

UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA
CURSO PRÉ-UNIVERSITÁRIO POPULAR

Física



2014

Professor: Michael Guerardi
Coordenação: Letícia Couto Bicalho

Formatação: Felipe Braga

Sumário

Unidade 1: Óptica

1. Reflexão da luz.....	3
1.1 Introdução.....	3
Sessão leitura.....	5
1.2 Reflexão da luz.....	6
Sessão leitura.....	7
1.3 Espelho plano.....	7
Sessão leitura.....	9
1.4 Espelhos esféricos.....	9
1.5 Formação de imagens.....	10
1.6 Equação dos espelhos.....	15
Sessão leitura.....	16
Pintou no ENEM.....	16
Exercícios de Fixação.....	18
1.7 Refração da luz.....	25
Sessão leitura.....	27
1.8 Reflexão total.....	27
1.9 Fenômenos relacionados à reflexão total.....	28
1.10 Dispersão da luz branca.....	29
1.11 Lentes esféricas.....	30
1.12 Formação de imagens.....	32
1.13 Equação das lentes.....	34
1.14 Olho humano.....	34
Pintou no ENEM.....	36
Exercícios de Fixação.....	36

Unidade 2: Ondulatória

2. Ondulatória.....	46
2.1 Movimento harmônico simples.....	46
2.2 Ondas.....	48

Sessão leitura.....	49
2.3 Ondas na corda.....	50
2.4 Difração de ondas.....	52
2.5 Polarização de ondas.....	53
2.6 Interferência de ondas.....	53
2.7 Interferômetro de Young.....	54
2.8 Acústica.....	55
2.9 Ondas na superfície de um líquido.....	55
Sessão leitura.....	56
Sessão leitura.....	58
2.10.Efeito Doppler.....	59
Pintou no ENEM.....	61
Exercícios de Fixação.....	67
Gabarito.....	89
Referências.....	90

UNIDADE I: ÓPTICA

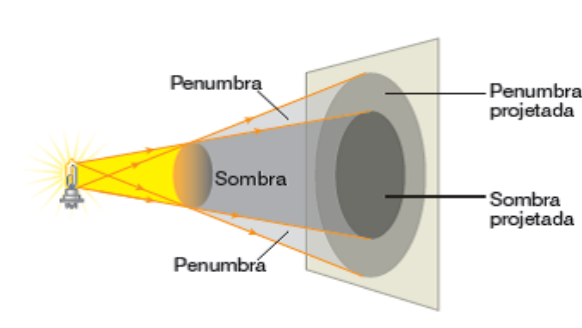
A óptica tem como objetivo principal o estudo da luz e dos fenômenos luminosos em geral. É nessa parte da Física que estudamos espelhos, lentes, instrumentos ópticos como os óculos, lunetas, telescópios, máquinas fotográficas e estuda as anomalias e suas correções do olho humano.

1-REFLEXÃO DA LUZ

1.1) Introdução

Propagação retilínea da luz

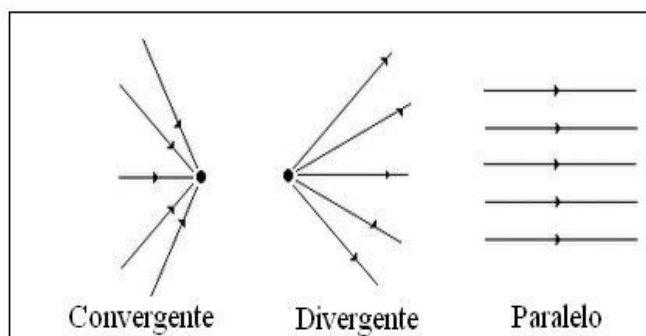
Quando a luz se propaga em um meio homogêneo, a sua propagação é retilínea. Podemos observar isso quando a luz do sol atravessa a fresta de uma janela, penetrando em um quarto escurecido. Outro mecanismo que confirma a propagação retilínea da luz é formação de sombras.



Raios e feixes de luz

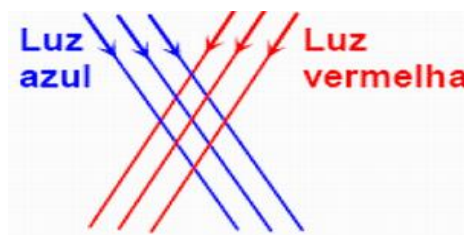
Consideramos uma fonte que emite luz em todas as direções. As direções em que a luz se propaga podem ser indicadas por meio de linhas retas, as quais denominamos de **raios de luz**. Os conjuntos destes raios luminosos chamamos de **feixe de luz**.

Os feixes de luz podem ser: convergente, divergente ou paralelo. O feixe de luz que é emitido por um ponto luminoso é sempre divergente. Já o feixe que nos atinge, provenientes de um corpo muito afastado, por exemplo, de corpos celestes como o Sol, a Lua, os planetas e as estrelas, essa luz é constituída de raios praticamente paralelos.



Princípio da independência dos raios de luz

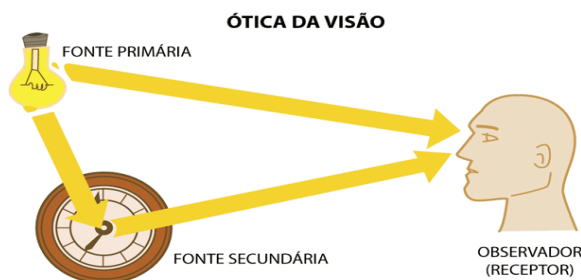
Após dois feixes se cruzarem, eles continuam o mesmo trajeto de antes do cruzamento, ou seja, seguem as mesmas trajetórias que seguiriam se não tivessem cruzados. Por este motivo, várias pessoas conseguem enxergar um único objeto ao mesmo tempo.



Fontes de luz

Para enxergarmos qualquer objeto, este deve emitir luz e que ela chegue aos nossos olhos. Existem objetos que emitem luz própria, isto é, luzes que eles próprios produzem, como o Sol, as estrelas, uma fogueira, são chamadas de **corpos luminosos ou fontes primárias de luz**. Já os objetos que não emitem luz própria, ou seja, refletem apenas a luz que recebem de outros corpos, são chamados de **objetos iluminados ou fontes secundárias de luz**.

As fontes luminosas podem ser classificadas de acordo com suas dimensões. Quando essas dimensões são desprezíveis são chamadas de **fonte puntual ou puntiforme**. Quando essas dimensões não podem ser desprezadas são chamadas de **fontes extensoras de luz**.



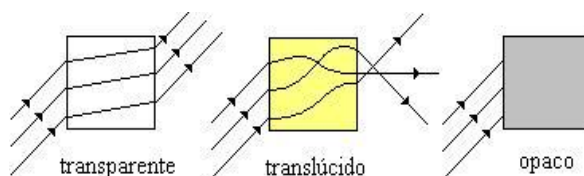
Meios em que ocorrem a transmissão de luz

Podem ser:

→ **Meios transparentes:** são meios ópticos que permitem a transmissão de luz com regularidade e pequena perda de intensidade, uma vez que absorvem pouca luz. São exemplos de meios transparentes o ar, vidro liso, vácuo, etc.

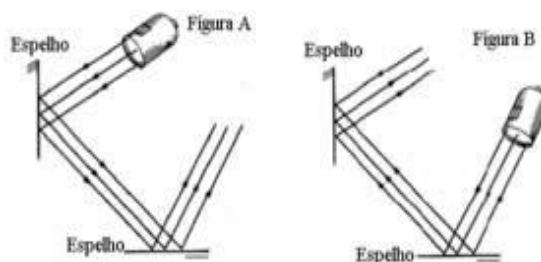
→ **Meios translúcidos:** são meios ópticos que transmitem de forma irregular, o que provoca redução em sua intensidade. Não é possível enxergar com nitidez através destes meios. São exemplos de meios translúcidos vidros embaçados, ar poluído, neblina, etc.

→ **Meios opacos:** são meios que não transmitem luz, pois bloqueiam completamente sua propagação. Não é possível enxergar através destes meios. São exemplos de meios opacos a madeira, metais, concreto, tijolos, etc.



Princípio da reversibilidade dos raios de luz

O trajeto seguido pela luz entre dois pontos independe do sentido do percurso, sendo, portanto, o mesmo, tanto na ida quanto na volta.

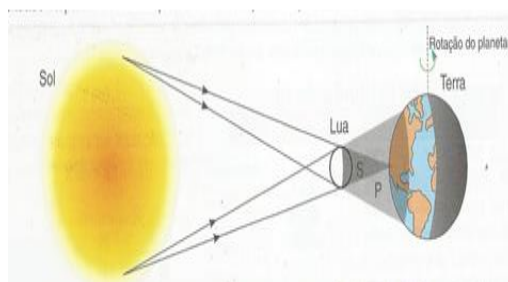


SESSÃO LEITURA

Eclipse do sol e da lua

Eclipse nada mais é do que a formação de sombra. São dois tipos:

1º) **Eclipse do Sol:** é quando a Lua se interpõe entre o Sol e a Terra. O Sol é a fonte primária de luz, a Lua é o meio opaco e a Terra é um anteparo. Haverá uma região de penumbra (pouca luz) e outra de sombra (ausência de luz) na Terra.

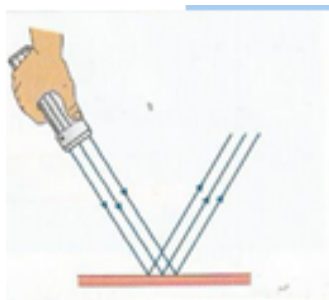


2º) **Eclipse da Lua:** é quando a Terra se interpõe entre o Sol e a Lua. Nesta situação, a fonte primária será o Sol, o meio opaco a Terra e o anteparo a Lua. Haverá uma região de penumbra (pouca luz) e outra de sombra (ausência de luz) na Lua.



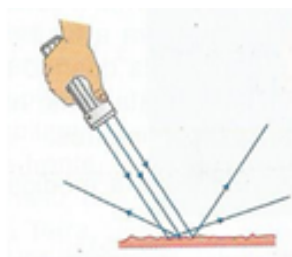
1.2) Reflexão da luz

Quando um feixe incidente encontra uma superfície lisa ou polida. Dessa forma, o feixe refletido é bem definido e quando isto ocorre, dizemos que a reflexão é especular, pois este fenômeno é observado quando a luz é refletida em um espelho.



Difusão da luz

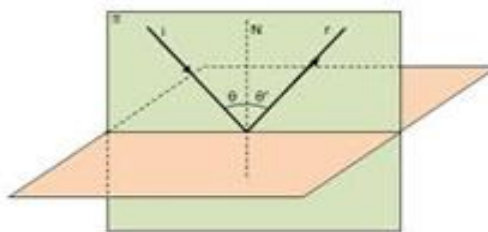
Quando um feixe incidente encontra uma superfície irregular. Dessa forma, cada pequena porção desta superfície reflete a luz numa determinada direção. A difusão da luz permite que várias pessoas visualizem um objeto, apesar de situadas em posições diferentes em torno dele.



Leis da reflexão da luz

1ª) O **raio incidente**, a **normal** à superfície refletora no ponto de incidência e o **raio refletido** estão situados em um mesmo plano;

2ª) O ângulo de incidência é **igual** ao ângulo de reflexão.



SESSÃO LEITURA

Durante o dia, o céu apresenta totalmente claro porque as partículas que constituem o ar atmosférico refletem difusamente a luz solar tornando-o claro durante o dia. O “céu lunar”, mesmo durante o “dia” apresenta-se totalmente negro para um astronauta situado na superfície lunar porque em torno da lua não possui atmosfera, com isso não permite a difusão da luz solar. Por esse motivo, o céu lunar é totalmente negro, independente do período do dia.

Cores dos objetos

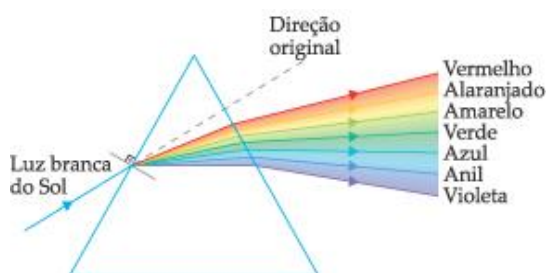
Alguns conceitos importantes:

→ **Fonte monocromática:** é aquela que emite luz de uma só cor (os *lasers*, uma parede verde).

→ **Fonte policromática:** é aquela que emite luzes de cores diferentes, resultando numa cor de mistura (o Sol, uma parede branca)

Arco-íris (decomposição da luz branca)

A luz branca do sol (fonte policromática) atravessa uma gota de água (prisma) decompondo em infinitas cores, porém enxergamos somente sete cores: vermelho, alaranjado, amarelo, verde, azul, anil e violeta.



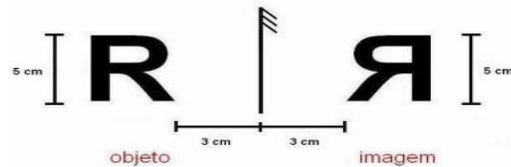
Cores

Ao iluminarmos uma blusa azul com luz branca, enxergamos esta blusa azul. Isso acontece porque a ela absorve todas as cores contidas no branco e reflete o azul. Entretanto, se iluminarmos esta mesma blusa com uma luz monocromática vermelha, agora enxergaremos ela preta, pois ele vai absorver o vermelho e não refletirá nenhuma cor. Dessa forma, o preto não é cor e sim **ausência de cores**.

1.3) Espelho Plano

Chamamos de espelho plano toda superfície plana onde ocorre predominantemente a reflexão especular. Dessa forma, chapas metálicas polidas, superfície tranqüila de um líquido ou uma vidraça limpa e polida são exemplos de espelho plano.

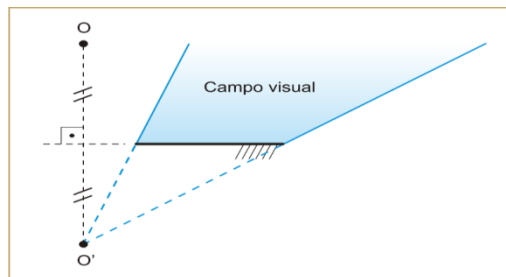
Usando as leis da reflexão, podemos desenhar os raios refletidos correspondentes, e verificamos que estes raios refletidos formam um feixe divergente. Porém, traçando os prolongamentos destes raios, percebemos que eles passarão todos pelo mesmo ponto I. Para o observador, esse feixe parece ter sido emitido pelo ponto I, ou seja, tudo se passa como se em I existisse um objeto emitido aquele feixe. É por esse motivo que o observador enxerga nesse ponto uma imagem, a qual simula a realidade, uma vez que ela não emite luz. Esta imagem recebe o nome de **virtual**.



Características de imagem

- **Simetria:** a distância do objeto é igual à distância da imagem ($d_o = d_i$);
- **Altura da imagem:** a altura do objeto é igual à altura da imagem ($h_o = h_i$);
- **Orientação:** é sempre direta em relação ao objeto.

Campo visual



É a região onde um observador deve-se posicionar para poder enxergar a imagem de um objeto formada pelo espelho. O campo visual pode ser encontrado graficamente traçando-se os dois raios vindos do objeto que incidem nas pontas do espelho e os seus respectivos raios refletido. A região compreendida entre os dois raios refletidos, em cada lado do espelho, corresponde ao campo visual, ou seja, o local onde um observador deve se posicionar para poder enxergar um objeto.

Imagens em dois espelhos

Seja um objeto ou ponto entre dois espelhos, formando entre si um ângulo α . É possível calcular o número N de imagens formadas pela seguinte fórmula:

$$N = \frac{360^\circ}{\alpha} - 1$$

Que é válida nos casos:

- quando a relação é um número par, qualquer que seja a posição do objeto entre os dois espelhos;
- quando a relação é um número ímpar, estando o objeto no plano bissetor do ângulo α .

SESSÃO LEITURA

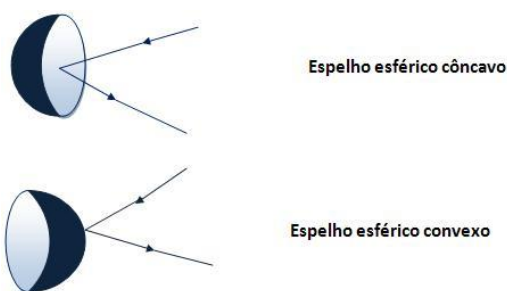
Como funciona o espelho da delegacia?

Este espelho, utilizado nas delegacias, é um tipo de um meio semitransparente, o qual tem como característica refletir 80% da luz que recebe como um espelho comum, porém deixam passar 20% para o outro lado. Dessa forma, o ambiente onde ficam os suspeitos é muito iluminado, transferindo parte dessa luminosidade para o outro lado. Com isso, os policiais podem observar tudo do outro lado. Já a sala das testemunhas é escura, assim a maior parte da luz deste ambiente rebate no espelho e nada passa pelo vidro, logo os acusados não podem enxergar as vítimas.

1.4) Espelhos Esféricos

Tipos de espelhos esféricos

Uma superfície lisa, de forma esférica, que reflete especularmente a luz é um **espelho esférico**. Se a luz estiver refletindo na superfície interna dizemos que o espelho é **côncavo**, e se a reflexão ocorrer na superfície externa, dizemos que o espelho é **convexo**.



Elementos geométricos do espelho esférico

- **Centro de curvatura da esfera (C):** é o centro de simetria da superfície esférica à qual pertence o espelho.
- **Vértice (V):** centro da superfície refletora.
- **Reta CV:** eixo do espelho.
- **Raio de curvatura (R):** raio de curvatura do espelho.

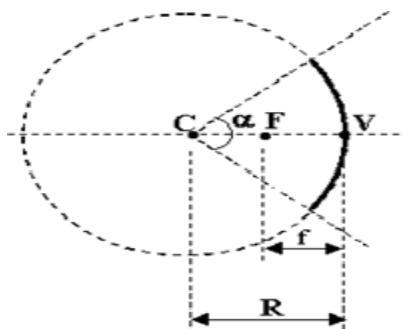


Imagem real

Quando um feixe de luz emitido por um objeto se reflete em um espelho côncavo, de modo a convergir para um ponto, teremos, neste ponto, a formação de uma imagem real do objeto. Esta imagem é vista em um ponto onde realmente passam raios refletidos, ao contrário da imagem virtual, a qual se forma num ponto onde ocorre o encontro dos prolongamentos de raios refletidos.

Foco de um espelho esférico/ Distância focal

Ao incidir um feixe de raios luminosos paralelamente ao eixo principal de um espelho côncavo, verificamos, de acordo com as leis da reflexão, que os raios refletidos **convergem** em um ponto F, denominado de foco do espelho. Como os raios passam realmente por F, dizemos que o foco deste espelho é **real**. Dessa forma, podemos dizer que o espelho côncavo é um **espelho convergente**.

Por outro lado, ao incidir um feixe de raios luminosos paralelamente ao eixo principal de um espelho convexo, verificamos, de acordo com as leis da reflexão, que os raios refletidos **divergem**. Porém, os prolongamentos destes raios refletidos passam pelo foco do espelho convexo. Como são os prolongamentos dos raios refletidos que passam por F, dizemos que o foco deste espelho é **virtual**. Dessa maneira, podemos dizer que o espelho convexo é um **espelho divergente**.

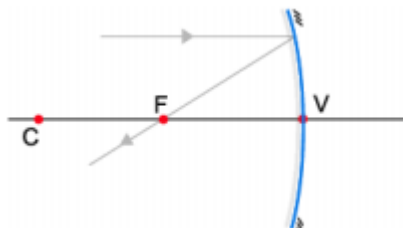
A distância focal (f) de um espelho esférico é aproximadamente igual à metade do seu raio de curvatura, R , ou seja, $f = R/2$. Dessa forma, o foco de um espelho esférico está situado no meio da distância entre o centro e o vértice do espelho.

1.5) Formação de imagens

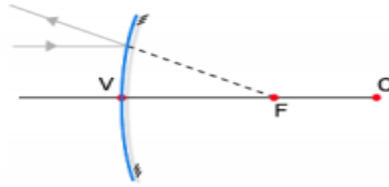
Para formar imagens, utilizando um espelho esférico, é necessário utilizar pelo menos dois raios notáveis, uma vez que a imagem é formada pelo cruzamento de pelo menos dois raios refletidos (espelho côncavo) ou pelo cruzamento de pelo menos dois prolongamentos de raios refletidos (espelho côncavo e espelho convexo).

Raios Notáveis

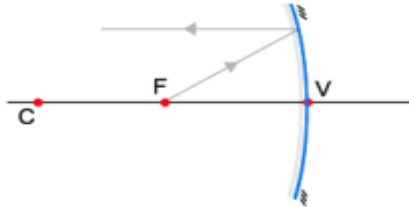
1º) Um raio luminoso que incide em um espelho côncavo, paralelamente ao seu eixo, reflete-se passando pelo foco.



