

TRABALHO ESTUDOS INDEPENDENTES

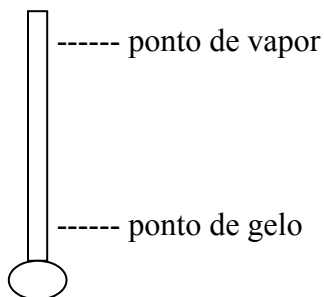
NOME:

VALOR: 40 PONTOS

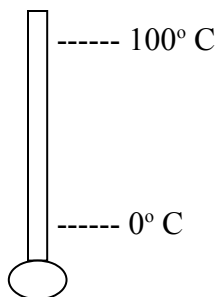
ESCALAS TERMOMÉTRICAS

1º Ponto fixo (ponto de gelo)

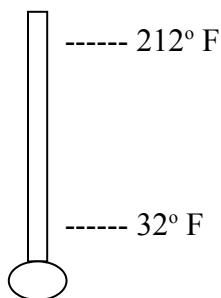
2º Ponto fixo (ponto de vapor)



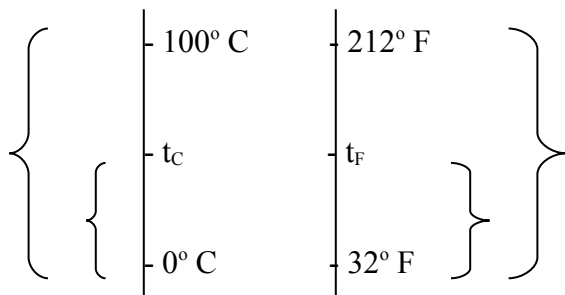
Escala Celsius



Escala Fahrenheit



Relação entre as escalas Celsius e Fahrenheit

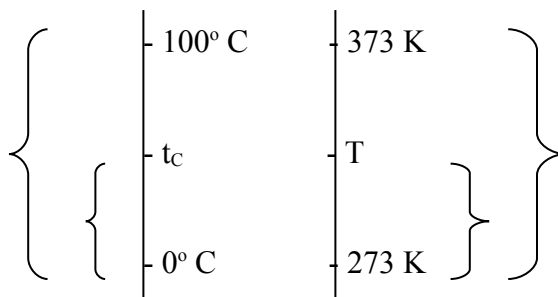


$$\frac{t_c - 0}{100 - 0} = \frac{t_F - 32}{212 - 32}$$

Exercícios

1. No Rio de Janeiro, a temperatura ambiente chegou a atingir, no verão de 1998, o valor de 49° C. Qual seria o valor dessa temperatura, se lida num termômetro na escala Fahrenheit?
2. A temperatura média do corpo humano é 36° C. Determine o valor dessa temperatura na escala Fahrenheit.
3. Lê-se no jornal que a temperatura em certa cidade da Rússia atingiu, no inverno, o valor de 14° F. Qual o valor dessa temperatura na escala Celsius?

Relação entre as escalas Celsius e Kelvin



$$\frac{t_c - 0}{100 - 0} = \frac{T - 273}{373 - 273}$$

Exercícios

1. Um corpo se encontra à temperatura de 27° C. Determine o valor dessa temperatura na escala Kelvin.
2. Um doente está com febre de 42° C. Qual sua temperatura expressa na escala Kelvin?
3. Uma pessoa tirou sua temperatura com um termômetro graduado na escala Kelvin e encontrou 312 K. Qual o valor de sua temperatura na escala Celsius?
4. Um gás solidifica-se na temperatura de 25 K. Qual o valor desse ponto de solidificação na escala Celsius?
5. Uma forma de aumentar a temperatura de um corpo é através do contato com outro que

esteja mais quente. Existe outra forma? Dê um exemplo.

ESTUDO DO CALOR

Quantidade de calor

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta t$$

Q = quantidade de calor (cal)

m = massa (g)

c = calor específico (cal/g. °C)

Δt = variação da temperatura (°C)

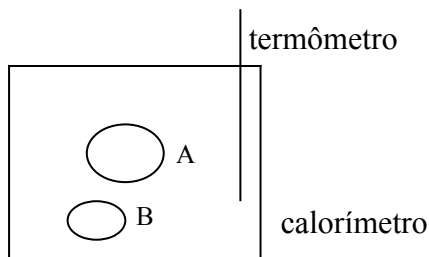
$$\Delta t = t - t_0$$

Exercícios

6. Uma peça de ferro de 50 g tem temperatura de 10° C. Qual é o calor necessário para aquecê-la até 80° C? (calor específico do ferro: $c = 0,11$ cal/g. °C)
7. Uma pessoa bebe 500 g de água a 10° C. Admitindo que a temperatura dessa pessoa é de 36° C, qual a quantidade de calor que essa pessoa transfere para a água? O calor específico da água é 1 cal/g. °C.

Trocas de calor

"Quando dois ou mais corpos trocam calor entre si, até estabelecer-se o equilíbrio térmico, é nula a soma das quantidades de calor trocadas por eles."



$$Q_A + Q_B = 0$$

$$Q_{\text{recebido}} > 0$$

$$Q_{\text{cedido}} < 0$$

Exercícios

1. Um corpo de massa 200 g a 50° C, feito de um material desconhecido, é mergulhado em

50 g de água a 90° C. O equilíbrio térmico se estabelece a 60° C. Sendo 1 cal/g. °C o calor específico da água, e admitindo só haver trocas de calor entre o corpo e a água, determine o calor específico do material desconhecido.

2. Um objeto de massa 80 g a 920° C é colocado dentro de 400 g de água a 20° C. A temperatura de equilíbrio é 30° C, e o objeto e a água trocam calor somente entre si. Calcule o calor específico do objeto. O calor específico da água é 1 cal/g. °C.

Calor latente

"Quando uma substância está mudando de estado, ela absorve ou perde calor sem que sua temperatura varie. A quantidade de calor absorvida ou perdida é chamada calor latente."

$$Q = m \cdot L$$

Q = quantidade de calor (cal)

m = massa (g)

L = calor latente da substância (cal/g)

Exercícios

3. Calcule a quantidade de calor necessária para transformar 300 g de gelo a 0° C em água a 0° C, sabendo que o calor latente de fusão da água é $L_F = 80$ cal/g.
4. Determine a quantidade de calor que se deve fornecer para transformar 70 g de água a 100° C em vapor de água a 100° C. Dado: calor latente de vaporização da água $L_V = 540$ cal/g.

Mudança de estado

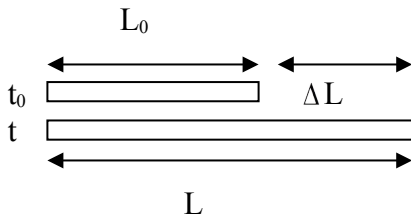
Exercícios

1. Qual a quantidade de calor que 50 g de gelo a -20° C precisam receber para se transformar em água a 40° C? Dado: $c_{\text{gelo}} = 0,5$ cal/g. °C; $c_{\text{água}} = 1$ cal/g. °C; é $L_F = 80$ cal/g.
2. Têm-se 20 g de gelo a -10° C. Qual a quantidade de calor que se deve fornecer ao gelo para que ele se transforme em água a 20° C? Dado: $c_{\text{gelo}} = 0,5$ cal/g. °C; $c_{\text{água}} = 1$ cal/g. °C; é $L_F = 80$ cal/g.

- Quanto de calor será necessário para levar 100 g de água a 50° C para vapor d' água a 100° C? $L_V = 540 \text{ cal/g}$.
- Que quantidade de calor se exige para que 200 g de gelo a -40° C se transformem em vapor d'água a 100° C? $L_V = 540 \text{ cal/g}$.

DILATAÇÃO TÉRMICA

Dilatação linear



$$\Delta L = L - L_0$$

$$\Delta t = t - t_0$$

$$\Delta L = \alpha \cdot L_0 \cdot \Delta t$$

$$L = L_0 (1 + \alpha \cdot \Delta t)$$

ΔL = variação no comprimento

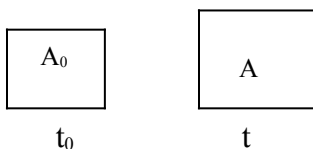
α = coeficiente de dilatação linear ($^{\circ}\text{C}^{-1}$)

Δt = variação da temperatura ($^{\circ}\text{C}$)

Exercícios

- Qual o aumento de comprimento que sofre uma extensão de trilhos de ferro com 1000 m ao passar de 0° C para 40° C, sabendo-se que o coeficiente de dilatação linear do ferro é $12 \cdot 10^{-6} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$?
- Um cano de cobre de 4 m a 20° C é aquecido até 80° C. Dado α do cobre igual a $17 \cdot 10^{-6} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$, de quanto aumentou o comprimento do cano?

