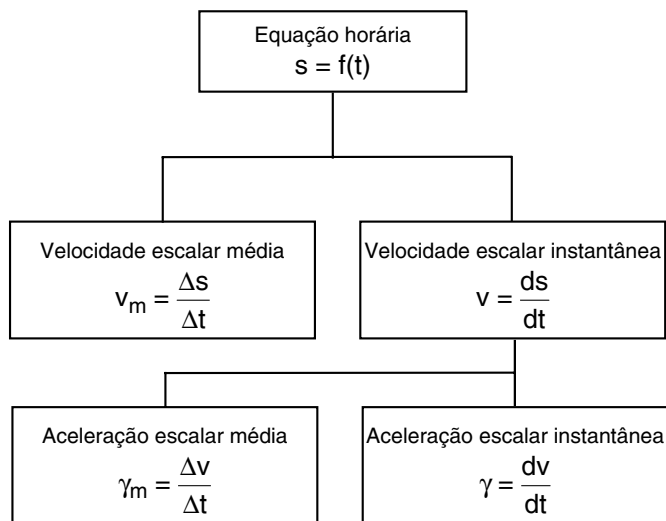




## AULA 1

### VELOCIDADE ESCALAR INSTANTÂNEA E ACELERAÇÃO ESCALAR INSTANTÂNEA

#### Roteiro de estudo



#### Exercícios propostos

O enunciado que se segue refere-se aos testes 1, 2 e 3. Em um laboratório de Física, ao estudar o movimento de um pequeno objeto em pista retilínea, um aluno deduz que a função horária dos espaços é dada, no S.I.U., por:

$$s = 1,0t^3 - 0,50t^2 + 7,0t - 10, \quad t \geq 0$$

**1** A velocidade escalar do objeto no instante  $t_1 = 4,0$  s, em m/s, vale:

- a) 40,0    b) 44,0    c) 48,0    **d) 51,0**    e) 60,0

$$v = \frac{ds}{dt} = 3,0 \cdot t^2 - 1,0 \cdot t + 7,0 \text{ (S.I.U.)}$$

$$t_1 = 4,0 \text{ s} \Rightarrow v_1 = [3,0 \cdot (4,0)^2] - (1,0 \cdot 4,0) + 7,0 \Rightarrow v_1 = 48,0 - 4,0 + 7,0 \Rightarrow v_1 = 51,0 \text{ m/s}$$

**2** A aceleração escalar média, em  $\text{m/s}^2$ , entre os instantes  $t_0 = 0$  e  $t_1 = 4,0$  s, é igual a:

- a) 11,0**    b) 9,0    c) 7,0    d) 5,0    e) 3,0

$$t_0 = 0 \Rightarrow v_0 = [3,0 \cdot (0)^2] - (1,0 \cdot 0) + 7,0 \Rightarrow v_0 = 7,0 \text{ m/s}$$

Do exercício 1:  $v_1 = 51,0 \text{ m/s}$

$$\gamma_m = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{51,0 - 7,0}{4,0 - 0} = 11,0 \text{ m/s}^2$$

**3** A aceleração escalar no instante  $t_1 = 4,0$  s, em  $\text{m/s}^2$ , é igual a:

- a) 21,0    b) 22,0    **c) 23,0**    d) 24,0    e) 25,0

$$\gamma = \frac{dv}{dt} = 6,0t - 1,0 \text{ (S.I.U.)}$$

$$t_1 = 4,0 \text{ s} \Rightarrow \gamma = (6,0 \cdot 4,0) - 1,0 \Rightarrow \gamma = 23,0 \text{ m/s}^2$$

**4** Uma bola de tênis é lançada verticalmente para cima, em um local onde a resistência do ar é desprezível, e o seu movimento é descrito pela função horária seguinte, que relaciona a altura (h) da bola em relação ao solo ( $h = 0$ ), em função do tempo (t):

$$h = 2,0 + 60,0t - 5,0t^2, \quad t \geq 0 \text{ (S.I.U.)}$$

Assinale a alternativa que indica corretamente o instante, em segundos, e a altura, em metros, em que a bola inverte o sentido do movimento.

- a) 2,0 e 60,0    d) 6,0 e 180,0  
b) 2,0 e 120,0    **e) 6,0 e 182,0**  
c) 4,0 e 60,0

Na inversão do movimento, a velocidade escalar anula-se; então:

$$v = \frac{dh}{dt} = 60,0 - 10,0t$$

$$0 = 60,0 - 10,0t_{\text{inv.}} \Rightarrow t_{\text{inv.}} = 6,0 \text{ s}$$

$$h = 2,0 + (60,0 \cdot 6,0) - [5,0 \cdot (6,0)^2] \Rightarrow$$

$$\Rightarrow h = 182,0 \text{ m}$$

## Exercícios-Tarefa

**1** Um ponto material em movimento obedece à seguinte função horária dos espaços:

$s = 1,0t^3 - 5,0t^2 + 15t - 5,0$ , em unidades do S.I., válida para  $t \geq 0$ . A velocidade escalar inicial, em m/s, vale:

- a) 15    b) 13    c) 11    d) 9    e) 7

**Resolução:**

$$v = \frac{ds}{dt} \Rightarrow v = 3,0t^2 - 10t + 15 \text{ (S.I.)}$$

$$t = 0 \Rightarrow v_0 = 3,0 \cdot 0^2 - 10 \cdot 0 + 15 \Rightarrow$$

$$V_0 = 15 \text{ m/s}$$

**Resposta: A**

**2** A coordenada de posição (espaço) de um atleta, em uma corrida de 50 m de extensão, é dada, em função do tempo, pela relação:

$$s = 0,50t^2 \text{ (S.I.)}$$

O atleta cruza a linha de chegada com velocidade escalar, em km/h, igual a:

- a) 10    b) 18    c) 24    d) 36    e) 54

**Resolução:**

$$s = 0,50t^2$$

$$50 = 0,50 \cdot t^2 \Rightarrow t = 10\text{s}$$

$$v = \frac{ds}{dt} \Rightarrow v = 1,0t \Rightarrow v = 10 \text{ m/s} \Rightarrow$$

$$v = 36 \text{ km/h}$$

**Resposta: D**

**3** Um automóvel, partindo do repouso, atinge a velocidade escalar de 108 km/h em 20 s de movimento retilíneo. A aceleração escalar média do automóvel nestes 20 s de movimento é de:

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

**Resolução:**

$$v = 108 : 3,6 = 30 \text{ m/s}$$

$$\gamma = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{30 - 0}{20} = 1,5 \text{ m/s}^2$$

**Resposta: B**

**4** O movimento retilíneo de uma partícula é descrito pela função horária dos espaços que se segue:

$s = 1,5t^3 - 2,0t^2 + 10t - 14$ , em unidades do S.I., válida para  $t \geq 0$ . Das funções a seguir, qual é a que representa corretamente a função horária da aceleração?