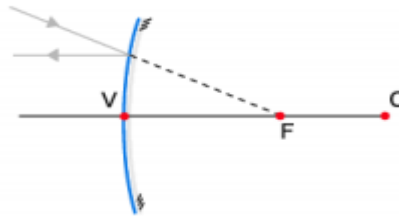
Um raio luminoso que incide em um espelho convexo, paralelamente ao seu eixo, reflete-se de tal modo que seu prolongamento passa pelo foco.



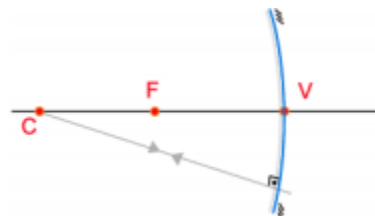
2º) Um raio luminoso que incide em um espelho côncavo, passando por seu foco, reflete-se paralelamente ao eixo do espelho.



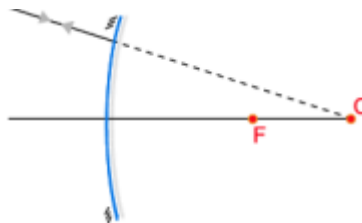
Um raio luminoso que incide em um espelho convexo, de tal maneira que sua direção passe pelo foco, reflete-se paralelamente ao eixo do espelho.



3º) Um raio luminoso que incide em um espelho côncavo, passando pelo seu centro de curvatura, reflete-se sobre si mesmo (este raio incide perpendicularmente ao espelho).

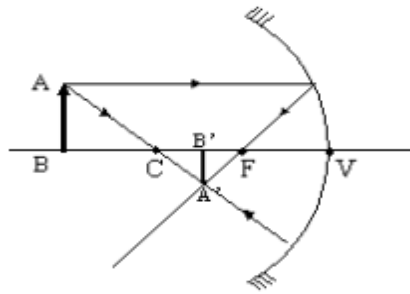


Um raio luminoso que incide em um espelho convexo, de tal maneira que sua direção passe pelo centro de curvatura do espelho, reflete-se sobre si mesmo.



Imagens no espelho côncavo

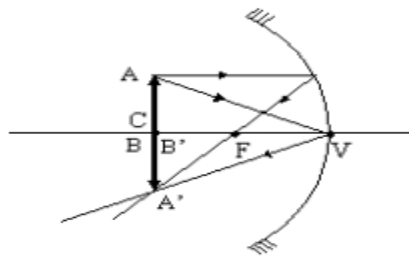
1º) Objeto além do centro de curvatura



Características da imagem:

- Natureza: real
- Orientação: invertida
- Tamanho: menor do que o objeto
- Posição: entre o centro e o foco

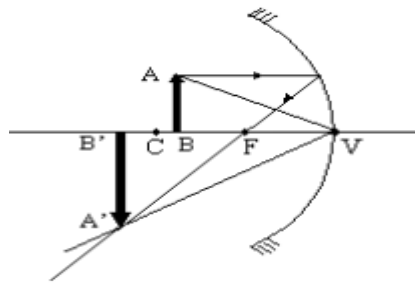
2º) Objeto sobre o centro de curvatura



Características da imagem:

- Natureza: real
- Orientação: invertida
- Tamanho: mesmo tamanho do objeto
- Posição: no centro

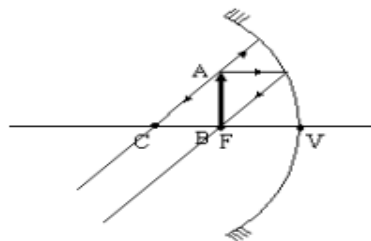
3º) Objeto entre o foco e o centro de curvatura



Características da imagem:

- Natureza: real
- Orientação: invertida
- Tamanho: maior
- Posição: além do centro

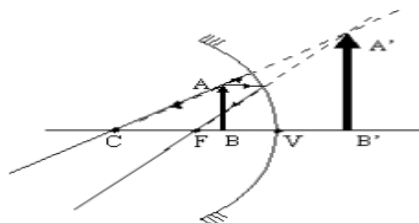
4º) Objeto sobre o foco



Características da imagem:

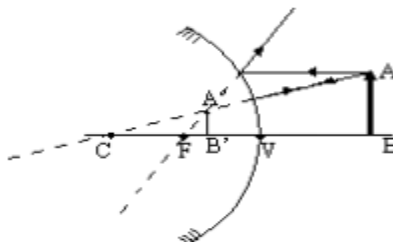
- Não há formação de imagens.

5º) Objeto entre o foco e o vértice



Características da imagem:

- Natureza: virtual
- Orientação: direita
- Tamanho: maior do que o objeto
- Posição: além do vértice

Imagens no espelho convexo**Caso único****Características da imagem:**

- Natureza: virtual
- Orientação: direita
- Tamanho: menor do que o objeto
- Posição: entre o vértice e o foco

OBS:

- Toda imagem real é invertida e toda imagem virtual é direita;
- Quando um objeto se desloca, a imagem (tanto a real quanto a imagem virtual) também se desloca, mas em sentido oposto.

1.6) Equação dos espelhos

1º) Equação da ampliação ou aumento linear transversal

A relação entre o tamanho da imagem (**hi**) e o tamanho do objeto (**ho**) é denominada aumento linear ou ampliação (**A**), fornecida pelo espelho

$$A = \frac{hi}{ho}$$

A ampliação ou aumento linear (**A**) está relacionado à relação do módulo da distância da imagem (**di**) e a distância do objeto (**do**).

$$A = \frac{|di|}{do}$$

Se **A** > 1 → **hi** > **ho** (a imagem é maior do que o objeto).

Se **A** = 1 → **hi** = **ho** (a imagem e o objeto possuem o mesmo tamanho).

Se **A** < 1 → **hi** < **ho** (a imagem é menor que o objeto).

2º) Equação dos espelhos esféricos

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{di} + \frac{1}{do}$$

f= distância focal

do= distância do objeto

di= distância da imagem

Sinais

→ **do** é sempre positiva;

→ **di** será positiva se a imagem for real, e será negativa se a imagem for virtual;

→ **f** será positiva quando o espelho for côncavo (foco real) e será negativa quando for convexo (foco virtual).

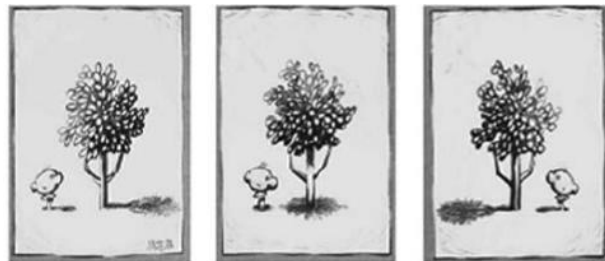
SESSÃO LEITURA

Como funcionam os telescópios?

Os telescópios são dispositivos utilizados para enxergar as estrelas e outros corpos celestes muito afastados da Terra, assim como observar as galáxias. Estas máquinas são formadas por espelhos côncavos, os quais recebem a luz e convergem para o foco, formando-se aí uma imagem real, como a de um astro que está sendo observado. Embora seja muito pequena a intensidade da luz que chega à Terra, proveniente de uma estrela, por exemplo, a concentração de luz provocada pelo espelho côncavo torna possível observar ou fotografar sua imagem.



1 - (ENEM 2010) Os quadrinhos mostram, por meio da projeção da sombra da árvore e do menino, a sequência de períodos dos dias: matutino, meio-dia e vespertino, que é determinada:



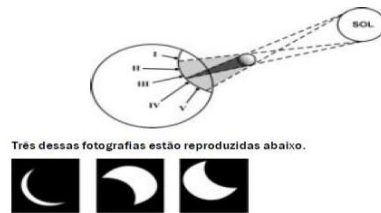
- a) pela posição vertical da árvore e do menino.
- b) pela posição do menino em relação à árvore.
- c) pelo movimento aparente do Sol em torno da Terra.
- d) pelo fuso horário específico de cada ponto da superfície da Terra.
- e) pela estação do ano, sendo que no inverno os dias são mais curtos que no verão.

2 - (ENEM 2010) Os aparelhos retrovisores, que deveriam auxiliar os motoristas na hora de estacionar ou mudar de pista, muitas vezes causam problemas. É que o espelho retrovisor no lado direito, em alguns modelos, distorce a imagem, dando a impressão de que o veículo está a uma distância maior de que a real. Este tipo de espelho, chamado convexo, é utilizável com o objetivo de ampliar o campo visual do motorista, já que no Brasil se adota a direção do lado esquerdo e, assim, o espelho da direita fica muito distante dos olhos do condutor.

Sabe-se que, em um espelho convexo, a imagem formada está mais próxima do espelho do que este está do objeto, o que parece entrar em conflito com a informação apresentada acima. Essa aparente contradição é explicada pelo fato de:

- a) a imagem projetada na retina do motorista ser menor do que o objeto.
- b) a velocidade do automóvel afetar a percepção da distância.
- c) o cérebro humano interpretar como longe uma imagem pequena.
- d) o espelho convexo ser capaz de aumentar o campo visual do motorista.
- e) o motorista perceber a luz vinda do espelho com a parte lateral do olho.

3- (ENEM) A figura mostra um eclipse solar no instante em que é fotografado em cinco diferentes pontos do planeta.



As fotos poderiam corresponder, respectivamente, aos pontos:

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

4- (ENEM)

Seu Olhar (Gilberto Gil-1984)

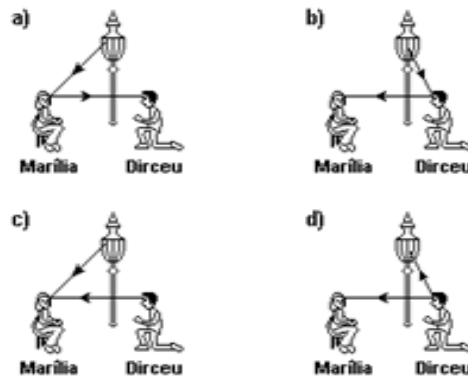
Na eternidade/ Eu quisera ter/ Tantos anos-luz/ Quantos fosse precisar/ Pra cruzar o túnel/ Do tempo do seu olhar

Gilberto Gil usou na letra da música a palavra **anos-luz**. O sentido prático, em geral, não é obrigatoriamente o mesmo que na ciência. Na física, um ano luz é uma medida que relaciona a velocidade da luz e o tempo de um ano e que, portanto, se refere a:

- a) Tempo
- b) Aceleração
- c) Distância
- d) Velocidade
- e) luminosidade

EXERCÍCIOS DE FIXAÇÃO

1-(UFMG-2005) Marília e Dirceu estão em uma praça iluminada por uma única lâmpada. Assinale a alternativa em que estão CORRETAMENTE representados os feixes de luz que permitem a Dirceu ver Marília.



2- (UFRN-2002) Ana Maria, modelo profissional, costuma fazer ensaios fotográficos e participar de desfiles de moda. Em trabalho recente, ela usou um vestido que apresentava cor vermelha quando iluminado pela luz do sol. Ana Maria irá desfilar novamente usando o mesmo vestido. Sabendo-se que a passarela onde Ana Maria vai desfilar será iluminada agora com luz monocromática verde, podemos afirmar que o público perceberá seu vestido como sendo:

- a) verde, pois é a cor que incidiu sobre o vestido.
- b) preto, porque o vestido só reflete a cor vermelha.
- c) de cor entre vermelha e verde devido à mistura das cores.
- d) vermelho, pois a cor do vestido independe da radiação incidente.

3- (Uel) Considere as seguintes afirmativas:

I- A água pura é um meio translúcido.

II- O vidro fosco é um meio opaco.

III- O ar é um meio transparente.

Sobre as afirmativas acima, assinale a alternativa correta:

- a) Apenas a afirmativa I é verdadeira.
- b) Apenas a afirmativa II é verdadeira.
- c) Apenas a afirmativa III é verdadeira.
- d) Apenas as afirmativas I e a III são verdadeiras.
- e) Apenas as afirmativas II e a III são verdadeiras.

4-Nuvem negra

A astúcia faz com que os polvos não percam tempo diante de um inimigo. Apesar de serem surdos, como todos os membros da família cefalópode, eles enxergam com impressionante nitidez. Seus olhos possuem 50 000 receptores de luz por milímetro quadrado, o que lhes dá uma visão melhor do que a humana.

Os adversários também são reconhecidos pelo olfato. As pontas dos oito tentáculos funcionam como narizes, com células especializadas em captar odores. Provavelmente, o bicho percebe pelo cheiro que o outro animal está liberando hormônios relacionados ao comportamento agressivo. Ou seja, pretende atacá-lo. Então lança uma tinta escura e viscosa para despistar o agressor. E escapa numa velocidade impressionante para um animal aquático.

"SUPER INTERESSANTE". Ano 10, n. 2. fevereiro 1996. p. 62.

Esse procedimento usado pelos polvos tem por objetivo dificultar a visão de seus inimigos. No entanto esse recurso das cores pode ser usado também com a finalidade de comunicação. Para haver essa comunicação, é necessário, porém, que ocorra o fenômeno físico da:

- a) refração da luz.
- b) absorção da luz.
- c) reflexão da luz.
- d) indução da luz.
- e) dispersão da luz.

5- (UFPA) Quanto a um espelho plano, pode-se dizer que ele forma:

- a) sempre imagens virtuais.
- b) sempre imagens reais.
- c) imagens reais de objeto reais.
- d) imagens virtuais de objetos virtuais.
- e) imagens reais de objetos virtuais e vice-versa.

6- (UEL-PR) Num instante t_0 , a Lua se interpõe entre a Terra e o Sol. Três observadores, P, S e I, se encontram na superfície da Terra, todos no hemisfério voltado para o Sol, respectivamente nas regiões de penumbra, de sombra e iluminada. Assim, no instante t_0 :

- a) S observa eclipse total, P observa eclipse parcial e I não percebe eclipse do Sol.
- b) P e S observam eclipse total do Sol, enquanto I não.
- c) P observa eclipse parcial do Sol, S observa eclipse total da Lua e I não percebe eclipse
- d) todos percebem eclipse total do sol.
- e) P observa eclipse parcial do Sol, S observa eclipse total do Sol e I observa eclipse parcial da Lua.

7- (FGV) Numa manhã de sol, um rapaz de 1,6 m de altura percebe que está projetando uma sombra de 2,4m de comprimento. No mesmo instante, um prédio projeta uma sombra de 45m. Com estes dados na mão, o rapaz calcula a altura do prédio que é:

- a) 67,5 m
- b) 40,0 m
- c) 35,4 m
- d) 30,0 m
- e) 28,4 m

8-(UFRS) Um observador diante de uma pintura a óleo iluminada por uma luz policromática enxerga diferentes cores. Os principais fenômenos ondulatórios envolvidos nesta situação são:

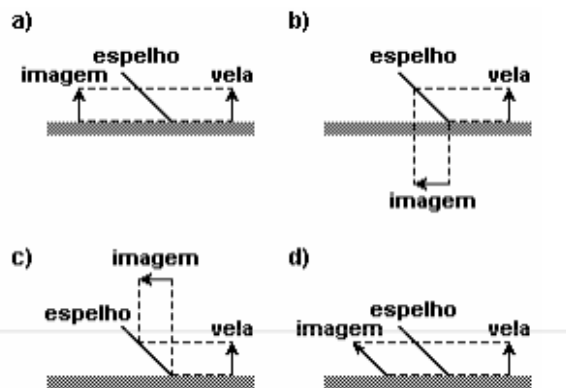
- a) absorção e reflexão
- b) reflexão e refração
- c) refração e absorção
- d) interferência e difração
- e) difração e polarização

9- (PUC-SP) Um pedaço de tecido vermelho, quando observado numa sala iluminada com luz azul aparece:

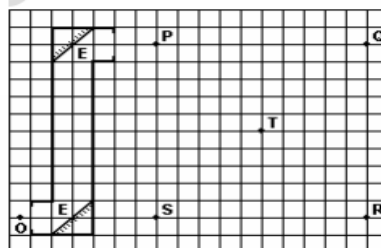
- a) preto
- b) branco
- c) vermelho
- d) azul
- e) amarelo

10- (UFMG-2006) Uma vela está sobre a mesa, na frente de um espelho plano, inclinado, como representado na figura a seguir.

Assinale a alternativa cujo diagrama representa CORRETAMENTE a formação da imagem do objeto, nessa situação.



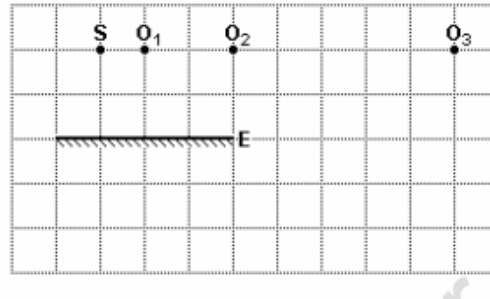
11- (Ufscar) Uma criança observa um passarinho com um periscópio composto de dois espelhos planos E, paralelos e inclinados de 45° , como está representado na figura. O ponto O representa o olho da criança e P o passarinho.



Pode-se afirmar que a imagem do passarinho vista pela criança, por meio desse periscópio, está localizada no ponto:

- a) P.
- b) Q.
- c) R.
- d) S.
- e) T.

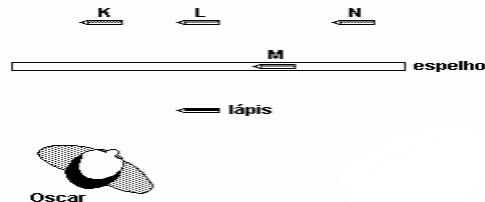
12- (UFRS) Na figura a seguir estão representados um espelho plano E, perpendicular à página, e um pequeno objeto luminoso S, colocado diante do espelho, no plano da página. Os pontos O1, O2 e O3, também no plano da página, representam as posições ocupadas sucessivamente por um observador.



O observador verá a imagem do objeto S fornecida pelo espelho E.

- a) Apenas da posição O1.
- b) Apenas da posição O2.
- c) Apenas da posição O3.
- d) Apenas das posições O1 e O2.
- e) Das posições O1, O2 e O3.

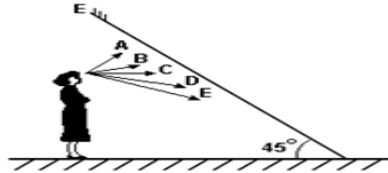
13- (UFMG-2003) Oscar está na frente de um espelho plano, observando um lápis, como representado na figura:



Com base nessas informações, é CORRETO afirmar que Oscar verá a imagem desse lápis na posição indicada pela letra:

- a) K.
- b) L.
- c) M.
- d) N.

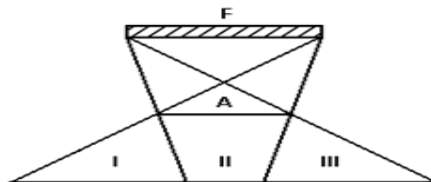
14- (FUVEST) Um espelho plano, em posição inclinada, forma um ângulo de 45° com o chão. Uma pessoa observa-se no espelho, conforme a figura:



A flecha que melhor representa a direção para a qual ela deve dirigir seu olhar, a fim de ver os sapatos que está calçando, é:

- a) A b) B c) C d) D e) E

15- (UFRJ) Na figura a seguir, F é uma fonte de luz extensa e A um anteparo opaco.



Pode-se afirmar que I, II, III são, respectivamente, regiões de:

- a) sombra, sombra e penumbra.
 b) sombra, sombra e sombra.
 c) penumbra, sombra e penumbra.
 d) sombra, penumbra e sombra.
 e) penumbra, penumbra e sombra.

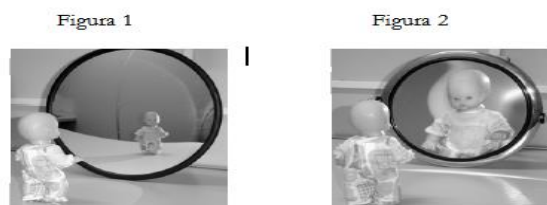
16- (FUVEST) A luz solar penetra numa sala através de uma janela de vidro transparente. Abrindo-se a janela, a intensidade da radiação solar no interior da sala:

- a) permanece constante.
 b) diminui, graças à convecção que a radiação solar provoca.
 c) diminui, porque os raios solares são concentrados na sala pela janela de vidro.
 d) aumenta, porque a luz solar não sofre mais difração.
 e) aumenta, porque parte da luz solar não mais se reflete na janela.

17- (FUVEST) Admita que o sol subitamente "morresse", ou seja, sua luz deixasse de ser emitida. 24 horas após este evento, um eventual sobrevivente, olhando para o céu, sem nuvens, veria:

- a) a Lua e estrelas.
- b) somente a Lua.
- c) somente estrelas.
- d) uma completa escuridão.
- e) somente os planetas do sistema solar.