Dilatação superficial



$$\Delta A = A - A_0$$

$$\Delta A = \beta \cdot A_0 \cdot \Delta t$$

$$A = A_0 (1 + \beta \cdot \Delta t)$$

$$\beta = 2\alpha$$

ΔA = variação da superfície

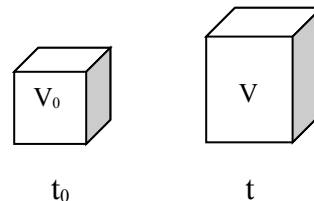
β = coeficiente de dilatação superficial ($^{\circ}\text{C}^{-1}$)

Δt = variação da temperatura ($^{\circ}\text{C}$)

Exercícios

- Uma chapa de zinco tem área de 8 cm² a 20° C. Calcule a sua área a 120° C. Dado: $\beta_{\text{zinco}} = 52 \cdot 10^{-6} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$.
- Uma chapa de chumbo tem área de 900 cm² a 10° C. Determine a área de sua superfície a 60° C. O coeficiente de dilatação superficial do chumbo vale $54 \cdot 10^{-6} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$.
- Uma chapa de alumínio, $\beta = 48 \cdot 10^{-6} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$, tem área de 2 m² a 10° C. Calcule a variação de sua área entre 10° C e 110° C.
- A variação da área de uma chapa é 0,04 cm², quando a temperatura passa de 0° C para 200° C. Se a área inicial da chapa era 100 cm², determine o coeficiente de dilatação superficial da chapa.

Dilatação volumétrica



$$\Delta V = V - V_0$$

$$\Delta V = \gamma \cdot V_0 \cdot \Delta t$$

$$V = V_0 (1 + \gamma \cdot \Delta t)$$

$$\gamma = 3\alpha$$

ΔV = variação do volume

γ = coeficiente de dilatação volumétrica ($^{\circ}\text{C}^{-1}$)

Δt = variação da temperatura ($^{\circ}\text{C}$)

Exercícios

- Um petroleiro recebe uma carga 10⁷ barris de petróleo no Golfo Pérsico, a uma temperatura de 50° C. Qual a perda em barris, por efeito de contração térmica, que esta carga apresenta quando á descarregada no Brasil, a

uma temperatura de 10° C? Dado: $\gamma_{\text{petróleo}} = 10^{-3} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$.

6. Ao ser aquecido de 10° C para 210° C, o volume de um corpo sólido aumenta 0,02 cm³. Se o volume do corpo a 10° C era 100 cm³, determine os coeficientes de dilatação volumétrica e linear do material que constitui o corpo.

TRANSMISSÃO DE CALOR

Condução térmica

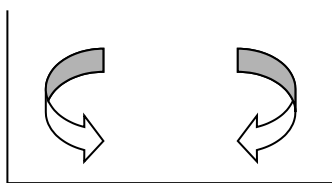
"A condução térmica consiste numa transferência de energia de vibração entre as moléculas que constituem o sistema."

Questões

1. O isopor é formado por finíssimas bolsas de material plástico, contendo ar. Por que o isopor é um bom isolante térmico?
2. Os esquimós constroem seus iglus com blocos de gelo, empilhando-os uns sobre os outros. Se o gelo tem uma temperatura relativamente baixa, como explicar esse seu uso como "material de construção"?
3. Num antigo jingle de uma propaganda, ouvia-se o seguinte diálogo: - Toc, toc, toc, - Quem bate? - É o frio! E no final eram cantados os seguintes versos: "*Não adianta bater, eu não deixo você entrar, os cobertores das Casas Pernambucanas é que vão aquecer o meu lar*". Que comentário você tem a fazer sobre a veracidade física dessa propaganda?
4. Por que as panelas, em geral, têm seus cabos metálicos revestidos com madeira ou plástico?

Convecção térmica

"A convecção térmica é a propagação que ocorre nos fluidos (líquidos, gases e vapores) em virtude de uma diferença de densidades entre partes do sistema."



Questões

5. Por que, em uma geladeira, o congelador é colocado na parte superior e não na inferior?
6. Com base na propagação de calor, explique por que, para gelar o chope de um barril, é mais eficiente colocar gelo na parte superior do que colocar o barril sobre uma pedra de gelo.
7. Um aparelho de refrigeração de ar deve ser instalado em local alto ou baixo num escritório? E um aquecedor de ar? Por quê?

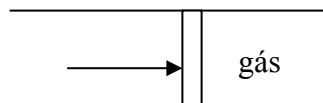
Irradiação térmica

"A irradiação é a transmissão de por intermédio de ondas eletromagnéticas. Nesse processo, somente a energia se propaga, não sendo necessário nenhum meio material."

Questões

8. Sabemos que o calor pode ser transferido, de um ponto para outro, por *condução*, *convecção* e *radiação*. Em qual desses processos a transmissão pode ocorrer mesmo que não haja um meio material entre os dois pontos?
9. Os prédios totalmente envidraçados precisam de muitos aparelhos de ar condicionado? Por quê?
10. Como se dá a propagação do calor do Sol até a Terra se entre esses astros não existe meio material?

ESTUDO DOS GASES



Transformação Isotérmica

"Transformação de um gás sob temperatura constante."

$$P_1 \cdot V_1 = P_2 \cdot V_2$$

P = pressão do gás

V = volume do gás

Transformação Isobárica

"Transformação a pressão constante."

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$$

$$T = t_c + 273$$

T = temperatura do gás em graus Kelvin

t_c = temperatura em graus Celsius

Transformação Isométrica

"Transformação a volume constante."

$$\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2}$$

Lei geral dos gases perfeitos

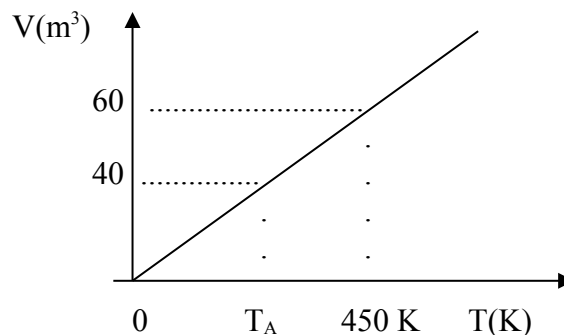
$$\frac{P_1 \cdot V_1}{T_1} = \frac{P_2 \cdot V_2}{T_2}$$

Exercícios

1. Na temperatura de 300 K e sob pressão de 1 atm, uma massa de gás perfeito ocupa o volume de 10 litros. Calcule a temperatura do gás quando, sob pressão de 2 atm, ocupa o volume de 20 litros.
2. Dentro de um recipiente de volume variável estão inicialmente 20 litros de gás perfeito à temperatura de 200 K e pressão de 2 atm. Qual será a nova pressão, se a temperatura aumentar para 250 K e o volume for reduzido para 10 litros?
3. Um balão de borracha continha 3 litros de gás hélio, à temperatura de 27° C, com pressão de 1,1 atm. Esse balão escapuliu e subiu. À medida que o balão foi subindo, a pressão atmosférica foi diminuindo e, por isso, seu volume foi aumentando. Quando o volume atingiu 4 litros, ele estourou. A temperatura do ar naquela altura era 7° C. Calcule a pressão do gás em seu interior imediatamente antes de estourar.
4. Um gás ocupa o volume de 20 litros à pressão de 2 atmosferas. Qual é o volume desse gás à pressão de 5 atm, na mesma temperatura?
5. Um gás mantido à pressão constante ocupa o volume de 30 litros à temperatura de 300 K. Qual será o seu volume quando a temperatura for 240 K?
6. Num recipiente de volume constante é colocado um gás à temperatura de 400 K e

pressão de 75 cmHg. Qual é a pressão à temperatura de 1200 K?

