhorando a visão em condições de baixa luminosidade (o olho humano não apresenta tapete, o fundo do nosso olho é preto e absorve a luz que passa pela retina). O *tapete* permite ao boi enxergar melhor no escuro, assim como, faz brilhar os olhos do gato sob a luz, pois ele também tem essa camada refletora no fundo do olho.

Entre tantas semelhanças podemos citar algumas diferenças: a íris do boi é marrom, enquanto no olho humano a íris pode ser de muitas cores e diferentes tonalidades: azul, verde, cinza, castanho, violeta... A pupila do olho bovino é oval, enquanto no olho humano a pupila é redonda.

“Uma característica importante é a localização dos olhos, que nos bovinos estão numa posição mais lateral, [...] diferentemente daquelas consideradas predadoras, que possuem os olhos numa posição mais frontal (como ocorre nos seres humanos). A localização lateral permite um campo visual bem mais amplo (345°) que o nosso (180°), mas por outro lado, esta condição não permite uma boa visão tridimensional, resultante da combinação das imagens colhidas pelos dois olhos formando uma só imagem em nível cerebral [...]. Sendo assim, os bovinos apresentam grande parte da visão monocular (quando as imagens captadas pelos olhos direito e esquerdo são caracterizadas de forma independente em nível cerebral), o que resulta em dificuldade para o animal avaliar o ambiente quanto à profundidade (que é melhor avaliada quando as informações captadas pelos olhos direito e esquerdo formam uma só imagem em nível cerebral, caracterizando a visão binocular).” (A visão dos bovinos e o manejo)⁴

⁴ Em < <https://www.milkpoint.com.br/radar-tecnico/sistemas-de-producao/a-visao-dos-bovinos-e-o-manejo-16808n.aspx> >. Acesso em: 02 outubro 2017.

Desenvolvimento

Sugestão ao professor

Os alunos podem trabalhar em grupos identificando todas as partes do olho de boi e verificar as semelhanças com o olho humano. Também algumas questões podem ser levantadas acerca da toxoplasmose ocular. O artigo a seguir, destaca as potencialidades e debilidades do olho e ilustra os princípios de funcionamento por meio da dissecação de um olho de boi.

Artigo:

"Abrindo o olho - Dissecando um olho de boi para entender a óptica da visão."

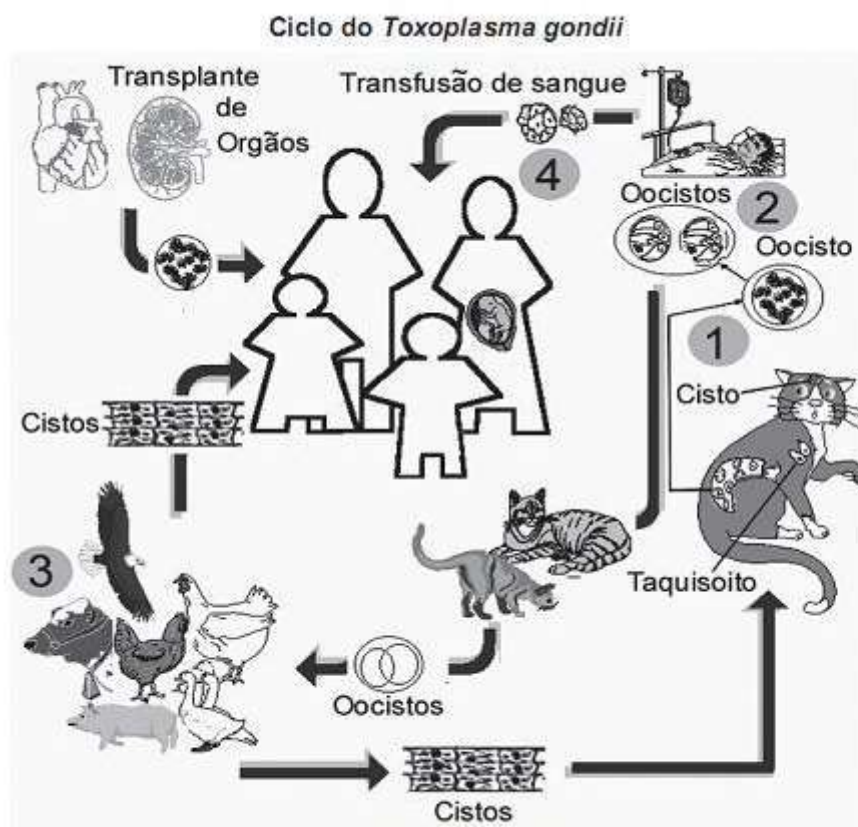
Link: <http://www.sbfisica.org.br/fne/Vol2/Num2/a05.pdf>

Seção: Alguém me explica a Toxoplasmose?

(FATEC – 2011)

A toxoplasmose, parasitose causada pelo protozoário *Toxoplasma gondii* e também conhecida como “a doença do gato”, pode ser assintomática ou causar lesões na retina que podem evoluir para a cegueira, além de graves problemas no miocárdio, fígado e músculos. Pode ser adquirida ou transmitida congenitamente, o que acarreta abortos ou nascimentos de fetos malformados.

O protozoário parasita causador dessa doença pode infectar a maioria dos animais de sangue quente, como bois, porcos, carneiros, cabras, gatos e aves. Estima-se que a toxoplasmose ocorra em pelo menos um terço da população humana mundial, principalmente em locais quentes, úmidos, com condições sanitárias desfavoráveis, devido ao efeito favorecedor dessas condições ambientais na maturação dos oocistos (ovos) depositados no solo pelos animais contaminados, conforme o ciclo de vida do parasita esquematizado a seguir:



(<http://www.epp.g12.br/informatica/2008/webquests/Parazitologia/toxoplas.htm> Acesso em: 05.11.2011.)

Sobre essa doença um estudante fez as afirmativas seguintes:

- I. O agente etiológico da toxoplasmose é o gato.
- II. O agente transmissor da toxoplasmose é o protozoário *Toxoplasma gondii*.
- III. A toxoplasmose pode ser evitada não se comendo carne malpassada.
- IV. A falta de saneamento favorece a penetração das larvas do *Toxoplasma* através da pele dos animais de sangue quente.

É correto o que se afirma apenas em

- a) II
- b) III
- c) I, II e III
- d) I, II e IV
- e) II e IV

Resposta: O gabarito é a letra B

(UFC/2001) Leia o texto a seguir:

“A TOXOPLASMOSE é uma doença causada pelo protozoário *Toxoplasma gondii* e é particularmente perigosa para crianças na fase fetal. O parasita é capaz de invadir, naturalmente, qualquer organismo animal homeotermo, no qual se multiplica em ciclo assexuado. Além deste, existe o ciclo gametogônico, que ocorre em felinos e processa-se nas células do intestino, sendo o parasita eliminado juntamente com as fezes do animal. É um parasita estrito do interior celular que, após várias divisões, invade novas células, inclusive aquelas de defesa, que são móveis e levam o parasita em seu interior para os gânglios linfáticos, com consequente disseminação em todo o organismo do hospedeiro. Com a introdução do protozoário, têm início os fenômenos imunológicos, que se traduzem primeiro pelo aparecimento de anticorpos circulantes do tipo IgM (imunoglobulinas do tipo M), constituindo a chamada imunidade imediata. Posteriormente, com a cura da doença, tais anticorpos são substituídos por anticorpos denominados de IgG. O tratamento consiste no uso de medicamentos específicos, entre os quais alguns corticoides.

(Texto adaptado de <http://www.saudeanimal.com.br/artig162.htm>).

Tomando como base o texto que você acabou de ler, analise as seguintes afirmativas.

- I. O protozoário apresenta pouca especificidade de hospedeiros e a possibilidade de localizar-se em vários órgãos dos mesmos.
- II. No exame pré-natal, a ausência de imunoglobulinas do tipo M (IgM) e a presença de IgG indicam que a mãe está imunizada e que o feto não corre risco de contrair a doença.
- III. O parasita multiplica-se tanto no soro sanguíneo como no lúmen intestinal do animal hospedeiro.
- IV. A profilaxia da doença é feita através do uso de corticoides e da eliminação de roedores e insetos que possam estar contaminados.
- V. A reprodução sexuada do protozoário que ocorre em felinos possibilita a contaminação através das fezes de gatos domésticos infectados.

Indique a alternativa que contém todas as alternativas verdadeiras.

- a) II, IV e V;
- b) II e III;
- c) I, II e V;
- d) III e IV;
- e) I, III e IV

Resposta: O gabarito é a letra C

Encerramento

Sugestão ao professor

A simulação *Óptica do Olho Humano* mostra como várias lentes podem ser usadas para corrigir os problemas de visão, além disso, permite alterar a forma da lente do olho para ajustar sua distância focal.

Quadro 3: Simulação sugerida ao professor.

Simulação	Endereço	Conceitos
Óptica do Olho Humano	http://ophysics.com/116.html	Distância focal. Lentes corretivas.

Aula 09 - Atividade inicial

Sugestão ao professor

Por intermédio do *Experimento 11* o professor viabiliza, de maneira empírica, a demonstração da correção da miopia e da hipermetropia utilizando lentes esféricas.

Experimento 11: Vícios de refração

Materiais:

- 3 apontadores laser
- Fita adesiva;
- Fita dupla-face;
- 1 lente biconvexa;
- 1 lente bicôncava;
- 1 lente plano-convexa;
- 1 lente plano-côncava;
- Imagem do esquema simplificado do olho normal.
- Imagem do esquema simplificado do olho com miopia e hipermetropia.

Procedimento:

1. Prender com a fita adesiva os três lasers juntos de modo que fiquem ligados.
2. Fixar o conjunto de lasers no quadro branco com uma fita dupla-face.
3. Fixar a figura do olho normal com fita adesiva no quadro (Figura 53).

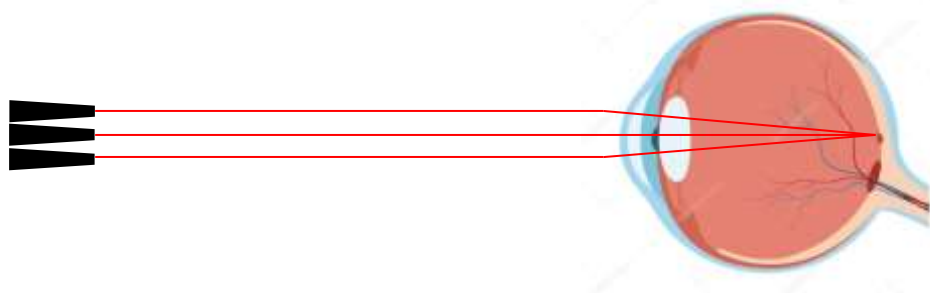
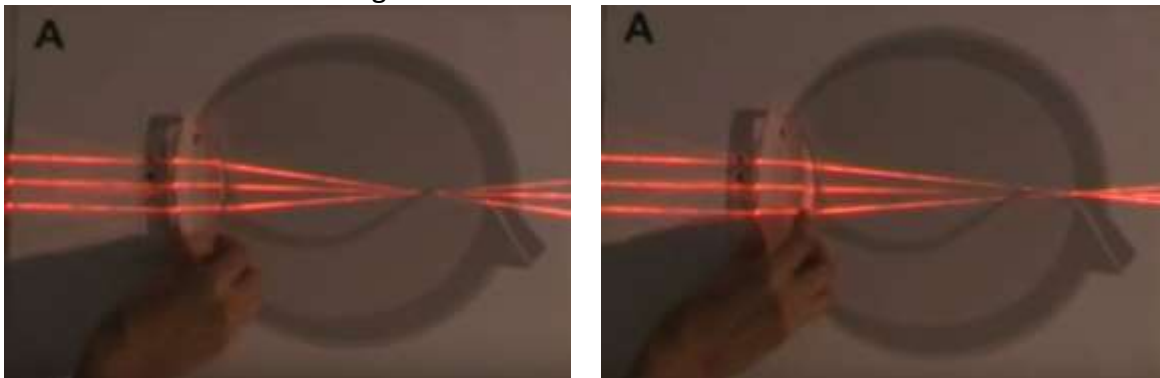


Figura 53: <https://br.depositphotos.com/85145746/stock-illustration-human-eye-schema.html>

Acesso em: 02 outubro 2017. (Adaptado)

4. Colocar sobre o cristalino a lente biconvexa.
5. Substituir a figura do olho normal pela figura do olho com miopia e reposicionar a lente biconvexa no cristalino.
6. Juntar à lente biconvexa, a lente divergente.
7. Substituir a figura do olho míope pelo olho com hipermetropia
8. Sobre o cristalino posicionar a lente biconvexa.
9. Adicionar à lente biconvexa mais uma lente convergente (Figura 54).

Figura 54. Raios incidindo na retina.



Fonte: Elaborado pela autora.