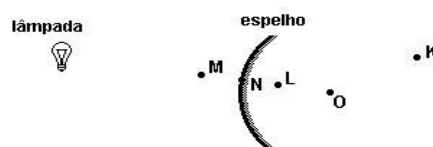
18- (UFRN) Deodora, aluna da 4^o série do ensino fundamental, ficou confusa na feira de ciências de sua escola, ao observar a imagem de um boneco em dois espelhos esféricos. Ela notou que, com o boneco colocado a uma mesma distância do vértice dos espelhos, suas imagens produzidas por esses espelhos apresentavam tamanhos diferentes conforme mostrado nas figuras 1 e 2, reproduzidas abaixo.



Observando-se as duas imagens, é correto afirmar:

- a) o espelho da figura 1 é côncavo, o da figura 2 é convexo e o boneco está entre o foco e o vértice deste espelho.
- b) o espelho da figura 1 é convexo, o da figura 2 é côncavo e o boneco está entre o centro de curvatura e o foco deste espelho.
- c) o espelho da figura 1 é convexo, o da figura 2 é côncavo e o boneco está entre o foco e o vértice deste espelho.
- d) o espelho da figura 1 é côncavo, o da figura 2 é convexo e o boneco está entre o centro da curvatura e o foco deste espelho.

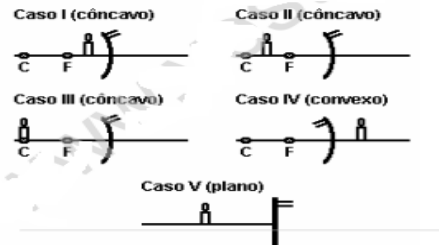
19- (UFMG) Uma pequena lâmpada está na frente de um espelho esférico, convexo, como mostrado na figura. O centro de curvatura do espelho está no ponto O. Nesse caso, o ponto em



que, MAIS provavelmente, a imagem da lâmpada será formada é o

- a) K.
- b) L.
- c) M.
- d) N.

20- (PUC-PR) Considere as figuras que representam uma vela colocada em frente a vários tipos de espelhos.



A imagem da vela formada pelo espelho será virtual em:

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

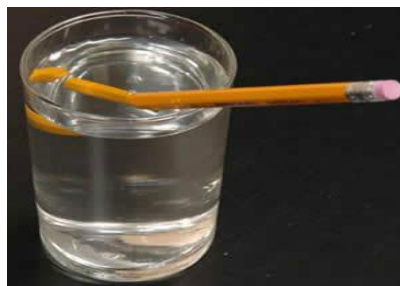
21- (PUC-PR) Um espelho esférico projetou sobre um anteparo uma imagem real do mesmo tamanho que o objeto.

Nessas condições, é correto afirmar:

- a) O espelho é côncavo, o objeto está sobre o centro de curvatura, e a imagem é invertida.
- b) O espelho é côncavo, o objeto está entre o centro de curvatura e o foco, e a imagem é invertida.
- c) O espelho é côncavo, o objeto está sobre o foco, e a imagem é direita.
- d) O espelho é convexo, o objeto está entre o centro de curvatura e o foco e a imagem é direita.
- e) O espelho é convexo, o objeto está sobre o centro de curvatura, e a imagem é invertida.

1.7) REFRAÇÃO DA LUZ

Este fenômeno pode ser observado, por exemplo, quando um feixe de luz propagando no ar encontra uma superfície de um vidro. Parte desse feixe será refletido, como vimos anteriormente, e outra parte penetra no vidro, o qual terá uma direção de propagação diferente da direção do feixe incidente. Quando isto acontece, dizemos que a luz sofreu **refração**, ou seja, a luz **refrata** ao passar do ar para o vidro. Portanto, o fenômeno da refração consiste na mudança de direção de propagação de um feixe de luz ao passar de um meio para o outro. Isto só pode ocorrer quando a luz se propaga com **velocidades diferentes nos dois meios**.



Índice de refração (n)

O índice de refração(n) de um meio é o quociente entre a velocidade da luz no vácuo(c) e a velocidade da luz(v) neste meio.

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

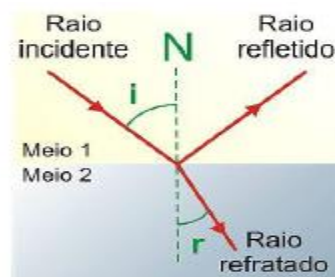
O índice de refração absoluto, ou simplesmente índice de refração, sendo uma relação entre velocidades, apresenta as seguintes características:

→ É uma constante adimensional, ou seja, não possui unidade (uma vez que é o quociente entre grandezas de mesma dimensão);

→ Indica o número n de vezes que a velocidade da luz, num dado meio transparente, é menor do que no vácuo;

→ O índice de refração do ar é aproximadamente igual a 1,0 - pois as velocidades da luz do ar e no vácuo são praticamente iguais; $V_{ar} \cong c = 3,0 \times 10^8$

Leis da refração



1º) O raio incidente, o raio refratado, a normal e o raio refletido estão contidos no mesmo plano.

2º) Lei de Snell- A razão entre os senos dos ângulos θ_1 e θ_2 é proporcional à razão entre as velocidades da luz nos meios 1 e 2 e à razão entre os índices de refração dos meios 2 e 1.

Lei de Snell

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

OBS:

→ Veremos mais a frente que $v = \lambda \cdot f$; v (velocidade da onda); λ (comprimento de onda) e f (frequência da onda). Entretanto, é importante que saibamos agora que estamos estudando a luz na refração e que ela é um tipo de onda.

→ A velocidade da onda varia com a mudança de meio, ou seja, mudando de um meio mais refringente para um mais refringente a velocidade da onda aumentará. Porém, se a onda passar de um meio mais refringente para um menos refringente, a velocidade aumentará. A variação da velocidade pode ser

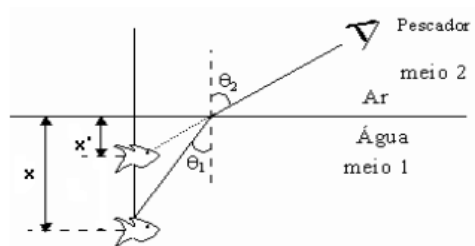
analisada comparando o ângulo incidente (θ_1) com o ângulo refratado (θ_2).

→ Mudando de meio a frequência da onda não varia, pois a única forma de variarmos ela é mudando a fonte que emite a onda;

→ Para uma frequência constante, aumentando a velocidade da onda o comprimento de onda diminui, ou diminuindo a velocidade da onda o comprimento de onda aumenta. Dessa forma, percebemos que a velocidade da onda e o comprimento de onda são grandezas inversamente proporcionais.

Formação de imagem por refração

Colocando um objeto O dentro de um recipiente com água veremos que onde sua imagem está aparecendo, não é a sua verdadeira posição. Denominamos esse fenômeno de posição aparente do objeto. Isto acontece porque os raios luminosos emitidos pelo objeto ao passarem da água para o ar sofrem refração. Os raios refratados constituem um feixe divergente que atingem os olhos de um observador como se tivessem sido emitidos do ponto I, onde está a imagem do objeto. Esta imagem é virtual por ser formada pelo encontro dos prolongamentos dos raios refletidos.



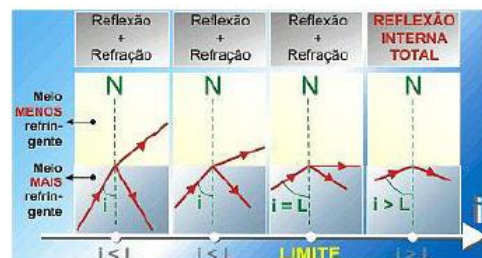
SESSÃO LEITURA

Por que os índios quando pescam não miram nos peixes?

Porque o que eles enxergam não são os peixes, e sim a imagem deles. Por isso, para que eles fiquem os peixes, os índios devem mirar abaixo da posição em que enxergam os peixes.

1.8) Reflexão total

Quando temos um feixe de luz que se propaga de um meio mais refringente para um menos refringente, ele sofrerá refração até um certo valor do ângulo de incidência. Depois desse valor para o ângulo de incidência, o feixe será totalmente refletido. Esse fenômeno é chamado de reflexão total e o ângulo de incidência, a partir do qual o fenômeno ocorre, é denominado de ângulo limite ou crítico.



Um raio luminoso, que se propaga de um meio mais refringente para um meio menos refringente e que o seu ângulo de incidência for maior do que o ângulo limite L

.OBS:

Leis da reflexão total

→ A luz deve propagar de um meio mais refringente para um meio menos refringente;

→ O ângulo de incidência deve ser maior que o ângulo limite.

$$\text{sen } L = \frac{n_1}{n_2}$$

1.9) Fenômenos relacionados com a reflexão total

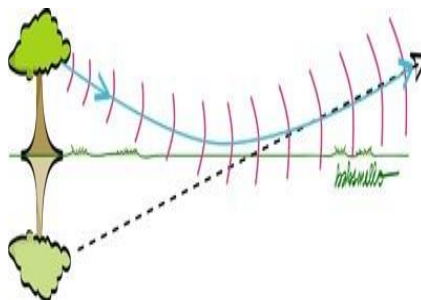
1º) Arco-íris

A luz do sol penetra na gota de água em suspensão. Essa luz, dentro da gota, sofre reflexões totais, e logo depois dispersão da luz branca, o que possibilita enxergar os espectros visíveis (vermelho, alaranjado, amarelo, verde, azul, anil, violeta).



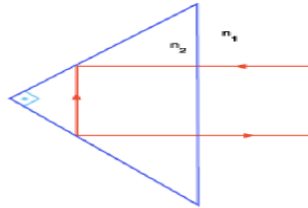
2º) Miragem

Em dias quentes, asfalto ou areia esquentam e com isso, as camadas de ar próximas a eles ficam mais aquecidas deixando o ar nessa região menos denso, e, conseqüentemente, com o índice de refração menor em relação às camadas mais superiores de ar. Dessa forma, a luz do sol incidente sofre várias refrações nas camadas de ar com índices de refração diferentes, alcançando as camadas mais baixas com incidência superior ao ângulo limite e, logo, sofrendo reflexão total antes de atingir o solo. Esta luz refletida, ao chegar nos olhos do observador, dá origem a reflexos luminosos que parecem vir do asfalto ou da areia, causando a ilusão de que o chão está molhado.



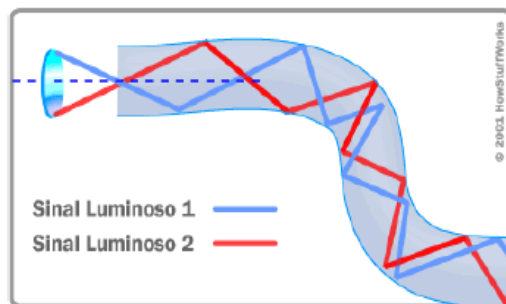
3º) Diamantes

O brilho do diamante é devido às sucessivas reflexões totais que ocorrem dentro da sua superfície.



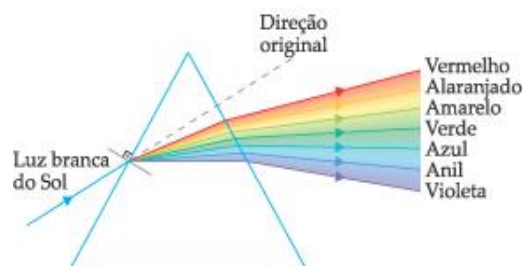
4º) Fibra ótica

É um fio muito fino que tem por finalidade transmitir a luz dentro da sua superfície por sucessivas reflexões totais. Este fio tem grande importância na área das telecomunicações (transmissão de sinais por meio de pulsos eletromagnéticos) e na Medicina (aparelhos para exames como a endoscopia).



1.10) Dispersão da luz branca

Fazendo um feixe luminoso de luz branca incidir sobre um prisma, observa-se que ele penetra no vidro, refrata-se e separa-se em infinitas cores, das quais são visíveis o vermelho, alaranjado, amarelo, verde, azul, anil e violeta. Esta experiência mostra que o índice de refração de um meio material é diferente para cada radiação luminosa monocromática, sendo máximo para luz violeta e mínimo para a luz vermelha.



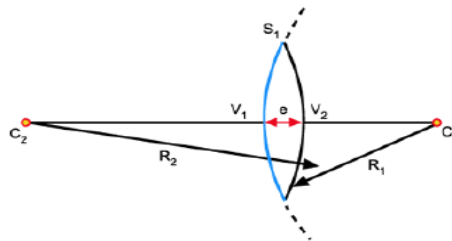
1.11) Lentes esféricas

As lentes são dispositivos constituídos por um meio transparente, limitado por faces curvas, as quais são normalmente esféricas.

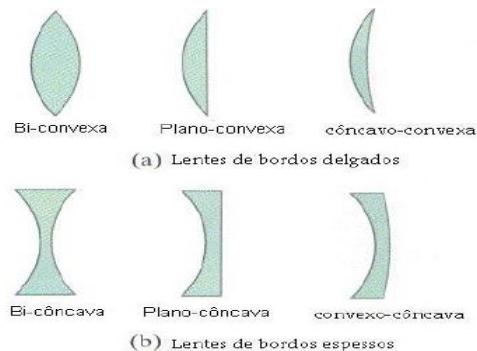
Elas são empregadas na fabricação de óculos, máquinas fotográficas, microscópios, telescópios, etc.

Elementos geométricos de uma lente

- Centro de curvatura (C_1 e C_2) das faces da lente;
- Raios de curvatura (R_1 e R_2) das faces da lente;
- Eixo principal: reta comum aos centros de curvatura
- Vértices (V_1 e V_2) das faces: interseção do eixo principal com as faces;
- Espessura (e) da lente: distância entre os vértices.



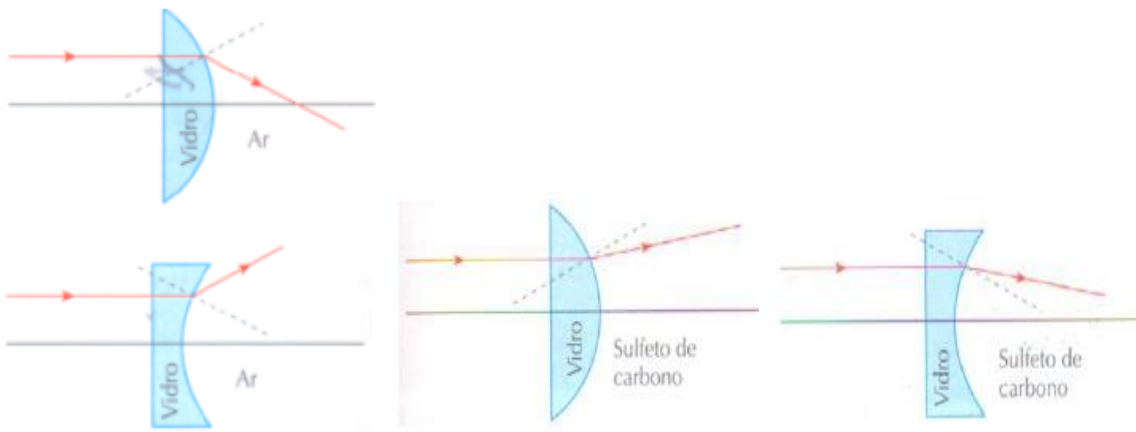
Tipos de lentes de acordo com suas faces curvas



OBS:

Classificação das lentes:

As lentes podem ser **divergentes** ou **convergentes**. Na maioria dos casos, as lentes que apresentam as extremidades mais finas do que a parte central são convergentes e as quais apresentam as extremidades mais espessas do que a parte central são divergentes. Porém, para classificar uma lente em convergente ou divergente é necessário saber seu índice de refração e o índice de refração do meio em que ela se encontra.

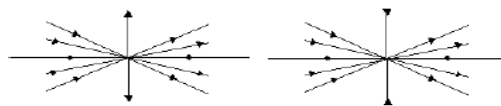


Lente	Bordos delgados	Bordos espessos
Convergente	$n_{\text{lente}} > n_{\text{meio}}$	$n_{\text{lente}} < n_{\text{meio}}$
Divergente	$n_{\text{lente}} < n_{\text{meio}}$	$n_{\text{lente}} > n_{\text{meio}}$

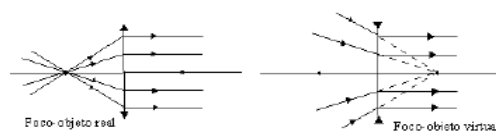
Raios Notáveis

Assim como nos espelhos esféricos, para a construção de imagens nas lentes será necessário conhecer os raios notáveis das lentes, uma vez que uma imagem é formada pelo encontro dos raios refletidos ou pelo encontro dos prolongamentos desses raios refletidos.

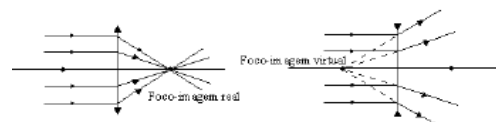
1º) todo raio de luz que incide numa direção que passa pelo centro óptico da lente não sofre desvio ao atravessar a lente;



2º) todo raio de luz que incide numa direção que passa pelo foco principal objeto F , emerge da lente paralelamente ao eixo principal;



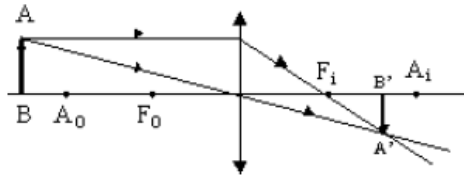
3º) todo raio de luz que incide paralelamente ao eixo principal emerge da lente numa direção que passa pelo foco principal imagem F' .



1.12) Formação de imagens

Lentes convergentes

1ª) Objeto além do ponto antiprincipal A

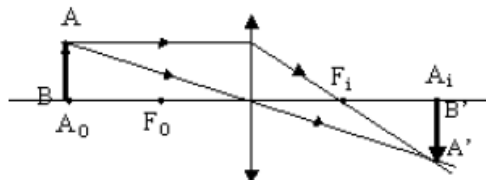


Características da imagem:

→ Real, invertida e menor

Utilização: máquina fotográfica

2ª) objeto sobre o ponto antiprincipal A

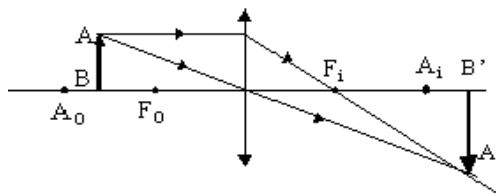


Características da imagem:

→ Real, invertida e do mesmo tamanho

Utilização: fotocópias (XEROX)

3ª) objeto entre A e o foco principal F

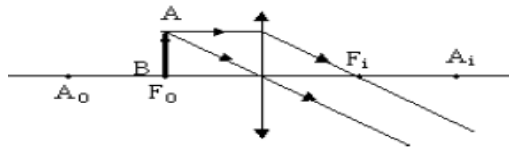


Características da imagem:

→ Real, invertida e maior

Utilização: projetor de slides

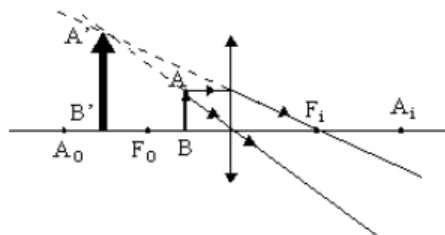
4ª) objeto sobre o foco principal



Características da imagem:

→ imagem imprópria

5ª) objeto entre o foco principal F e o centro óptico

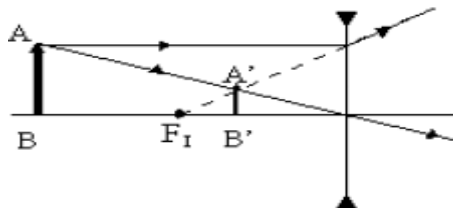


Características da imagem:

→ Virtual, direita e maior

Utilização: lupa

Lentes divergentes



Características da imagem:

→ Virtual, direita e menor

Utilização: olho mágico

OBS:

A construção de imagens em **lentes convergentes** é semelhante ao **espelho côncavo**, ou seja, a imagem tem características diversas, conforme a posição do objeto relativamente ao centro de curvatura e ao foco do espelho. A construção de imagens em **lentes divergentes** é feita de modo semelhante ao que foi feito na construção de imagens em **espelhos esféricos convexos**.