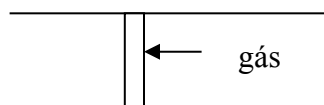
7. Sob pressão de 5 atm e à temperatura de 0° C, um gás ocupa volume de 45 litros. Determine sob que pressão o gás ocupará o volume de 30 litros, se for mantida constante a temperatura.
8. Uma certa massa de gás hélio ocupa, a 27° C, o volume de 2 m³ sob pressão de 3 atm. Se reduzirmos o volume à metade e triplicarmos a pressão, qual será a nova temperatura do gás?
9. Num dia de tempestade, a pressão atmosférica caiu de 760 mmHg para 730 mmHg. Nessas condições, qual o volume final de uma porção de ar que inicialmente ocupava 1 litro? (Suponha que a temperatura não tenha variado)
10. O gráfico representa a isobárea para certa quantidade de um gás perfeito. Determine a temperatura T_A.



TERMODINÂMICA

"A termodinâmica estuda as relações entre o calor trocado e o trabalho realizado numa transformação de um sistema."

Trabalho realizado por um gás



$$\tau = P \cdot \Delta V$$

τ = trabalho realizado pelo gás

P = pressão exercida pelo gás

ΔV = variação do volume

$$\Delta V = V_2 - V_1$$

Na expansão, $V_{\text{final}} > V_{\text{inicial}} \rightarrow \tau > 0$

(o gás realiza trabalho)

Na compressão, $V_{\text{final}} < V_{\text{inicial}} \rightarrow \tau < 0$
(o gás recebe trabalho do meio exterior)

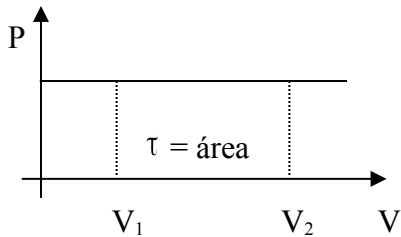
Exercícios

1. Numa transformação sob pressão constante de 800 N/m^2 , o volume de um gás ideal se altera de $0,020 \text{ m}^3$ para $0,060 \text{ m}^3$. Determine o trabalho realizado durante a expansão do gás.
2. Um gás ideal, sob pressão constante de $2 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$, tem seu volume reduzido de $12 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$ para $8 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$. Determine o trabalho realizado no processo.
3. Sob pressão constante de 50 N/m^2 , o volume de um gás varia de $0,07 \text{ m}^3$ a $0,09 \text{ m}^3$. A) o trabalho foi realizado pelo gás ou sobre o gás pelo meio exterior? B) Quanto vale o trabalho realizado?

Trabalho pela área

Propriedade:

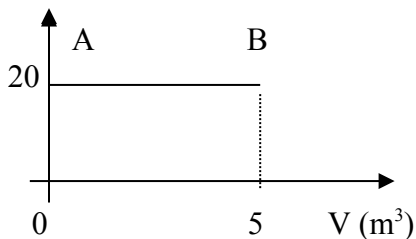
"O trabalho é numericamente igual a área, num gráfico da pressão em função da variação do volume."



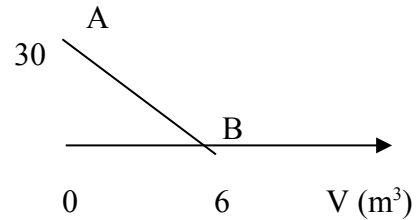
Exercícios

4. As figuras representam a transformação sofrida por um gás. Determinar o trabalho realizado de A para B em cada processo.

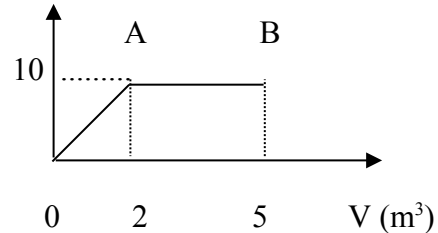
a) $P (\text{N/m}^2)$



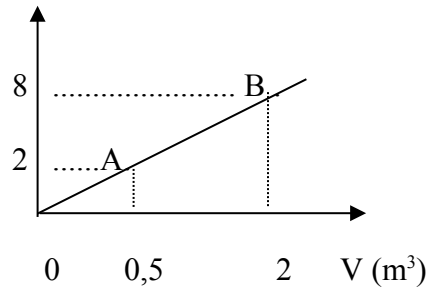
b) $P (\text{N/m}^2)$



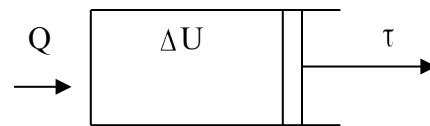
c) $P (\text{N/m}^2)$



d) $P (\text{N/m}^2)$



Primeiro princípio da termodinâmica



$$Q = \Delta U + \tau$$

Q = quantidade de calor

ΔU = variação da energia interna

τ = trabalho

Q (absorvido) > 0 e Q (cedido) < 0

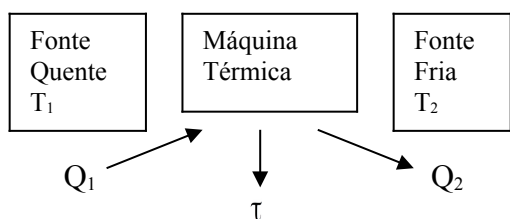
τ (expansão) > 0 e τ (compressão) < 0

$$\Delta U = U_{\text{final}} - U_{\text{inicial}}$$

Exercícios

1. Num dado processo termodinâmico, certa massa de um gás recebe 260 joules de calor de uma fonte térmica. Verifica-se que nesse processo o gás sofre uma expansão, tendo sido realizado um trabalho de 60 joules. Determine a variação da energia interna.
2. Um gás recebe um trabalho de 150 J e absorve uma quantidade de calor de 320 J. Determine a variação da energia interna do sistema.
3. Um gás passa de um estado a outro trocando energia com o meio. Calcule a variação da energia interna do gás nos seguintes casos:
 - a) o gás recebeu 100 J de calor e realizou um trabalho de 80 J.
 - b) o gás recebeu 100J de calor e o trabalho realizado sobre ele é 80 J.
 - c) o gás cedeu 100 J de calor e o trabalho realizado sobre ele é 80 J.

Segundo princípio da termodinâmica



$$\tau = Q_1 - Q_2$$

Q_1 = quantidade de calor fornecida para a máquina térmica.

τ = trabalho obtido

Q_2 = quantidade de calor perdida.

Rendimento da máquina térmica

$$\eta = \frac{\tau}{Q_1}$$

Exercícios

4. Uma máquina térmica recebe 100 joules de energia, mas devido às perdas por aquecimento, ela aproveita somente 50 joules. Determine o rendimento dessa máquina.

5. Um motor elétrico recebe 80 J de energia, mas aproveita efetivamente apenas 60 J. Qual é o rendimento do motor?
6. Uma máquina térmica, em cada ciclo, rejeita para a fonte fria 240 joules dos 300 joules que retirou da fonte quente. Determine o trabalho obtido por ciclo nessa máquina e o seu rendimento.
7. O rendimento de uma máquina térmica é 60%. Em cada ciclo dessa máquina, o gás recebe 800 joules da fonte quente. Determine: a) o trabalho obtido por ciclo; b) a quantidade de calor que, em cada ciclo, é rejeitada para a fonte fria.

ÓPTICA GEOMÉTRICA

Conceitos

- a) *Corpo luminoso*: são os corpos que emitem luz própria. Exemplo: o Sol, as estrelas, a chama de uma vela, etc.
- b) *Corpo iluminado*: são os corpos que refletem a luz que recebem a luz de outros corpos. Exemplo: a luz.
- c) *Corpos opacos*: são os corpos que impedem a passagem da luz.
- d) *Corpos transparentes*: são os corpos que se deixam atravessar totalmente pela luz.
- e) *Corpos translúcidos*: são os corpos que se deixam atravessar parcialmente pela luz.

Princípios da Óptica Geométrica

1º) *Princípio da propagação retilínea da luz*: Num meio homogêneo e transparente, a luz se propaga em linha reta.

2º) *Princípio da reversibilidade dos raios de luz*: O caminho seguido pela luz independe do sentido de propagação.

3º) *Princípio da independência dos raios de luz*: Um raio de luz, ao cruzar com outro, não interfere na sua propagação.