- a)  $\gamma = 4,5t^2 - 4,0t + 10$   
b)  $\gamma = 4,5t^2 + 4,0t + 10$   
c)  $\gamma = 4,5t^2 - 4,0t$   
d)  $\gamma = 9,0t - 4,0$   
e)  $\gamma = 9,0t + 4,0$

2 - ➔ OBJETIVO

**Resolução:**

$$v = \frac{ds}{dt} \Rightarrow v = 4,5t^2 - 4,0t + 10 \text{ (S.I.)}$$

$$\gamma = \frac{\Delta v}{\Delta t} = 9,0t - 4,0 \text{ (S.I.)}$$

**Resposta: D**

O enunciado que se segue refere-se aos testes 5 e 6.

A velocidade escalar instantânea de um corpo varia com o tempo segundo a função:

$$v = 1,0t^2 - 3,0t - 10, \text{ em unidades do S.I., válida para } t \geq 0.$$

**5** A aceleração escalar média do corpo entre os instantes  $t_0 = 0$  e  $t_1 = 2,0$  s, em  $\text{m/s}^2$ , vale:

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

**Resolução:**

$$v_0 = -10 \text{ m/s}$$

$$v_1 = 1,0 \cdot 2,0^2 - 3,0 \cdot 2,0 - 10 \Rightarrow v_1 = -12 \text{ m/s}$$

$$\gamma_m = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{-12 - (-10)}{2,0 - 0} \Rightarrow \gamma_m = -1,0 \text{ m/s}^2$$

**Resposta: A**

**6** As acelerações escalares instantâneas do corpo nos instantes  $t_0 = 0$  e  $t_1 = 2,0$  s, em  $\text{m/s}^2$ , são respectivamente iguais a:

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

**Resolução:**

$$\gamma = \frac{dv}{dt} = 2,0t - 3,0 \text{ (S.I.)}$$

$$\gamma_0 = -3,0 \text{ m/s}^2 \text{ e } \gamma_1 = 1,0 \text{ m/s}^2$$

**Resposta: B**

---

## AULA 2

---

### CLASSIFICAÇÃO DOS MOVIMENTOS

#### Roteiro de estudo

**Classificação quanto ao sentido do movimento:**

1. Progressivo:  $s$  crescente  $\Rightarrow v > 0$
2. Retrógrado:  $s$  decrescente  $\Rightarrow v < 0$

**Classificação quanto ao módulo da velocidade:**

1. Uniforme:  $|v|$  constante e  $\gamma = 0$
2. Acelerado:  $|v|$  crescente e  $\gamma \cdot v > 0$
3. Retardado:  $|v|$  decrescente e  $\gamma \cdot v < 0$

## Exercícios propostos

**1** A respeito do movimento de um ponto material, analise as proposições que se seguem:

I. Se o espaço aumenta em valor relativo, ou seja, se o espaço é crescente, a velocidade escalar instantânea é positiva e o movimento é progressivo.

II. Se o espaço diminui em valor relativo, isto é, o espaço é decrescente, a velocidade escalar instantânea é negativa e o movimento é retardado.

III. Se a velocidade escalar instantânea aumenta em valor absoluto, por definição, o movimento é acelerado e a velocidade escalar instantânea e a aceleração escalar instantânea têm os mesmos sinais (ambos positivos ou ambos negativos).

São corretas:

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

I. Correta

II. Errada

Sendo a velocidade escalar negativa, o movimento é classificado como **retrógrado**.

III. Correta

**2** Um ponto material movimenta-se obedecendo à função horária dos espaços:  $s = 5,0t^2 - 4,0t + 7,0$ , válida para  $t \geq 0$ , em unidades do S.I.

a) Determine o instante em que o ponto material inverte o sentido do movimento.

$$a) v = \frac{ds}{dt} = 10,0t - 4,0 \text{ (S.I.U.)}$$

$$0 = 10,0t - 4,0 \Rightarrow t = 0,40 \text{ s}$$

b) Classifique o movimento no instante  $t_1 = 2,0$  s.

$$v = \frac{ds}{dt} = 10,0t - 4,0 \text{ (S.I.U.)}$$

$$t = 2,0 \text{ s} \Rightarrow v = 10,0 \cdot 2,0 - 4,0 \Rightarrow v = 16,0 \text{ m/s}$$

$v > 0 \Rightarrow$  **movimento progressivo**

$\gamma = \frac{dv}{dt} = 10,0 \text{ m/s}^2$ , a aceleração escalar tem o mesmo sinal que a velocidade de escalar; portanto, o **movimento é acelerado**.

**3** A velocidade escalar de uma partícula varia com o tempo segundo a relação  $v = 10,0 - 2,0t$ , válida para  $t \geq 0$ , em unidades do S.I. Na origem dos tempos, o movimento da partícula é:

- a) uniforme e retrógrado  
b) uniforme e progressivo  
c) progressivo acelerado  
d) progressivo retardado  
e) retrógrado acelerado

$$t = 0 \Rightarrow v_0 = 10,0 - 2,0 \cdot 0 \Rightarrow v_0 = 10,0 \text{ m/s}$$

$v > 0 \Rightarrow$  **movimento progressivo**

$\gamma = \frac{dv}{dt} = -2,0 \text{ m/s}^2$ , a aceleração escalar tem sinal contrário ao da velocidade de escalar; portanto, o **movimento é retardado**.

**4** Uma partícula em movimento retilíneo obedece a função horária dos espaços:  $s = 5,0 + 1,0t^2 - 4,0t^3$ , válida para  $t \geq 0$ , em unidades do S.I.

No instante  $t = 2,0$  s, o movimento da partícula é:

- a) uniforme e retrógrado  
b) uniforme e progressivo  
c) progressivo acelerado  
d) progressivo retardado  
e) retrógrado acelerado

$$v = \frac{ds}{dt} = 2,0t - 12,0t^2 \text{ (S.I.U.)}$$

$$t = 2,0 \text{ s} \Rightarrow v = 2,0 \cdot 2,0 - 12,0 \cdot 2,0^2 \Rightarrow v = -44,0 \text{ m/s}$$

$v < 0 \Rightarrow$  **movimento retrógrado**

$$\gamma = \frac{dv}{dt} = 2,0 - 24,0t$$

$t = 2,0 \text{ s} \Rightarrow \gamma = 2,0 - 24,0 \cdot 2,0 \Rightarrow \gamma = -46,0 \text{ m/s}^2$ , a aceleração escalar tem o mesmo sinal que a velocidade escalar; portanto, o **movimento é acelerado**.

**5** Uma partícula está em movimento com equação horária das velocidades dada por:  $v = 3,0t - 10$ , válida para  $t \geq 0$  (S.I.).

No instante  $t_1 = 2,0$  s, o movimento da partícula é:

- a) uniforme e progressivo  
b) uniforme e retrógrado  
c) progressivo e acelerado  
d) retrógrado e acelerado  
e) retrógrado e retardado

$$t = 2,0 \text{ s} \Rightarrow v_0 = 3,0 \cdot 2,0 - 10,0 \Rightarrow v_0 = -4,0 \text{ m/s}$$

$v < 0 \Rightarrow$  **movimento retrógrado**

$\gamma = \frac{dv}{dt} = 3,0 \text{ m/s}^2$ , a aceleração escalar tem sinal contrário ao da velocidade de escalar; portanto, o **movimento é retardado**.