1.13) Equação das lentes

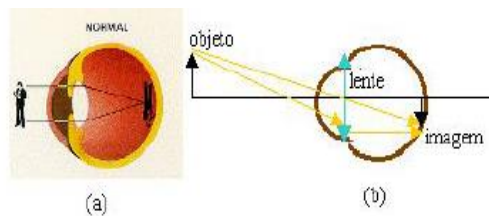
$$\frac{1}{f} = \frac{1}{d_i} + \frac{1}{d_o}$$

1.14) Olho humano

→ Cristalino: lente biconvexa (lente convergente)

→ Retina: Anteparo

Quando olhamos para um objeto, o cristalino converge os raios de luz provenientes do objeto, formando uma imagem menor, real e invertida localizada exatamente na retina.



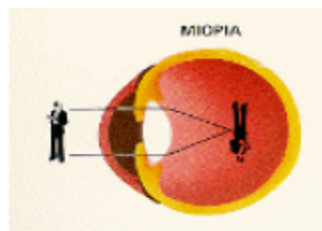
Problemas de visão

1º) Miopia

Dificuldade de enxergar de longe.

A formação da imagem acontece antes da retina.

Correção: lente divergente

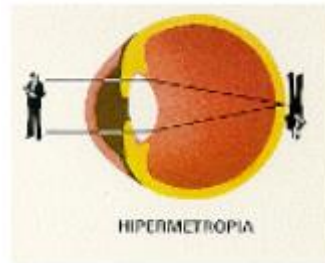


2º) Hipermetropia

Dificuldade de enxergar de perto.

A formação da imagem acontece depois da retina.

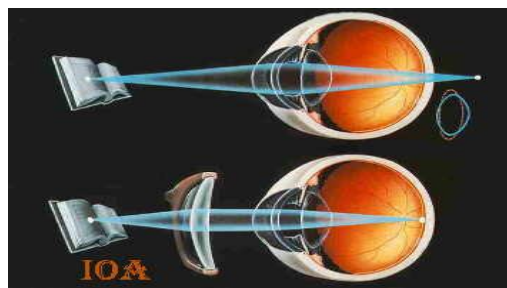
Correção: lente convergente.



3º) Presbiopia ou "vista cansada"

Perda da elasticidade do cristalino devido ao envelhecimento. Dificuldade de enxergar de perto

Correção: lente convergente

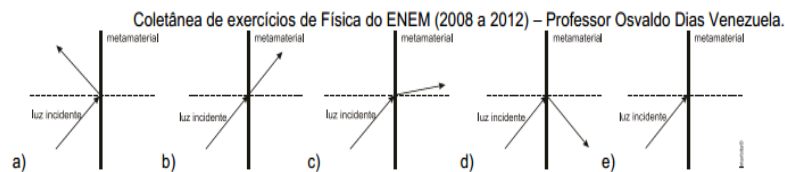




Pintou no

1-(ENEM 2010) Um grupo de cientistas liderado por pesquisadores do Instituto de Tecnologia da Califórnia (Caltech), nos Estados Unidos, construiu o primeiro metamaterial que apresenta valor negativo do índice de refração relativo para a luz visível. Denomina-se metamaterial um material óptico artificial, tridimensional, formado por pequenas estruturas menores do que o comprimento de onda da luz, o que lhe dá propriedades e comportamentos que não são encontrados em materiais naturais. Esse material tem sido chamado de “canhoto”.

Considerando o comportamento atípico desse metamaterial, qual é a figura que representa a refração da luz ao passar do ar para esse meio?

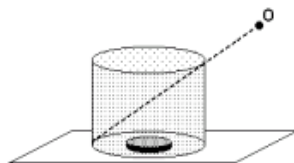


2-(ENEM-2012) Alguns povos indígenas ainda preservam suas tradições realizando a pesca com lanças, demonstrando uma notável habilidade. Para fisgar um peixe em um lago com águas tranquilas o índio deve mirar abaixo da posição em que enxerga o peixe. Ele deve proceder dessa forma porque os raios de luz

- A) refletidos pelo peixe não descrevem uma trajetória retilínea no interior da água.
- B) emitidos pelos olhos do índio desviam sua trajetória quando passam do ar para a água.
- C) espalhados pelo peixe são refletidos pela superfície da água.
- D) emitidos pelos olhos do índio são espalhados pela superfície da água.
- E) refletidos pelo peixe desviam sua trajetória quando passam da água para o ar.

EXERCÍCIO DE FIXAÇÃO

1- (PUC-SP/2002) Em um experimento, um aluno colocou uma moeda de ferro no fundo de um copo de alumínio. A princípio, a moeda não pode ser vista pelo aluno, cujos olhos situam-se no ponto O da figura. A seguir, o copo foi preenchido com água e o aluno passou a ver a moeda, mantendo os olhos na mesma posição O. Podemos afirmar que:



- a) a luz proveniente da moeda sofre refração ao passar da água para o ar, permitindo a sua visualização.
- b) a luz proveniente da moeda sofre reflexão na água, propiciando a sua visualização.
- c) os raios luminosos emitidos pelos olhos sofrem reflexão ao penetrar na água, permitindo a visualização da moeda.
- d) os raios luminosos emitidos pelos olhos sofrem refração ao penetrar na água, permitindo a visualização da moeda.
- e) é impossível que o aluno consiga ver a moeda, independentemente da quantidade de água colocada no copo.

2- O índice de refração absoluto de um material:

- a) relaciona-se à velocidade de propagação da radiação monocromática no material e à velocidade da luz no vácuo.
- b) não depende da estrutura atômica do material, mas depende da velocidade da radiação monocromática no vácuo.
- c) independe da frequência da radiação incidente no material e assume valores sempre positivos.
- d) depende do comprimento de onda da radiação incidente no material e assume valores sempre menores que a unidade.
- e) assume o mesmo valor para qualquer radiação do espectro eletromagnético.

3- A velocidade da luz no vidro é $\frac{2}{3}$ da velocidade da luz no vácuo. O índice de refração absoluto do vidro vale:

- a) $\frac{5}{2}$
- b) $\frac{5}{3}$
- c) $\frac{3}{2}$
- d) $\frac{4}{3}$
- e) $\frac{2}{3}$

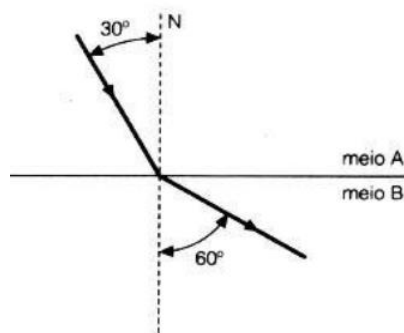
4- Um raio de luz passa do vácuo, onde sua velocidade é $3 \cdot 10^8$ m/s, para um líquido, onde a velocidade passa a ser $2,4 \cdot 10^8$ m/s. O índice de refração do líquido é:

- a) 0,6
- b) 1,25
- c) 1, 5
- d) 1,8
- e) 7,2

5- O índice de refração da água em relação ao vidro é $8/9$. Sabendo que o índice de refração absoluto da água é $4/3$ e que a velocidade da luz no vácuo é $3 \cdot 10^8$ m/s, podemos afirmar que a velocidade da luz no vidro é:

- a) $2,5 \cdot 10^8$ m/s
- b) $2,0 \cdot 10^8$ m/s
- c) $1,5 \cdot 10^8$ m/s
- d) $1,0 \cdot 10^8$ m/s
- e) $0,8 \cdot 10^8$ m/s

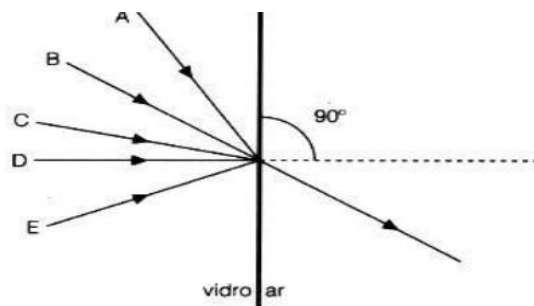
6- Observe a seguinte figura



Podemos afirmar que:

- a) o índice de refração do meio B é metade do índice de refração do meio A.
- b) o meio A é menos refringente que o meio B.
- c) a velocidade de propagação da luz é a mesma nos dois meios.
- d) a velocidade de propagação da luz no meio A é o dobro que a velocidade da luz no meio B.
- e) o índice de refração do meio A é maior do que o do meio B.

7- Um pincel de luz emerge de um bloco de vidro comum para o ar, na direção e sentido indicados na figura. Assinale a alternativa que melhor representa o percurso da luz no interior do vidro.

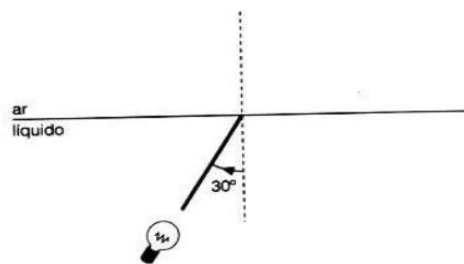


- a) A b) B c) C d) D e) E

8-O índice de refração de um certo meio é $\sqrt{2}$ para a luz vermelha e $\sqrt{3}$ para a violeta. Dois raios luminosos monocromáticos, um vermelho e outro violeta, após se propagarem no meio considerado, passam para o ar. O ângulo de incidência de ambos é de 30° . O ângulo formado pelos dois raios refratados entre si vale:

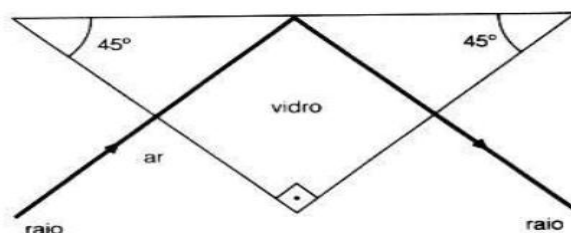
- a) 0°
- b) 15°
- c) 30°
- d) 45°

9- A figura mostra um raio luminoso proveniente de uma lâmpada colocada dentro de um líquido, cujo índice de refração em relação ao ar é aproximadamente $\sqrt{2}$. O valor do ângulo de refração é:



- a) $21,2^\circ$
- b) 30°
- c) $42,4^\circ$
- d) 45°
- e) $\text{arc sen } 1/2\sqrt{2}$

10- Alguns instrumentos de óptica utilizam "prismas de reflexão total" como espelhos, como no caso da figura. O valor do índice de refração do vidro desse prisma deve ser maior que:



- a) 2,00
- b) 1,73
- c) 1,41
- d) 1,00
- e) 0,707

11- Um raio luminoso incide sob um ângulo de 45° numa lâmina de faces planas e paralelas, imersa no ar, de 4 cm de espessura e índice de refração igual a 1,5. Ao sair da lâmina, o raio luminoso faz com a normal um ângulo de:

- a) 30°
- b) 45°
- c) 60°
- d) 75°
- e) n.d.a.

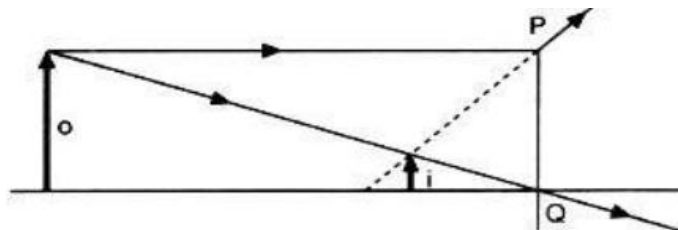
12- Uma criança que olha por cima de um aquário é vista por um peixe. O peixe verá a cabeça da criança:

- a) acima do local onde ela realmente se encontra.
- b) abaixo do local onde ela realmente se encontra.
- c) no local exato onde ela realmente se encontra.
- d) caso não haja interferência luminosa.
- e) maior que a verdadeira devido à combinação da refração com a reflexão.

13- Um raio de luz que se propaga num meio A, atinge a superfície que separa esse meio de outro B e sofre reflexão total. Podemos afirmar que:

- a) A é mais refringente que B e o ângulo de incidência é menor que o ângulo limite.
- b) A é mais refringente que B e o ângulo de incidência é maior que o ângulo limite.
- c) A é menos refringente que B e o ângulo de incidência é maior que o ângulo limite.
- d) A é menos refringente que B e o ângulo de incidência é menor que o ângulo limite.
- e) A é menos refringente que B e o ângulo de incidência é igual ao ângulo limite.

14- O diagrama mostra um objeto (o), sua imagem (i) e o trajeto de dois raios luminosos que saem do objeto. Que dispositivo óptico colocado sobre a linha PQ produzirá a imagem mostrada?



- a) Espelho plano.
- d) Lente convergente.
- b) Espelho côncavo.
- e) Lente divergente.
- c) Espelho convexo.

15- Um objeto real que se encontra a uma distância de 25 cm de uma lente esférica delgada divergente, cuja distância focal é, em valor absoluto, também de 25 cm, terá uma imagem:

- a) virtual, direita e reduzida, a 12,5 cm do objeto.
- b) real, invertida e do mesmo tamanho do objeto, a 25 cm da lente.
- c) real, invertida e ampliada, a 12,5 cm da lente.
- d) virtual, direita e ampliada, a 25 cm do objeto.
- e) Não fornecerá imagem.

16- Uma lente de distância focal 10 cm é usada para obter a imagem de um objeto de 5 cm de altura. A distância a que o objeto deve estar da lente, para se obter uma imagem real de 1 cm de altura, é:

- a) 30 cm
- b) 60 cm
- c) 50 cm
- d) 15 cm
- e) 11 cm

17- Uma lente de vidro cujos bordos são mais espessos que a parte central:

- a) deve ser divergente.
- b) deve ser convergente.
- c) no ar, é sempre divergente.
- d) mergulhada num líquido, torna-se divergente.
- e) nunca é divergente.

18- As imagens de objetos reais produzidas por lentes e espelhos podem ser reais ou virtuais. A respeito das imagens virtuais, pode-se afirmar corretamente que

- a) são sempre maiores que o objeto.
- b) são sempre menores que o objeto.
- c) podem ser diretas ou invertidas.
- d) são sempre diretas.
- e) são sempre invertidas.

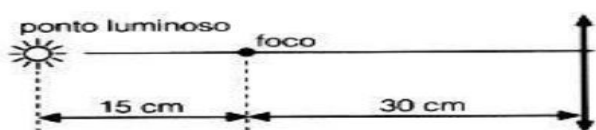
19- Tem-se um objeto luminoso situado num dos focos principais de uma lente convergente. O objeto afasta-se da lente, movimentando-se sobre seu eixo principal. Podemos afirmar que a imagem do objeto, à medida que ele se movimenta:

- a) cresce continuamente.
- b) passa de virtual para real.
- c) afasta-se cada vez mais da lente.
- d) aproxima-se do outro foco principal da lente.
- e) passa de real para virtual.

20- A imagem de um objeto real formada por uma lente delgada divergente:

- a) é real.
- b) é invertida.
- c) é menor do que o objeto.
- d) localiza-se, em relação à lente, a uma distância superior ao raio de curvatura da lente.
- e) localiza-se entre o ponto focal e o centro de curvatura da lente.

21- A figura mostra a posição de um ponto luminoso sobre o eixo óptico de uma lente convergente. Deslocando-se o ponto luminoso de 3,0 cm numa direção perpendicular ao eixo óptico, a imagem do ponto deslocar-se-á de:



- a) zero
- b) 1,5 cm
- c) 2,0 cm
- d) 3,0 cm
- e) 6,0 cm

22- Uma pequena lâmpada é colocada a 1,0 m de distância de uma parede. Pede-se a distância a partir da parede em que deve ser colocada uma lente de distância focal 22,0 cm para produzir na parede uma imagem nítida e ampliada da lâmpada.

- a) 14 cm
- b) 26,2 cm
- c) 67,3 cm
- d) 32,7 cm
- e) outro valor

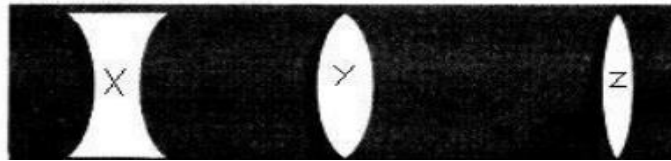
23- Duas lentes convergentes, I e II, têm distâncias focais, respectivamente, $f_1 = 20$ cm e $f_2 = 10$ cm. Colocadas em contato com o mesmo eixo, elas Produzem uma lente equivalente:

- a) divergente e com $f = 3,33$ cm.
- b) divergente e com $f = 5,0$ cm.
- c) convergente e com $f = 15$ cm.
- d) convergente e com $f = 6,67$ cm.
- e) convergente e com $f = 13,3$ cm.

24- Uma lente biconvexa de vidro de índice de refração 1,5 é usada em três experiências sucessivas, A, B e C. Em todas elas recebe um feixe de raios paralelos ao seu eixo principal. Na experiência A, a lente está imersa no ar; em B, na água de índice de refração 1,33; e, em C, imersa em bissulfeto de carbono líquido de índice de refração 1,64. O feixe de luz emergente:

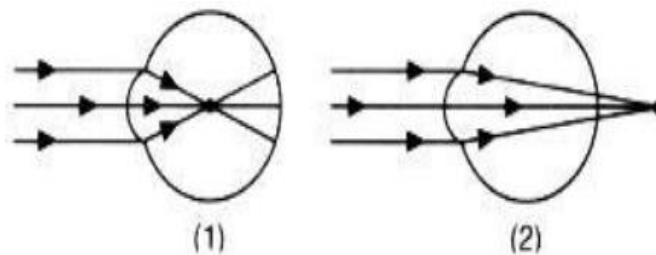
- a) é convergente nas experiências A, B e C.
- b) é divergente nas experiências A, B e C.
- c) é convergente em A e B e divergente em C.
- d) é divergente em A e B o convergente em C.
- e) é divergente em A e convergente em B e C.

25- Sobre as lentes afirmou-se que: I - A lente do tipo Y possui maior distância focal. II - A lente X é a do tipo dos óculos do míope. III - A lente Z pode ser usada para projetar imagens de um objeto sobre uma tela. Dessas afirmações:



- a) somente I e II estão corretas.
- b) somente I e III estão corretas.
- c) somente II e III estão corretas.
- d) todas estão corretas.
- e) nenhuma está correta.

26- Os esquemas correspondem a um olho míope (1) e um olho hipermetrope (2). As lentes corretivas devem ser, respectivamente, para (1) e (2):



- a) divergente e convergente.
- b) divergente e divergente.
- c) biconvexa o bicôncava.
- d) convergente e divergente.
- e) convergente e convergente.

27- Na formação das imagens na retina da vista humana normal, o cristalino funciona como uma lente:

- a) convergente, formando imagens reais, diretas e diminuídas.
- b) divergente, formando imagens reais, diretas e diminuídas.
- c) convergente, formando imagens reais, invertidas e diminuídas.
- d) divergente, formando imagens virtuais, diretas e ampliadas.
- e) convergente, formando imagens virtuais, invertidas e diminuídas.

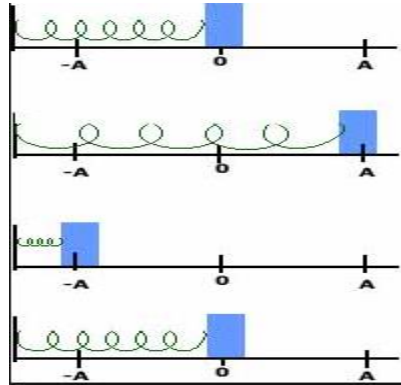
28- Uma lupa, quando produz uma imagem a 30 cm da lente, para fornecer uma capacidade de aumento de 16 vezes deve ter sua distância focal de:

- a) 2 cm
- b) 2,5 cm
- c) 3cm
- d) 3,5 cm
- e) 4cm

UNIDADE II: ONDULATÓRIA

2.1) Movimento Harmônico Simples

Quando um corpo realiza um movimento indo e voltando sobre mesma uma trajetória, dizemos que este corpo está vibrando ou oscilando. Este movimento é denominado **movimento harmônico simples (MHS)**.



Desprezando as forças de atrito, uma massa presa a uma mola desloca-se de sua posição de equilíbrio, executa um movimento periódico, cujo período é o intervalo de tempo para ir e voltar à posição de origem. A massa e a mola constituem um conjunto denominado oscilador harmônico. O termo harmônico é aplicado às expressões matemáticas que contenham as funções trigonométricas seno e cosseno.

O conjunto oscila periodicamente em torno de uma posição O (posição de equilíbrio) sob a ação de uma força restauradora que sempre tende a levar o corpo para a posição O. Neste caso, quem desempenha o papel da força restauradora é a força elástica exercida pela mola.

$$F = -kx$$

F → Força elástica

K → Constante elástica da mola

X → Deformação sofrida pela mola

Conceitos importantes

→ **Amplitude:** é a distância entre a posição de equilíbrio e a posição extrema ocupada por um corpo que oscila.

→ **Período:** É o tempo gasto para efetuar uma vibração completa.