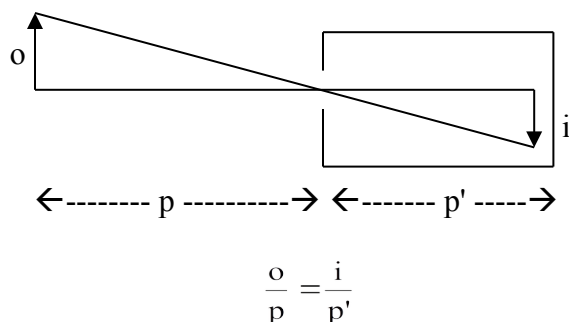
Exercícios

1. Um prédio projeta no solo uma sombra de 15 m de extensão no mesmo instante em que uma pessoa de 1,80 m projeta uma sombra de 2 m. Determine a altura do prédio
2. Qual a altura de uma árvore que projeta uma sombra de 3 m de comprimento, sabendo-se

que nesse mesmo instante uma haste vertical de 2 m projeta uma sombra de 1 m?

3. Num mesmo instante, a sombra projetada de uma pessoa é de 5 m e a de um edifício é de 80 m. Sabendo que a altura da pessoa é 1,80 m, calcule a altura do edifício.
4. Qual o comprimento da sombra projetada por uma árvore de 5 m de altura se, no mesmo instante, um arbusto de 0,2 m de altura projeta uma sombra de 0,05 m?

Câmara escura



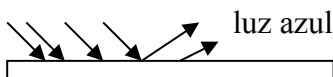
Exercícios

5. Um objeto luminoso AB, de 5 cm de altura, está a 20 cm de distância de uma câmara escura de profundidade 10 cm. Calcular a altura da imagem formada.
6. Uma pessoa de 1,80 m de altura encontra-se a 2,4 m do orifício de uma câmara escura de 0,2 m de comprimento. Qual a altura da imagem formada?
7. Qual a altura da imagem de um poste de 5 m de altura colocado a 20 m de distância de uma câmara escura cujo comprimento é 0,3 m?

A cor de um corpo

"A cor que um corpo apresenta por reflexão é determinada pelo tipo de luz que ele reflete. Por exemplo, um corpo ao ser iluminado pela luz branca (que contém todas as cores), se apresenta azul, porque reflete a luz azul e absorve as demais. Um corpo iluminado pela luz branca se apresenta branco porque reflete todas as cores. Um corpo negro absorve todas as cores."

Luz branca



corpo azul

Questões

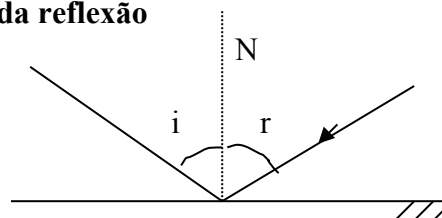
1. Por que uma rosa é vermelha, a grama é verde e um carro é preto?
2. Têm-se três cartões, um branco, um vermelho e um azul. Como se apresentam esses cartões num ambiente iluminado pela luz vermelha?
3. Iluminando a bandeira brasileira com luz monocromática azul, você irá vê-la com que cor (ou cores) ?
4. Uma flor amarela, iluminada pela luz solar:
 - a) reflete todas as luzes.
 - b) absorve a luz amarela e reflete as demais.
 - c) reflete a luz amarela e absorve as demais.
 - d) absorve a luz amarela e, em seguida, a emite.
 - e) Absorve todas as luzes e não reflete nenhuma.

Reflexão da luz

Reflexão regular: é a reflexão que ocorre numa superfície lisa e polida. Exemplo: espelho.

Reflexão difusa: é a reflexão que ocorre numa superfície irregular. Nesta reflexão os raios espalham-se desordenadamente em todas as direções.

Leis da reflexão



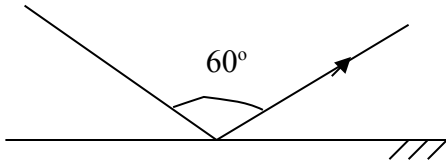
1ª lei : O raio incidente, o raio refletido e a normal pertencem ao mesmo plano.

2ª lei : O ângulo de reflexão é igual ao ângulo de incidência.

Exercícios

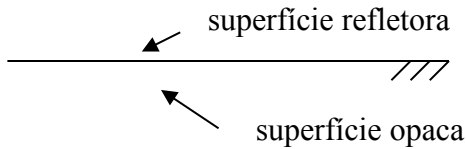
5. Um raio de luz forma com a superfície plana na qual incide um ângulo de 40° . Determine o ângulo de reflexão desse raio.

6. O ângulo formado entre o raio incidente e o raio refletido numa superfície espelhada é de 60° . Determine os ângulos de incidência e de reflexão.



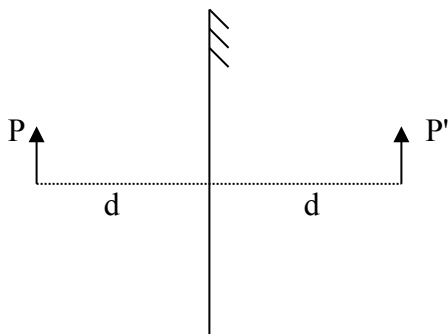
Espelho plano

"Considera-se espelho plano toda superfície plana e lisa onde predomine a reflexão regular da luz.



Formação de imagens num espelho plano

- O objeto e a imagem fornecida por um espelho plano são simétricos em relação ao espelho.
- Um espelho plano associa a um *objeto real* uma *imagem virtual*.



Exercícios

1. Uma pessoa olha sua imagem num espelho. Para se ver melhor, ela se aproxima 1 m do espelho, sem que este se mova. A) Qual foi o deslocamento da imagem, em relação ao solo? B) Se a pessoa se mantivesse parada e o espelho fosse aproximado 1 m, qual seria o

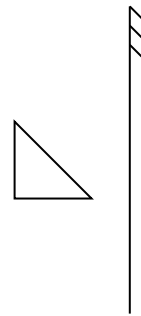
deslocamento da imagem em relação ao solo?

2. A distância de um ponto objeto à imagem fornecida por um espelho plano, vale 40 cm. Determine: A) a distância do objeto à superfície do espelho; B) a nova distância que separa o objeto e imagem, no caso de o objeto se aproximar 5 cm do espelho.
3. Uma pessoa corre para um espelho plano vertical com velocidade de 3 m/s. Com que velocidade a imagem da pessoa se aproxima do espelho?

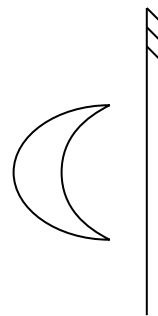
Imagem de um objeto extenso fornecida por um espelho plano

Exercícios

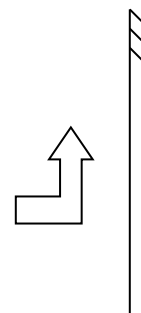
4. A figura mostra um objeto diante de um espelho plano. Construa a imagem do objeto.



5. A figura mostra um objeto diante de um espelho plano. Construa a imagem do objeto.



6. A figura mostra um objeto diante de um espelho plano. Construa a imagem do objeto.

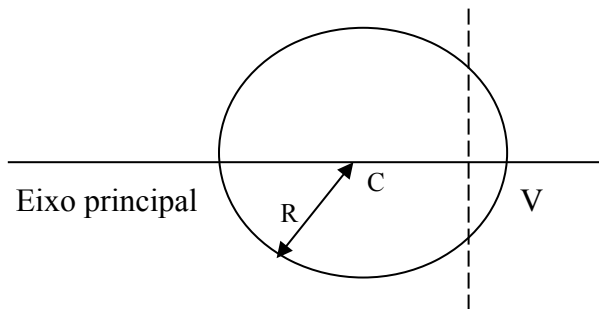


7. Num relógio, em que cada número foi substituído por um ponto, os ponteiros indicam quatro horas. Que horas uma pessoa verá, ao observar o relógio por reflexão, em um espelho plano?

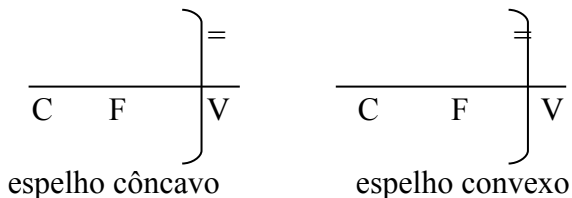
8.

ESPELHOS ESFÉRICOS

"Espelhos esféricos são superfícies refletoras que têm a forma de calota esférica. São côncavos se a superfície refletora for a parte interna, ou convexas, se a superfície refletora for a parte externa."