Questões:

- a) A distância focal depende da curvatura da lente?
- b) Como são os raios na lente plano-côncava?
- c) As lentes podem corrigir alguns problemas de visão?

Respostas:

- a) Sim. No exemplo mostrado no experimento, a lente plano-convexa tem uma distância focal menor que lente biconvexa. Os raios chegam paralelos, incidem sobre essa lente, e se desviam convergindo para um ponto, por isso se diz que são lentes convergentes. Esse ponto no qual convergem os raios é o foco real.
- b) Os raios chegam paralelos e se separam após a refração, por isso são chamadas lentes divergentes, o prolongamento dos raios divergentes atrás da lente determina o foco, que é um ponto virtual.
- c) O que são os vícios de refração e como podem ser corrigidos?

“[...] vício de refração é o nome geral dado às conhecidas doenças oculares como miopia, hipermetropia, astigmatismo, e também a presbiopia. Ou seja, aqueles problemas que podem ser diminuídos ou completamente resolvidos com o uso de acessórios como óculos e lentes de contato, ou com cirurgias. O nome indica um problema na refração da imagem dentro do olho, ou seja, ao invés de ser refratada normalmente sobre a retina, a imagem acaba se formando à sua frente ou atrás. A miopia, conhecida por dificuldade para ver de longe, é um caso onde a imagem se forma não sobre, e sim à frente da retina.” (Vícios de refração)⁵.

Em um olho sem problema de visão, o cristalino é uma lente biconvexa, desvia os raios para formarem as imagens corretas na retina. Em um olho míope a imagem se forma antes da retina, sendo solucionado com lente divergente. Já em olhos com hipermetropia a imagem se forma após a retina, corrigindo o problema com uma lente convergente.

Podemos citar também o olho com astigmatismo, os raios luminosos que atravessam o globo ocular são focalizados em dois pontos diferentes, antes, depois e/ou sobre a retina.

Olho com presbiopia é quando existe incapacidade de focalizar objetos a curta distância. A presbiopia pode surgir em combinação com miopia, hipermetropia ou astigmatismo.

Sugestões de vídeos para o professor:

"Tudo sobre Miopia,Hipermetropia,Astigmatismo e Cataratas Parte 1 de 2
YouTube"

Link: <https://www.youtube.com/watch?v=DMoEoGU4Ck8>

"UPC - EPSEB - Optica - Lentes convergentes y divergentes" em:

Link: <https://www.youtube.com/watch?v=7BQnCyutdWs>

⁵ Em <<https://www.eotica.com.br/vicios-de-refracao>>Acesso em: 02 outubro 2017.

Desenvolvimento

Sugestão ao professor

Os alunos podem trabalhar lista de exercícios (Anexo B) em grupos, promovendo desta forma, uma ação compartilhada das dúvidas existentes. A seguir o texto 4 remete à uma simplificação do conteúdo.

Texto 5: Vergência de uma lente

Vergência (V) ou convergência de uma lente pode ser determinada de duas formas distintas, através da equação da vergência ou ainda com a equação de Halley (equação dos fabricantes de lentes).

Equação da vergência

A vergência de uma lente (V) pode ser determinada pelo inverso da distância focal (f):

$$V = \frac{1}{f}$$

A unidade de distância focal deve ser o metro (m) para que a unidade de vergência seja dioptria (di), conhecida, em nosso cotidiano, como o grau da lente. Na prática, pode-se afirmar que uma lente com 2,5 dioptrias significa o mesmo que uma lente com 2,5 graus.

Lente convergente $\rightarrow f \oplus V \oplus$

Lente divergente $\rightarrow f \ominus V \ominus$

Equação de Halley (equação do fabricante de lentes)

	Definição das variáveis:	Equações:
n_L	: Índice de refração da lente	$V = \left(\frac{n_L - n_m}{n_m} \right) \cdot \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right)$
n_m	: Índice de refração do meio	
R_1 e R_2	: Vértice da lente	

Essa equação deve ser utilizada considerando a convenção de sinais, em relação à face da lente:

Face côncava	$\rightarrow R \ominus$
Face convexa	$\rightarrow R \oplus$
Face plana	$\rightarrow R = \infty$ (infinito)

Associação de lentes por justaposição

Justapor ou associar lentes significa colocá-las muito próximas para que seja possível aproximar ou afastar a imagem de um determinado objeto. Essa associação ocorre em máquina fotográficas, lunetas, telescópios, dentre outros instrumentos óticos.

A associação dessas lentes permite que o raio de luz sofra um certo desvio. Utilizando o Teorema da vergências, é possível determinar uma lente que substitua a associação gerando o mesmo desvio nesse raio de luz. Para uma associação de três lentes, por exemplo, teremos:

$$V_{eq} = V_1 + V_2 + V_3$$

Como $V = \frac{1}{f}$ conclui-se que:

$$\frac{1}{f_{eq}} = \frac{1}{f_1} + \frac{1}{f_2} + \frac{1}{f_3}$$

Para a utilização das fórmulas, é necessário aplicar a convenção de sinais para lentes convergentes e divergentes, como visto anteriormente. (POSITIVO, 2018).

Seção: Alguém me explica?

Vestibular MACKENZIE - 2017 - Questão nº 56

Considere quatro lentes esféricas delgadas de distância focal $f_1 = +5,0$ cm, $f_2 = -10,0$ cm, $f_3 = +20,0$ cm e $f_4 = -40,0$ cm. A justaposição de duas lentes terá a maior convergência quando associarmos as lentes

- a) 1 e 2
- b) 2 e 3
- c) 1 e 3
- d) 2 e 4
- e) 1 e 4

Resposta: O gabarito é a letra C

Sendo $V = \frac{1}{f}$ temos:

$$V_1 = \frac{1}{f_1} = \frac{1}{5,0 \cdot 10^{-2}} di = 20,0 di$$

$$V_2 = \frac{1}{f_2} = -\frac{1}{10,0 \cdot 10^{-2}} di = -10,0 di$$

$$V_3 = \frac{1}{f_3} = \frac{1}{20,0 \cdot 10^{-2}} di = 5,0 di$$

$$V_4 = \frac{1}{f_4} = -\frac{1}{40,0 \cdot 10^{-2}} di = -2,5 di$$

$$\boxed{V_{\text{máx}} = V_1 + V_3 = 25,0 di}$$

Encerramento

Sugestão ao professor

Uma recomendação para o fechamento da aula é o vídeo sobre *Toxoplasmose ocular*.

As doenças oculares e os problemas de refração podem ter várias origens, dentre elas, surgir devido a uma infecção como na *toxoplasmose ocular*. Uma doença infecciosa de distribuição mundial, causada por um protozoário denominado *Toxoplasma gondii* encontrado principalmente nas fezes de gatos e em alimentos contaminados. Esse parasita pode causar uma infecção que afeta vários órgãos do corpo humano, como cérebro, músculos e coração, além de provocar *problemas oculares graves*. No Brasil 50,0 a 83,0% da população adulta é soropositivo⁶.

Portanto, abordar esse assunto é relevante para que os alunos tenham a informação sobre as manifestações clínicas e a etiologia da toxoplasmose.

Vídeo:

"Dr. Wil Costa - Oftalmologista - Toxoplasmose Ocular"

Link: https://www.youtube.com/watch?v=5tRGUJ4_uQU

Quadro 4: Simulação sugerida ao professor.

Simulação	Endereço	Conceitos
Correções da visão	http://www.sciences.univ-nantes.fr/sites/genevieve_tulloue/optiqueGeo/instruments/correction.html#manip	A animação mostra como corrigir a miopia, hipermetropia, astigmatismo e presbiopia.

⁶ Em <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-72802010000300009> Acesso em: 23 janeiro 2018.

Aula 10 - Atividade inicial

Sugestão ao professor

O professor pode solicitar o *Experimento 12* como uma atividade de aula ou de casa, e adequar conforme à criatividade do educando e os materiais disponíveis

Experimento 12: Mito da caverna

Materiais:

- 1 embalagem de *whisky*;
- 1 embalagem de *amarula*;
- 1 lente convergente;
- 1 folha de papel vegetal A4;
- Cola durepoxi;
- Spray de tinta preta fosca;
- Fita isolante;
- Alicates de corte.

Procedimentos:

1. Tire o fundo da embalagem de *amarula* e fixe o papel vegetal com fita isolante (Figura 55).



Figura 55: Foto do experimento

2. Abrir o fundo da embalagem de *whisky* e fixar com durepoxi a lente convergente (Figura 56).



Figura 56: Foto do experimento.

1. Encaixar uma embalagem dentro da outra e ajustar o foco.
- Questões:

Quais são as características da imagem formada e porquê do nome *Mito da caverna*?

Resposta:

A imagem formada é real, projetada, invertida e menor, semelhante ao que acontece no olho e na câmara escura de orifício e que evidencia os princípios da óptica geométrica. O nome está vinculado à disciplina de Filosofia que reproduz o experimento de forma alegórica.

Desenvolvimento

Sugestão ao professor

Essa atividade oportuniza a ligação entre as disciplinas de Física, Filosofia e Artes, onde uma matéria auxilia a outra através da relação entre os conteúdos disciplinares, base para um ensino mais interessante. O texto 6 é uma síntese das possibilidades que o professor pode explorar.

Texto 6: Mito da Caverna

Em seu “Mito da Caverna”, há 2800 anos, Platão já utilizava o **princípio da câmara escura** (Figura 57) para explicar seus pensamentos.

O mito fala sobre prisioneiros (desde o nascimento) que vivem presos em correntes numa caverna e que passam todo tempo olhando para a parede do fundo que é iluminada pela luz gerada por uma fogueira. Nesta parede são projetadas sombras de estátuas representando pessoas, animais, plantas e objetos, mostrando cenas e situações do dia-a-dia. Os prisioneiros ficam dando nomes às imagens (sombras), analisando e julgando as situações. (**Mito da Caverna de Platão**)⁷

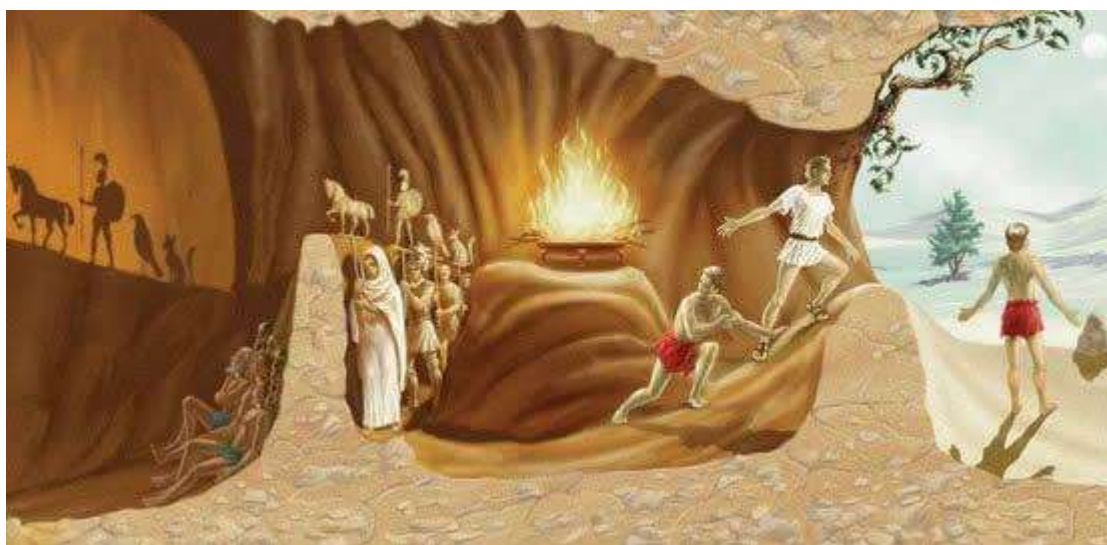


Figura 57: Fonte: < <https://www.estudopratico.com.br/mito-da-caverna-de-platao/> >
Acesso em Acesso em: 02 de outubro 2017.

O mito da caverna é uma metáfora da condição humana perante o mundo que pretende exemplificar, como nós podemos nos libertar da condição de escuridão que nos aprisiona através da luz da verdade, da superação e da ignorância.

⁷ Em: <https://www.suapesquisa.com/platao/mito_da_caverna.htm>. Acesso em: 02 de outubro 2017.

Vídeo:

"O Mito da Caverna: Platão - Dublado " em,

Link de acesso: <https://www.youtube.com/watch?v=Rft3s0bGi78>

Artigo:

"Ciência e arte: Vermeer, Huygens e Leeuwenhoek"

Link de acesso: <http://www.sbfisica.org.br/fne/Vol8/Num2/v08n02a07.pdf>

Trecho do filme:

"A Moça com brinco de pérolas - câmera escura e fazendo as tintas"

<https://www.youtube.com/watch?v=3oEbVpm1Py0>

Encerramento

Sugestão ao professor

O professor pode escolher dentre as simulações do Quadro 5, solicitando que os alunos observem o resultado da imagem formada no anteparo.