## Exercícios-Tarefa

**1** Uma partícula em movimento retilíneo obedece à função horária dos espaços:  $s = 5,0 + 1,0t^2 - 4,0t^3$ , válida para  $t \geq 0$ , em unidades do S.I.

No instante  $t = 2,0$  s, o movimento da partícula é:

- a) uniforme e retrógrado
- b) uniforme e progressivo
- c) progressivo acelerado
- d) progressivo retardado
- e) retrógrado acelerado

**Resolução:**

$$v = \frac{ds}{dt} = 2,0t - 12,0t^2$$

$$t = 2,0 \text{ s} \Rightarrow v = (2,0 \cdot 2,0) - [12,0 \cdot (2,0)^2] \Rightarrow$$

$$\Rightarrow v = -44,0 \text{ m/s} \therefore \text{movimento retrógrado}$$

$$\gamma = \frac{dv}{dt} = 2,0 - 24,0t$$

$$t = 2,0 \text{ s} \Rightarrow \gamma = 2,0 - (24,0 \cdot 2,0) \Rightarrow$$

$$\gamma = -46,0 \text{ m/s}^2 [\gamma < 0 \text{ e } v < 0 \Rightarrow \text{movimento acelerado}]$$

**Resposta: E**

**2** Uma partícula está em movimento, de modo que a função horária dos espaços é dada por:

$$s = 1,0t^2 - 5,0t + 6,0 \text{ (S.I.)}$$

No instante  $t_1 = 1,0$  s, o movimento da partícula é:

- a) progressivo acelerado
- b) progressivo retardado
- c) retrógrado acelerado
- d) retrógrado retardado
- e) uniforme progressivo

**Resolução:**

$$v = \frac{ds}{dt} = 2,0t - 5,0 \Rightarrow v = (2,0 \cdot 1,0) - 5,0$$

$$\Rightarrow v = -3,0 \text{ m/s} \therefore \text{movimento retrógrado}$$

$$\gamma = \frac{dv}{dt} = 2,0 \text{ m/s}^2$$

$$\gamma > 0 \text{ e } v < 0: \text{movimento retardado}$$

**Resposta: D**

**3** Na Lua, um projétil é lançado verticalmente para cima, a partir do solo, e sua altura  $h$  varia com o tempo  $t$  segundo a relação:  $h = 32,0t - 0,8t^2$ , em unidades do S.I., válida para  $t \geq 0$ .

No instante 10,0 s, o movimento do projétil é:

- a) uniforme progressivo
- b) uniforme e retrógrado
- c) progressivo retardado
- d) progressivo acelerado
- e) retrógrado retardado

4 - ➔ OBJETIVO

**Resolução:**

$$v = \frac{dh}{dt} = 32,0 - 1,6t$$

$$t = 10,0 \text{ s} \Rightarrow v = 32,0 - [1,6 \cdot (10,0)] \Rightarrow$$

$$\Rightarrow v = 16,0 \text{ m/s} \therefore \text{movimento progressivo}$$

$$\gamma = \frac{dv}{dt} = -1,6 \text{ m/s}^2 [\gamma < 0 \text{ e } v > 0 \Rightarrow$$

**movimento retardado**

**Resposta: C**

**4** A velocidade escalar de uma partícula varia com o tempo segundo a relação  $v = 20,0 + 10,0t$ , válida para  $t \geq 0$ , em unidades do S.I. Na origem dos tempos o movimento da partícula é:

- a) progressivo acelerado
- b) uniforme e progressivo
- c) progressivo retardado
- d) uniforme e retrógrado
- e) retrógrado acelerado

**Resolução:**

$$t_0 = 0 \Rightarrow v_0 = 20,0 \text{ m/s} \therefore \text{movimento progressivo}$$

$$\gamma = \frac{dv}{dt} = 10,0 \text{ m/s}^2 [\gamma > 0 \text{ e } v > 0 \therefore \text{movimento acelerado}]$$

**Resposta: A**

**5** Uma partícula em movimento retilíneo obedece à função horária dos espaços:  $s = 5,0 + 2,0t - 3,0t^2$ , válida para  $t \geq 0$ , em unidades do S.I.

No instante  $t = 2,0$  s, o movimento da partícula é:

- a) uniforme e retrógrado
- b) uniforme e progressivo
- c) progressivo acelerado
- d) progressivo retardado
- e) retrógrado acelerado

**Resolução:**

$$v = \frac{ds}{dt} = 2,0 - 6,0t$$

$$t = 2,0 \text{ s} \Rightarrow v = 2,0 - [6,0 \cdot (2,0)] \Rightarrow$$

$$\Rightarrow v = -10,0 \text{ m/s} \therefore \text{movimento retrógrado}$$

$$\gamma = \frac{dv}{dt} = -6,0 \text{ m/s}^2 \Rightarrow \text{movimento acelerado}$$

**Resposta: E**

**6** A velocidade escalar de uma partícula varia com o tempo de acordo com a função horária:

$$v = 2,0t^2 - 18, \text{ válida para } t \geq 0, \text{ em unidades do S.I.}$$

Pede-se:

a) a velocidade escalar e a aceleração escalar da partícula no instante  $t = 2,0$  s.

**Resolução:**

$$v = 2,0 \cdot 2,0^2 - 18 = -10 \text{ m/s}$$

**Resposta:**  $v = -10$  m/s

$$\gamma = 8,0 \text{ m/s}^2$$

b) a classificação do movimento no instante  $t = 2,0$  s.

**Resolução:**

movimento retrógrado e retardado

---

## AULA 3

---

### MOVIMENTO UNIFORME

#### Roteiro de estudo

##### Equação horária

$$s = s_0 + v \cdot t$$

##### Velocidade escalar

$$v = v_m = \frac{\Delta s}{\Delta t} = \text{constante} \neq 0$$

##### Aceleração escalar

$$\gamma = \gamma_m = \text{constante} = 0$$

#### Exercícios propostos

**1** O tempo de reação é o tempo entre a percepção de um evento e o início efetivo da reação. As pessoas com condições fisiológicas normais apresentam tempo de reação da ordem de 0,75 segundo. Uma pessoa com alguma alteração fisiológica tem esse tempo aumentado para 2,0 segundos. Admitindo-se que, no trânsito, a distância de segurança entre dois veículos a 72 km/h (20 m/s) seja de 15 m no primeiro caso, qual deve ser esta distância, em metros, para o segundo caso, ou seja, com o tempo de reação de 2,0 segundos?

- a) 20    b) 28    c) 33    d) 36    **e) 40**

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

$$\Rightarrow \Delta s = 20 \cdot 2,0 = 40,0 \text{ m}$$

**2** Às 12h e 30min, partiu um ônibus de São Paulo em direção a São José dos Campos. A distância entre as cidades é de 120 km, e o motorista manteve uma velocidade escalar constante de 60 km/h ao fazer esse percurso. A que horas o ônibus chegou a São José dos Campos?