Representação



C = centro de curvatura do espelho (centro da esfera)

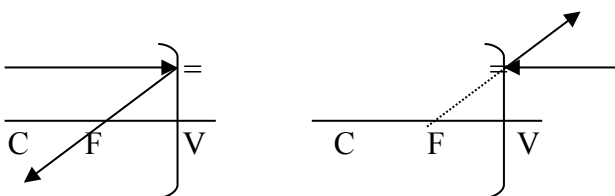
R = raio de curvatura (raio da esfera)

V = vértice

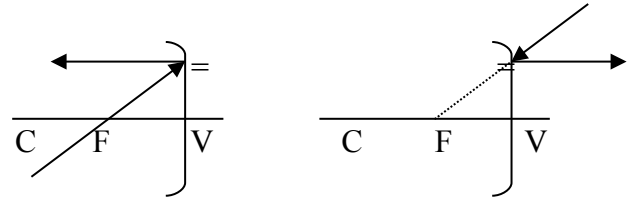
F = foco ($F = R/2$)

Propriedades

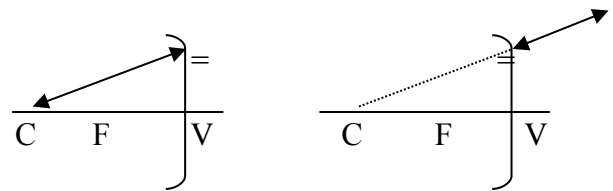
- Todo raio de luz que incide num espelho esférico paralelamente ao eixo principal reflete numa direção que passa pelo foco.



- Todo raio de luz que incide num espelho esférico numa direção que passa pelo foco reflete paralelamente ao eixo principal.



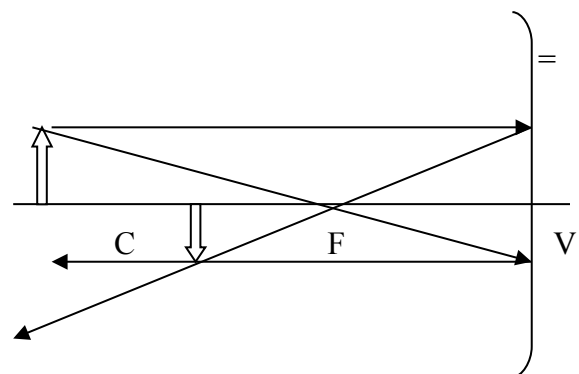
- Um raio de luz incidindo na direção do centro de curvatura de um espelho esférico reflete-se na mesma direção.



Construção de imagens

"A imagem de um ponto é obtida pela interseção de pelo menos, dois raios refletidos correspondentes a dois raios incidentes provenientes do ponto."

Espelho côncavo



Características da imagem:
REAL, INVERTIDA, MENOR

Imagem real : imagem na frente do espelho

Imagem virtual: imagem atrás do espelho

Imagem direita: objeto e imagem tem o mesmo sentido.

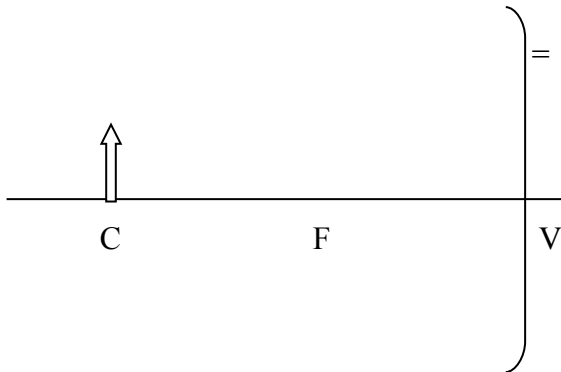
Imagem invertida: objeto e imagem tem o sentido oposto.

Imagem igual, maior ou menor que o objeto: quando comparada com o objeto, a imagem pode apresentar essas comparações.

Exercícios

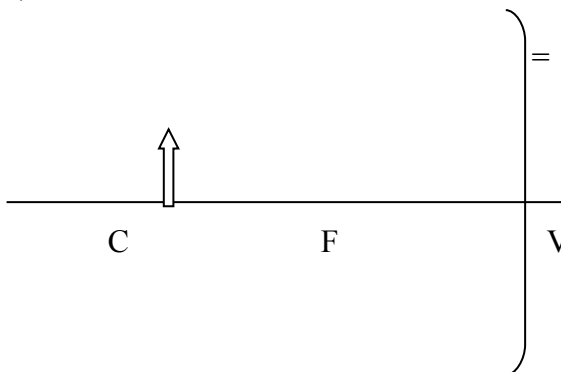
1. Construa a imagem do objeto para cada um dos esquemas abaixo e determine as características dessa imagem.

a)



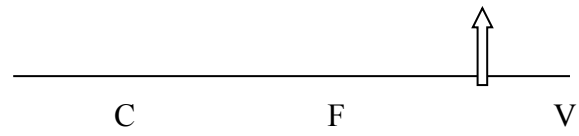
Características da imagem:

b)



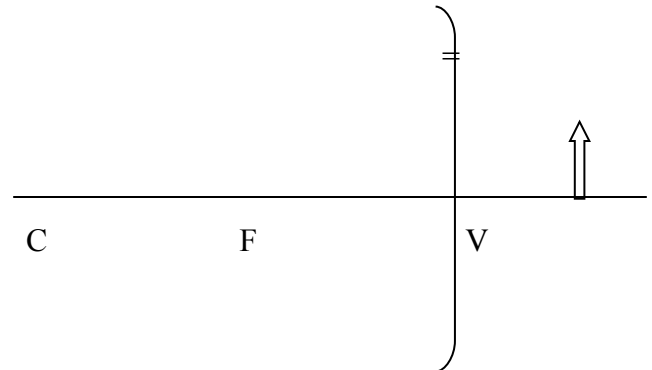
Características da imagem:

c)



Características da imagem:

d) espelho convexo

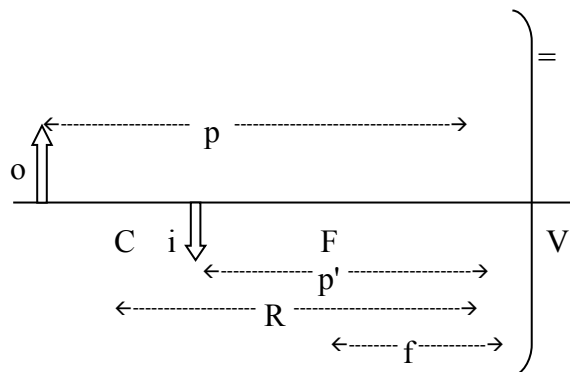


Características da imagem:

Questões

2. Constrói-se um farol de automóvel utilizando um espelho esférico e um filamento de pequenas dimensões que pode emitir luz. A) O espelho utilizado é côncavo ou convexo? B) Onde se deve posicionar o filamento?
3. Em grandes lojas e supermercados, utilizam-se espelhos convexos estrategicamente colocados. Por que não se utilizam espelhos planos ou côncavos?

ESPELHOS ESFÉRICOS (estudo analítico)



p = distância do objeto ao espelho
 p' = distância da imagem ao espelho
 R = raio de curvatura
 f = distância focal ($f = R/2$)
 o = altura do objeto
 i = altura da imagem

$p' > 0$: imagem real
 $p' < 0$: imagem virtual
 $i > 0$: imagem direita
 $i < 0$: imagem invertida
 $f > 0$: espelho côncavo
 $f < 0$: espelho convexo

Equações dos espelhos esféricos

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{p} + \frac{1}{p'}$$

$$\frac{i}{o} = \frac{-p'}{p}$$

Aumento linear transversal

$$A = \frac{i}{o} \quad \text{ou} \quad A = \frac{-p'}{p}$$

Exercícios

- Um objeto de 5 cm de altura é colocado a 30 cm do vértice de um espelho côncavo de distância focal 50 cm. A) Qual a distância da imagem ao vértice do espelho? B) Qual o tamanho da imagem? C) A imagem é real ou virtual?
- Em frente a um espelho côncavo de distância focal 20 cm, encontra-se um objeto real, a 10 cm de seu vértice. Determine: A) A posição da imagem; B) O aumento linear; C) a imagem é direita ou invertida?
- Um objeto de 6 cm de altura está localizado a distância de 30 cm de um espelho esférico

convexo, de 40 cm de raio de curvatura. Determine a posição da imagem

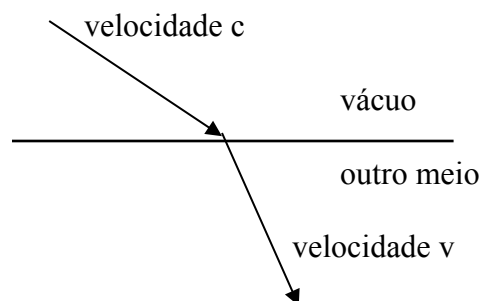
- Um objeto de 3 cm de altura foi colocado diante de um espelho esférico convexo de raio de curvatura igual a 60 cm. Sendo o objeto perpendicular ao eixo principal e a sua abscissa igual a 15 cm, pergunta-se: A) Qual é a abscissa e a altura da imagem? B) A imagem é real ou virtual? Direita ou invertida?
- Por meio de um pequeno espelho esférico côncavo, é possível projetar na parede a imagem da chama de uma vela. Colocando a chama a 40 cm do espelho, a imagem se forma a 200 cm de distância deste. A) Qual a distância focal do espelho? B) Faça um esquema com o objeto a imagem e o espelho.