Quadro 5: Simulações sugeridas ao professor.

Simulação	Endereço	Conceitos
Câmera de Pinhole simples	https://www.khanacademy.org/partner-content/pixar/virtual-cameras/virtual-cameras-1/a/simple-pinhole-camera	Questionário a partir da interação com a simulação.
Câmera pinhole com distância focal variável	https://www.khanacademy.org/computer-programming/pinhole-camera-with-variable-focal-distance/5749592197824512	Obter Código fonte. Questionário.
Modelo de Câmera Pinhole	https://www.compadre.org/osp/items/detail.cfm?ID=11787	Demonstra a operação de uma câmera de pinhole.

REFERÊNCIAS

MÁXIMO, Antônio; ALVARENGA, Beatriz. Curso de Física. 3. ed. São Paulo: Harbra, v.2, 1993.

CARRON; Wilson; GUIMARÃES; Osvaldo. Física. 2. ed. São Paulo: Moderna, 1993.

TORRES, C. M. et al. Física Ciência e Tecnologia. 2. ed. São Paulo: Moderna, v.2, 2010.

ÓPTICA E ONDAS. Disponível em:

<<https://interna.coceducacao.com.br/ebook/pages/1673.htm> >. Acesso em: 29 out. 2018.

ELEMENTOS DAS LENTES ESFÉRICAS. Disponível em:

<<https://www.alfaconnection.pro.br/fisica/luz/lentes-esfericas/elementos-das-lentes-esfericas/>> Acesso em: 29 out. 2018.

LENTEES ESFÉRICAS DELGADAS. Disponível em:

<<http://www.universiaenem.com.br/sistema/faces/pagina/publica/conteudo/texto-html.xhtml?redirect=75315148257234735358815526041>> Acesso em: 10 set. 2018.

INCRÍVEIS ILUSÕES DE ÓPTICA ANIMADAS. Disponível em:

<<http://magicaemcena.blogspot.com/2012/09/incriveis-ilusoes-de-optica-animadas.html>> > Acesso em: 30 set. 2018.

MATHÉMATIQUES-SCIENCES: RÉFLEXION ET RÉFRACTION DE LA LUMIÈRE.

Disponível em: <http://ww2.ac-poitiers.fr/math_sp/spip.php?article474 > Acesso em: 23 jul. 2018.

RAY OPTICS. < <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.shakti.rayoptics> >

Acesso em: 23 jul. 2018.

SIMULAÇÃO DE UM TANQUE DE ONDULAÇÃO. Disponível em:

<<http://www.falstad.com/ripple/>> Acesso em: 23 jul. 2018.

FIGURES ANIMÉES POUR LA PHYSIQUE. Disponível em: < http://www.sciences.univ-nantes.fr/sites/genevieve_tulloue/index.php > Acesso em: 23 jul. 2018.

OSCILLATIONS AND WAVES. Disponível em:

<<http://www.falstad.com/mathphysics.html>> Acesso em: 17 jan. 2018.

PHYSICS INTERACTIVES. Disponível em: < <https://www.physicsclassroom.com/Physics-Interactives/Refraction-and-Lenses/Optics-Bench/Optics-Bench-Refraction-Interactive> >

Acesso em: 17 jan. 2018.

3D VIEWING: THE PINHOLE CAMERA MODEL. Disponível em: <

<https://www.scratchapixel.com/lessons/3d-basic-rendering/3d-viewing-pinhole-camera> >

Acesso em: 20 jan. 2018.

MACRO IPHONEOGRAPHY: HOW TO MAKE THE DROP & REFLECTION. Disponível

em: < https://www.youtube.com/watch?v=C--Fpt3T_pY > Acesso em: 20 jan. 2018.

APÊNDICE B

Bloco de questões

Objetivo: Apresentar questões diversificadas, com diferentes níveis de dificuldade, a fim de que os alunos apliquem os conceitos trabalhados.

Lista 1

01. (UDESC - 2007 - Prova 1)

A toxoplasmose é uma doença provocada pela ingestão de cistos (oocistos) do *Toxoplasma gondii* (presentes nas fezes dos gatos), em carnes cruas ou malcozidas.

A respeito disso, assinale a alternativa incorreta.

- a) As mulheres grávidas que desenvolvem a doença podem transmiti-la ao feto.
- b) O agente etiológico causador dessa doença é um protozoário.
- c) O *Toxoplasma gondii* é um organismo unicelular.
- d) Alguns modos de prevenção consistem em evitar o consumo de carne malcozida, lavar as mãos depois de contato com gatos e antes das refeições.
- e) O *Toxoplasma gondii* faz parte do Reino Monera, onde estão reunidos os seres unicelulares e procariontes.

02. (UFMG - 2008 - Prova 1)

Se ingerirem alimentos contaminados por fezes de gatos portadores do *Toxoplasma gondii*, as mulheres grávidas podem transmitir esse agente ao filho.

Considerando-se essas informações e outros conhecimentos sobre o assunto, é INCORRETO afirmar que a toxoplasmose assim transmitida se inclui no grupo das doenças

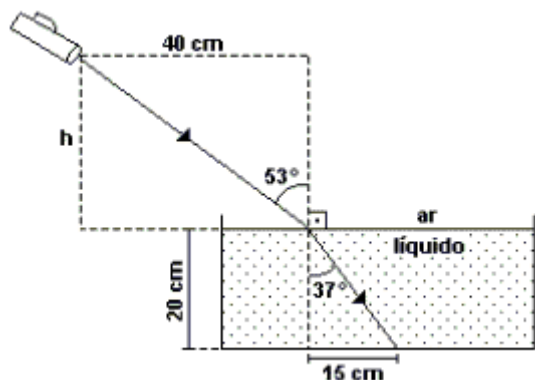
- a) congênitas.
- b) genéticas.
- c) infecciosas.
- d) parasitárias.

03. (COMPERVE - 2010 – UFRN)

Foi relatado, no primeiro semestre de 2010, um surto de toxoplasmose em Natal -RN. Esta zoonose, que, por acometer animais de “sangue quente”, também pode atingir os seres humanos, tem como agente etiológico o parasito *Toxoplasma gondii*. De uma maneira geral, a infecção é assintomática; mas seus sintomas, quando estão presentes, geralmente são transitórios e inespecíficos. A ocorrência da toxoplasmose sob a forma de surto é rara. Nessa condição, a transmissão do toxoplasma geralmente ocorre

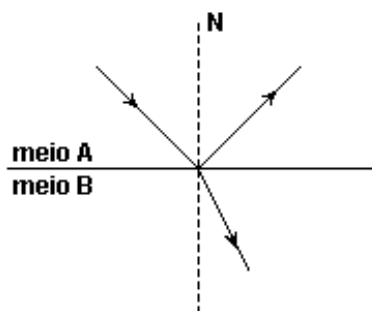
- a) pelas fezes do inseto transmissor contaminadas com ovos do protozoário.
- b) pelo consumo de água contaminada com proglotes do protozoário.
- c) pelo manuseio de fezes de gatos contaminadas com larvas do parasito.
- d) pela ingestão de carne suína ou ovina mal cozida com cistos do parasito.

04. (PUC-Campinas-SP) De uma lanterna colocada no ar ($n = 1,0$) sai um estreito feixe de luz que incide na superfície de separação entre o ar e um líquido transparente, refratando-se conforme mostra a figura. O índice de refração do líquido é:



- a) 1,28.
- b) 1,33.
- c) 1,39.
- d) 1,46.
- e) 1,51.

05. (Fatec 2006) O esquema a seguir representa a direção de um feixe luminoso monocromático incidente e as direções dos respectivos feixes refletido e refratado.



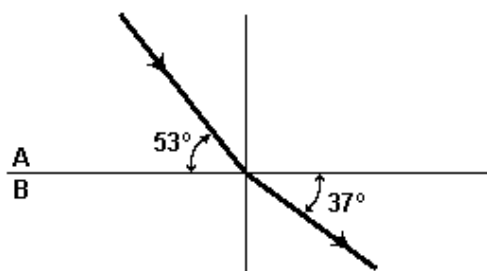
Sabendo-se que o ângulo de reflexão vale 60° , que o índice de refração do meio A vale 1 e que o do meio B vale $\sqrt{3}$, é correto afirmar que o ângulo de refração vale:

Dados: $\sin 30^\circ = \cos 60^\circ = 1/2$

$$\sin 60^\circ = \cos 30^\circ = \frac{\sqrt{3}}{2}$$

- a) 15°
- b) 30°
- c) 45°
- d) 60°
- e) 90°

06. (Fatec 2003) Na figura adiante, um raio de luz monocromático se propaga pelo meio A, de índice de refração 2,0.



Dados: $\sin 37^\circ = 0,60$ $\sin 53^\circ = 0,80$

Devemos concluir que o índice de refração do meio B é:

- a) 0,5
- b) 1,0
- c) 1,2
- d) 1,5
- e) 2,0

07. (Uel 2011) Um raio de luz é parcialmente refletido e parcialmente refratado na superfície de um lago. Sabendo-se que o raio de luz incidente faz um ângulo de 55° em relação à superfície da água, quais são os ângulos de reflexão e de refração, respectivamente?

Dado: Índice de refração da água: 1,33.

Dados: $\sin 35^\circ = 0,60$ $\sin 55^\circ = 0,80$

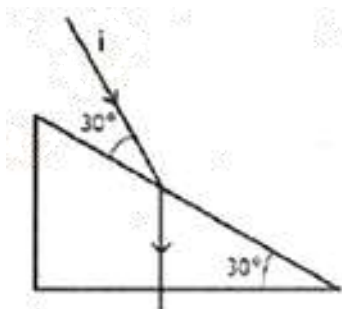
- a) 180° e 360° .
- b) 55° e 65° .
- c) 1 e 1,33.
- d) 35° e $25,5^\circ$.
- e) 35° e 35° .

08. (UFRGS/2013 Questão 16) No diagrama abaixo, *i* representa um raio luminoso propagando-se no ar, que incide e atravessa um bloco triangular de material transparente desconhecido.

Com base na trajetória completa do raio luminoso, o índice de refração deste material desconhecido é (Dados: índice de refração do ar = 1;

$$\sin 30^\circ = \cos 60^\circ = \frac{1}{2}; \quad \sin 60^\circ = \frac{\sqrt{3}}{2}.)$$

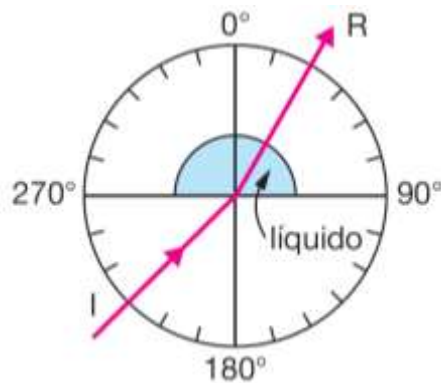
- a) $\frac{\sqrt{3}}{2}$.
- b) $\frac{2}{\sqrt{3}}$.
- c) $\sqrt{3}$.
- d) $\frac{4}{\sqrt{3}}$.
- e) $2\sqrt{3}$.



09. (Pucrj 2010) Uma onda eletromagnética se propaga no vácuo e incide sobre uma superfície de um cristal fazendo um ângulo de $\theta_1 = 60^\circ$ com a direção normal a superfície. Considerando a velocidade de propagação da onda no vácuo como $c = 3 \times 10^8$ m/s e sabendo que a onda refratada faz um ângulo de $\theta_2 = 30^\circ$ com a direção normal, podemos dizer que a velocidade de propagação da onda no cristal em m/s é

- a) 1×10^8
- b) $\sqrt{2} \times 10^8$
- c) $\sqrt{3} \times 10^8$
- d) $\sqrt{4} \times 10^8$
- e) $\sqrt{5} \times 10^8$

10. (FURRN) Dispõe-se de uma cuba semicircular, que contém um líquido transparente, imersa no ar ($n = 1$). Um raio de luz monocromática incidente (I) e o respectivo raio refratado (R) estão representados na figura ao lado.