- a) Às 14h e 30min    d) Às 15h e 30min  
b) Às 14h e 40min    e) Às 15h e 40min  
c) Às 14h e 50min

$$v = \frac{\Delta s}{\Delta t} \Rightarrow 60 = \frac{120}{t - 12,5} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow t - 12,5 = 2,0 \Rightarrow t = 14,5 \text{ h}$$

**3** "Stephenson, engenheiro inglês, construiu a 'Locomotion', que, em 1825, tracionou uma composição ferroviária trafegando entre Stockton e Darlington, num percurso de 15 quilômetros, a uma velocidade próxima dos 20 quilômetros horários. Em associação com seu filho, Robert Stephenson, fundou a primeira fábrica de locomotivas do mundo. Foi ele considerado, então, o inventor da locomotiva a vapor e construtor da primeira estrada de ferro."

Fonte: <http://www1.dnit.gov.br>

O intervalo de tempo gasto pela Locomotion, num percurso de ida e volta, trafegando a 20 km/h em movimento uniforme entre Stockton e Darlington ( $\Delta s = 30$  km), foi de:

- a) 0,50 h    b) 1,0 h    **c) 1,5 h**    d) 2,0 h    e) 3,0 h

$$v = \frac{\Delta s}{\Delta t} \Rightarrow 20 = \frac{30}{\Delta t} \Rightarrow \Delta t = 1,5 \text{ h}$$

**4** "O grande empreendedor brasileiro, Irineu Evangelista de Souza (1813-1889), mais tarde Barão de Mauá, recebeu, em 1852, a concessão do Governo Imperial para a construção e exploração de uma linha férrea, no Rio de Janeiro, entre o Porto de Estrela, situado ao fundo da Baía da Guanabara, e a localidade de Raíz da Serra, com 14,5 km de extensão em direção à cidade de Petrópolis."

Fonte: <http://www1.dnit.gov.br>

Considere que a locomotiva *Baronesa*, a primeira locomotiva adquirida pelo Barão de Mauá, tenha seus espaços variando com o tempo de acordo com a função:

$$s = 29 \cdot t, \mu[s] = \text{km e } \mu[t] = \text{h}$$

Em que instante a *Baronesa* termina sua viagem entre o Porto Estrela e a Estação Raiz da Serra, tendo partido em  $t_0 = 0$ ?

- a) 0,25 h    d) 1,0 h  
**b) 0,50 h**    e) 1,25 h  
c) 0,75 h

$$s = 29 \cdot t \Rightarrow 14,5 = 29 \cdot t \Rightarrow t = 0,50 \text{ h}$$

**5** Os espaços de uma partícula variam com o tempo desde o instante zero, segundo a tabela que se segue:

t(s)	0	1	2	3	4	5
s(m)	23	19	15	11	7	3

Considere a regularidade da tabela. A partir dos dados disponíveis, concluímos que a função horária dos espaços, no S.I.U., está expressa corretamente na alternativa:

- a)  $s = 1,0 + 2,0t$       **d)**  $s = 23,0 - 4,0t$   
 b)  $s = 2,0 + 5,0t$       e)  $s = 5,0 + 4,0t$   
 c)  $s = 3,0 - 4,0t$

$$v = \frac{\Delta s}{\Delta t} \Rightarrow v = \frac{19 - 23}{1,0 - 0} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow v = -4,0 \text{ m/s}$$

$$s = s_0 + v \cdot t \Rightarrow s = 23 - 4,0t \text{ (S.I.)}$$

### Exercícios-Tarefa

**1** A Estrada de Ferro Vitória a Minas é uma ferrovia brasileira que liga a cidade de Belo Horizonte, capital do estado de Minas Gerais (passando pela região de mineração de Itabira) à cidade de Cariacica e aos portos de Tubarão, Praia Mole e Barra do Riacho, no Espírito Santo, com 900 km de extensão. Considere que um trem percorra essa estrada em um intervalo de tempo de 15 h em movimento uniforme. A velocidade escalar do trem, em km/h, vale:

- a) 50    b) 60    c) 70    **d) 80**    e) 90

**Resolução:**

$$v = \frac{\Delta s}{\Delta t} \Rightarrow v = \frac{900}{15} \Rightarrow v = 60 \text{ km/h}$$

**Resposta: B**

**2** O maquinista de um trem que está parado em um desvio na Serra da Mantiqueira aciona o apito emitindo um sinal sonoro estridente, que se propaga a 340 m/s, ouvindo o eco correspondente 0,50 s após o som ter sido emitido. A distância entre a rocha onde o som foi refletido e a posição do trem é, em metros, igual a:

- a) 680    b) 340    c) 170    **d) 85**    e) 34

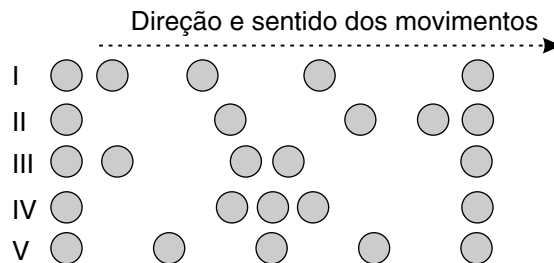
**Resolução:**

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

$$\Rightarrow 2 \cdot d = 340 \cdot 0,50 \Rightarrow d = 85,0 \text{ m}$$

**Resposta: D**

**3** As figuras a seguir representam as posições sucessivas, em intervalos de tempo iguais e fixos, dos objetos I, II, III, IV e V em movimento.



O objeto que descreveu um movimento retilíneo uniforme foi:

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

**Resolução:**

No movimento uniforme os deslocamentos escalares em intervalos de tempo iguais são iguais.

**Resposta: E**

**4** Os espaços de uma partícula variam com o tempo desde o instante zero, segundo a tabela que se segue:

t(s)	0	2	4	6	8	10
s(m)	-30	-15	0	15	30	45

Considere a regularidade da tabela. A partir dos dados disponíveis, concluímos que a função horária dos espaços, no S.I.U., está expressa corretamente na alternativa?