→ **Frequência:** É o número de vibrações completas que o corpo efetua em determinado tempo.

OBS:

O período do MHS depende da massa **m** e da constante elástica **k**, mas não depende da amplitude da oscilação.

$$T = 2\pi \frac{\sqrt{m}}{k}$$

Energia no MHS

A energia mecânica pode ser dividida em duas partes:

→ a energia cinética **E_c**, associada à velocidade **v** do ponto material é dada por:

$$E_c = \frac{mv^2}{2}$$

→ a energia potencial **E_p**, associada à posição **x** do ponto material:

$$E_p = \frac{kx^2}{2}$$

→ a energia mecânica **E_m** é a soma das energias cinética e potencial.

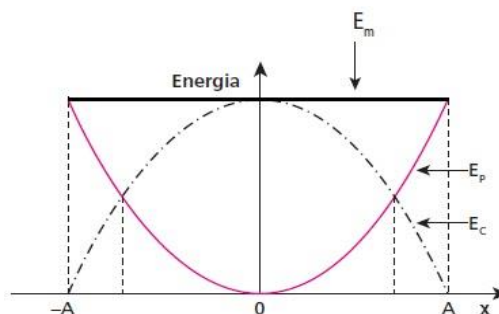
$$E_m = E_c + E_p$$

No MHS as energias, cinética e potencial, variam, pois variam a velocidade e a posição do ponto material. Porém, a energia mecânica permanece constante, já que desprezamos a existência de forças dissipativas (atritos).

Nas posições em que a **E_m = E_p = $\frac{kx^2}{2}$** , onde **x = ± A**, temos:

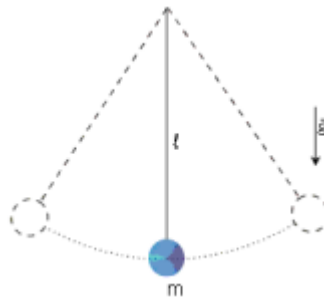
$$E_m = E_p = \frac{kA^2}{2}$$

A amplitude do MHS depende da energia total mecânica cedida ao sistema.



Pêndulo Simples

Pêndulo simples é um sistema constituído por uma partícula de massa **m**, suspensa por um fio ideal de comprimento **l** submetido a **g** (aceleração da gravidade).



O período é dado por:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$$

2.2) Ondas

É uma perturbação que se propaga em um meio. Dessa forma, basta imaginarmos em duas crianças brincando com uma corda. Cada uma delas segura uma extremidade da corda, esticando-a e depois criando oscilações ou pulsos nela. De acordo com a definição de onda, tais oscilações ou pulsos são as perturbações que se propagam no meio, que no exemplo, é a corda. As mãos que estão balançando a corda constituem a fonte de geração da onda.

OBS:

As ondas **NÃO** transportam matéria, transportam **somente** energia.

As ondas podem ser classificadas quanto a sua **natureza** e quanto ao seu **tipo**.

1º) Natureza da ondas:

De acordo com a natureza da ondas, elas podem ser **mecânicas** ou **eletromagnéticas**.

→ Ondas mecânicas

São aquelas que necessitam de um meio material para se propagarem. Com isso, as ondas mecânicas **não se propagam no vácuo**. Ex: som, ondas na corda, etc.

→ Ondas eletromagnéticas

São aquelas originadas por cargas elétricas oscilantes, por exemplo, as produzidas numa antena transmissora de uma estação de rádio. Elas não necessitam de um meio material para propagarem. Dessa forma, elas **propagam no vácuo**. Ex: ondas de rádio, raios x, etc.

SESSÃO LEITURA

Há filmes que mostram no espaço explosões acompanhadas de barulho. No espaço encontramos vácuo, ou seja, ausência de meio material. Dessa forma, é impossível a propagação do som neste ambiente, uma vez que o som é uma onda mecânica e com isso, necessita de um meio material para propagar.



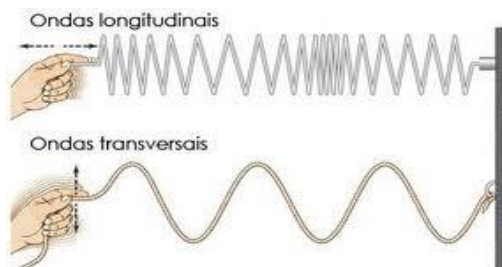
2º) Tipo das ondas:

→ Ondas transversais

São aquelas em que a direção de propagação da onda é perpendicular à direção de vibração. Ex: ondas na corda, ondas eletromagnéticas.

→ Ondas longitudinais

São aquelas em que a direção de propagação da onda coincide com a direção de vibração. Ex: ondas sonoras.



Velocidade de propagação de uma onda

A velocidade de uma onda depende do meio no qual ela se propaga. Para uma corda, por exemplo, verifica-se que quanto mais grossa ela for, menor será a velocidade da onda. Esta velocidade, além disso, depende da tensão da corda, ou seja, quanto mais esticada maior será a velocidade de propagação da onda nesta corda.

$$v = \sqrt{\frac{T}{\mu}}$$

T= tração da corda

μ = densidade linear da corda (relação da massa e comprimento da corda);

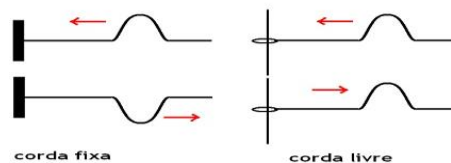
$$\mu = \frac{m}{l}$$

2.3) ONDAS NA CORDA

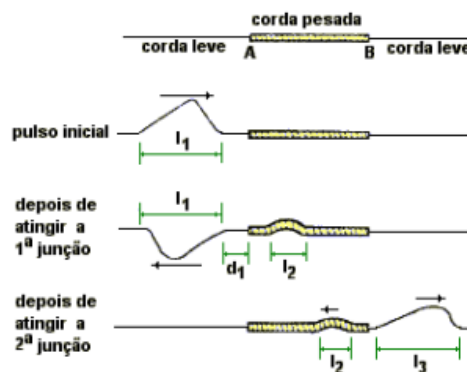
Reflexão e refração de pulsos

Quando um pulso atinge a extremidade de uma corda, verifica-se que ele retorna. Esse fenômeno é denominado **reflexão de um pulso** e ocorre quer a extremidade da corda seja fixa ou livre.

Num **extremo fixo** ocorre reflexão com **inversão de fase**. Quando a reflexão ocorre num **extremo livre**, **não há inversão de fase**.

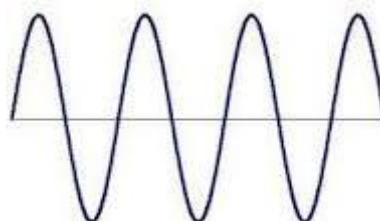


Considere agora, um sistema formado por três cordas, duas delas de pequena densidade linear e a outra de grande densidade linear. Quando o pulso atinge o ponto de junção das cordas, observa-se que ele transmite de uma corda para outra (refração do pulso) e ao mesmo tempo um pulso refletido aparece na junção, movimentando-se em sentido oposto ao pulso incidente. O pulso refletido será invertido ou não, dependendo da densidade da segunda corda.



Ondas periódicas

É quando um pulso segue o outro. O formato das ondas individuais se repete em tempos iguais. Ex: MHS.



Conceitos importantes:

→ **Comprimento de onda (λ)**: é a distância que a onda percorre durante um período (T). Em uma onda transversal, pode ser calculada entre a distância de duas cristas, de dois vales ou de uma oscilação completa. Em uma onda longitudinal, como na onda sonora, é calculada entre a distância de duas regiões de alta pressão.

→ **Frequência (f)**: é o número de oscilações completas durante um período (T).

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

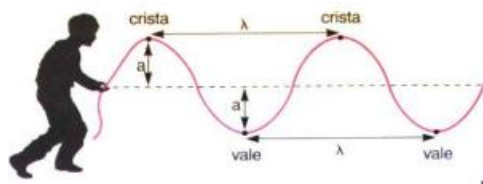
→ Sabendo o comprimento de onda e a frequência de uma onda, podemos calcular a velocidade de sua propagação:

$$v = \lambda \cdot f$$

→ **Amplitude (a)**: altura de uma crista até a posição inicial, ou a altura de um vale até a posição inicial.

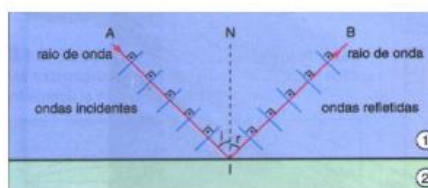
→ **Crista**: ponto mais alto da onda

→ **Vale**: ponto mais baixo da onda



Reflexão de ondas

Para descrever uma onda sofrendo reflexão, utiliza-se uma reta perpendicular à frente de onda, denominada raio de onda.



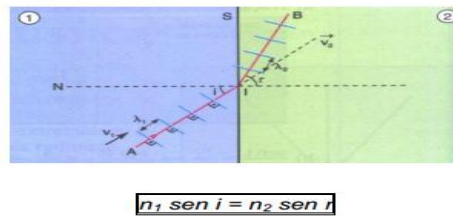
As leis de reflexão que utilizamos no caso da luz, são válidas para qualquer tipo de onda:

→ o raio de onda refletido, a normal e o raio de onda incidente estão situados no mesmo plano;

→ o ângulo de reflexão é igual ao ângulo de incidência:

Refração das ondas

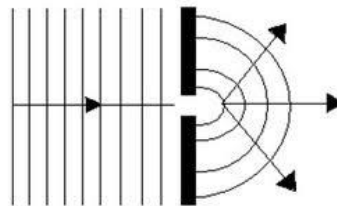
A lei de Snell-Descartes, que, como vimos na Óptica Geométrica, rege a refração das ondas luminosas, também é válida para as ondas:



2.4) Difração de ondas

→ Esse fenômeno pode ser observado em todo de onda.

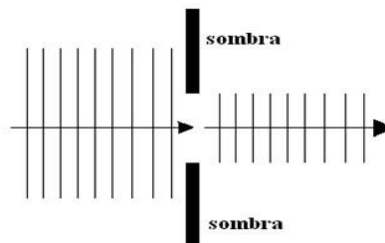
Imagine que as ondas na superfície da água incidam num obstáculo dotado de estreita abertura.



Constata-se que as ondas se espalham em todas as direções a partir da abertura. Esse fenômeno denomina-se difração.

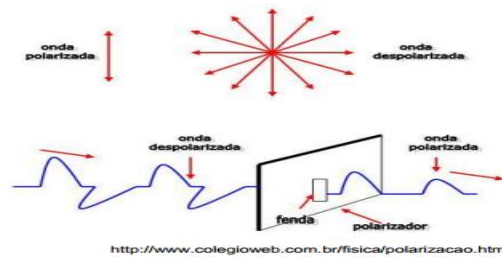
“Difração é a propriedade que uma onda possui de contornar um obstáculo ao ser parcialmente interrompido por ele.”

O fenômeno somente será nítido quando as dimensões da abertura ou do obstáculo forem da ordem de grandeza do comprimento de onda da luz incidente. Na imagem abaixo, não ocorre refração.



2.5) Polarização das ondas

Movimentando-se a extremidade de uma corda para cima, para baixo e lateralmente, está irá oscilar em várias direções. **Denomina-se esse tipo de onda de onda não-polarizada.**



Quando as oscilações de um meio estão em um mesmo plano, diz-se que a onda é polarizada. O aparelho utilizado para polarizar a onda polarizador.

OBS:

Somente ondas transversais podem ser polarizadas. As ondas longitudinais não podem ser polarizadas.

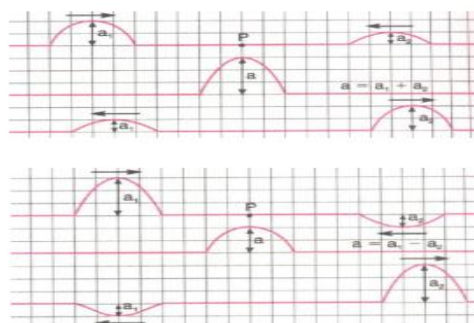
2.6) Interferência de ondas

Princípio da superposição

Imagine dois pulsos que se propagam em sentidos opostos em uma corda. Ao se encontrarem, eles dão origem ao fenômeno denominado interferência.

Interferência é o fenômeno resultante da superposição de duas ou mais ondas.

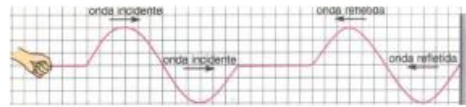
Após se cruzarem, as ondas continuam a ter a mesma forma e a se propagar como antes. Contudo, durante o intervalo de tempo em que as duas ondas estão superpostas, cada ponto do meio obedece ao princípio da superposição.



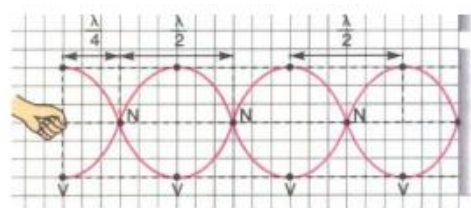
A perturbação da onda resultante durante a superposição é a adição das perturbações separadamente.

Interferência em uma dimensão – Onda estacionária

Seja dois pulsos que possuem a mesma frequência f , o mesmo comprimento de onda λ , e a mesma amplitude a , mas se propagam em sentidos opostos numa corda fixa em uma extremidade e com uma fonte de mesma frequência f na outra.



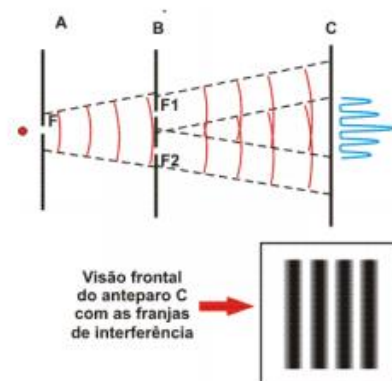
A superposição das ondas incidentes e refletidas dá origem a uma figura de interferência denominada onda estacionária.



- a distância entre um ventre **V** e um nó **N** consecutivo vale $\lambda/4$.
- a distância entre ventres consecutivos ou entre nós consecutivos vale $\lambda/2$.
- a interferência que determina a formação de um ventre é denominada **interferência construtiva**.
- a interferência que determina a formação de um nó é denominada **interferência destrutiva**.

2.7) Interferômetro de Young

A figura abaixo mostra o esquema da montagem com a qual Young obteve um padrão de interferência com a luz



A luz produzida por uma fonte atravessa a fenda F do anteparo A e depois, ao atravessar as fendas F1 e F2 do anteparo B, se comporta como se houvesse duas novas fontes coerentes à original. As **regiões claras** são onde ocorrem **interferências construtivas** e as **regiões escuras** onde ocorrem **interferências destrutivas**.

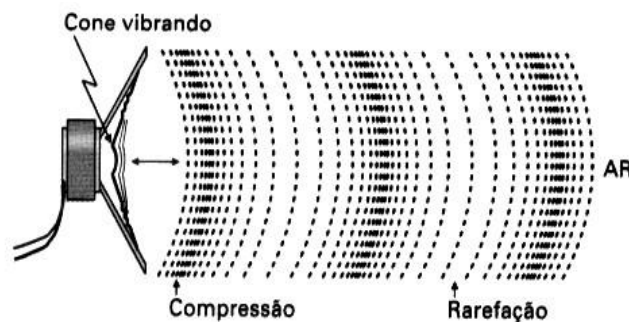
2.8) Acústica

É a parte da Física que estuda o som e suas propriedades.

Ondas sonoras

As ondas longitudinais de pressão, que se propagam no ar ou em outros meios, são denominadas ondas sonoras.

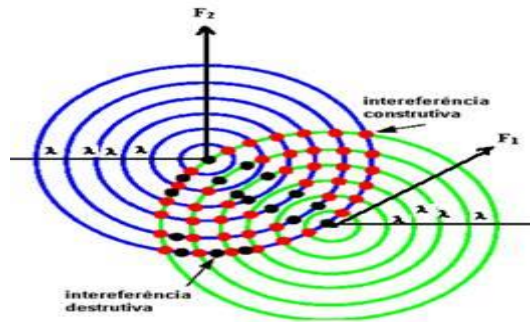
Esse tipo de onda ocorre de várias maneiras: ao se comprimir ou expandir periodicamente um tubo de ar; quando uma corda de violão vibra ou quando o diafragma de um alto-falante se movimenta para frente e para trás. As moléculas do meio originam regiões de baixa e alta pressão, criando-se sucessivas camadas de compressão e rarefação.



2.9) Ondas na superfície de um líquido

As ondas em líquidos tem as seguintes características:

- São circulares;
- Os círculos são as cristas das ondas e entre duas cristas estão os vales;
- A distância entre duas cristas é o comprimento de onda;
- O encontro de duas cristas ou de dois vales é chamado de **interferência construtiva**;
- O encontro de uma crista e de um vale forma uma **interferência destrutiva**;
- Quando maior a profundidade maior a velocidade da onda e menor comprimento de onda. A frequência da onda não altera, pois o meio de propagação é o mesmo, a água.



SESSÃO LEITURA

Um ouvido normal é excitado por ondas sonoras de frequências entre 20 Hz e 20000 Hz. Logo, conseguimos escutar somente sons que estão nesta faixa de frequência.

A velocidade das ondas sonoras depende da densidade do meio e da temperatura.

Ar a 0 °C	331 m/s
Ar a 15 °C	340 m/s
Água do mar	1.435 m/s
Cobre	3.560 m/s
Ferro	4.480 m/s
Aço	5.941 m/s
Granito	6.000 m/s

<http://www.portalsaofrancisco.com.br/alfa/meio-ambiente-poluicao-sonora/poluicao-sonora-18.php>

As ondas sonoras apresentam as mesmas propriedades dos demais tipos de ondas: reflexão, refração, difração e interferência. Elas só não podem ser polarizadas porque são ondas longitudinais.

Qualidades do som

O ouvido humano distingue no som certas características, denominadas qualidades, e que são: altura, intensidade e timbre.

→Altura

É a qualidade que permiti ao ouvido diferenciar sons graves (baixa frequência) de sons gudos (alta frequência). A altura depende apenas da frequência do som. Denomina-se intervalo entre dois sons de frequência f_1 e f_2 , a relação:

$$i = \frac{f_2}{f_1} \quad \text{com} \quad f_2 \geq f_1$$

Se o intervalo entre dois sons é um número inteiro, o som de frequência mais alta é denominado **harmônico** do som de frequência mais baixa, sendo este denominado **som fundamental**.

→Intensidade

É a qualidade que nos permite diferenciar os sons fortes dos sons fracos. A intensidade I de uma onda é o quociente entre a energia ΔE que atravessa uma superfície perpendicular à direção de propagação e a área A da superfície na unidade de tempo:

$$I = \frac{\Delta E}{A \Delta t}$$

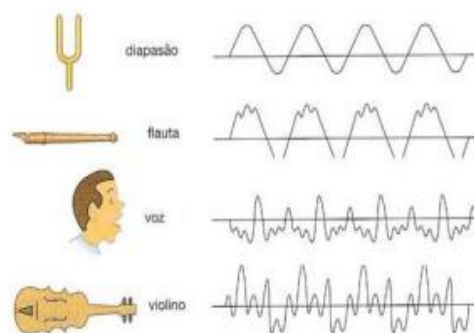
Considerando I_0 a menor intensidade física do som audível (10^{-12} W/m^2) e I a intensidade física do som que se quer medir, defini-se intensidade auditiva ou nível sonoro β a seguinte relação:

$$\beta = \log \frac{I}{I_0}$$

Onde β é medida em bel (símbolo B). Na prática geralmente medimos β em decibel (dB).

→Timbre

É a qualidade que permite ao ouvido humano diferenciar sons de mesma altura e intensidade, emitidos por fontes diferentes. Uma nota produz sensações diferentes quando emitida por um violino e por um piano. Isso se deve ao formato da onda emitida.

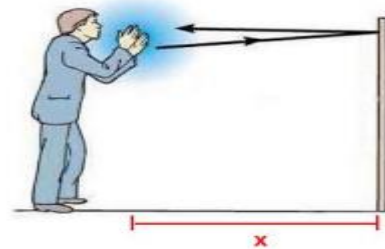


→Eco

Ocorre o eco quando o som refletido é recebido pelo ouvido depois que o som direto já se extinguiu. Assim, o ouvinte percebe dois sons distintos. Para que isso aconteça, o intervalo de tempo entre a percepção dos dois sons deve ser maior que 0,1s (limite humano).

Denomina-se eco o fenômeno em que se ouve nitidamente um som refletido por obstáculos, uma ou mais vezes sucessivas.