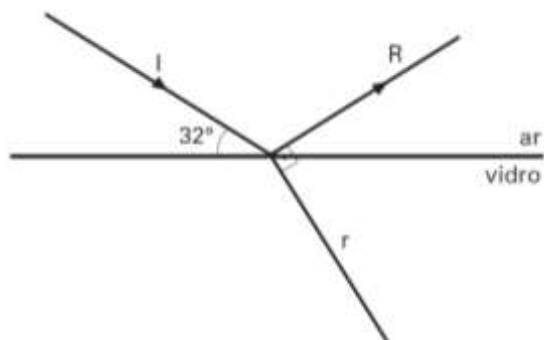


Admita: $\sin 45^\circ = 0,70$ $\cos 45^\circ = 0,70$ $\sin 30^\circ = 0,50$ $\cos 30^\circ = 0,86$

O índice de refração absoluto do líquido vale:

- a) 0,71
- b) 1,2
- c) 1,4
- d) 1,7
- e) 2,0

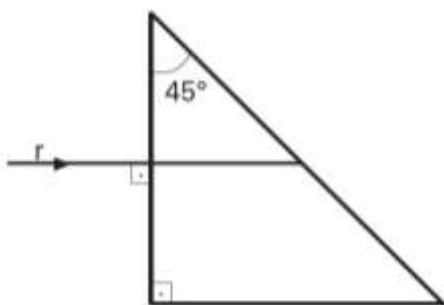
11. (Vunesp) Um raio de luz monocromática incide sobre a superfície plana de um bloco de vidro de tal modo que o raio refletido **R** forma um ângulo de 90° com o raio refratado **r**. O ângulo entre o raio incidente **I** e a superfície de separação dos dois meios mede 32° , como mostra a figura:



Os ângulos de incidência e de refração medem, respectivamente:

- a) 62° e 38° .
- b) 58° e 32° .
- c) 90° e 38° .
- d) 32° e 90° .
- e) 58° e 45° .

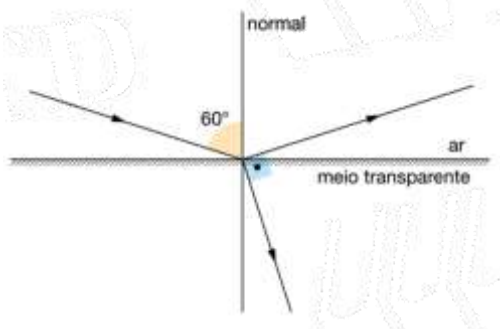
12. (Unifor-CE) Um raio de luz **r** incide na face de um prisma, de material transparente, conforme está indicado no esquema. O ângulo-limite de refração para o ar é 41° .



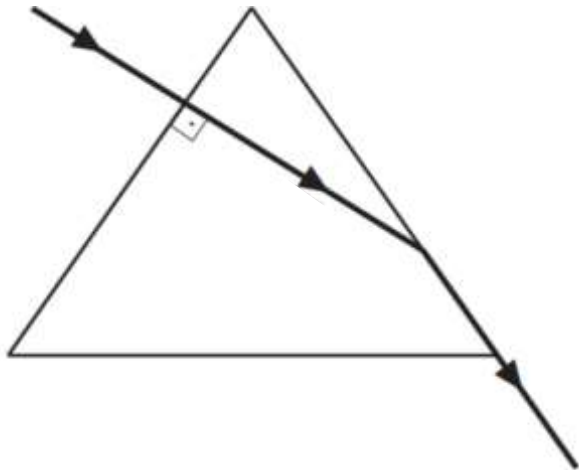
Esse raio de luz vai:

- a) incidir na segunda face do prisma e refletir formando um ângulo de reflexão igual a 45° .
- b) incidir na segunda face do prisma e refletir sobre si mesmo.
- c) incidir na segunda face do prisma e refletir formando um ângulo de reflexão igual a $22,5^\circ$.
- d) passar para o ar na segunda face do prisma, afastando-se da normal.
- e) passar para o ar na segunda face do prisma, aproximando-se da normal.

13. (UFRJ) Um raio luminoso que se propaga no ar ($n_{ar} = 1$) incide obliquamente sobre um meio transparente de índice de refração n , fazendo um ângulo de 60° com a normal. Nessa situação, verifica-se que o raio refletido é perpendicular ao raio refratado, como ilustra a figura. Calcule o índice de refração n do meio.

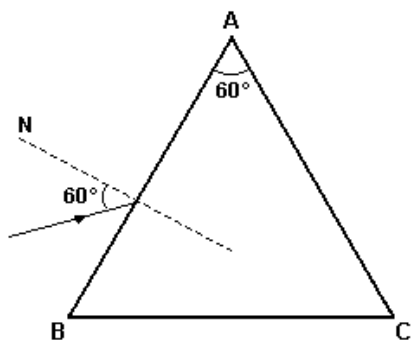


14. (PUC-SP) Um raio de luz monocromática incide perpendicularmente em uma das faces de um prisma equilátero e emerge de forma rasante pela outra face. Considerando $\sqrt{3} = 1,73$ e supondo o prisma imerso no ar, cujo índice de refração é 1, o índice de refração do material que constitui o prisma será, aproximadamente:



- a) 0,87.
- b) 1,15.
- c) 2,00.
- d) 1,41.
- e) 2,82.

15. (Ufal 1999) Um prisma de vidro, cujo índice de refração absoluto para a luz monocromática amarela é $\sqrt{3}$ possui ângulo de refração 60° e está imerso no ar, cujo índice de refração absoluto para a referida luz é 1. Um raio de luz monocromática amarela incide numa das faces do prisma sob ângulo de 60° , conforme mostra a figura.



Calcule o ângulo de emergência do referido raio de luz na outra face do prisma.

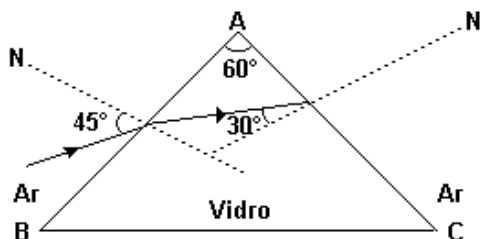
Dados:

$$\text{sen } 30^\circ = \frac{1}{2}$$

$$\text{sen } 45^\circ = \frac{\sqrt{2}}{2}$$

$$\text{sen } 60^\circ = \frac{\sqrt{3}}{2}$$

16. (PUC-Campinas-SP) Um prisma de vidro, cujo ângulo de refração é 60° , está imerso no ar. Um raio de luz monocromática incide em uma das faces do prisma sob ângulo de 45° e, em seguida, na segunda face sob ângulo de 30° , como está representado no esquema.



Dados:

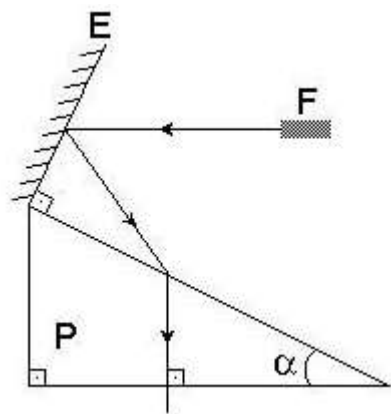
$$\text{sen } 30^\circ = \frac{1}{2} \quad \text{sen } 45^\circ = \frac{\sqrt{2}}{2} \quad \text{sen } 60^\circ = \frac{\sqrt{3}}{2}$$

Nessas condições, o índice de refração do vidro em relação ao ar, para essa luz monocromática vale:

- a) $\frac{3\sqrt{2}}{2}$.
- b) $\sqrt{3}$.
- c) $\sqrt{2}$.
- d) $\frac{\sqrt{6}}{2}$.
- e) $\frac{2\sqrt{3}}{3}$.

17. (Ufg 2006) Como ilustrado na figura, a luz colimada de uma fonte F incide no espelho E, no ar, e é refletida para a face maior do prisma reto P. A luz emerge da face horizontal do prisma, formando com ela um ângulo reto. O espelho E é perpendicular à face maior do prisma. Sabendo que a luz incide na direção horizontal e que $\alpha = 30^\circ$, calcule o índice de refração do prisma.

Dado: $n(\text{ar}) = 1,0$.



18. (Ufjf 2006) O arco-íris é causado pela dispersão da luz do Sol que sofre refração e reflexão pelas gotas de chuva (aproximadamente esféricas). Quando você vê um arco-íris, o Sol está:

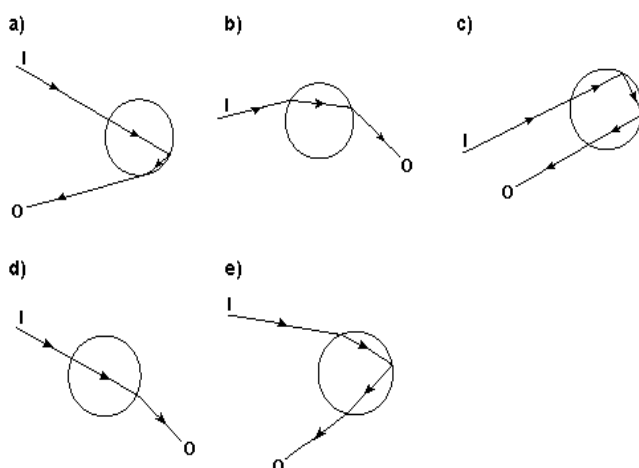
- a) na sua frente.
- b) entre você e o arco-íris.
- c) em algum lugar atrás do arco-íris.
- d) atrás de você.
- e) em qualquer lugar, pois não importa a posição do Sol.

19. (G1 - cps 2008) Desde que o homem tomou conhecimento dos fenômenos envolvendo luz, teorias foram formuladas sobre sua natureza. O filósofo grego Aristóteles foi o primeiro a tentar explicar o arco-íris, afirmando que sua formação se devia a gotículas de água contidas na atmosfera, que refletiam a luz do Sol e provocavam a variação da cor. Também verificou que essa reflexão ocorria para um ângulo específico, que foi determinado apenas no século XIII.

A formação do arco-íris, a partir da luz do Sol, deve-se ao fenômeno conhecido como

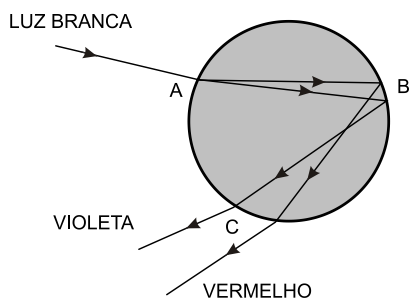
- a) concentração.
- b) colorização.
- c) dispersão.
- d) deflexão.
- e) franjas.

20. (Unifesp 2007) O arco-íris resulta da dispersão da luz do Sol quando incide nas gotas praticamente esféricas da água da chuva. Assinale a alternativa que melhor representa a trajetória de um raio de luz em uma gota de água na condição em que ocorre o arco-íris (I indica o raio incidente, vindo do Sol, o círculo representa a gota e O indica a posição do observador).



21. (Ufpr 2010) Descartes desenvolveu uma teoria para explicar a formação do arco-íris com base nos conceitos da óptica geométrica.

Ele supôs uma gota de água com forma esférica e a incidência de luz branca conforme mostrado de modo simplificado na figura.



O raio incidente sofre refração ao entrar na gota (ponto A) e apresenta uma decomposição de cores. Em seguida, esses raios sofrem reflexão interna dentro da gota (região B) e saem para o ar após passar por uma segunda refração (região C).

Posteriormente, com a experiência de Newton com prismas, foi possível explicar corretamente a decomposição das cores da luz branca. A figura não está desenhada em escala e, por simplicidade, estão representados apenas os raios violeta e vermelho, mas deve-se considerar que entre eles estão os raios das outras cores do espectro visível.

Sobre esse assunto, avalie as seguintes afirmativas:

1. O fenômeno da separação de cores quando a luz sofre refração ao passar de um meio para outro é chamado de *dispersão*.
2. Ao sofrer reflexão interna, cada raio apresenta ângulo de reflexão igual ao seu ângulo de incidência, ambos medidos em relação à reta normal no ponto de incidência.
3. Ao refratar na entrada da gota (ponto A na figura), o violeta apresenta menor desvio, significando que o índice de refração da água para o violeta é menor que para o vermelho.

Assinale a alternativa correta.

- a) Somente a afirmativa 1 é verdadeira.
- b) Somente a afirmativa 2 é verdadeira.
- c) Somente as afirmativas 1 e 2 são verdadeiras.
- d) Somente as afirmativas 1 e 3 são verdadeiras.
- e) Somente as afirmativas 2 e 3 são verdadeiras.