- a)  $s = -30 + 7,5t$       **d)  $s = -23 + 4,0t$**   
 b)  $s = 45 + 5,0t$       e)  $s = 30 + 4,0t$   
 c)  $s = 30 - 4,0t$

**Resolução:**

$$v = \frac{\Delta s}{\Delta t} \Rightarrow v = \frac{-15 - (-30)}{2 - 0} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow v = 7,5 \text{ m/s}$$

$$s = s_0 + v \cdot t \Rightarrow s = -30 + 7,5t \text{ (S.I.)}$$

**Resposta: A**



## AULA 1

### CALORIMETRIA – POTÊNCIA CALORÍFICA

**Amargo**

(Lupicínio Rodrigues)

*Amigo boleia a perna  
Puxa o banco e vai sentando  
Descansa a palha na orelha  
E o crioulo vai picando  
Que enquanto a chaleira chia  
O amargo eu vou cevando*

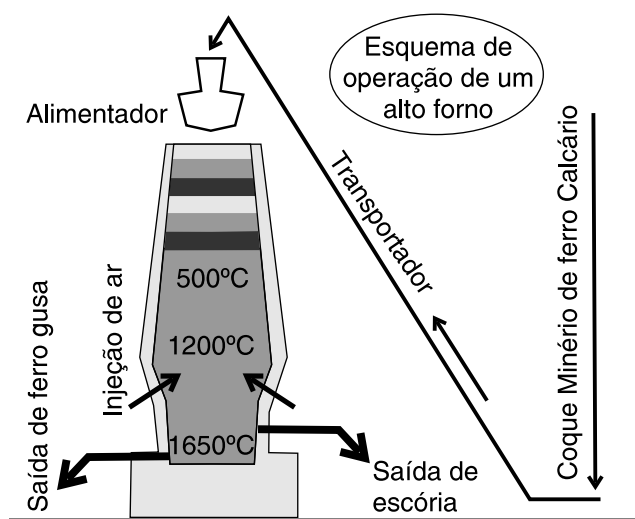
**1** Ao esquentar a água para o chimarrão, um gaúcho utiliza uma chaleira com capacidade térmica desprezível, na qual ele coloca 500 g de água, à temperatura inicial de 10°C. Considerando-se que o calor específico da água vale 1,0 cal/g°C e que a temperatura ideal deste líquido para a feitura de sua bebida deve ser 90°C, o intervalo de tempo, em minutos, que o gaúcho tem de prosa até ficar pronto o chimarrão é:

- a) 40      b) 50      c) 60      d) 70      e) 80

Dado:

Potência calorífica da fonte de calor: 1000 cal/min

**2** Observe a produção de ferro gusa, no esquema de operação de um alto forno, representado abaixo:



Sabendo-se que a variação da temperatura interna do alto forno da mínima para a máxima, mostrada pelo esquema, ocorreu em uma hora e cinquenta e cinco minutos e que a capacidade térmica da porção de ferro gusa produzida vale 60 kcal/°C, determine a potência térmica do alto forno, em kcal/min.

$$P = \frac{C \cdot \Delta\theta}{\Delta t}$$

$$\Delta\theta = 1650 - 500 = 1150^\circ\text{C}$$

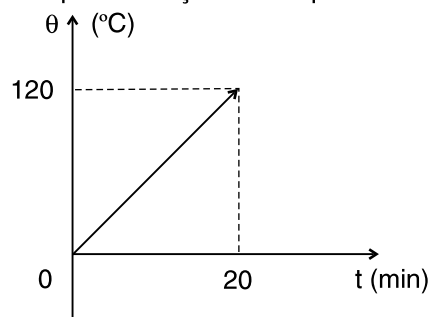
$$\Delta t = 1\text{h} + 55\text{min} = 115\text{min}$$

$$P = \frac{60 \cdot 1150}{115} \Rightarrow P = 600\text{ kcal/min}$$

**3** Uma porção de 100 g de um líquido cujo calor específico sensível vale 0,5 cal/g°C está inicialmente a -10°C. Esta porção recebe calor de uma fonte térmica de potência constante **P** durante 10 min e atinge 30°C. Pode-se afirmar que, em cal/min, **P** vale:

- a) 50      b) 100      c) 200      d) 300      e) 400

**4** O diagrama a seguir representa a variação da temperatura de um corpo em função do tempo:



Sabendo-se que o corpo foi aquecido por uma fonte de potência constante  $P = 600$  cal/min, determine a capacidade térmica do corpo citado, em cal/°C.

$$P = \frac{C \cdot \Delta\theta}{\Delta t}$$

$$600 = \frac{C \cdot (120 - 0)}{20 - 0} \Rightarrow C = 100\text{ cal/}^\circ\text{C}$$

- 5** No laboratório de Física do Colégio Objetivo, João, aluno aplicado da 2.<sup>a</sup> série do Ensino Médio, aquece em um forno de potência constante 100 cal/s um corpo de massa  $m = 200$  g, que sofre uma variação de temperatura  $\Delta\theta = 20^\circ\text{C}$ , em dez segundos. O calor específico sensível da substância que compõe o corpo, em cal/g°C, vale:
- a) 1,00    b) 0,80    c) 0,60    d) 0,50    **e) 0,25**

### Exercícios-Tarefa

- 1** Uma porção metálica é colocada em um alto forno de potência constante  $P = 300$  cal/s. Após 5,0 min da colocação, a porção metálica entra em equilíbrio térmico com o alto forno. Pode-se então afirmar que, neste intervalo de tempo, a quantidade de calor fornecida pelo forno à porção vale, em quilocalorias:
- a) 20    b) 30    c) 50    d) 60    **e) 90**

**Resolução:**

$$P = \frac{Q}{\Delta t}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} P = 300 \text{ cal/s} \\ \Delta t = 5,0 \cdot 60 \text{ s} = 300 \text{ s} \end{array} \right.$$

então

$$300 = \frac{Q}{300}$$

$$Q = 90000 \text{ cal} \Rightarrow \boxed{Q = 90 \text{ kcal}}$$

**Resposta: E**

- 2** Uma peça metálica, que possui capacidade térmica  $C$ , em cal/°C, recebe uma quantidade de calor  $Q = 1000$  cal. Se, nesta situação, ela sofre uma variação de temperatura  $\Delta\theta = 200^\circ\text{C}$ , podemos afirmar que o valor de  $C$  é:
- a) 5,0    b) 10,0    c) 30,0    d) 40,0    **e) 50,0**

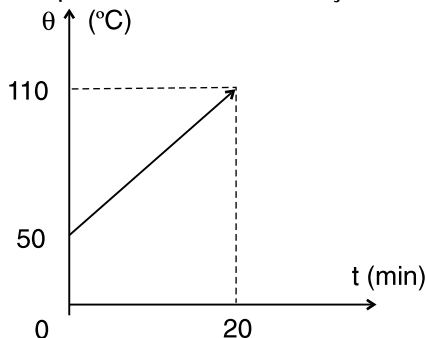
**Resolução:**

$$C = \frac{Q}{\Delta\theta}$$

$$C = \frac{1000}{200} \text{ cal/}^\circ\text{C} \Rightarrow \boxed{C = 5,0 \text{ cal/}^\circ\text{C}}$$

**Resposta: A**

- 3** O diagrama a seguir representa a variação da temperatura de um corpo de massa  $m$  em função do tempo:



Sabendo-se que o corpo foi aquecido por uma fonte de potência constante  $P = 600$  cal/min, determine a capacidade térmica do corpo citado, em cal/°C.