Sendo x a distância da fonte até o obstáculo, podemos calcular a distância mínima para que ocorra o eco. Como $\Delta s = v \cdot \Delta t$, e $\Delta s = 2x$ (ida e volta), a distância x mínima será:



$$2x = 340 \cdot 0,1 \Rightarrow x = 17m$$

SESSÃO LEITURA

O Sonar é instrumento fundamental da guerra anti-submarino. Ele é um dispositivo criado para detectar e localizar objetos submersos na água por meio das ondas sonoras que os alvos refletem ou produzem. O sonar ativo funciona basicamente como o radar, só que usa pulsos sonoros no lugar das ondas de rádio. As ondas de rádio não se propagam sob a água, além de poucos metros. O pulso do sonar é emitido e ao encontrar um obstáculo, retorna ao emissor. Medindo-se o tempo que o “ping” levou para ir e voltar, tem-se como calcular a distância do objeto ecoado com “relativa” precisão.



Animais como os morcegos e os golfinhos se locomovem e comunicam-se por meio de sonar. Ambos os animais, emitem ondas sonoras as quais batem num obstáculo ou numa presa e retornam para eles como uma informação de que deverão desviar para não haver o choque com o obstáculo.

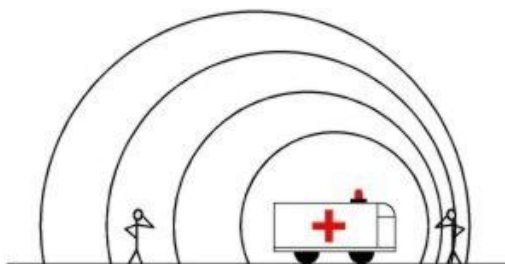


Na medicina, o eco dos sons é empregado para realização de exames de imagem. São os famosos ultrassons, os quais são empregados, por exemplo, durante a gestação. Estes sons não estão na faixa de frequência audível do ser humano e a formação de imagens é devido aos reflexos das ondas sonoras.



210.) Efeito Doppler

Quando uma fonte sonora, por exemplo, uma sirene de ambulância, **aproxima-se** de um indivíduo, ele ouve um **som agudo (frequência maior)** do que aquela do som emitido pela ambulância). Porém, quando a fonte sonora **afasta-se** dele, ele ouve um **som grave (frequência menor)** do que aquela do som emitido pela ambulância). Esta **variação na frequência aparente** do som recebido pelo indivíduo quando a fonte sonora e ele estão em movimento relativo, recebe o nome de **efeito Doppler**.



De um modo geral, podemos concluir a seguinte relação entre a frequência aparente f' do som que atinge o observador e a frequência natural f do som emitido pela fonte:

$$f' = f \left(\frac{v \pm v_o}{v \pm v_f} \right)$$

Onde:

$v \rightarrow$ é a velocidade do som

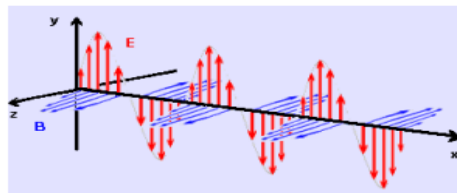
$v_f \rightarrow$ é a velocidade da fonte

$v_o \rightarrow$ é a velocidade do observador

O sinal que precede V_f ou V_o é definido em relação a um eixo orientado do observador para a fonte. Quando o **observador se aproxima da fonte** o sinal de V_o é **positivo** e se a **fonte aproxima-se do observador** V_f é **negativo**. Caso contrário, os sinais se invertem.

→ Ondas eletromagnético

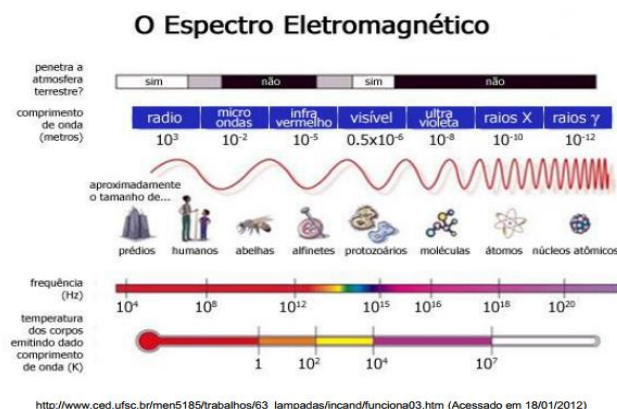
De acordo com Maxwell, uma perturbação num ponto P, devida à oscilação de cargas elétricas, se propaga a pontos distantes através da mútua formação de campos elétricos e magnéticos variáveis. Maxwell mostrou ainda que essa perturbação apresentava todas as características de uma onda. Por isso, denominou-as de ondas ou radiações eletromagnéticas. Essas ondas são transversais com um campo elétrico e magnético variáveis e ortogonais entre si.



A velocidade de propagação de uma onda eletromagnética, no vácuo, vale:

$$c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$$

Este resultado é igual ao valor da velocidade da luz no vácuo. Logo, a luz é uma onda eletromagnética. Existe uma variação ampla e contínua nos comprimentos de onda e frequência das ondas eletromagnéticas. Abaixo, temos um resumo dos diversos tipos de ondas eletromagnéticas, o chamado espectro eletromagnético.



De acordo com o espectro acima, quanto **menor o comprimento de onda, maior a frequência, maior a penetrância da onda** e, conseqüentemente, **maior o poder mutagênico** dela. Logo, podemos afirmar que os raios γ possui a maior penetrância, e com isso são os mais mutagênicos, ou seja causadores de mutação das células, podendo causar a formação de cânceres.

→ Raios X

Utilizado nas radiografias, tem um alto poder de penetrância. As partes brancas de uma radiografia significa que os raios x estão sendo “barrados” por algum material mais denso, no caso os ossos (meio hiperdenso). Os tecidos moles (meio hipodenso) não criam dificuldades para a passagem dos raios x, por isso na radiografia tais partes são escuras.

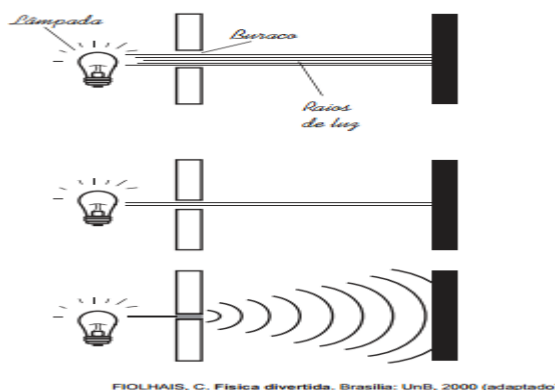
→ Ultravioleta

Proveniente dos raios solares, estão associados com o câncer de pele.



Pintou no

1-(ENEM-2012) Ao diminuir o tamanho de um orifício atravessado por um feixe de luz, passa menos luz por intervalo de tempo, e próximo da situação de completo fechamento que o som, dentro de suas particularidades, também pode se comportar dessa forma.



Em qual das situações a seguir está representado o fenômeno descrito no texto?

- A) Ao se esconder atrás de um muro, um menino ouve a conversa de seus colegas.
- B) Ao gritar diante de um desfiladeiro, uma pessoa ouve a repetição do seu próprio grito. ouve a repetição do seu próprio grito.
- C) Ao encostar o ouvido no chão, um homem percebe o som de uma locomotiva antes de ouvi-lo pelo ar.
- D) Ao ouvir uma ambulância se aproximando, uma pessoa percebe o som mais agudo do que quando aquela se afasta.
- E) Ao emitir uma nota musical muito aguda, uma cantora de ópera faz com que uma taça de cristal se despedace.

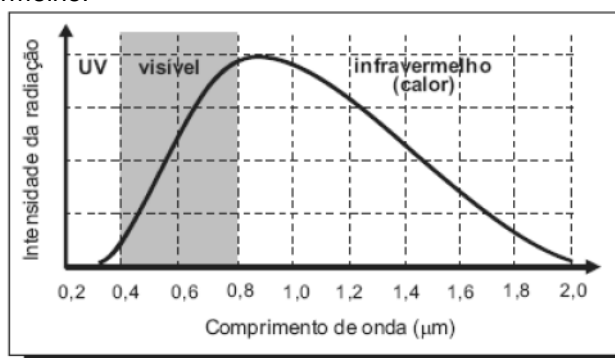
2-(ENEM-2009) Considere um equipamento capaz de emitir radiação eletromagnética com comprimento de onda bem menor que a da radiação ultravioleta. Suponha que a radiação emitida por esse equipamento foi apontada para um tipo específico de filme fotográfico e entre o equipamento e o filme foi posicionado o pescoço de um indivíduo. Quanto mais exposto à radiação, mais escuro se torna o filme após a revelação. Após acionar o equipamento e revelar o filme, evidenciou-se a imagem mostrada na figura abaixo.



Dentre os fenômenos decorrentes da interação entre a radiação e os átomos do indivíduo que permitem a obtenção desta imagem inclui-se a

- A) absorção da radiação eletromagnética e a consequente ionização dos átomos de cálcio, que se transformam em átomos de fósforo.
- B) maior absorção da radiação eletromagnética pelos átomos de cálcio que por outros tipos de átomos.
- C) maior absorção da radiação eletromagnética pelos átomos de carbono que por átomos de cálcio.
- D) maior refração ao atravessar os átomos de carbono que os átomos de cálcio.
- E) maior ionização de moléculas de água que de átomos de carbono.

3- (ENEM 2008) A passagem de uma quantidade adequada de corrente elétrica pelo filamento de uma lâmpada deixa-o incandescente, produzindo luz. O gráfico abaixo mostra como a intensidade da luz emitida pela lâmpada está distribuída no espectro eletromagnético, estendendo-se desde a região do ultravioleta (UV) até a região do infravermelho.



A eficiência luminosa de uma lâmpada pode ser definida como a razão entre a quantidade de energia emitida na forma de luz visível e a quantidade total de energia gasta para o seu funcionamento. Admitindo-se que essas duas quantidades possam ser estimadas, respectivamente, pela área abaixo da parte da curva correspondente à faixa de luz visível e pela área abaixo de toda a curva, a eficiência luminosa dessa lâmpada seria de aproximadamente

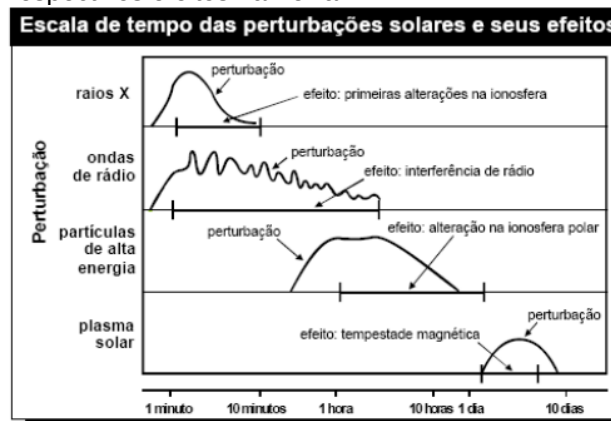
- a) 10%.
- b) 15%.
- c) 25%.
- d) 50%
- e) 75%

4- (ENEM 2010) Um garoto que passeia de carro com o seu pai pela cidade, ao ouvir o rádio, percebe que a sua estação de rádio preferida, a 94,9 FM, que opera na banda de frequência megahertz, tem seu sinal de transmissão superposto pela transmissão de uma rádio pirata de mesma frequência que interfere no sinal da emissora do centro em algumas regiões da cidade.

Considerando a situação apresentada, a rádio pirata interfere no sinal da rádio do centro devido à:

- atenuação promovida pelo ar nas radiações emitidas.
- maior amplitude da radiação emitida pela estação do centro.
- diferença de intensidade entre as fontes emissoras de ondas.
- menor potência de transmissão das ondas da emissora pirata.
- semelhança dos comprimentos de onda das radiações emitidas.

5 - (ENEM 2007) Explosões solares emitem radiações eletromagnéticas muito intensas e ejetam, para o espaço, partículas carregadas de alta energia, o que provoca efeitos danosos na Terra. O gráfico abaixo mostra o tempo transcorrido desde a primeira detecção de uma explosão solar até a chegada dos diferentes tipos de perturbação e seus respectivos efeitos na Terra.



Internet: <www.sec.noaa.gov> (com adaptações).

Considerando-se o gráfico, é correto afirmar que a perturbação por ondas de rádio geradas em uma explosão solar

- dura mais que uma tempestade magnética.
- chega à Terra dez dias antes do plasma solar.
- chega à Terra depois da perturbação por raios X.
- tem duração maior que a da perturbação por raios X.
- tem duração semelhante à da chegada à Terra de partículas de alta energia.

6- (ENEM 2009) Os radares comuns transmitem microondas que refletem na água, gelo e outras partículas na atmosfera. Podem, assim, indicar apenas o tamanho e a distância das partículas, tais como gotas de chuva. O radar Doppler, além disso, é capaz de registrar a velocidade e a direção na qual as partículas se movimentam, fornecendo um quadro do fluxo de ventos em diferentes elevações.

Nos EUA, a Nexrad, uma rede de 158 radares Doppler, montada na década de 90 pela Diretoria Nacional Oceânica e Atmosférica (NOAA), permite que o Serviço Meteorológico Nacional (NWS) emita alertas sobre situações potencialmente perigosas com um grau de certeza muito maior.

O pulso da onda do radar ao atingir uma gota de chuva, devolve uma pequena parte de sua energia numa onda de retorno, que chega ao disco do radar antes que ele emita a onda seguinte. Os radares da Nexrad transmitem entre 860 e 1300 pulsos por segundo, na frequência de 3000 MHz.

FISCHETTI, M., Radar meteorológico: Sinta o vento, Scientific American Brasil, n. 8, São Paulo, jan. 2003.

$$\Delta f = \left(\frac{2u_r}{c} \right) f_0$$

No radar Doppler, a diferença entre as frequências emitidas e recebidas pelo radar é dada por:

onde u_r é a velocidade relativa entre a fonte e o receptor, $c = 3,0 \times 10^8$ m/s é a velocidade da onda eletromagnética e f_0 é a frequência emitida pela fonte. Qual é a velocidade, em km/h, de uma chuva, para a qual se registra no radar Doppler uma diferença de frequência de 300 Hz?

- 1,5 km/h.
- 5,4 km/h.
- 15 km/h.
- 54 km/h.
- 108 km/h.

7- (ENEM 2005) Um problema ainda não resolvido da geração nuclear de eletricidade é a destinação dos rejeitos radiativos, o chamado “lixo atômico”. Os rejeitos mais ativos ficam por um período em piscinas de aço inoxidável nas próprias usinas antes de serem, como os demais rejeitos, acondicionados em tambores que são dispostos em áreas cercadas ou encerrados em depósitos subterrâneos secos, como antigas minas de sal. A complexidade do problema do lixo atômico, comparativamente a outros lixos com substâncias tóxicas, se deve ao fato de:

- a) emitir radiações nocivas, por milhares de anos, em um processo que não tem como ser interrompido artificialmente.
- b) acumular-se em quantidades bem maiores do que o lixo industrial convencional, faltando assim locais para reunir tanto material.
- c) ser constituído de materiais orgânicos que podem contaminar muitas espécies vivas, incluindo os próprios seres humanos.
- d) exalar continuamente gases venenosos, que tornariam o ar irrespirável por milhares de anos.
- e) emitir radiações e gases que podem destruir a camada de ozônio e agravar o efeito estufa.

8- (Enem 2006) O funcionamento de uma usina nucleoeletrica típica baseia-se na liberação de energia resultante da divisão do núcleo de urânio em núcleos de menor massa, processo conhecido como fissão nuclear. Nesse processo, utiliza-se uma mistura de diferentes átomos de urânio, de forma a proporcionar uma concentração de apenas 4% de material físsil. Em bombas atômicas, são utilizadas concentrações acima de 20% de urânio físsil, cuja obtenção é trabalhosa, pois, na natureza, predomina o urânio não-físsil. Em grande parte do armamento nuclear hoje existente, utiliza-se, então, como alternativa, o plutônio, material físsil produzido por reações nucleares no interior do reator das usinas nucleoeletricas. Considerando-se essas informações, é correto afirmar que

- a) a disponibilidade do urânio na natureza esta ameaçada devido a sua utilização em armas nucleares.
- b) a proibição de se instalarem novas usinas nucleoeletricas não causara impacto na oferta mundial de energia.
- c) a existência de usinas nucleoeletricas possibilita que um de seus subprodutos seja utilizado como material bélico.
- d) a obtenção de grandes concentrações de urânio físsil é viabilizada em usinas nucleoeletricas.
- e) a baixa concentração de urânio físsil em usinas nucleoeletricas impossibilita o desenvolvimento energético.

9 - (ENEM 2010) Ao contrário dos rádios comuns (AM ou FM) em que, uma única antena transmissora é capaz de alcançar toda a cidade, os celulares necessitam de várias antenas para cobrir um vasto território. No caso dos rádios FM, a frequência de transmissão está na faixa dos MHz (ondas de rádio), enquanto, para os celulares, a frequência está na faixa dos GHz (micro-ondas). Quando, comparado aos rádios comuns, o alcance de um celular é muito menor.

Considerando-se as informações do texto, o fator que possibilita essa diferença entre propagação das ondas de rádio e das micro-ondas é que as ondas de rádio são:

- a) facilmente absorvida nas camadas da atmosfera superior conhecida como ionosfera.
- b) capazes de contornar uma diversidade de obstáculos como árvores, edifícios e pequenas elevações.
- c) mais refratadas pela atmosfera terrestre, que apresenta maior índice de refração para as ondas de rádio.
- d) menos atenuadas por interferência, pois o número de aparelhos que utilizam ondas de rádio é menor.
- e) constituída por pequenos comprimentos de onda que lhes conferem um alto poder de penetração em materiais de baixa densidade.

10- (ENEM-2012) Nossa pele possui células que reagem à incidência de luz ultravioleta e produzem uma substância chamada melanina, responsável pela pigmentação da pele. Pensando em se bronzear, uma garota vestiu um biquíni, acendeu a luz de seu quarto e deitou-se exatamente abaixo da lâmpada incandescente. Após várias horas ela percebeu que não conseguiu resultado algum. O bronzeamento não ocorreu porque a luz emitida pela lâmpada incandescente é de:

- a) baixa intensidade.
- b) baixa frequência.
- c) um espectro contínuo.
- d) amplitude inadequada.
- e) curto comprimento de onda.

11- (ENEM-2012) Em um dia de chuva muito forte, constatou-se uma goteira sobre o centro de uma piscina coberta, formando um padrão de ondas circulares. Nessa situação, observou-se que caíam duas gotas a cada segundo. A distância entre duas cristas consecutivas era de 25 cm e cada uma delas se aproximava da borda da piscina com velocidade de 1,0 m/s. Após algum tempo a chuva diminuiu e a goteira passou a cair uma vez por segundo. Com a diminuição da chuva, a distância entre as cristas e a velocidade de propagação da onda se tornaram, respectivamente:

- a) maior que 25 cm e maior que 1,0 m/s.
- b) maior que 25 cm e igual a 1,0 m/s.
- c) menor que 25 cm e menor que 1,0 m/s.
- d) menor que 25 cm e igual a 1,0 m/s.
- e) igual a 25 cm e igual a 1,0 m/s.

12- (ENEM 2011) Uma equipe de cientistas lançará uma expedição ao Titanic para criar um detalhado mapa 3D que “vai tirar, virtualmente, o Titanic do fundo do mar para o público”. A expedição ao local, a 4 quilômetros de profundidade no Oceano Atlântico, está sendo apresentada como a mais sofisticada expedição científica ao Titanic. Ela utilizará tecnologias de imagem e sonar que nunca tinha sido aplicadas ao navio, para obter o mais completo inventário de seu conteúdo. Esta complementação é necessária em razão das condições do navio, naufragado há um século.

O Estado de São Paulo. Disponível em: <http://www.estadao.com.br>. Acesso em: 27 jul. 2010 (adaptado).

No problema apresentado para gerar imagens através de camadas de sedimentos depositados no navio, o sonar é mais adequado, pois a:

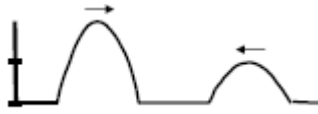
- a) propagação da luz na água ocorre a uma velocidade maior que a do som neste meio.
- b) absorção da luz ao longo de uma camada de água é facilitada enquanto a absorção do som não.
- c) refração da luz a uma grande profundidade acontece com uma intensidade menor que a do som.
- d) atenuação da luz nos materiais analisados é distinta da atenuação de som nestes mesmos materiais.
- e) reflexão da luz nas camadas de sedimentos é menos intensa do que a reflexão do som neste material.