REFRAÇÃO DA LUZ

"Quando a luz passa de um meio para outro ela pode mudar de direção, ou seja, refratar-se."

Índice de refração absoluto

"índice de refração de um meio qualquer em relação ao vácuo."



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

n = índice de refração

c = velocidade da luz no vácuo ($c = 300.000$ km/s)

v = velocidade da luz em outro meio

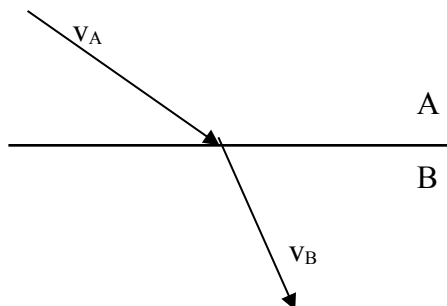
$n_{\text{ar}} \cong 1$

Exercícios

- Certa luz monocromática apresenta num meio material velocidade igual a 150.000 km/s. Sendo a velocidade da luz no vácuo 300.000 km/s, determine o índice de refração absoluto para esse meio.

- Determine o índice de refração absoluto de um líquido onde a luz se propaga com a velocidade de 200.000 km/s. A velocidade da luz no vácuo é 300.000 km/s.
- O índice de refração absoluto da água é 1,3 para certa luz monocromática. Qual a velocidade de propagação da luz na água, se no vácuo ela se propaga com a velocidade de 300.000 km/s?

Índice de refração relativo

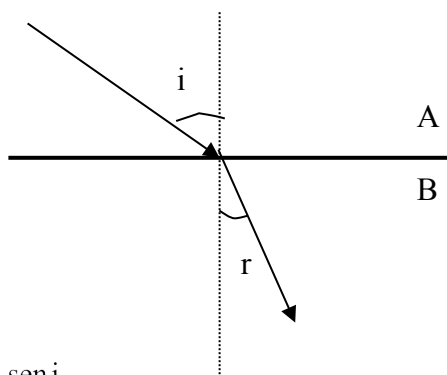


$$n_{BA} = \frac{n_B}{n_A} = \frac{v_A}{v_B}$$

Exercícios

- Numa substância A, a velocidade da luz é 250.000 km/s; numa substância B é 200.000 km/s. Determine: a) o índice de refração relativo da substância A em relação à substância B; b) o índice de refração relativo da substância B em relação à substância A.
- O índice de refração absoluto da água é 1,3 e o do vidro é 1,5. Determine os índices de refração relativos da água em relação ao vidro e do vidro em relação à água.

Lei de Snell-Descartes



$$\frac{n_B}{n_A} = \frac{\sin i}{\sin r}$$

i = ângulo de incidência

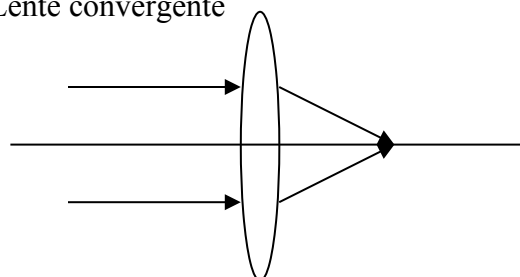
r = ângulo de refração

Exercícios

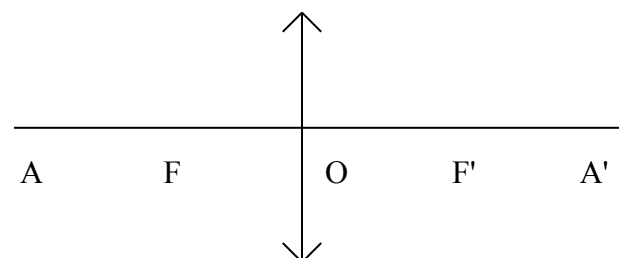
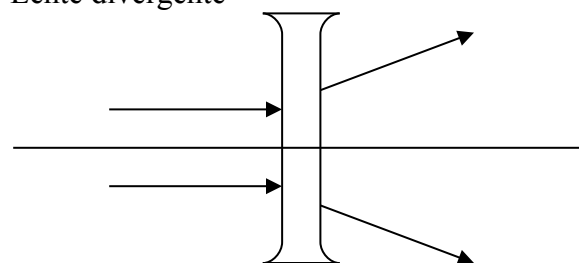
- Um raio luminoso incide na superfície que separa o meio A do meio B, formando um ângulo de 60° com a normal no meio A. O ângulo de refração vale 30° e o meio A é o ar, cujo índice de refração é $n_A = 1$. Determine o índice de refração do meio B (n_B). Dados: $\sin 30^\circ = 0,5$ e $\sin 60^\circ = 0,9$.
- Quando se propaga de um meio A para um meio B, incidindo sob ângulo de 45° com a normal, um raio luminoso se refrata formando com a normal um ângulo de 60° . Sendo 1,4 o índice de refração do meio B, determine o índice de refração do meio A. Dados: $\sin 45^\circ = 0,7$ e $\sin 60^\circ = 0,9$.

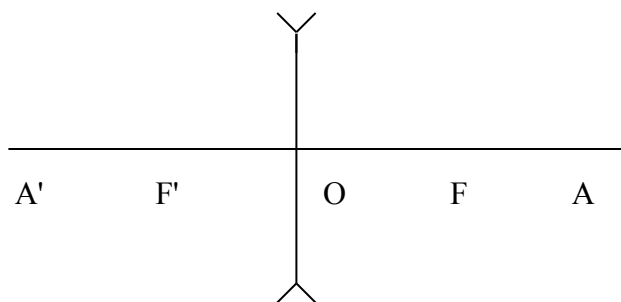
LENTE ESFÉRICAS

Lente convergente



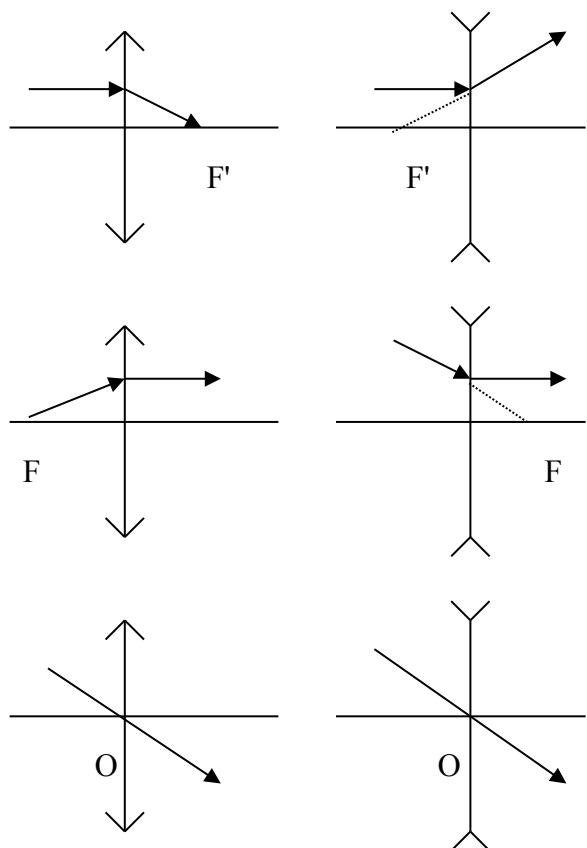
Lente divergente



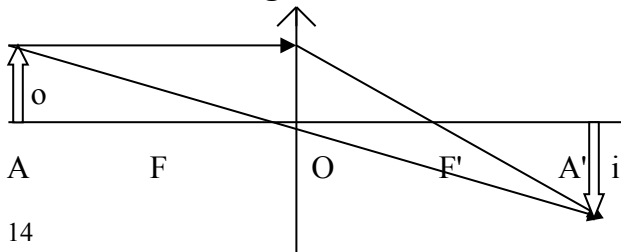


F = foco principal objeto
 F' = foco principal imagem
 A = ponto antiprincipal objeto
 A' = ponto antiprincipal imagem
 O = centro óptico da lente