**Resolução:**

$$P = \frac{C \cdot \Delta\theta}{\Delta t}$$

Do gráfico:

$$\Delta\theta = (110 - 50)^\circ\text{C} = 60^\circ\text{C}$$

$$\Delta t = (20 - 0) \text{ min} = 20 \text{ min}$$

$$600 = \frac{C \cdot 60}{20}$$

$$\boxed{C = 200 \text{ cal/}^\circ\text{C}}$$

- 4** Um bloco metálico de massa  $m$  e calor específico sensível  $0,75$  cal/g°C recebe de uma fonte térmica de potência constante  $P = 150$  cal/s uma quantidade de calor, durante vinte segundos. Após o calor recebido, a sua temperatura passa de  $40^\circ\text{C}$  para  $80^\circ\text{C}$ , sem mudança de estado físico. Determine o valor de  $m$ , em gramas.

**Resolução:**

$$P = \frac{Q}{\Delta t}$$

$$P = \frac{m \cdot c \cdot \Delta\theta}{\Delta t}$$

$$150 = \frac{m \cdot 0,75 \cdot (80 - 40)}{20}$$

$$150 = \frac{m \cdot 0,75 \cdot 40}{20}$$

$$\boxed{m = 100 \text{ g}}$$

## AULA 2

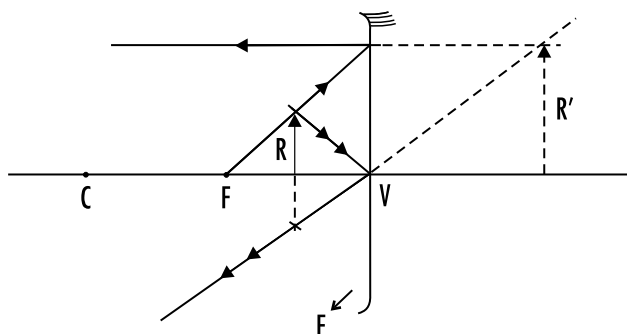
### ÓPTICA GEOMÉTRICA – ESPELHOS ESFÉRICOS

**1** Observando a maçaneta metálica de sua casa, Tuquinha descobre que ela possui uma reentrância igual a um espelho esférico côncavo. Supondo-se que este espelho obedeça às condições de Gauss, se Tuquinha faz incidir um raio de luz monocromática sobre o espelho, em uma direção paralela a de seu eixo principal, e ele reflete-se em uma direção diagonal ao eixo, podemos afirmar que o raio refletido

- a) passa necessariamente pelo vértice do espelho.  
 b) passa necessariamente pelo centro de curvatura do espelho.  
 c) passa necessariamente por um foco secundário do espelho.  
**d) passa necessariamente pelo foco principal do espelho.**  
 e) passa necessariamente por dois focos: um principal e outro secundário.



**2** O palhaço Tiritika trabalha no Circo Vostok e costuma usar o espelho esférico de seu camarim para arrumar detalhes de sua maquiagem, antes de entrar no palco. O espelho citado fornece para o palhaço uma imagem virtual, direita e maior que seu rosto. Considerando-se estas informações, efetue um esquema no qual apareçam o espelho esférico com os seus elementos eixo principal, vértice, centro de curvatura e foco principal; o rosto do palhaço, representado como uma seta dirigida para cima, com a origem sobre o eixo principal. Trace a partir desta seta pelo menos dois raios luminosos notáveis, que formem a imagem do rosto do palhaço, fornecida pelo espelho.



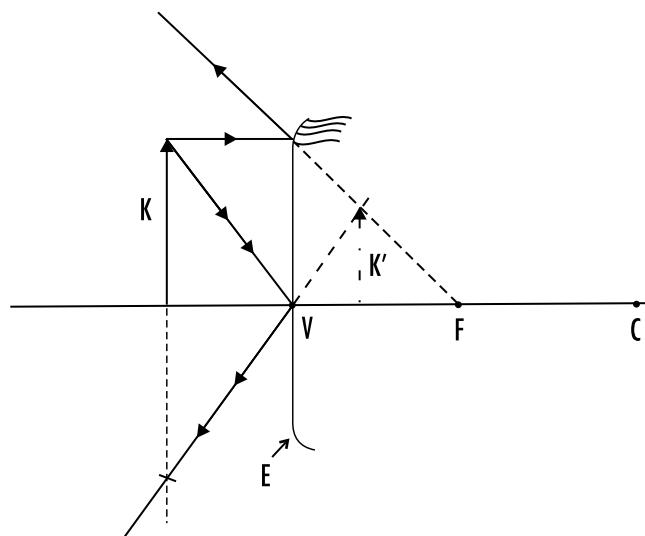
C → centro de curvatura  
 F → foco principal  
 V → vértice  
 R → rosto  
 R' → imagem do rosto  
 E → espelho esférico côncavo

**3** Na parte superior da entrada das garagens de prédios, geralmente são usados espelhos esféricos que possuem um campo visual amplo, para que diversos carros que entram e saem possam ser vistos. Sabendo-se que a imagem observada pelo porteiro é direita e menor que o carro, determine:

a) o tipo de espelho usado

Espelho esférico convexo. Apenas este tipo de espelho nos fornece imagem direita e menor.

b) um esquema no qual apareçam o espelho esférico, um carro – representado por uma seta dirigida para cima com a origem sobre o eixo principal do espelho, e pelo menos dois raios luminosos notáveis que formem a imagem do carro, fornecida pelo espelho.



E → espelho esférico convexo  
 K → carro  
 K' → imagem do carro  
 V → vértice  
 F → foco principal  
 C → centro de curvatura

**4** Um estudante de Física deseja acender um fósforo usando um espelho esférico e a energia solar. Assinale a alternativa que indica corretamente o tipo de espelho esférico e o posicionamento da ponta do fósforo que contém pólvora, respectivamente.

- a) côncavo – no centro de curvatura do espelho
- b) côncavo – no vértice do espelho
- c) côncavo – no foco do espelho**
- d) convexo – no centro de curvatura do espelho
- e) convexo – no foco do espelho

**5** (PUC – RJ) Um objeto é colocado perpendicularmente ao eixo principal de um espelho esférico convexo. Notamos que, nesse caso, a altura de imagem é  $i_1$ . Em seguida, o mesmo objeto é aproximado do espelho, formando uma nova imagem, cuja altura é  $i_2$ . Quando aproximamos o objeto, a imagem

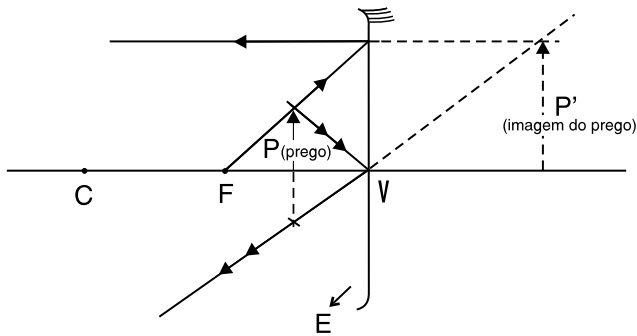
- a) se aproxima do espelho, sendo  $i_1 < i_2$ .**
- b) se aproxima do espelho, sendo  $i_1 > i_2$ .
- c) se aproxima do espelho, sendo  $i_1 = i_2$ .
- d) se afasta do espelho, sendo  $i_1 > i_2$ .
- e) se afasta do espelho, sendo  $i_1 < i_2$ .