13- (ENEM 2009/cancelado) A ultrassonografia, também chamada de ecografia, é uma técnica de geração de imagens muito utilizada em medicina. Ela se baseia na reflexão que ocorre quando um pulso de ultrassom, emitido pelo aparelho colocado em contato com a pele, atravessa a superfície que separa um órgão do outro, produzindo ecos que podem ser captados de volta pelo aparelho. Para a observação de detalhes no interior do corpo, os pulsos sonoros emitidos têm frequências altíssimas, de até 30 MHz, ou seja, 30 milhões de oscilações a cada segundo. A determinação de distâncias entre órgãos do corpo humano feita com esse aparelho fundamenta-se em duas variáveis imprescindíveis:

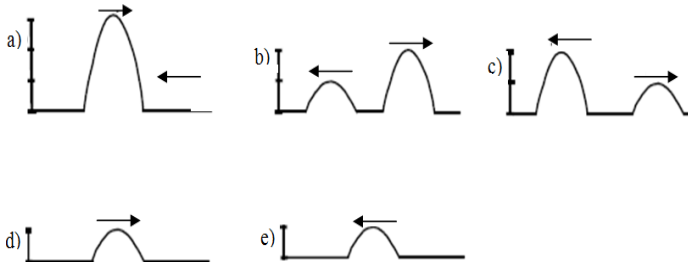
- a) a intensidade do som produzido pelo aparelho e a frequência desses sons.
- b) a quantidade de luz usada para gerar as imagens no aparelho e a velocidade do som nos tecidos.
- c) a quantidade de pulsos emitidos pelo aparelho a cada segundo e a frequência dos sons emitidos pelo aparelho.
- d) a velocidade do som no interior dos tecidos e o tempo entre os ecos produzidos pelas superfícies dos órgãos.
- e) o tempo entre os ecos produzidos pelos órgãos e a quantidade de pulsos emitidos a cada segundo pelo aparelho.

EXERCÍCIOS DE FIXAÇÃO

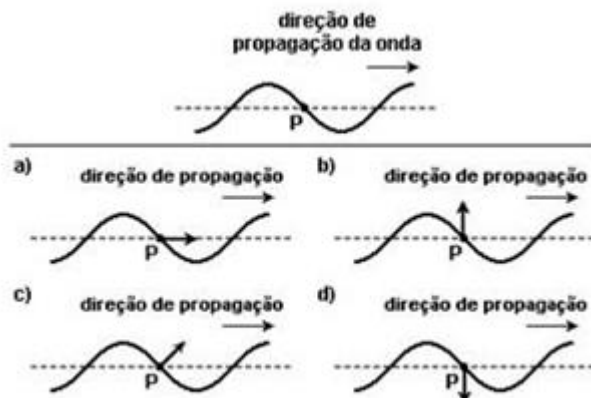
1-(UFRGS/2010) A figura abaixo representa dois pulsos produzidos nas extremidades opostas de uma corda.



Assinale a alternativa que melhor representa a situação da corda após o encontro dos dois pulsos:



2- (UFMG/2006) Enquanto brinca, Gabriela produz uma onda transversal em uma corda esticada. Em certo instante, parte dessa corda tem a forma mostrada na figura a seguir. A direção de propagação da onda na corda também está indicada na figura. Assinale a alternativa em que estão representados CORRETAMENTE a direção e o sentido do deslocamento do ponto P da corda, no instante mostrado.



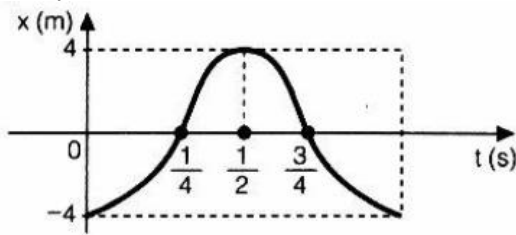
3- Uma partícula material realiza movimento harmônico simples com período 0,10 segundos. A frequência do movimento é:

- a) 100 Hz
- b) 1000 Hz
- c) 10 Hz
- d) 20 Hz
- e) 200 Hz

4- Uma partícula em movimento harmônico simples obedece à equação $x = 0,05 \cos(\pi/2 + \pi.t/4)$ com dados no Sistema Internacional a partir do instante $t = 0$. A velocidade escalar desta partícula no instante $t = 6$ s é:

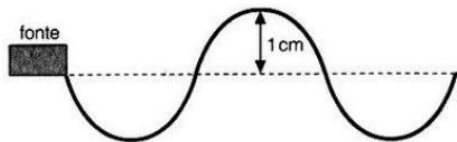
- a) zero
- b) 0,05m/s
- c) $0,05 \pi/4$ m/s
- d) $\pi/4$ m/s
- e) $\pi/2$ m/s

5- Uma partícula realiza um movimento harmônico simples, de acordo com o gráfico abaixo. Qual, em hertz, a frequência do movimento?



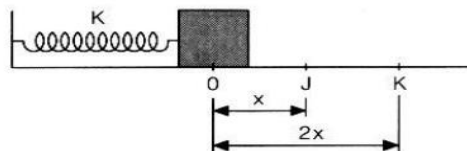
- a) 1
- b) $1/2$
- c) 4
- d) π
- e) 2π

6- Em 2 segundos, uma fonte de ondas periódicas determina numa corda tensa o aspecto apresentado na figura abaixo. As ondas se propagam na corda com velocidade de 6 cm/s. Podemos afirmar que:



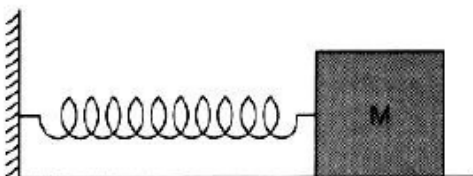
- a) o período da fonte é 2 s.
- b) a frequência da fonte é 0,5 Hz.
- c) o período das ondas é 0,5 s.
- d) o comprimento de onda das ondas é 6 cm,
- e) a amplitude das ondas é 2 cm.

7- Um bloco de massa m , preso à extremidade de uma mola, está em equilíbrio no ponto O e sobre uma superfície sem atrito. Puxando-se o bloco até o ponto J, o período de oscilação será de 4 segundos. Assim, se puxarmos o bloco até o ponto K, o período de oscilação será, em segundos, igual a:



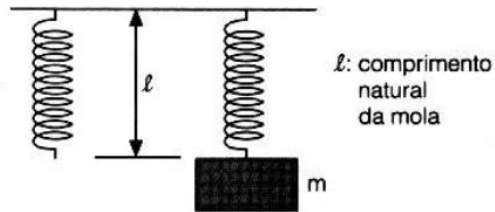
- a) 16
- b) 8
- c) 4
- d) 2
- e) 1

8- Um corpo de 2,0 kg estica de 10 cm uma mola à qual está suspenso na vertical e em repouso. O corpo, então, é colocado numa superfície horizontal sem atrito, ligado à mola, conforme mostra a figura. Nestas circunstâncias, o corpo é deslocado de 5,0 cm e abandonado, em repouso. ($g = 10 \text{ m/s}^2$) O período de oscilação da mola é de:



- a) 0,31 s
- b) 0,50 s
- c) 0,63 s
- d) 0,93 s
- e) n. r. a.

Este enunciado se refere às questões de **9** a **10**. Uma mola de massa desprezível e de constante elástica $k = 50 \text{ N/m}$ está suspensa verticalmente. Um corpo de massa $m = 2,0 \text{ kg}$ é conectado à extremidade inferior da mola e depois é abandonado, a partir do repouso.



9- De quanto é a dissipensão máxima da mola? ($g = 10 \text{ m/s}^2$)

- a) 0,4 m
- b) 0,8 m
- c) 0,2 m
- d) 0,1 m
- e) 1,0 m

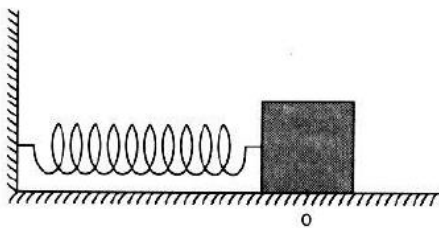
10- Qual é a velocidade máxima do corpo?

- a) 2 m/s
- b) 4 m/s
- c) $\sqrt{2} \text{ m/s}$
- d) $\sqrt{3} \text{ m/s}$
- e) 3 m/s

11- Qual a aceleração do corpo no porto mais baixo?

- a) 5 m/s^2 para cima
- b) 5 m/s^2 para baixo
- c) 10 m/s^2 para cima
- d) 10 m/s^2 para baixo
- e) nula

Este enunciado se refere às questões **12** e **13**.



Um ponto material, de massa $m = 0,1 \text{ kg}$, oscila em torno da posição 0, animado de MHS (movimento harmônico simples), na ausência de forças dissipativas. A mola tem constante elástica $k = 40 \text{ N/m}$. A energia mecânica total do sistema é de 0,2 joule.

12- A amplitude de oscilação é:

- a) 0,1 m
- b) 0,2 m
- c) 0,4 m
- d) 0,8 m

13- O valor máximo da velocidade do ponto material, em módulo, é:

- a) 1 m/s
- b) 2 m/s
- c) 4 m/s
- d) 8 m/s

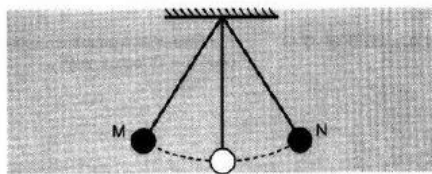
14- A energia cinética de um ponto material que realiza MHS é máxima quando:

- a) a aceleração é máxima.
- b) a força é máxima.
- c) a elongação é máxima.
- d) a força é nula.
- e) a energia potencial é máxima.

15- Um corpo está dotado de MHS, oscilando entre os pontos de abscissas -10 cm e $+10\text{ cm}$. Tomando como nível zero de energia potencial o ponto de abscissa zero, indique em que pontos é a energia do sistema constituída de duas partes iguais, uma cinética e outra potencial.

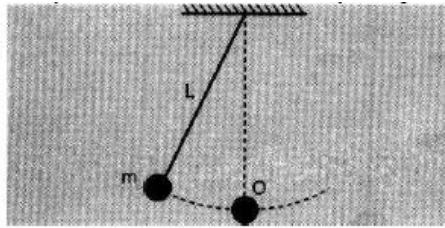
- a) $+10\text{cm}$ e -10cm
- b) $+5\sqrt{2}\text{cm}$ e $-5\sqrt{2}\text{cm}$
- c) $+5\text{cm}$ e -5cm
- d) $+5\sqrt{2}/2\text{cm}$ e $-5\sqrt{2}/2\text{cm}$
- e) $+5\sqrt{3}\text{ cm}$ e $-5\sqrt{3}\text{cm}$

16- Um pêndulo simples oscila entre duas posições M e N. Quando o pêndulo estiver no ponto M, é incorreto afirmar que a:



- a) velocidade é nula.
- b) aceleração é diferente de zero.
- c) resultante das forças é igual a zero.
- d) energia cinética é igual a zero.
- e) tensão na corda é diferente de zero

17- A figura abaixo representa um pêndulo simples, de comprimento L , oscilando com pequena amplitude em torno da posição de equilíbrio O . Nessas condições, desprezando-se todas as formas de atrito, pode-se afirmar que a frequência da oscilação:

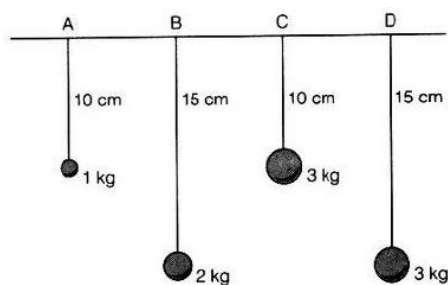


- a) diminui com o aumento no comprimento L .
- b) não depende do comprimento.
- c) depende da massa m .
- d) é diretamente proporcional à amplitude.
- e) é inversamente proporcional à amplitude.

18- Um pêndulo simples de comprimento L gasta 3,0 segundos para uma oscilação completa. Se este comprimento for reduzido a $L/4$, o tempo para uma oscilação completa será de:

- a) 6,0 s
- b) 4,5 s
- c) 3,0 s
- d) 1,5 s
- e) 0,75 s

19- Observando os quatro pêndulos da figura, podemos afirmar que:



- a) o pêndulo A oscila mais devagar que o pêndulo B.
- b) o pêndulo A oscila mais devagar que o pêndulo C.
- c) o pêndulo B e o pêndulo D possuem mesma frequência de oscilação.
- d) o pêndulo B oscila mais devagar que o pêndulo D.
- e) o pêndulo C e o pêndulo D possuem mesma frequência de oscilação.

20- Um relógio defeituoso, embora mantendo um movimento periódico, tem o ponteiro dos segundos realizando uma volta completa em 1,01 min. Nestas condições, podemos afirmar que tal relógio:

- a) atrasa 14 min e 24 s por dia.
- b) atrasa 8 min e 64 s por dia.
- c) adianta 14 min e 24 s por dia.
- d) adianta 8 min e 64 s por dia.
- e) não apresenta diferença superior a 1,0 min num dia.

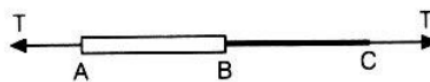
21- Qual dos seguintes tipos de onda não é onda eletromagnética?

- a) infravermelho
- b) radiação gama
- c) ondas luminosas
- d) ondas sonoras
- e) ondas de rádio

22- A velocidade de propagação de uma perturbação transversal numa corda de massa específica linear 0,010 kg/m, tracionada por uma força de 64 N, é, em m/s, de:

- a) 0,64
- b) 40
- c) 64
- d) 80
- e) 320

23- O esquema representa um fio de cobre sujeito à tensão T . No trecho AB, a seção do fio tem raio r , e no trecho BC, raio $r/2$. A velocidade de propagação de uma onda transversal no trecho AB é 200 m/s. No trecho BC a velocidade passa a ser:



- a) 50 m/s
- b) 100 m/s
- c) 200 m/s
- d) 400 m/s
- e) 800 m/s

24- Num teleférico é produzida uma trepidação que se propaga transversalmente com 55 m/s ao longo do cabo de aço que o suspende, Sabendo-se que o cabo tem comprimento de 400 m e massa de 2200 kg, a tração aplicada no cabo tem a ordem de grandeza, em N, igual a:

- a) 102
- b) 106
- c) 1010
- d) 104
- e) 108

25- O som produzido por uma corda de violão depende do comprimento, da espessura e da tensão na corda. A frequência do som emitido pela corda:

- a) aumenta com o aumento da tensão e do comprimento.
- b) diminui com a diminuição da espessura.
- c) aumenta com a diminuição da espessura e do comprimento.
- d) diminui com o aumento do comprimento e da tensão.
- e) diminui com o aumento da espessura e da tensão.

26- O comprimento de uma onda de 120 Hz de frequência, que se propaga com velocidade de 6 m/s vale, em metro:

- a) 0,05
- b) 0,2
- c) 0,5
- d) 0,02

27- Uma onda monocromática de frequência $2,0 \cdot 10^{14}$ Hz propaga-se no vácuo onde sua velocidade é $c = 3,0 \cdot 10^8$ m/s. O seu comprimento de onda em angstroms ($1 \text{ angstrom} = 10^{-10} \text{ m}$) é:

- a) $2,0 \cdot 10^2$
- b) $2,0 \cdot 10^4$
- c) $1,5 \cdot 10^2$
- d) $1,5 \cdot 10^4$
- e) $1,8 \cdot 10^4$

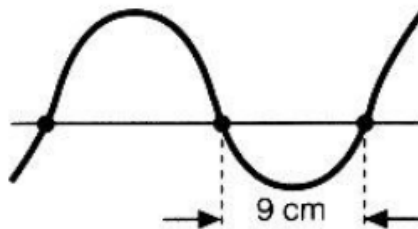
28- O Sol nos manda, entre outras radiações, luz vermelha, luz azul, calor, raios X, raios γ . Todas essas radiações têm em comum, no vácuo, a(o) mesma(o):

- a) velocidade de propagação.
- b) frequência.
- c) comprimento de onda.
- d) amplitude de onda.
- e) período de vibração.

29- Selecione a alternativa que completa corretamente as lacunas nas afirmações abaixo. I. O módulo da velocidade de propagação da luz no ar é que o da luz no vidro. II. No vácuo, o comprimento de onda da luz é que o das ondas de rádio.

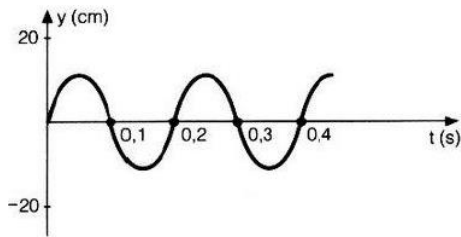
- a) maior - menor
- b) maior - maior
- c) menor - o mesmo
- d) o mesmo - menor
- e) o mesmo – maior

30- Uma onda se propaga ao longo de uma corda com frequência de 30 Hz, conforme a figura. Nessas condições podemos afirmar que sua velocidade e comprimento de onda são, respectivamente:



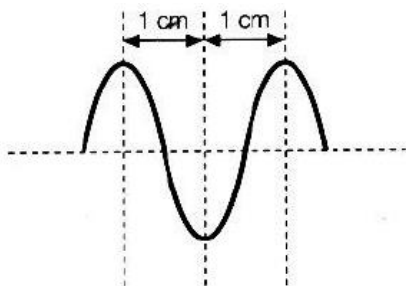
- a) 320 cm/s e 18 cm
- b) 540 cm/s e 18 cm
- c) 270 cm/s e 9 cm
- d) 90 cm/s e 3 cm
- e) 30 cm/s e 3 cm

31- Uma onda produzida na superfície de um tanque de água, de 40 cm de comprimento de onda, faz com que uma pequena rolha sofra deslocamentos verticais, em relação ao nível da superfície. Conforme diagrama abaixo. A velocidade da onda, em cm/s, é:



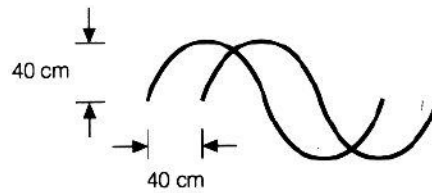
- a) 50
- b) 180
- c) 200
- d) 500
- e) 800

32- Esta figura representa uma onda senoidal propagando-se ao longo de uma corda, com velocidade igual a 0,2 m/s. Qual a frequência da onda em hertz?



- a) 0,1
- b) 1,0
- c) 10
- d) 20
- e) 50

Os testes **33** e **34** referem-se à figura abaixo, em que são mostrados dois instantâneos de uma onda progressiva numa corda, tomados com intervalos de tempo de 0,001 s.



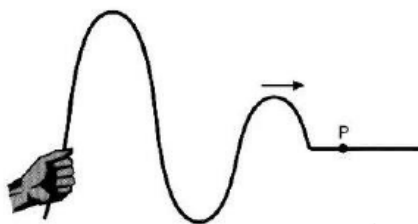
33- A velocidade de propagação da onda, em m/s, vale:

- a) $4,0 \cdot 10^{-2}$
- b) $4,0 \cdot 10^{-1}$
- c) $4,0 \cdot 10^0$
- d) $4,0 \cdot 10^1$
- e) $4,0 \cdot 10^2$

34- A amplitude da onda, em cm, vale:

- a) $4,0 \cdot 10^{-2}$
- b) $4,0 \cdot 10^{-1}$
- c) $4,0 \cdot 10^0$
- d) $4,0 \cdot 10^1$
- e) $4,0 \cdot 10^2$

35- A figura mostra uma onda propagando-se para a direita em uma corda, com velocidade de 12,0 m/s. O ponto P, ao ser atingido pela onda, leva $3,0 \cdot 10^{-2}$ s para retornar pela primeira vez a posição inicial. O comprimento de onda é:



- a) $2,5 \cdot 10^3$ m
- b) $2,0 \cdot 10^2$ m
- c) $3,6 \cdot 10^{-1}$ m
- d) $7,2 \cdot 10^{-1}$ m
- e) $4,0 \cdot 10^{-2}$ m

36-Numa corda vibrante homogênea, que executa pequenas oscilações livres e transversais, a mínima distância entre dois pontos que estão sempre em oposição de fase é de 0,2 m. Sendo de 400 Hz a frequência das oscilações, a velocidade de fase das ondas geradas na corda é de:

- a) 80 m/s
- b) 160 m/s
- c) 500 m/s
- d) 700 m/s
- e) 1000 m/s

37- Em um lago, o vento produz ondas periódicas que se propagam com velocidade de 2 m/s. O comprimento de onda é de 10 m. A frequência de oscilação de um barco, quando ancorado nesse lago, em Hz, é de:

- a) 0,5
- b) 0,2
- c) 2
- d) 5
- e) 10

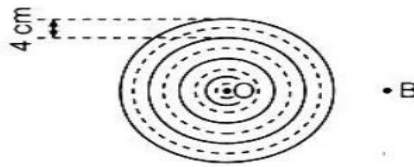
38-Um pescador, balançando o barco em que se encontra, produz ondas na superfície de um lago cuja profundidade é constante até a margem. Nessa situação, ele observa que:

- 1°) o barco executa 30 oscilações por minuto;
- 2°) a cada oscilação aparece a crista de uma onda;
- 3°) cada crista gasta 10 s para alcançar a margem.