22. (FAFI-MG) O arco-íris é um dos fenômenos ópticos mais belos da natureza. A ocorrência desse fenômeno é devido à:

- a) dispersão da luz solar ao se refratar em pequenas gotas de água que se encontram em suspensão no ar
- b) absorção da luz solar pelas pequenas gotas de água existentes na atmosfera
- c) difração da luz ao se refletir em pequenas gotas de água que se encontram em suspensão no ar
- d) reflexão da luz solar na atmosfera

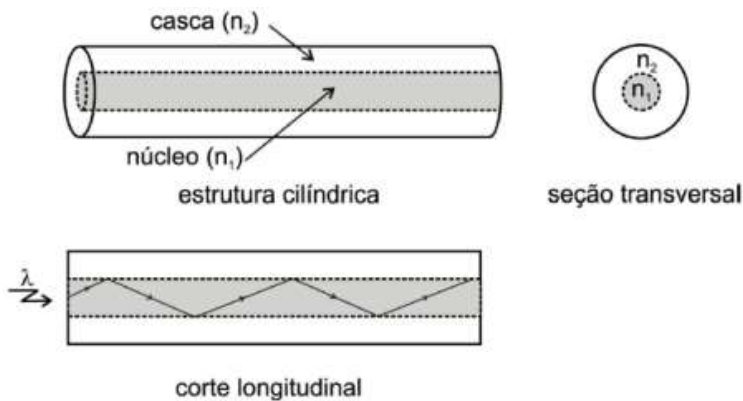
23. (Puccamp 2005) Pesquisadores da Fundação Osvaldo Cruz desenvolveram um sensor a laser capaz de detectar bactérias no ar em até 5 horas, ou seja, 14 vezes mais rápido do que o método tradicional. O equipamento, que aponta a presença de microorganismos por meio de uma fibra óptica, pode se tornar um grande aliado no combate às infecções hospitalares.

(Adaptado de Karine Rodrigues. http://www.estadão.com.br/ciência/noticias/20_4/julho/15)

A transmissão de raios laser através de uma fibra óptica é possível devido ao fenômeno da

- a) refração.
- b) difração.
- c) polarização.
- d) interferência.
- e) reflexão total.

24. (Acafe-2013) A fibra óptica é muito utilizada nas telecomunicações para guiar feixes de luz por um determinado trajeto. A estrutura básica dessas fibras é constituída por cilindros concêntricos com índices de refração diferentes, para que ocorra o fenômeno da reflexão interna total. O centro da fibra é denominado de núcleo, e tem índice de refração n_1 e a região externa é denominada de casca, com índice de refração n_2 .



Assinale a alternativa **correta** que completa as lacunas a seguir.

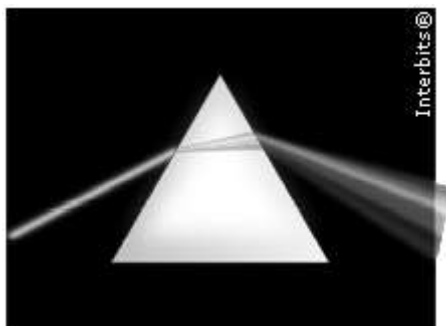
Para ocorrer o fenômeno da reflexão interna total numa fibra ótica, o ângulo crítico de incidência da luz em relação à direção normal é _____ 90° , e n_1 deve ser _____ n_2 .

- a) menor do que - maior que
- b) menor do que - menor que
- c) igual a - menor que
- d) igual a - maior que

25. (Uel 2005) As fibras ópticas são largamente utilizadas nas telecomunicações para a transmissão de dados. Nesses materiais, os sinais são transmitidos de um ponto ao outro por meio de feixes de luz que se propagam no interior da fibra, acompanhando sua curvatura. A razão pela qual a luz pode seguir uma trajetória não retilínea na fibra ótica é consequência do fenômeno que ocorre quando da passagem de um raio de luz de um meio, de índice de refração maior, para outro meio, de índice de refração menor. Com base no texto e nos conhecimentos sobre o tema, assinale a alternativa que apresenta os conceitos ópticos necessários para o entendimento da propagação "não retilínea" da luz em fibras ópticas.

- a) Difração e foco.
- b) Reflexão total e ângulo limite.
- c) Interferência e difração.
- d) Polarização e plano focal.
- e) Imagem virtual e foco.

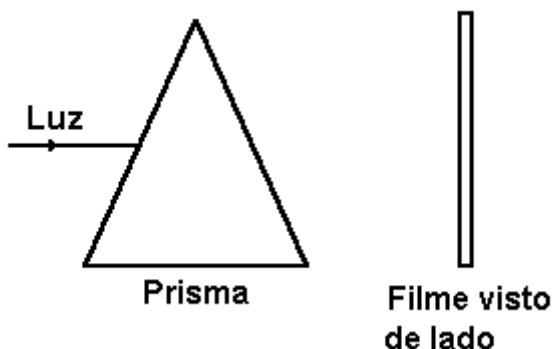
26. (Ueg 2011) O experimento de decomposição (dispersão) da luz solar, realizado por Newton, é extraordinariamente simples, sendo necessário somente um prisma. Como ilustra a figura abaixo, ao passar por um prisma, a luz solar, que é branca, se decompõe nas cores do arco-íris.



Com relação aos fenômenos da luz ao atravessar o prisma, é correto afirmar:

- a) Na dispersão da luz, a luz monocromática de maior frequência sofrerá o menor desvio.
- b) Num prisma, a dispersão da luz branca é menos acentuada que numa única superfície dióptrica.
- c) A separação da luz branca nas cores do arco-íris é possível porque cada cor tem um índice de refração diferente.
- d) Neste experimento, Newton demonstrou que, combinando dois ou mais prismas, é possível decompor a luz branca, porém a sua recomposição não é possível.

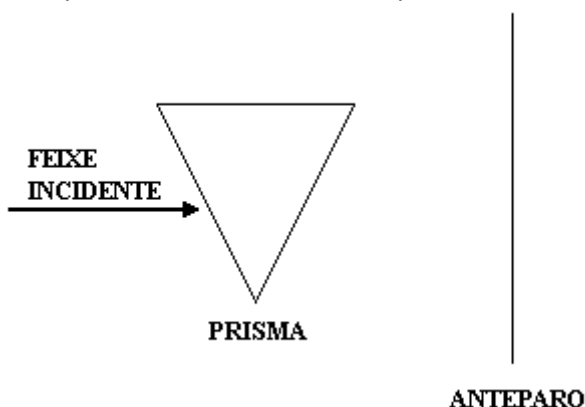
27. (Fuvest 1995) Um feixe de luz é uma mistura de três cores: verde, vermelho e azul. Ele incide, conforme indicado na figura adiante, sobre um prisma de material transparente, com índice de refração crescente com a frequência. Após atravessar o prisma, a luz atinge um filme para fotografias a cores que, ao ser revelado, mostra três manchas coloridas.



De cima para baixo, as cores dessas manchas são, respectivamente:

- a) verde, vermelho e azul.
- b) vermelho, azul e verde.
- c) azul, vermelho e verde.
- d) verde, azul e vermelho.
- e) vermelho, verde e azul.

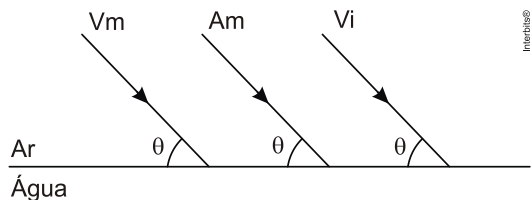
28. (Ufpr 1995) A figura a seguir representa um feixe de luz incidindo num prisma de seção triangular e, à sua direita, um anteparo. Ao atravessar o prisma, a luz sofre dispersão, observando no anteparo as cores vermelho, amarelo, verde, azul e violeta. Sabendo-se que os índices de refração relativos do prisma para essas cores valem, respectivamente, 1,50, 1,51, 1,52, 1,53 e 1,54, é correto afirmar que:



- 01) No interior do prisma, a luz amarela tem velocidade menor que a luz azul.
- 02) Em cada face do prisma, a luz que sofre maior desvio é a violeta.
- 04) Ao se percorrer o anteparo, de cima para baixo, a sequência das cores que ali aparecem é: violeta, azul, verde, amarelo e vermelho.
- 08) Este fenômeno que acontece no prisma é utilizado para explicar a sequência das cores que aparecem num arco-íris.
- 16) Na face esquerda do prisma, uma parte do feixe incidente sofre reflexão.



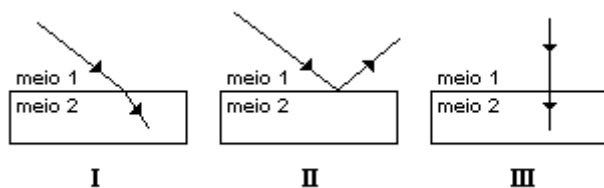
29. (Epcar (Afa) 2011) Três raios de luz monocromáticos correspondendo às cores vermelho (V_m), amarelo (A_m) e violeta (V_i) do espectro eletromagnético visível incidem na superfície de separação, perfeitamente plana, entre o ar e a água, fazendo o mesmo ângulo θ com essa superfície, como mostra a figura abaixo.



Sabe-se que α , β , e γ são, respectivamente, os ângulos de refração, dos raios vermelho, amarelo e violeta, em relação à normal no ponto de incidência. A opção que melhor representa a relação entre esses ângulos é

- a) $\alpha > \beta > \gamma$
- b) $\alpha > \gamma > \beta$
- c) $\gamma > \beta > \alpha$
- d) $\beta > \alpha > \gamma$

30. (Ufmg 2002) Nas figuras I, II e III, estão representados fenômenos físicos que podem ocorrer quando um feixe de luz incide na superfície de separação entre dois meios de índices de refração diferentes. Em cada uma delas, estão mostradas as trajetórias desse feixe.



Considerando-se essas informações, é CORRETO afirmar que ocorre mudança no módulo da velocidade do feixe de luz apenas no(s) fenômeno(s) físico(s) representado(s) em

- a) I.
- b) II.
- c) I e II.
- d) I e III.

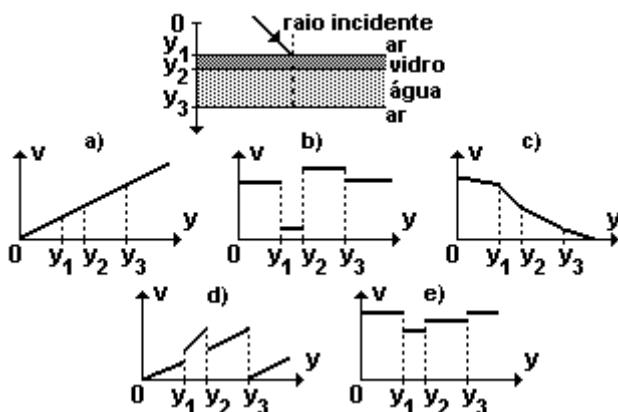
31. (U.E.PONTA GROSSA - Adaptado) O índice de refração da luz de um sistema dióptrico depende:

- 01) da incidência do raio luminoso;
- 02) do ângulo de refração do raio luminoso;
- 04) da velocidade da luz no meio;
- 08) da superfície ser regular;
- 16) nenhuma das alternativas anteriores é correta.

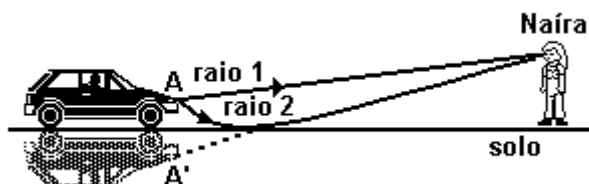


32. (Uff 1999) Um raio de luz monocromática atravessa as superfícies de separação entre os meios ar, vidro e água, iniciando e terminando seu trajeto no ar. Tanto o vidro quanto a água apresentam-se como lâminas de faces paralelas, de espessuras $(y_2 - y_1)$ e $(y_3 - y_2)$, respectivamente, como indica a figura.

Sabe-se que os índices de refração da luz nos meios citados são: $n_{ar} = 1,0$; $n_{vidro} = 1,5$; $n_{água} = 1,2$. Nessa situação, o comportamento da velocidade da luz (v), ao atravessar esses meios, em função da espessura (y) está mais bem representado pelo gráfico:



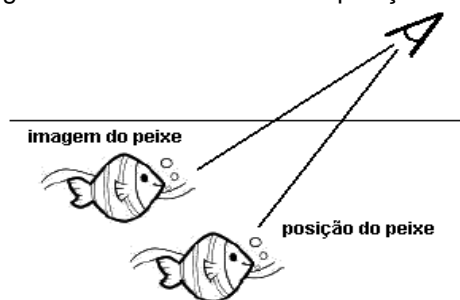
33. (Ufrn 1999) Em dias de sol, é comum ver-se que o chão muito quente, mesmo seco, parece estar molhado e refletir os objetos. Esse fenômeno, conhecido como MIRAGEM, ocorre no asfalto das ruas e estradas e na areia dos desertos. A figura a seguir esquematiza a situação descrita.



A luz ambiente refletida por automóvel, em particular por um ponto dele (ponto A), espalha-se em muitas direções. Em algumas delas, os raios passam pelos olhos de Naíra, como, por exemplo, o raio de luz 1. Outros raios, como o 2, não chegariam, em outras circunstâncias, aos olhos de Naíra. Porém, conforme está representado, o raio 2 sofre um desvio e chega aos olhos dela como se tivesse vindo diretamente do ponto A'.