## Exercícios-Tarefa

**1** (Vunesp) Um pequeno prego encontra-se diante de um espelho côncavo, perpendicularmente ao eixo óptico principal, entre o foco e o espelho. A imagem do prego será:

- a) real, invertida e menor que o objeto
- b) virtual, invertida e menor que o objeto
- c) real, direta e menor que o objeto
- d) virtual, direta e maior que o objeto
- e) real, invertida e maior que o objeto

**Resolução:**

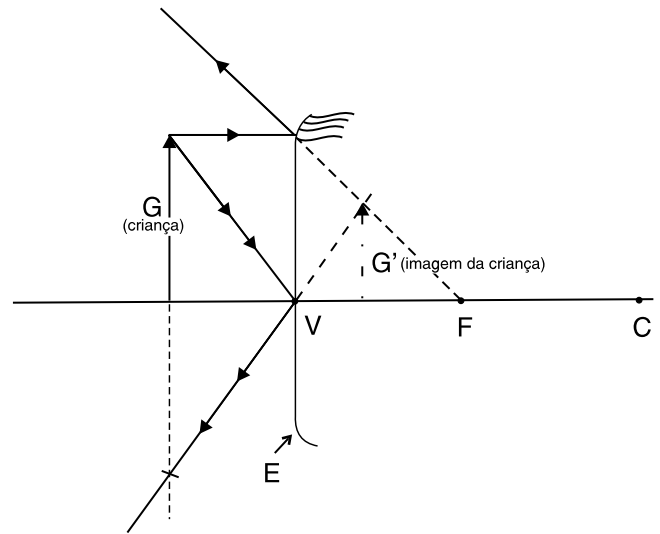


**Resposta: D**

**2** Maurício, uma criança curiosa, ao passar com o carro perto do espelho que está na saída da garagem de seu prédio levantou a mão para dar um sinal e percebeu, certamente, a sua imagem

- a) deformada.
- b) menor e invertida.
- c) maior e invertida.
- d) maior e direita.
- e) menor e direita.

**Resolução:**



**Resposta: E**

**3** Com a finalidade de visualizar melhor a cárie no dente de seu paciente, o Dr. Lucas usa um espelhinho esférico.

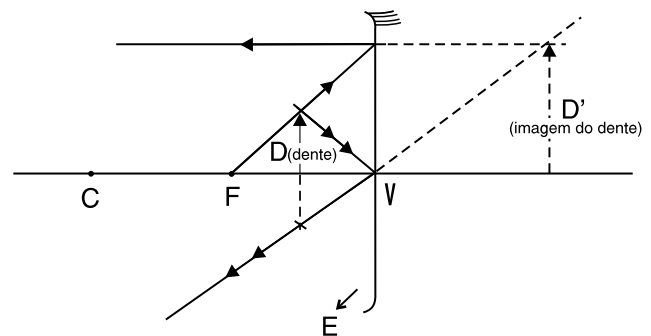
a) Qual é o tipo de espelho que lhe fornece a imagem desejada?

**Resolução:**

Espelho côncavo. Apenas este tipo de espelho fornece imagem virtual e ampliada em relação ao objeto observado.

b) Efetue um esquema no qual apareçam o espelho esférico com os seus elementos eixo principal, vértice, centro de curvatura e foco principal, o dente – representado como uma seta dirigida para cima, com a origem sobre o eixo principal. Trace, a partir desta seta, pelo menos dois raios luminosos notáveis, que formem a imagem do dente fornecida pelo espelho.

**Resolução:**



**4** Não é tão tranquilo dirigir aqueles caminhões que transportam carros menores sobre si, para levá-los a concessionárias ou portos. Para facilitar a tarefa, os motoristas destes caminhões costumam usar um tipo de espelho retrovisor externo, que amplia o campo visual de forma a enxergar um número maior de automóveis ao redor do caminhão, evitando assim esbarrar em um deles. Estes retrovisores fornecem imagens reduzidas e virtuais dos automóveis. Com estas informações:

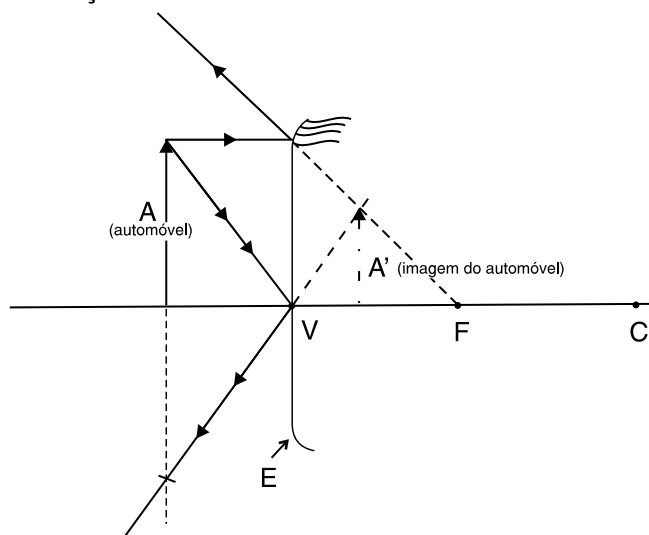
a) Determine o tipo de espelho usado pelos motoristas.

**Resolução:**

Espelho esférico convexo. Apenas este tipo de espelho nos fornece imagem virtual e menor.

b) Efetue um esquema, no qual apareçam o espelho esférico com os seus elementos eixo principal, vértice, centro de curvatura e foco principal, um automóvel – representado como uma seta dirigida para cima, com a origem sobre o eixo principal. Trace, a partir desta seta, pelo menos dois raios luminosos notáveis, que formem a imagem do automóvel fornecida pelo espelho e vista pelo motorista.

**Resolução:**



**5** (PUC) Em um farol de automóvel tem-se um refletor constituído por um espelho esférico e um filamento de pequenas dimensões que pode emitir luz. O farol funciona bem quando o espelho é:

- a) côncavo e o filamento está no centro do espelho
- b) côncavo e o filamento está no foco do espelho
- c) convexo e o filamento está no centro do espelho
- d) convexo e o filamento está no foco do espelho
- e) convexo e o filamento está no ponto médio entre o foco e o centro do espelho

**Resolução:**

Os raios luminosos, quando incidem em um espelho côncavo, passando pelo foco, refletem-se paralelos.

**Resposta: B**

### AULA 3

#### ÓPTICA GEOMÉTRICA – ESPELHOS ESFÉRICOS

Enunciado para as questões 1 e 2:

Diante de um espelho esférico convexo, de raio de curvatura  $R = 40$  cm, coloca-se um objeto luminoso com 10 cm de altura, a 20 cm de seu vértice. Considera-se que o espelho obedeça as condições de Gauss.