Considerando essas observações e sabendo que o barco se encontra a 18 m da margem, podemos afirmar que as ondas formadas no lago têm um comprimento de onda de:

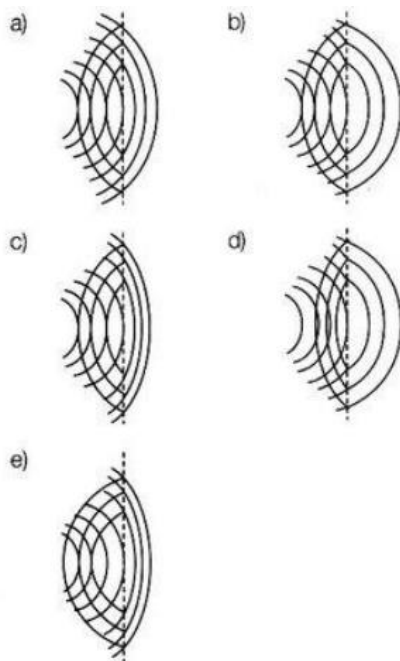
- a) 1,8 m
- b) 0,28 m
- c) 0,9 m
- d) 3,6 m
- e) 0,36m

39- A figura representa, esquematicamente, ondas produzidas na água por uma fonte de frequência 5 Hz localizada em O. As linhas cheias representam cristas e as tracejadas, vales. No ponto B há uma pequena bóia localizada a 40 cm de O. O intervalo de tempo para que um pulso gerado em O atinja B é de:

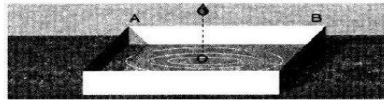


- a) 10 s
- b) 8 s
- c) 4s
- d) 2 s
- e) 1 s

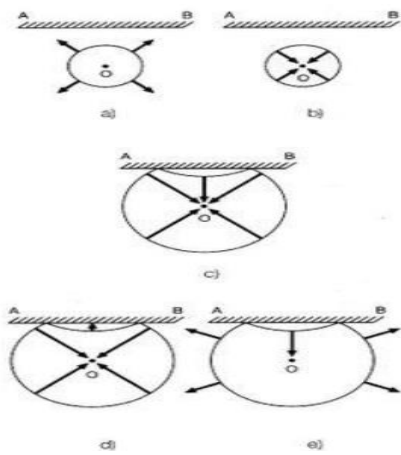
40- Uma fonte pontual produz ondas circulares na superfície de um líquido em uma cuba de ondas. As frentes de onda, ao se propagarem, encontram uma descontinuidade na profundidade do líquido, passando de uma região mais profunda para outra mais rasa, onde a velocidade de propagação é menor do que na primeira. Qual das opções abaixo ilustra corretamente o que se observa em consequência da reflexão e da refração das frentes de onda incidentes na descontinuidade (linha tracejada nas opções)?



41- Uma gota cai no ponto O da superfície da água contida em um tanque. O ponto O dista 2,0 cm da parede AB, estando muito mais distante das outras. A queda da gota produz uma onda circular que se propaga com velocidade de 20 cm/s.



Qual das figuras propostas representa a onda observada na superfície 0,15 s depois da queda da gota? (As setas representam os sentidos de propagação em cada caso)



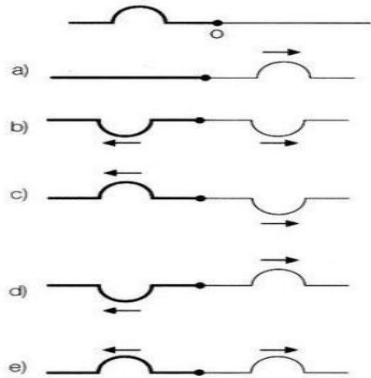
42- Quando uma radiação passa de um meio para o outro:

- I. sua frequência varia e seu comprimento de onda permanece constante.
- II. sua velocidade varia e sua frequência permanece constante.
- III. a velocidade varia e o comprimento de onda permanece constante.
- IV. a frequência, a velocidade e o comprimento de onda permanecem constantes.
- V. a frequência, a velocidade e o comprimento de onda variam.

É verdadeira a afirmação de número:

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

43- Um pulso se propaga em uma corda composta, tensa, conforme a figura. O pulso vai da região da corda de maior para a de menor densidade linear. Após o pulso passar pela junção O, o diagrama que mostra a correta configuração do pulso (ou dos pulsos) é:



44- A tabela mostra os índices de refração (n) de algumas substâncias em relação ao ar, para a luz de vários comprimentos de onda (λ).

λ (Å)	índices de refração (n)		
	quartzo fundido	vidro crown	vidro flint
6 563	1,4564	1,5204	1,5721
5 892	1,4585	1,5230	1,5760
4 861	1,4632	1,5293	1,5861
4 340	1,4669	1,5344	1,5944

Faz-se um feixe de luz de um determinado comprimento de onda (por exemplo, $5\,892 \cdot 10^{-10}$ m) proveniente do ar penetrar em cada uma das três substâncias. A partir dessa situação e dos dados da tabela, pode-se inferir que:

- a) o índice de refração não depende da substância.
- b) a velocidade de propagação dessa luz no quartzo fundido é maior do que no vidro crown. c) a velocidade de propagação dessa luz no vidro flint e no vidro crown é a mesma.
- d) a frequência dessa luz no quartzo fundido é maior do que no vidro flint.
- e) a frequência aumenta quando essa luz penetra no vidro crown,

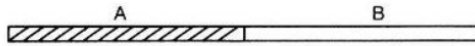
45- Um feixe de luz cujo comprimento de onda é $6,0 \cdot 10^{-7}$ m e cuja frequência é $5,0 \cdot 10^{14}$ Hz passa do vácuo para um bloco de vidro cujo índice de refração é 1,50. Quais são os valores, no vidro, da velocidade, da frequência e do comprimento de onda da luz do feixe?

- a) $V=3,0 \cdot 10^8$ m/s; $f=7,5 \cdot 10^{14}$ Hz; $\lambda=4,0 \cdot 10^{-7}$ m.
- b) $V=2,0 \cdot 10^8$ m/s; $f=5,0 \cdot 10^{14}$ Hz; $\lambda=4,0 \cdot 10^{-7}$ m.
- c) $V=2,0 \cdot 10^8$ m/s; $f=5,0 \cdot 10^{14}$ Hz; $\lambda=6,0 \cdot 10^{-7}$ m.
- d) $V=3,0 \cdot 10^8$ m/s; $f=5,0 \cdot 10^{14}$ Hz; $\lambda=4,0 \cdot 10^{-7}$ m.
- e) $V=2,0 \cdot 10^8$ m/s; $f=7,5 \cdot 10^{14}$ Hz; $\lambda=6,0 \cdot 10^{-7}$ m.

46- Um raio de luz parte de um meio A, cujo índice de refração é $n_A = 1,80$, para um meio B, cujo índice de refração é $n_B = 1,44$. Qual o valor da relação V_A / V_B entre as velocidades da luz nos dois meios?

- a) 0,56
- b) 0,80
- c) 1,00
- d) 1,25
- e) 2,16

47-Uma corda vibrante é constituída por duas partes (A e B) homogêneas e de materiais distintos. Se o comprimento de onda das ondas em A é de 15 cm e se a razão entre as velocidades das ondas em A e B é 1,5, então o comprimento de onda das ondas na parte B é de:



- a) 0,10 cm
- b) 15 cm
- c) 22,5 cm
- d) 10 cm
- e) 16,5 cm

48-A propriedade que uma onda possui de contornar um obstáculo ao ser parcialmente interrompida por ele é conhecida por:

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

49-Um feixe paralelo de raios luminosos atravessa um pequeno orifício em um anteparo e, após, incide sobre outro anteparo colocado mais adiante, iluminando uma região de dimensões maiores do que as do orifício. A denominação mais apropriada para esse fenômeno é:

- a) reflexão
- b) refração
- c) interferência
- d) difração
- e) difusão

“Em geral, sempre que um corpo capaz de oscilar está sujeito a uma série periódica de impulsos, tendo uma frequência igual a uma das frequências naturais de oscilação do corpo, este entra em vibração com uma amplitude relativamente grande. Este fenômeno é chamado ressonância. O empurrar de um balanço constitui um exemplo de ressonância mecânica. O balanço é um pêndulo com uma única frequência natural que depende de seu comprimento. Se a ele aplicamos uma série de empurrões regularmente espaçados, com uma frequência igual à frequência do balanço, a amplitude das oscilações pode tornar-se bem grande. Se a frequência dos empurrões difere da frequência natural do balanço, ou se os empurrões são aplicados em intervalos irregulares, dificilmente ele oscila. Ao contrário de um pêndulo simples, que só possui uma frequência natural, uma corda esticada e presa nas extremidades possui grande número de frequências naturais. A sintonização de um rádio constitui um exemplo de ressonância elétrica. Quando giramos o sintonizador, a frequência de uma corrente alternada no receptor se torna igual à das ondas emitidas pela estação que desejamos. É possível, também, haver uma ressonância óptica entre os átomos de um gás a baixa pressão e as ondas luminosas emitidas por uma lâmpada que os contém: assim, a luz de uma lâmpada de sódio pode fazer vibrar os átomos de sódio

numa ampola de vidro, emitindo a luz amarela característica do elemento.”

Com base no texto dado, responda os testes de **50 a 53** de acordo com o seguinte código:

- a) Só a proposição I está de acordo com o texto,
- b) Só a proposição II está de acordo com o texto.
- c) Só a proposição III está de acordo com o texto.
- d) Nenhuma das proposições está de acordo com o texto.
- e) As alternativas anteriores são inadequadas.

50-

- I. O conceito de ressonância diz respeito a fenômenos acústicos somente,
- II. Na ressonância, há sempre um reforço na frequência,
- III. Os balanços só se movem por ressonância.

51-

- I. Um balanço só oscila quando se aplicam empurrões periódicos, de período arbitrário.
- II. Os balanços são comparáveis a pêndulos porque oscilam com amplitude constante.
- III. É possível variar a frequência de um balanço, quando se modifica o seu comprimento.

52-

- I. É possível explicar grande número de fenômenos por meio da ressonância.
- II. Quando sintonizamos uma estação de rádio, estamos reforçando a amplitude do sinal que dela é recebido.
- III. Pode-se, em alguns casos, explicar a emissão de luz, por meio da ressonância.

53-

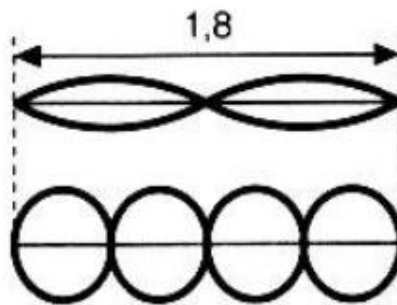
- I. Há sistemas vibrantes que podem ressoar para diferentes frequências.
- II. Os corpos que vibram, em geral, o fazem para qualquer frequência.
- III. O fenômeno de ressonância é aplicável a diferentes campos da Física.

54- Uma corda de 25 cm de comprimento, fixa nas extremidades P e Q, vibra na configuração estacionária representada na figura. Sabendo-se que a frequência de vibração é de 1000 Hz, a velocidade de propagação das ondas ao longo da corda vale:



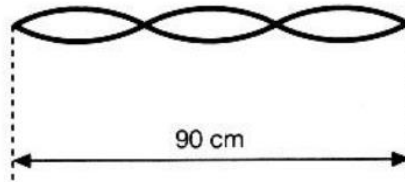
- a) 125 m/s
- b) 250 m/s
- c) 400 m/s
- d) 500 m/s
- e) 4000 m/s

55- A figura mostra duas cordas idênticas, de comprimento 1,8 m e submetidas à mesma força de tração. A razão (quociente) entre o comprimento de onda estabelecido na segunda corda e o comprimento de onda produzido na primeira é:



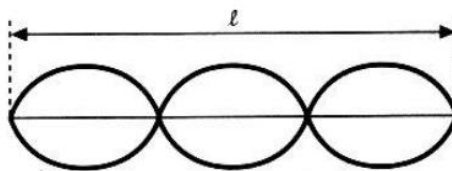
- a) 0,4
- b) 0,5
- c) 0,25
- d) 2,5
- e) 4

56- A figura representa uma configuração de onda estacionária numa corda de 90 cm, fixa em ambas as extremidades. O comprimento de onda dessa corda, em cm, é de:



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

57- Uma corda de comprimento igual a 90 cm vibra no estado estacionado conforme a figura. Sabendo-se que a velocidade de propagação nessa corda vale 18 m/s, a frequência da fonte que produziu o fenômeno, em hertz, é igual a:



- a) 10 d) 40
- b) 20 e) 60
- c) 30

58- Uma corda tem 2,00 metros de comprimento e está esticada pelos seus extremos fixos. Estabelece-se uma onda estacionária na corda, com a formação de sete regiões ventrais. O comprimento de onda da onda progressiva que corresponde a essa estacionária é, em centímetros, mais próximo de:

- a) 89,0 b) 57,1 c) 44,5 d) 28,5 e) 15,0

59- As ondas sonoras não podem ser polarizadas. As ondas que não sofrem polarização devem ser obrigatoriamente ondas:

- a) elásticas.
- b) longitudinais.
- c) transversais.
- d) de rádio,
- e) de TV.

60- Uma fonte emite onda sonora de frequência 500 Hz, próxima à superfície de um lago, e sofre refração na água. Determine o seu comprimento de onda no ar e na água, admitindo que as velocidades no ar e na água sejam, respectivamente, 330 m/s e 1500 m/s.

- a) 0,26 m e 2,00 m
- b) 0,40 m e 4,00 m
- c) 0,33 m e 8,00 m
- d) 0,66 m e 3,00 m

61- Em relação às ondas sonoras, é correto afirmar que:

- a) propagam-se em qualquer meio.
- b) são ondas longitudinais.
- c) não podem contornar obstáculos.
- d) a altura sonora é igual para todas as ondas.
- e) o timbre é igual quando duas pessoas falam a mesma palavra.

62- Uma corda vibrante homogênea, de comprimento 1,6 m e massa 40 g, emite o som fundamental quando está submetida a uma tração de 160 N. A frequência do 3º harmônico desse som fundamental é:

- a) 200 Hz
- b) 150 Hz
- c) 125 Hz
- d) 100 Hz
- e) 75 Hz

63- Uma corda, fixa nos dois extremos, possui massa igual a 20 g e densidade linear de $4 \cdot 10^{-2}$ kg/m. Sabendo-se que vibra em ressonância com um diapasão que oscila na frequência de 400 Hz e que a onda estacionária que a percorre possui ao todo cinco nós, a força que traciona a corda tem intensidade de:

- a) 256 N
- b) 400 N
- c) 800 N
- d) 160 N
- e) 200 N

64- Um instrumento musical emite a nota lá com frequência de 440 Hz num local onde a velocidade do som é de 330 m/s. Qual o comprimento de onda associado a essa nota?

- a) 1/400 m
- b) 0,75 m
- c) 1,33 m
- d) 110 m
- e) 770 m

65- O quinto harmônico emitido por um tubo aberto possui a frequência de 1700 Hz. Sendo a velocidade de som 340 m/s, o comprimento do tubo é de:

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

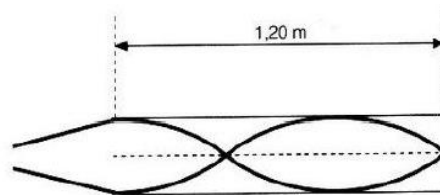
66- Um tubo sonoro aberto tem comprimento 34 cm e é soprado com ar. A velocidade de propagação do som no ar é $v = 340$ m/s. O som fundamental emitido tem comprimento de onda λ e frequência f . Assinale o conjunto coerente.

- a) $\lambda = 17$ cm; $f = 2000$ Hz
- b) $\lambda = 34$ cm; $f = 1000$ Hz
- c) $\lambda = 68$ cm; $f = 500$ Hz
- d) $\lambda = 68$ cm; $f = 1000$ Hz
- e) Nenhum dos anteriores.

67- O ouvido externo do homem pode ser considerado um tubo sonoro com 2,5 cm de comprimento, aberto em uma das extremidades e fechado na outra pelo tímpano. A frequência fundamental de ressonância do ouvido é de: (Dado: $V_{som} = 330 \text{ m/s}$.)

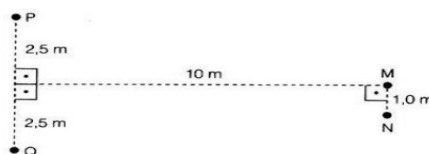
- a) $3,4 \cdot 10^2 \text{ Hz}$
- b) $0,8 \cdot 10^2 \text{ Hz}$
- c) $1,3 \cdot 10^2 \text{ Hz}$
- d) $4,0 \cdot 10^2 \text{ Hz}$
- e) $6,6 \cdot 10^3 \text{ Hz}$

68- A figura abaixo representa uma onda estacionária que se forma em um tubo sonoro fechado. A velocidade de propagação do som no ar é 340 m/s. A frequência do som emitido pelo tubo é aproximadamente:



- a) 212 Hz
- b) 284 Hz
- c) 340 Hz
- d) 425 Hz
- e) 567 Hz

69- Dois microfones, situados em P e Q como indica a figura, emitem sons de 340 Hz, são coerentes e sem defasagem.



Nestas condições, em relação ao som captado nos pontos M e N, deve ocorrer:

- a) reforço e reforço.
- b) reforço e enfraquecimento.
- c) enfraquecimento e reforço.
- d) enfraquecimento e enfraquecimento.
- e) reforço e batimento.

70- Duas fontes sonoras coerentes, F1 e F2 emitem ondas de período de 0,05 s, num meio em que o som se propaga com velocidade de 400 cm/s. A amplitude das ondas emitidas pelas duas fontes são iguais. Sendo B um ponto deste meio, distante 100 m de F1 e 500 m de F2, pode-se dizer que:

- a) em B ocorre interferência destrutiva.
- b) em B ocorre interferência construtiva.
- c) a amplitude das oscilações em B é nula.
- d) o ponto B é atingido pelas ondas emitidas por F1, mas não pelas emitidas por F2.

GABARITO

1º Pintou no 

1-C 2-C 3-A 4-C

1ª LISTA DE FIXAÇÃO

1-A	6-A	11-C	16-E	21-A
2-B	7-D	12-E	17-C	
3-C	8-A	13-B	18-C	
4-C	9-A	14-E	19-B	
5-A	10-B	15-C	20-A	

2º Pintou no 

1-D 2-E

2ª LISTA DE FIXAÇÃO

1-A	6-E	11-B	16-B	21-E	26-A
2-A	7-C	12-A	17-C	22-C	27-C
3-C	8-B	13-B	18-D	23-D	28-A
4-B	9-D	14-E	19-D	24-C	
5-B	10-C	15-A	20-C	25-C	

3º Pintou no 

1-A 2-C 3-C 4-E 5-D 6-D 7-A 8-C 9-B 10-B 11-B 12-D 13-D

3ª LISTA DE FIXAÇÃO

1-B	9-A	17-E	25-A	33-D	41-E	49-D	57-C	65-B	
2-B	10-A	18-D	26-A	34-D	42-B	50-D	58-B	66-C	
3-C	11-C	19-C	27-D	35-D	43-E	51-C	59-B	67-E	
4-A	12-A	20-A	28-A	36-B	44-B	52-E	60-D	68-A	
5-A	13-B	21-D	29-A	37-B	45-E	53-E	61-B	69-B	
6-D	14-D	22-D	30-B	38-D	46-B	54-B	62-E	70-C	
7-C	15-B	23-D	31-C	39-D	47-D	55-A	63-B		
8-C	16-C	24-D	32-C	40-C	48-C	56-D	64-B		

Referências:

BÔAS V.B; DOCA R.H; BISCOLA G.J . **Tópicos de Física 1. Manual do Professor**. São Paulo: Saraiva; 2007.

MÁXIMO A; ALVARENGA B. **Curso de Física, Vol. 2**. São Paulo: Scipione; 2006.

SOMA. **Apostila de Física, Vol. 3**; 2008.

SOUZA R.S. Óptica geométrica. Disponível em: <<http://www.ufjf.br/cursinho/files/2012/05/APOSTILA-RENAN-2012.109.146.pdf>> Acesso em: 11 mai. 2014.

Exercícios ENEM. Disponível em: <http://inovacaotecnologica.com.br>. Acesso em: 28 abr. 2010 (adaptado).