A partir dos princípios físicos envolvidos, explique de que maneira se dá a MIRAGEM, isto é, por que, nas condições descritas, um raio de luz, como o 2, sofre o desvio ali esquematizado. (Se julgar necessário, utilize também figuras na sua resposta.)

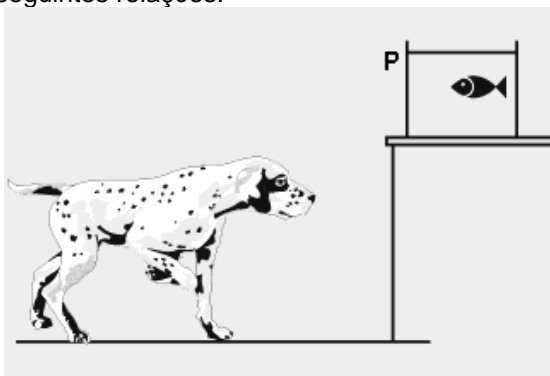
34. (Ufu 2005) Um pescador, ao observar um peixe dentro da água, sabe que deve atirar com o arpão alguns centímetros abaixo da posição do peixe observada por ele, para acertá-lo.



Isso ocorre porque:

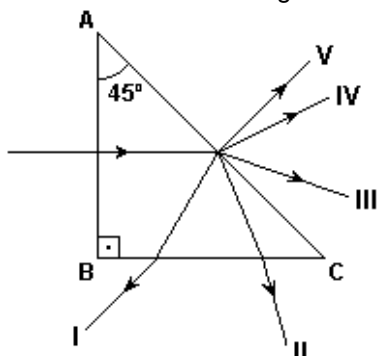
- a luz proveniente do peixe que atinge o olho do pescador sofre uma refração ao sair da água e entrar no ar.
- a luz, ao entrar na água, sofre uma dispersão, separando os diferentes comprimentos de onda (diferentes cores) de forma a enganar o pescador sobre a posição real do peixe.
- a água funciona com uma lente e, portanto, a imagem do objeto nem sempre é real.
- a água funciona como um espelho côncavo, devido ao movimento ondulatório de sua superfície, fazendo com que a imagem seja virtual e não real.

35. (Unirio 2004) Um cão está diante de uma mesa, observando um peixinho dentro do aquário, conforme representado na figura. Ao mesmo tempo, o peixinho também observa o cão. Em relação à parede P do aquário e às distâncias reais, podemos afirmar que as imagens observadas por cada um dos animais obedecem às seguintes relações:



- O cão observa o olho do peixinho mais próximo da parede P, enquanto o peixinho observa o olho do cão mais distante do aquário.
- O cão observa o olho do peixinho mais distante da parede P, enquanto o peixinho observa o olho do cão mais próximo do aquário.
- O cão observa o olho do peixinho mais próximo da parede P, enquanto o peixinho observa o olho do cão mais próximo do aquário.
- O cão observa o olho do peixinho mais distante da parede P, enquanto o peixinho observa o olho do cão também mais distante do aquário.
- O cão e o peixinho observam o olho um do outro, em relação à parede P, em distâncias iguais às distâncias reais que eles ocupam na figura.

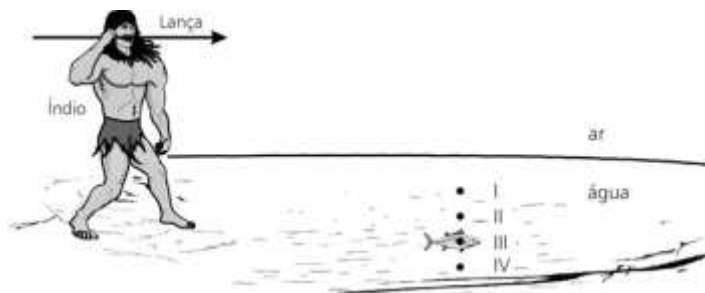
36. (Unesp 2006) Um prisma de vidro imerso em água, com a face AB perpendicular à face BC, e a face AC com uma inclinação de 45° em relação a AB, é utilizado para desviar um feixe de luz monocromático. O feixe penetra perpendicularmente à face AB, incidindo na face AC com ângulo de incidência de 45° . O ângulo limite para a ocorrência de reflexão total na face AC é 60° .



Considerando que o índice de refração do vidro é maior que o da água, a trajetória que melhor representa o raio emergente é

- I.
- IV.
- II.
- V.
- III.

37. (UFRN-2000) Ainda hoje, no Brasil, alguns índios pescam em rios de águas claras e cristalinas, com lanças pontiagudas, feitas de madeira. Apesar de não saberem que o índice de refração da água é igual a 1,33, eles conhecem, a partir da experiência do seu dia-a-dia, a lei da refração (ou da sobrevivência da natureza) e, por isso, conseguem fazer a sua pesca.

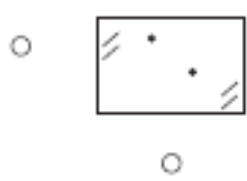

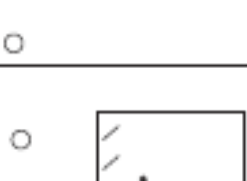




A figura acima é apenas esquemática. Ela representa a visão que o índio tem da posição em que está o peixe. Isto é, ele enxerga o peixe como estando na profundidade III. As posições I, II, III e IV correspondem a diferentes profundidades numa mesma vertical. Considere que o peixe está praticamente parado nessa posição. Para acertá-lo, o índio deve jogar sua lança em direção ao ponto:

- I
- II
- III
- IV
- Faltam dados

38. (Ufscar-SP) Duas crianças observam um aquário com a forma de um paralelepípedo, cujas arestas são opacas. Uma delas afirma que há, no aquário, apenas um peixinho; a outra afirma que há dois. Sabendo que essas crianças não mentem, assinale a alternativa que melhor explica o que está ocorrendo.

Em cada alternativa os círculos representam as crianças, o(s) ponto(s) representa(m) o(s) peixinho(s) e o retângulo representa o aquário, todos vistos de cima.

- a) 
-
- b) 
-
- c) 
-
- d) 
-
- e) 
-

Gabarito:**Resposta da questão 1:**

[E]

Resposta da questão 2:

[B]

Resposta da questão 3:

[D]

Resposta da questão 4:

[B]

Resposta da questão 5:

[B]

Resposta da questão 6:

[D]

Resposta da questão 7:

[D]

O ângulo de incidência (i) de reflexão (i') e de refração (r) são todos medidos em relação à norma à superfície.

Então:

$$i = 90^\circ - 55^\circ \Rightarrow i = 35^\circ.$$

O ângulo de reflexão é igual ao de incidência:

$$i' = i = 35^\circ.$$

Adotando $\sin 35^\circ = 0,57$ e aplicando a lei de Snell, vem:

$$\frac{\sin i}{\sin r} = \frac{n_{\text{água}}}{n_{\text{ar}}} \Rightarrow \frac{\sin 35^\circ}{\sin r} = \frac{1,33}{1} \Rightarrow \frac{0,57}{\sin r} = 1,33 \Rightarrow \sin r = \frac{0,57}{1,33} = 0,43.$$

Consultando uma tabela trigonométrica, verificamos que $r = 25,5^\circ$.

Resposta da questão 8:

[C]

Resposta da questão 9:

[C]

Dados: $\theta_1 = 60^\circ$; $\theta_2 = 30^\circ$; $c = 3 \times 10^8$ m/s.

Aplicando a lei de Snell:

$$\frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2} = \frac{v_1}{v_2} \Rightarrow \frac{\sin 60^\circ}{\sin 30^\circ} = \frac{3 \times 10^8}{v_2} \Rightarrow \frac{\frac{\sqrt{3}}{2}}{\frac{1}{2}} v_2 = \frac{1}{2} \times 3 \times 10^8 \Rightarrow v_2 = \frac{3 \times 10^8}{\sqrt{3}} = \frac{\cancel{3} \sqrt{3} \times 10^8}{\cancel{3}} \Rightarrow v_2 = \sqrt{3} \times 10^8 \text{ m/s}.$$

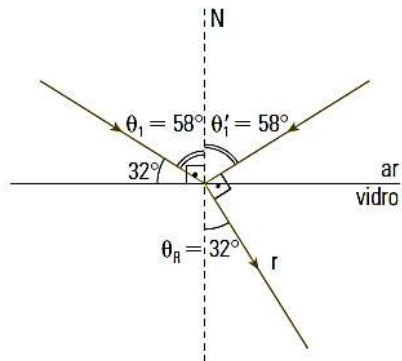
Resposta da questão 10:

[C]

Resposta da questão 11:

[B]

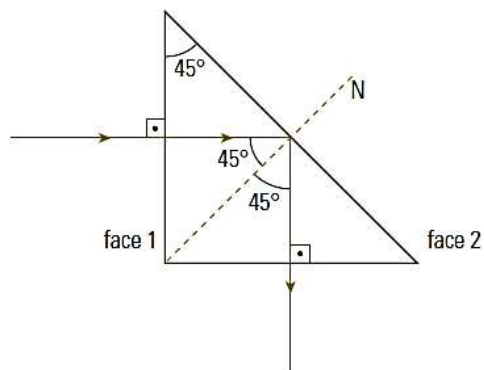
Completando a figura dada, traçando a normal **N**, obtemos:



Os ângulos de incidência e de refração medem, respectivamente, 58° e 32° .

Resposta da questão 12:

[A]



É dado o ângulo-limite de refração para o ar, $\theta = 41^\circ$. Como a luz incide na face 2 do prisma com ângulo de 45° com a normal, maior que o ângulo-limite, ocorrerá reflexão total.

Resposta da questão 13:

$$n = \sqrt{3}$$

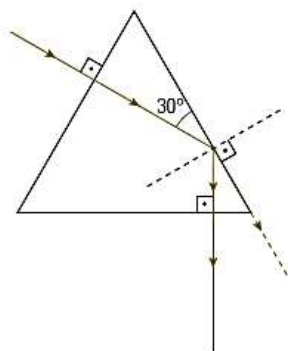
Resposta da questão 14:

[B]

Observação: O raio rasante que aparece na figura da questão não existe na realidade, por isso o representamos tracejado.

Nesse caso, toda a luz é refletida na direção do raio refletido que atravessa perpendicularmente a outra face do prisma.

Marcando os ângulos na figura, teremos:



Usando a Lei de Snell-Descartes na face onde o raio sofre reflexão total, obtemos:

$$\frac{\sin 60^\circ}{\sin 90^\circ} = \frac{n_{\text{ar}}}{n_{\text{prisma}}} \Rightarrow \frac{\frac{\sqrt{3}}{2}}{1} = \frac{1}{n_{\text{prisma}}} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow n_{\text{prisma}} = \frac{2}{\sqrt{3}} \Rightarrow n_{\text{prisma}} = 1,15$$

Resposta da questão 15:

60°

Resposta da questão 16:

[C]

Resposta da questão 17:

$$n = \sqrt{3}$$

Resposta da questão 18:

[D]

Resposta da questão 19:

[C]

A formação do arco-íris ocorre em função da separação dos componentes coloridos da luz branca, pois estes apresentam diferentes índices de refração para um dado meio. Este fenômeno é chamado de dispersão.

Resposta da questão 20:

[E]

Resposta da questão 21:

[C]

1. **Verdadeira.** Dispersão é o fenômeno que ocorre quando um feixe de luz policromática sofre refração, com separação das cores componentes.
2. **Verdadeira.** O ângulo de incidência é igual ao de reflexão (2ª lei da reflexão).
3. **Falsa.** A radiação violeta é que apresenta maior desvio.

Resposta da questão 22:

[A]

Resposta da questão 23:

[E]

Resposta da questão 24:

[A]

Resposta da questão 25:

[B]

Resposta da questão 26:

[C]

Quando a luz branca (solar) refrata sob incidência oblíqua, ela sofre dispersão (ou decomposição) em suas radiações componentes: vermelha, alaranjada, amarela, verde, azul, anil e violeta. O maior desvio ocorre para a radiação violeta, que é a que apresenta no interior do prisma: menor velocidade, menor comprimento de onda, maior frequência, maior índice de refração.