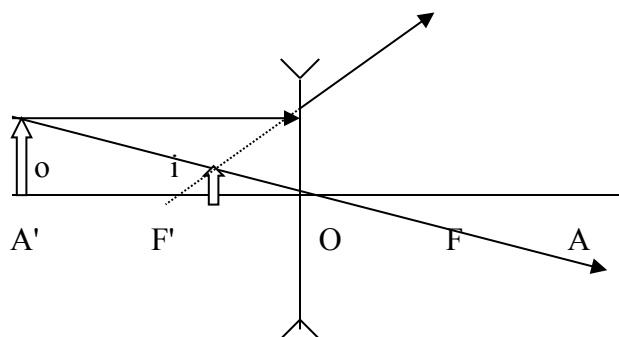
Propriedades



Construção de imagens



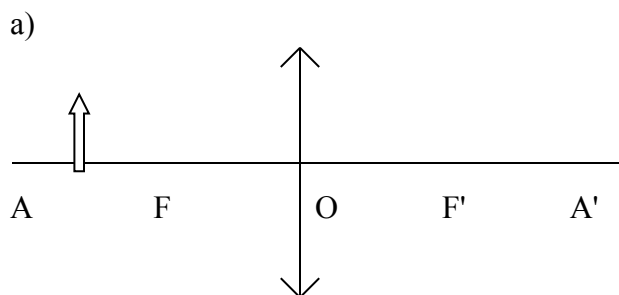
Características da imagem:
 REAL, INVERTIDA, IGUAL



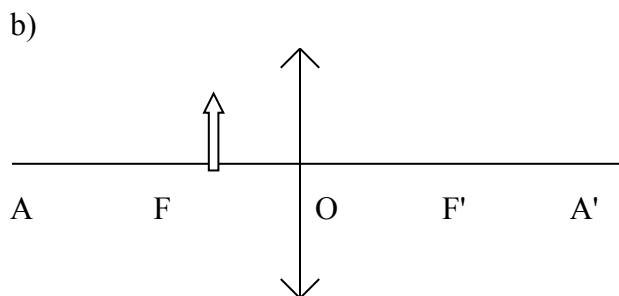
Características da imagem:
 VIRTUAL, DIREITA, MENOR

Exercícios

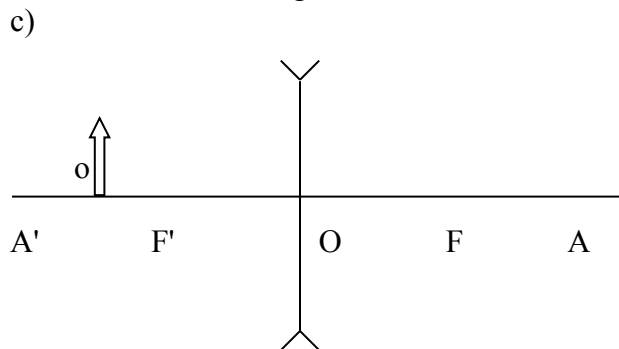
1. Nos esquemas abaixo, construa a imagem do objeto e dê as características dessa imagem.



Características da imagem:



Características da imagem:



Características da imagem:

Questões

1. Um explorador, perdido na Antártica, conseguiu acender uma fogueira usando um bloco de gelo que obteve congelando água num pires. Como ele procedeu?

ONDAS

"Dá-se o nome de onda à propagação de energia de um ponto para a outro, sem que haja transporte de matéria."

Tipos de ondas

- *Onda transversal*

A vibração do meio é perpendicular à direção de propagação. Ex: ondas na corda.



- *Onda longitudinal*

A vibração do meio ocorre na mesma direção que a propagação. Ex: ondas sonoras no ar.



Classificação das ondas

- *Ondas unidimensionais*

Quando se propagam numa só direção. Ex: uma perturbação numa corda.

- *Ondas bidimensionais*

Quando se propagam ao longo de um plano. Ex: ondas na superfície da água.

- *Ondas tridimensionais*

Quando se propagam em todas as direções. Ex: ondas sonoras.

Natureza das ondas

- *Ondas mecânicas*

São aquelas originadas pela deformação de uma região de um meio elástico e que, para se propagarem, necessitam de um meio material.

Ex: onda na superfície da água, ondas sonoras, ondas numa corda tensa, etc.

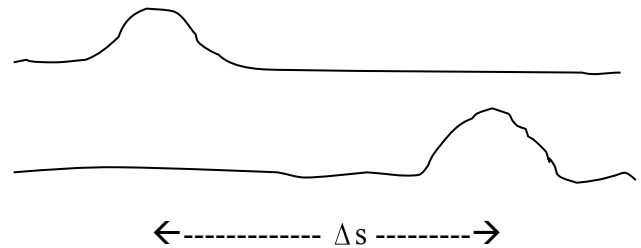
As ondas mecânicas não se propagam no vácuo.

- *Ondas eletromagnéticas*

São aquelas originadas por cargas elétricas oscilantes. Ex: ondas de rádio, ondas de raios X, ondas luminosas, etc.

As ondas eletromagnéticas propagam-se no vácuo.

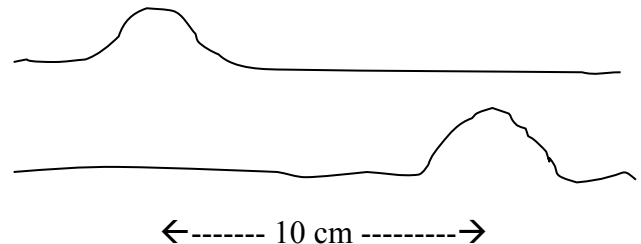
Velocidade de propagação de uma onda



$$v = \frac{\Delta s}{\Delta t}$$

Exercícios

2. Deixa-se cair uma pequena pedra num tanque contendo água. Observa-se uma onda circular de raio 30 cm em $t=1s$; em $t=3s$, o raio da onda circular é 90 cm. Determine a velocidade de propagação da onda.
3. As figuras representam duas fotos sucessivas de uma corda, na qual se propaga uma onda. O intervalo de tempo entre as duas fotos é 0,2 s. Qual a velocidade de propagação dessa onda?

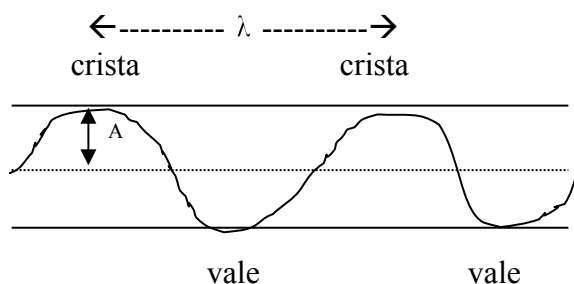


4. Da arquibancada de um estádio você presencia uma violenta bolada na trave, a 60 m de distância. Qual o tempo decorrido a partir da bolada até você ouvi-la? Dado: velocidade do som no ar é 340 m/s.

Questões

5. Explique por que um pequeno barco de papel flutuando na água apenas sobe e desce quando atingido por ondas que se propagam na superfície do líquido.
6. "Durante a propagação da onda não há transporte de matéria, apenas transporte de energia". Dê exemplos que comprovem essa afirmação.

Ondas periódicas



"Comprimento de onda (λ) é a distância entre dois pontos consecutivos do meio que vibram em fase,"

$$v = \lambda \cdot f$$

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

v = velocidade de propagação da onda

λ = comprimento de onda

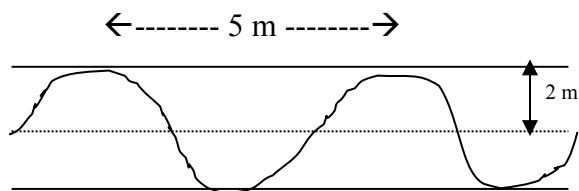
f = frequência

T = período

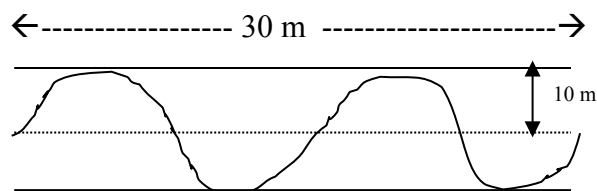
A = amplitude

Exercícios

1. A figura representa uma onda periódica que se propaga numa corda com velocidade $v = 10 \text{ m/s}$. Determine a frequência dessa onda e a amplitude.