Resposta da questão 27:

[E]

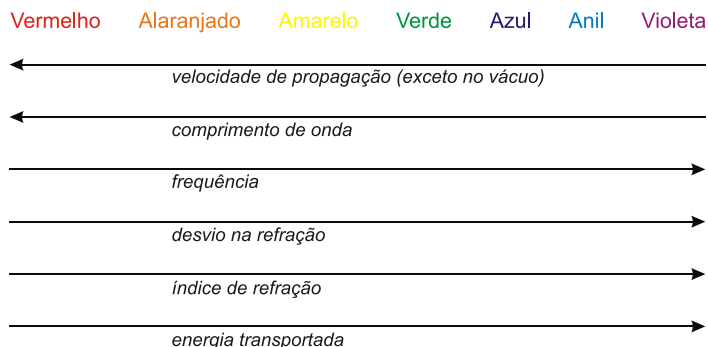
Resposta da questão 28:

[30] 02+04+08

Resposta da questão 29:

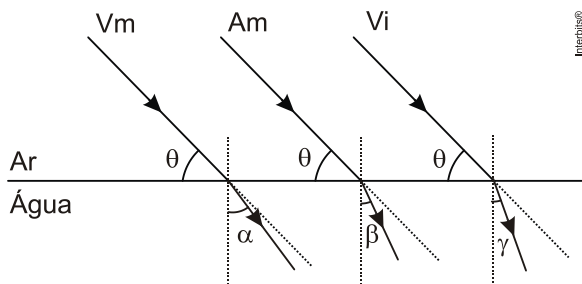
[A]

Como nada foi dado a respeito das grandezas referentes a essas radiações, é necessário que se tenha memorizado suas propriedades. A tabela abaixo fornece a ordem do espectro visível da luz branca e os comportamentos das grandezas referentes às radiações componentes. A seta indica o sentido **crescente** da grandeza.



Intertec®

A figura a seguir representa o comportamento dos três raios, de acordo com a tabela: menor desvio para o vermelho e maior desvio para o violeta.



Assim: $\alpha > \beta > \gamma$.

Resposta da questão 30:

[D]

Resposta da questão 31:

[04]

Resposta da questão 32:

[E]

Resposta da questão 33:

O ar mais próximo do solo é mais quente e, portanto, menos denso. Isto faz com que o índice de refração do ar sofra alteração.

Resposta da questão 34:

[A]

Resposta da questão 35:

[A]

Resposta da questão 36:

[E]

Resposta da questão 37:

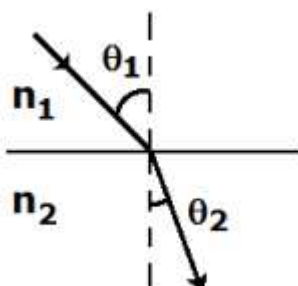
[D]

Resposta da questão 32:

[D]

Lista 2

01. (UFRGS/2017 Questão 20) Um feixe de luz monocromática atravessa a interface entre dois meios transparentes com índices de refração n_1 e n_2 respectivamente, conforme representa a figura abaixo.



Com base na figura, é correto afirmar que, ao passar do meio com n_1 para o meio com n_2 a velocidade, a frequência e o comprimento de onda da onda, respectivamente,

- a) permanece, aumenta e diminui.
- b) permanece, diminui e aumenta.
- c) aumenta, permanece e aumenta.
- d) diminui, permanece e diminui.
- e) diminui, diminui e permanece.

02. (PUCRS/2017 verão Questão 06) Em Física, os modelos utilizados na descrição dos fenômenos da refração e da reflexão servem para explicar o funcionamento de alguns instrumentos ópticos, tais como telescópios e microscópios.

Quando um feixe monocromático de luz refrata ao passar do ar ($n_{\text{ar}}=1,00$) para o interior de uma lâmina de vidro ($n_{\text{vidro}} = 1,52$), observa-se que a rapidez de propagação do feixe _____ e que a sua frequência _____. Parte dessa luz é refletida nesse processo. A rapidez da luz refletida será _____ que a da luz incidente na lâmina de vidro.

- a) não muda – diminui – a mesma
- b) diminui – aumenta – menor do
- c) diminui – não muda – a mesma
- d) aumenta – não muda – maior do
- e) aumenta – diminui – menor do

03. (UDESC.2/2017 Questão 08) Na Figura 5, um raio de luz vindo de um meio material (1), de índice de refração n_1 , incide na interface que o separa do meio material (2), de índice de refração n_2 . A seguir, o raio refratado incide na interface que separa os meios materiais (2) e (3), sendo n_3 o índice de refração do meio material (3).

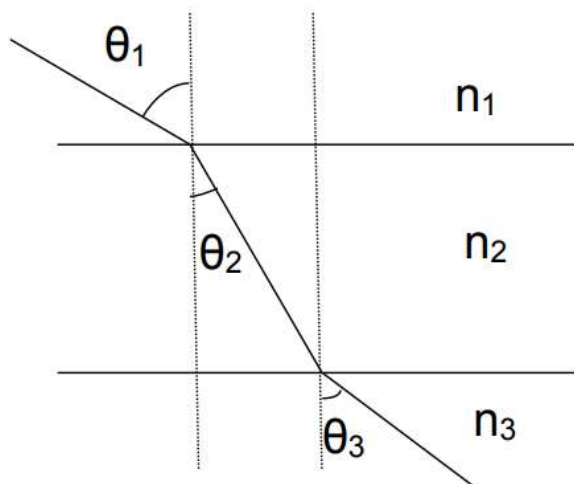


Figura 5

Analise as proposições em relação à óptica geométrica.

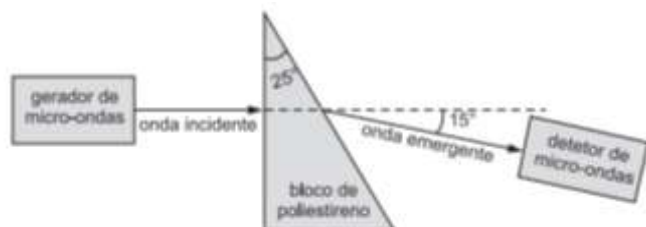
- I. Se $n_1 = n_3$ então $\theta_1 = \theta_3$
- II. Se $n_1 > n_2$ então $\theta_1 > \theta_2$
- III. Se $n_2 > n_3$ então $\theta_2 > \theta_3$
- IV. Se $n_1 > n_2$ então $\theta_1 < \theta_2$
- V. Se $n_1 > n_3$ então $\theta_1 > \theta_3$

Assinale a alternativa correta.

- a) Somente as afirmativas II e III são verdadeiras.
- b) Somente as afirmativas II e V são verdadeiras.
- c) Somente as afirmativas III e V são verdadeiras.
- d) Somente as afirmativas I e II são verdadeiras.
- e) Somente as afirmativas I e IV são verdadeiras.

04. (USP/2017 - 1ª fase Questão 65) Em uma aula de laboratório de física, utilizando-se o arranjo experimental esquematizado na figura, foi medido o índice de refração de um material sintético chamado poliestireno.

Nessa experiência, radiação eletromagnética, proveniente de um gerador de micro-ondas, propaga-se no ar e incide perpendicularmente em um dos lados de um bloco de poliestireno, cuja seção reta é um triângulo retângulo, que tem um dos ângulos medindo 25° , conforme a figura. Um detetor de micro-ondas indica que a radiação eletromagnética sai do bloco propagando-se no ar em uma direção que forma um ângulo de 15° com a de incidência.



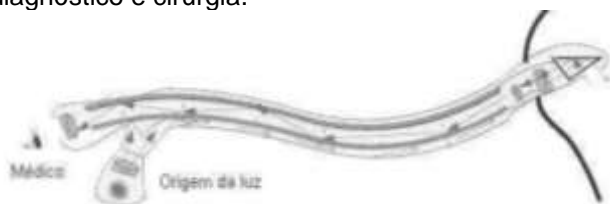
A partir desse resultado, conclui-se que o índice de refração do poliestireno em relação ao ar para essa micro-onda é, aproximadamente,

- a) 1,3
- b) 1,5
- c) 1,7
- d) 2,0
- e) 2,2

Note e adote:
Índice de refração do ar: 1,0
 $\sin 15^\circ \approx 0,3$
 $\sin 25^\circ \approx 0,4$
 $\sin 40^\circ \approx 0,6$

05. (ACAFE/2017.2 - MEDICINA Questão 32) O uso de fibras ópticas em aplicações médicas tem evoluído bastante desde as aplicações pioneiras do Fiberscope, onde um feixe de fibras de vidro servia basicamente para iluminar e observar órgão no interior do corpo humano.

Hoje em dia, tem-se uma variedade de aplicações de sistemas sensores com fibras ópticas em diagnóstico e cirurgia.



Assinale a alternativa **correta** que completa as lacunas das frases a seguir.

O princípio é que quando lançado um feixe de luz numa extremidade da fibra e, pelas características ópticas do meio (fibra), esse feixe percorre a fibra por meio de _____ sucessivas. A fibra possui no mínimo duas camadas: o núcleo (filamento de vidro) e o revestimento (material eletricamente isolante). No núcleo, ocorre a transmissão da luz propriamente dita. A transmissão da luz dentro da fibra é possível graças a uma diferença de índice de _____ entre o revestimento e o núcleo, sendo que o núcleo possui sempre um índice de refração mais elevado, característica que, aliada ao ângulo de _____ do feixe de luz, possibilita o fenômeno da _____ total.

- a) refrações - refração - incidência - reflexão
- b) reflexões - refração - incidência - reflexão
- c) reflexões - incidência - refração - refração
- d) interferências - refração - incidência - reflexão

06. (ACAFE/2017.2 – OUTROS CURSOS Questão 35) Um aparelho emite um feixe colimado, estreito, de luz verde, composto pela mistura de luz amarela com azul. Nesse sentido, assinale a alternativa **correta** que completa a lacuna da frase a seguir.

Tal afirmativa se comprova, pois, ao incidir o feixe numa lâmina de vidro de faces paralelas uma das cores sofreria um deslocamento _____ maior que a outra, numa incidência _____.

- a) oblíqua - oblíqua
- b) paralelo - paralela
- c) oblíqua - paralela
- d) paralelo – oblíqua

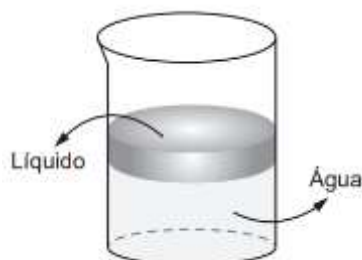
07. (UPF/2017 verão Questão 55) Isaac Newton é reconhecido como um dos grandes gênios da humanidade. Em sua lápide, na Abadia de Westminster, em Londres, está escrito: “Disse Deus ‘Faça-se Newton’ e houve luz nas jazidas”. Dentre suas contribuições para o desenvolvimento da Física, estão os estudos relacionados à dispersão da luz do Sol ao atravessar um prisma de vidro. Nessas condições, ocorre a decomposição da luz branca nas várias cores. Com relação ao fenômeno de dispersão da luz branca, analise as informações a seguir.

- I. O arco-íris aparece quando os raios de luz branca incidem em gotículas de água presentes na atmosfera.
- II. A cor que sofre menor desvio quando a luz branca atravessa um prisma de vidro é a vermelha.
- III. A frequência das cores que compõem a luz branca não sofre alteração ao atravessar um prisma.
- IV. No interior de um prisma de vidro, as diversas cores que compõem a luz branca apresentam velocidades de propagação diferentes.

Está **correto** o que se afirma em:

- a) II e IV, apenas.
- b) I e III, apenas.
- c) II, III e IV, apenas.
- d) I, II, III e IV.
- e) I e II, apenas.

08. (USP/2017- 2ª fase Questão F05) Um grupo de estudantes, pretendendo estudar fenômeno análogo ao das cores comumente observadas em manchas de óleo, fez o seguinte experimento: depositou uma gota de um líquido, com índice de refração $n = 2,5$, sobre a água contida em um recipiente cilíndrico de raio 10 cm. O líquido se espalha com espessura homogênea sobre toda a superfície da água, como esquematizado na figura.



- a) Se o volume da gota do líquido for $0,0045 \text{ cm}^3$, qual será a espessura E da camada do líquido sobre a água?

- b) Um feixe de luz propaga-se no ar, incide perpendicularmente na superfície do líquido e sofre reflexão nas superfícies do líquido e da água. Quando a espessura E da camada do líquido for igual a $\frac{\lambda}{2n}$, sendo λ o comprimento de onda da luz incidente, ocorre interferência destrutiva entre a luz refletida no líquido e a luz refletida na água. Determine o valor de λ para essa condição.
- c) Determine o volume da gota do líquido que deveria ser depositada sobre a água para que não se observe luz refletida quando luz verde de um *laser*, com frequência $0,6 \times 10^{15}$ Hz, incidir perpendicularmente na superfície do líquido.

Note e adote:

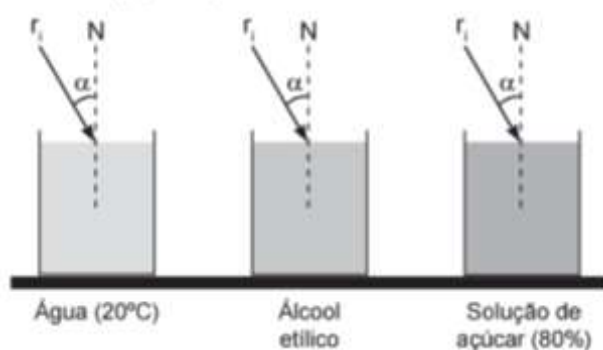
O líquido não se mistura com a água.

O recipiente é um cilindro circular reto.

Velocidade da luz $c = 3 \times 10^8$ m/s.

$\pi \approx 3$.

09. (PUC/2016 QUESTÃO 07) INSTRUÇÃO: Para responder à questão 20, considere as informações a seguir. Um feixe paralelo de luz monocromática, ao se propagar no ar, incide em três recipientes transparentes contendo substâncias com índices de refração diferentes quando medidos para essa radiação. Na figura abaixo, são representados os raios incidentes (r_i), bem como os respectivos ângulos (α) que eles formam com as normais (N) às superfícies.



Na tabela abaixo, são informados os índices de refração da radiação para as substâncias.

Meio	Índice
Água (20°C)	1,33
Álcool etílico	1,36
Solução de açúcar (80%)	1,49

Quando a radiação é refratada pelas substâncias para a situação proposta, qual é a relação correta para os ângulos de refração (θ) da radiação nas três substâncias?

- $\theta_{\text{água}} = \theta_{\text{álcool etílico}} = \theta_{\text{solução de açúcar}}$
- $\theta_{\text{água}} > \theta_{\text{álcool etílico}} > \theta_{\text{solução de açúcar}}$
- $\theta_{\text{água}} < \theta_{\text{álcool etílico}} < \theta_{\text{solução de açúcar}}$
- $\theta_{\text{água}} > \theta_{\text{álcool etílico}} < \theta_{\text{solução de açúcar}}$
- $\theta_{\text{água}} < \theta_{\text{álcool etílico}} > \theta_{\text{solução de açúcar}}$

10. (UPF-2009/Verão Questão 55) Sobre o comportamento da luz em diferentes meios são feitas as seguintes afirmações:

- I. A maior velocidade da luz ocorre quando se propaga no vácuo.
- II. A passagem da luz de um meio para outro, acompanhada de variação em sua velocidade de propagação, recebe o nome de refração da luz.
- III. O índice de refração absoluto de um dado meio material varia com o tipo de luz monocromática que nele se propaga.
- IV. O índice de refração absoluto de um meio define-se como o quociente entre a velocidade da luz no vácuo e a velocidade da luz no meio em questão.

Destas afirmações são **corretas**:

- a) Somente I e II
- b) Somente II e III
- c) Somente I, II e III
- d) Somente II e IV
- e) Todas são corretas.

11. (UPF-2008/Inverno Questão 54) As afirmações a seguir referem-se ao comportamento de feixes de luz monocromática:

- I - A luz vermelha tem maior velocidade na água que no ar.
- II - No vácuo, o comprimento de onda da luz vermelha é maior que o comprimento da luz azul.
- III - No vácuo, a luz verde tem velocidade maior do que a luz azul.

A alternativa que apresenta as afirmações **corretas** é:

- a) Somente a I
- b) Somente a II
- c) Somente I e II
- d) Somente I e III
- e) Somente II e III

12. (PUC-2010/Verão Questão 08) O efeito causado pela incidência da luz solar sobre um vidro, dando origem a um feixe colorido, é conhecido como dispersão da luz branca. Este fenômeno é resultado da refração da luz ao atravessar meios diferentes, no caso, do ar para o vidro. Na superfície de separação entre os dois meios, a luz sofre um desvio em relação à direção original de propagação desde que incida no vidro em uma direção diferente da direção normal à superfície. A tabela abaixo informa os índices de refração de um tipo de vidro para algumas das diferentes cores que compõem a luz branca.

Cor	Índice de refração do vidro relativo ao ar
Vermelho	1,513
Amarelo	1,517
Verde	1,519
Azul	1,528
Violeta	1,532

A partir das informações e da tabela apresentadas, em relação a um raio de luz branca proveniente do ar que incide no vidro, é correto afirmar que

- a) as cores são percebidas porque o vidro apresenta aproximadamente o mesmo índice de refração para todas elas.
- b) há a predominância da luz verde porque o índice de refração do vidro para essa cor aproxima-se da média dos índices para todas as cores.
- c) a luz violeta é a que sofre menor desvio.
- d) a luz vermelha é a que sofre maior desvio.
- e) a luz azul sofre desvio maior do que a luz vermelha.

Gabarito:

Resposta da questão 1:

[D]

Resposta da questão 2:

[C]

Resposta da questão 3:

[E]

Resposta da questão 4:

[B]

Resposta da questão 5:

[B]

Resposta da questão 6:

[D]

Resposta da questão 7:

[D]

Resposta da questão 8:

a) Após o líquido se espalhar sobre toda a superfície da água, temos:

$$V = A \cdot E \Rightarrow V = \pi \cdot r^2 \cdot E \Rightarrow 0,0045 = 3 \cdot 10^2 \cdot E \Rightarrow \boxed{E = 1,5 \cdot 10^{-5} \text{ cm}}$$

b) Sabendo-se que $E = \frac{\lambda}{2n}$, para $E = 1,5 \cdot 10^{-5} \text{ cm}$, vem:

$$1,5 \cdot 10^{-5} = \frac{\lambda}{2 \cdot 2,5} \Rightarrow \boxed{\lambda = 7,5 \cdot 10^{-5} \text{ cm}}$$

c) Da equação fundamental da ondulatória, temos:

$$c = \lambda \cdot f \Rightarrow 3 \cdot 10^8 = \lambda \cdot 0,6 \cdot 10^{15} \Rightarrow \lambda = 5 \cdot 10^{-7} \text{ m}$$

Portanto, temos:

$$\left| \begin{array}{l} E' = \frac{\lambda}{2n} \\ V = A \cdot E' \end{array} \right. \Rightarrow V = A \cdot \frac{\lambda}{2n} = \pi r^2 \cdot \frac{\lambda}{2n} \Rightarrow V = 3 \cdot (10 \cdot 10^{-2})^2 \cdot \frac{5 \cdot 10^{-7}}{2 \cdot 2,5} \Rightarrow \boxed{V = 3 \cdot 10^{-9} \text{ m}^3}$$

Resposta da questão 9:

[B]

Resposta da questão 10:

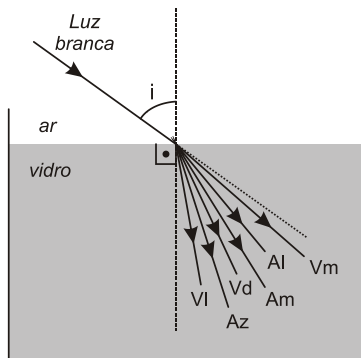
[E]

Resposta da questão 11:

[B]

Resposta da questão 12:

[E]



Da Lei de Snell:

$\frac{\text{sen } i}{\text{sen } r} = \frac{n_{\text{vidro}}}{n_{\text{ar}}} \Rightarrow \text{sen } r = \frac{n_{\text{ar}} \text{sen } i}{n_{\text{vidro}}}$. Por essa expressão, vemos que a luz que apresenta menor ângulo de refração (a que mais desvia) é a que apresenta maior índice de refração, no caso o violeta. Aliás, os desvios crescem na sequência mostrada na figura: Vermelha (Vm), Alaranjada (Al), Amarela (Am), Verde (Vd), Azul (Az) e Violeta (VI).

Lista 3

01. (UDESC/2017.1 Questão 11) Um lápis foi colocado a 30,0 cm diante de um espelho esférico convexo de distância focal igual a 50,0 cm, perpendicularmente ao eixo principal. O lápis possui 10,0 cm de comprimento. Com base nestas informações, pode-se afirmar que a posição e o tamanho da imagem do lápis são, respectivamente:

- a) 75,0 cm e -25,0 cm
- b) 18,75 mm e -6,25 mm
- c) -75,0 cm e 25,0 cm
- d) 75,0 cm e 6,25 cm
- e) -18,75 cm e 6,25 cm

Comentário

Retirando os dados do enunciado, temos:

$$P = 30 \text{ cm}$$

$$f = -50 \text{ cm (convexo)}$$

$$O = 10 \text{ cm}$$

Aplicando na relação, temos:

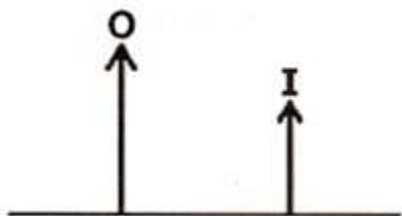
$$A = \frac{f}{f-p} = \frac{-50}{-50-30} = \frac{-50}{-80} = \frac{5}{8}$$

Então,

$$I = \frac{5}{8}O \rightarrow I = \frac{5}{8} \cdot 10 = 6,25 \text{ cm}$$

$$\frac{-p'}{p} = \frac{5}{8} \rightarrow \frac{-p'}{30} = \frac{5}{8} \rightarrow p' = -18,75 \text{ cm}$$

02. (UFRGS/2017 Questão 19) Na figura abaixo, **O** representa um objeto real e **I** sua imagem virtual formada por uma lente esférica.

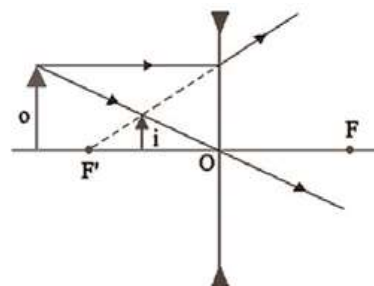


Assinale a alternativa que preenche as lacunas do enunciado abaixo, na ordem em que aparecem. Com base nessa figura, é correto afirmar que a lente é e está posicionada

- a) convergente — à direita de I
- b) convergente — entre O e I
- c) divergente — à direita de I
- d) divergente — entre O e I
- e) divergente — à esquerda de O

Comentário

A imagem da figura apresentada na questão é menor e direita, características de imagens formadas por lentes divergentes. A lente deve estar posicionada à direita de I conforme a representação dos raios principais na figura a seguir:

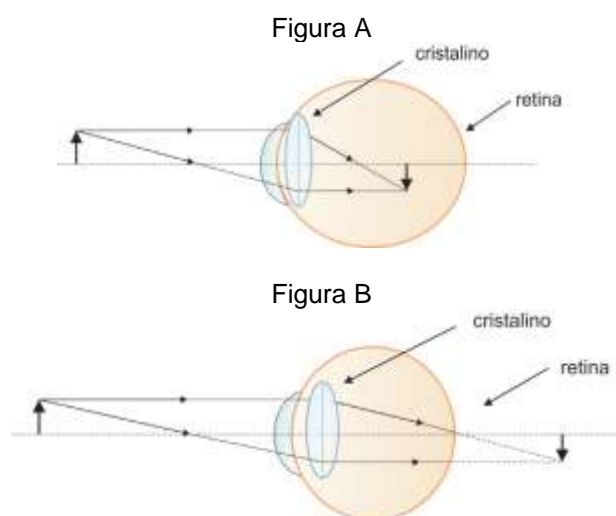


03. (ACAFE/2017.1 Questão 29) Alguns instrumentos óticos são formados por lentes. O instrumento ótico formado por lentes objetiva e ocular é:

- a) a lupa
- b) o microscópio.
- c) o retroprojektor.
- d) o periscópio

Resposta: [B]

04. (POSITIVO/2018 Questão 34) Algumas pessoas que possuem uma deformação do globo ocular e uma acomodação defeituosa do cristalino não conseguem ver nitidamente os objetos, necessitando, por isso, de uma cirurgia de correção ou o uso de óculos com lentes adequadas. A miopia é caracterizada por um alongamento do globo ocular na direção do eixo óptico, ou de uma convergência excessiva. A hipermetropia é o oposto, ocorrendo o achatamento do globo ocular na direção do eixo. Nesse sentido, considere as seguintes figuras:



Com base nas informações acima e nos conceitos de óptica, assinale a alternativa correta.

- a) A figura A apresenta um caso de hipermetropia.
- b) A figura B apresenta um caso de miopia.
- c) É possível corrigir o problema apresentado na figura A com o uso de uma lente divergente.
- d) É possível corrigir o problema apresentado na figura B com o uso de uma lente bicôncava.
- e) É possível corrigir ambos os casos (A e B) por meio de uma lente convergente.

Resposta: [C]

05. (UDESC/2018.1 Questão 14) Um objeto é colocado a 4,0cm à esquerda de uma lente convergente de distância focal de 2,0cm. Um espelho convexo de raio de curvatura de 4,0cm está 10,0cm à direita da lente convergente, como mostra a Figura 8.



Assinale a alternativa que corresponde à posição da imagem final, com relação ao vértice V do espelho.

- a) 1,5cm
- b) -1,5cm
- c) -1,3cm
- d) 1,3cm
- e) 3,0cm

Resposta: [B]