2. Um conjunto de ondas periódicas transversais, de frequência 20 Hz , propaga-se em uma corda. A distância entre uma crista e um vale adjacente é de 2 m . Determine: A) o comprimento de onda; B) a velocidade da onda.
3. Num tanque pequeno a velocidade de propagação de uma onda é de $0,5 \text{ m/s}$. Sabendo que a frequência do movimento é de 10 Hz , calcule o comprimento da onda.
4. Uma onda se propaga ao longo de uma corda com frequência de 60 Hz , como ilustra a figura. A) Qual a amplitude da onda? B) Qual o valor do comprimento de onda? C) Qual a velocidade de propagação dessa onda?



Questões

5. O que é crista de uma onda? O que é vale?
6. O que é período de uma onda? E frequência?
7. O que é amplitude de uma onda?
8. Como podemos produzir uma onda?

Os fenômenos ondulatórios

- Reflexão de ondas

Quando uma onda que se propaga num dado meio encontra uma superfície que separa esse meio de outro, essa onda pode, parcial ou totalmente, retornar para o meio em que estava se propagando.

- Refração de ondas

É o fenômeno segundo o qual uma onda muda seu meio de propagação.

- Interferência

Num ponto pode ocorrer superposição de duas ou mais ondas, o efeito resultante é a soma dos efeitos que cada onda produziria sozinha nesse ponto.

- Difração

As ondas não se propagam obrigatoriamente em linha reta a partir de uma fonte emissora. Elas apresentam a capacidade de contornar

obstáculos, desde que estes tenham dimensões comparáveis ao comprimento de onda.

- Ressonância

Quando um sistema vibrante é submetido a uma série periódica de impulsos cuja frequência coincide com a frequência natural do sistema, a amplitude de suas oscilações cresce gradativamente, pois a energia recebida vai sendo armazenada.

- Polarização

Polarizar uma onda significa orientá-la em uma única direção ou plano.

Questões

1. Conta-se que um famoso tenor italiano, ao soltar a voz num agudo, conseguia romper um copo de cristal. Como é possível explicar fisicamente essa ocorrência?
2. As ondas luminosas também podem sofrer difração, como as ondas sonoras. Explique por que é mais fácil perceber a difração sonora do que a difração luminosa.
3. Conta-se que na Primeira Guerra Mundial uma ponte de concreto desabou quando soldados, em marcha cadenciada, passaram sobre ela. Como é possível explicar essa ocorrência?

O SOM

As ondas sonoras são ondas mecânicas e portanto não se propagam no vácuo. São audíveis pelo homem quando sua frequência se situa entre 20 Hz e 20.000 Hz.

Fontes de som

Em geral, as fontes de som são os corpos em vibração, como o cone de um alto-falante, as cordas vocais, etc."

A velocidade do som

Nos líquidos e nos sólidos, onde as moléculas estão mais próximas umas das outras, a velocidade do som é bem maior do que em um gás.

$$v_{\text{sólidos}} > v_{\text{líquidos}} > v_{\text{gases}}$$

Velocidade do som no ar: 340 m/s

Velocidade do som na água: 1450 m/s

Qualidades de um som

- Intensidade

É a qualidade que nos permite distinguir os sons fortes dos fracos.

- Timbre

É a qualidade que nos faz distinguir as vozes de duas pessoas, mesmo quando emitindo sons de mesma frequência. Também permite diferenciar os sons de dois instrumentos musicais, mesmo quando eles emitem a mesma nota.

- Altura

É a qualidade do som que nos permite distinguir os sons graves dos agudos.

O eco

Quando uma onda sonora encontra um obstáculo à sua frente, ela pode retornar à sua fonte por reflexão.

O eco ocorre se a distância entre a origem do som e o obstáculo for, no mínimo, de 17 m. Nossos ouvidos têm a capacidade de distinguir sons emitidos num intervalo de tempo de, no mínimo, 0,1 s.

Sonar

É um equipamento colocado em navios que envia ondas sonoras em direção ao fundo do mar e recebe, posteriormente, a reflexão, podendo-se calcular a profundidade.

Questões

1. No filme *Guerra nas estrelas*, as batalhas travadas entre as naves são acompanhadas pelo ruído característico das armas disparadas e dos veículos explodindo. Fisicamente, isso realmente poderia ocorrer? Por quê?
2. Em um filme americano de faroeste, um índio colocou seu ouvido ao chão para verificar se a cavalaria estava se aproximando. Há uma justificativa física para esse procedimento? Explique.
3. De que forma dois astronautas podem conversar na superfície da Lua?
4. Se você observar a distância alguém cortando lenha, primeiro verá o martelo batendo na madeira e só depois ouvirá o barulho. O mesmo fenômeno acontece com os raios, em dia de tempestade: primeiro vemos o clarão e depois ouvimos o trovão. Por que isso acontece?

5. Em que princípio se baseia o funcionamento do radar? E o do sonar?
6. Por que o som do eco é mais fraco que o som emitido?
7. A afirmação abaixo está errada. Comente o erro e corrija a frase: "Quando você fala, as partículas de ar se movem da sua boca até o ouvido de quem escuta".
8. Os morcegos têm uma visão extremamente deficiente, orientando-se, em seus vôos, pelas vibrações ultra-sônicas. Explique como isso é possível.

Exercícios

9. Uma pessoa ouve o som de um trovão 2 segundos depois de ver o relâmpago. Determine a que distância aproximadamente do observador caiu o raio. Considere a velocidade do som no ar igual a 340 m/s.
10. Se uma pessoa ouve o som do disparo de uma arma de fogo 5 s após a ter visto ser disparada, qual a distância entre o ouvinte e o atirador? Considerando $v_{\text{som}} = 340 \text{ m/s}$.
11. A velocidade de propagação do som no ar é 340 m/s. Uma onda sonora de comprimento de onda no ar igual a 34 m é audível pelo homem? Justifique a sua resposta.
12. No stand de tiro-ao-alvo, o atirador ouve o eco do tiro que ele dispara 0,6 s após o disparo. Sendo a velocidade do som no ar igual a 340 m/s, determine a distância entre o atirador e o obstáculo que reflete o som.
13. Num passeio ao "vale do eco", um turista percebe que o primeiro eco de seu grito é ouvido 4 s após a emissão. Sendo a velocidade do som no ar igual a 340 m/s, determine a que distância dele se encontra o obstáculo refletor.
14. O som se propaga na água com velocidade de 1450 m/s. Qual a distância entre uma pessoa e a barreira refletora, para que ela possa receber o eco, nesse meio?
15. Com o "sonar", verifica-se, numa dada região do oceano Atlântico, que o intervalo de tempo entre a emissão de um pulso sonoro e sua posterior recepção é de 2 s. Se a velocidade do som na água do mar é 1500 m/s, qual a profundidade da região pesquisada?

Leitura complementar

Efeito Doppler

É comum a verificação de que, quando uma fonte sonora (uma ambulância com a sirene ligada, por exemplo) se aproxima ou se afasta de nós, o som que ouvimos não mantém uma frequência constante. Nota-se que, à medida que a fonte se aproxima, o som ouvido vai se tornando mais agudo e, à medida que se afasta, o som ouvido vai se tornando mais grave.

Cordas vibrantes

Se uma corda tensa for vibrada, estabelecem-se nela ondas transversais que, superpondo-se às refletidas nas extremidades, originam ondas estacionárias. A vibração da corda transmite-se para o ar adjacente, originando uma onda sonora. Nos instrumentos musicais de corda, como o violão, violino, piano, etc., a intensidade do som é ampliada por meio de uma caixa de ressonância.

Tubos sonoros

Basicamente, um tubo sonoro é uma coluna de ar na qual se estabelecem ondas estacionárias longitudinais, determinadas pela superposição de ondas de pressão geradas numa extremidade com ondas refletidas na outra extremidade.