**1** Determine a posição da imagem do objeto, conjugada pelo espelho.

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

$$f = \frac{-R}{2} = -20 \text{ cm}$$

↑  
espelho convexo ( $f < 0$ )

$$\frac{1}{-20} = \frac{1}{20} + \frac{1}{p'}$$

$$p' = -10 \text{ cm}$$

$p' < 0 \Rightarrow$  imagem virtual

$$\boxed{|p'| = 10 \text{ cm}}$$

**2** Calcule:

a) a altura da imagem do objeto

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

$$\frac{i}{10} = \frac{20}{20}$$

$$i = 5,0 \text{ cm}$$

b) o aumento linear transversal da imagem

Note e adote

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{p} + \frac{1}{p'} \quad A = \frac{i}{o} = -\frac{p'}{p} = \frac{f}{f-p}$$

$$A = \frac{i}{o} = \frac{5,0}{10}$$

$$A = \frac{1}{2}$$

**3** Um jovem estudante, para fazer a barba mais eficientemente, resolve comprar um espelho esférico que aumente duas vezes a imagem do seu rosto quando ele se coloca a 50 cm dele. Que tipo de espelho ele deve usar e com qual raio de curvatura?

a) Convexo, com  $r = 50$  cm

b) Côncavo, com  $r = 2,0$  m

c) Côncavo, com  $r = 33$  cm

d) Convexo, com  $r = 67$  cm

e) Um espelho diferente dos mencionados

**4** Um objeto luminoso de altura  $o$  encontra-se diante de um espelho esférico côncavo, a 20 cm de seu vértice. Sabendo-se que a imagem virtual fornecida pelo espelho possui o dobro da altura do objeto, determine:

a) a distância da imagem em relação ao vértice.

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

$$\frac{2o}{o} = \frac{-p'}{20}$$

$$p' = -40 \text{ cm}$$

$$|p'| = 40 \text{ cm}$$

b) a distância focal do espelho

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

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{20} + \frac{1}{-40}$$

$$f = 40 \text{ cm}$$

**5** Um objeto real encontra-se a 10 cm do vértice de um espelho convexo, cujo raio de curvatura vale 20 cm. Sabendo-se que o espelho obedece às condições de Gauss, determine:

a) o aumento linear transversal da imagem

$$A = \frac{f}{f-p}$$

$$f = \frac{-R}{2} = -10 \text{ cm}$$

$$A = \frac{-10}{-10 - 10}$$

$$A = \frac{1}{2}$$

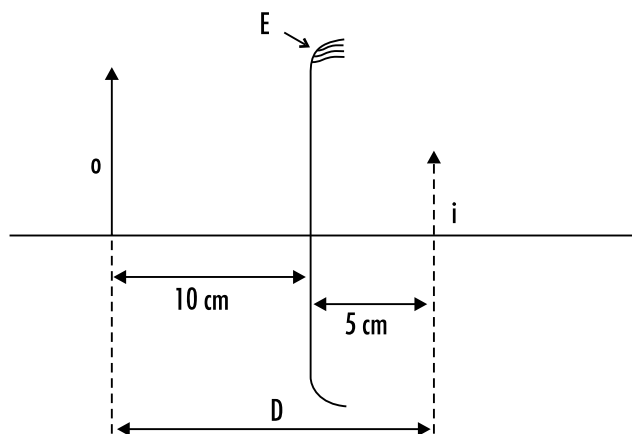
b) a distância entre o objeto e a imagem fornecida pelo espelho

$$\frac{-p'}{p} = A$$

$$\frac{-p'}{10} = \frac{1}{2}$$

$$p' = -5,0 \text{ cm}$$

Então,



o → objeto

i → imagem

E → espelho esférico convexo

$$D = 10 + 5 \Rightarrow \boxed{D = 15 \text{ cm}}$$

### Exercícios-Tarefa

**1** (Mackenzie) Diante de um espelho esférico côncavo coloca-se um objeto real no ponto médio do segmento definido pelo foco principal e pelo centro de curvatura. Se o raio de curvatura desse espelho é de 2,4 m, a distância entre o objeto e sua imagem conjugada é de:

- a) 0,60 m
- b) 1,2 m
- c) 1,8 m
- d) 2,4 m
- e) 3,6 m

**Resolução:**

$$f = \frac{R}{2} = 1,2 \text{ m}$$

$$p = \frac{f}{2} = 0,6 \text{ m}$$

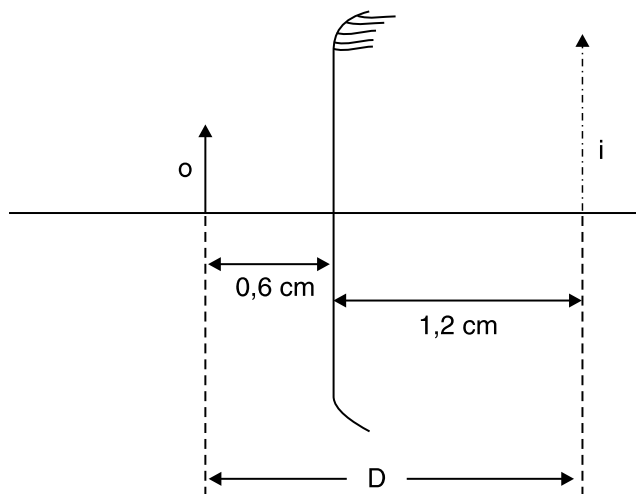
$$\frac{1}{f} = \frac{1}{p} + \frac{1}{p'}$$

$$\frac{1}{1,2} = \frac{1}{0,6} + \frac{1}{p'}$$

$$p' = -1,2 \text{ m}$$

$$|p'| = 1,2 \text{ m}$$

No desenho, fica:



$$D = 0,6 + 1,2 \Rightarrow D = 1,8 \text{ m}$$

**Resposta: C**

**2** (UCS) Um espelho esférico conjuga a um objeto real, a 40 cm de seu vértice, uma imagem direita e com tamanho reduzido à metade. Pode-se afirmar que o espelho é:

- a) côncavo de 40 cm de distância focal
- b) côncavo de 40 cm de raio de curvatura
- c) convexo de 40 cm de módulo de distância focal
- d) convexo de 40 cm de raio de curvatura
- e) convexo com 40 cm de distância entre o objeto e a imagem

**Resolução:**

imagem direita (virtual, portanto) e menor somente é fornecida por um espelho convexo.

$$i = \frac{o}{2} \Rightarrow o = 2i$$

$$\text{mas } \frac{i}{o} = \frac{f}{f - p}$$

$$\frac{i}{2i} = \frac{f}{f - 40}$$

$$f = -40 \text{ cm}$$

$$\boxed{|f| = 40 \text{ cm}}$$

**Resposta: C**

**3** Um objeto real encontra-se a 20 cm do vértice de um espelho côncavo, cujo raio de curvatura vale 60 cm. Sabendo-se que o espelho obedece às condições de Gauss, determine:

- a) o aumento linear transversal da imagem

**Resolução:**

$$A = \frac{f}{f - p}$$

$$f = \frac{R}{2} = 30 \text{ cm}$$

$$A = \frac{30}{30 - 20} \Rightarrow \boxed{A = 3}$$

b) a distância entre o objeto e a imagem fornecida pelo espelho

**Resolução:**

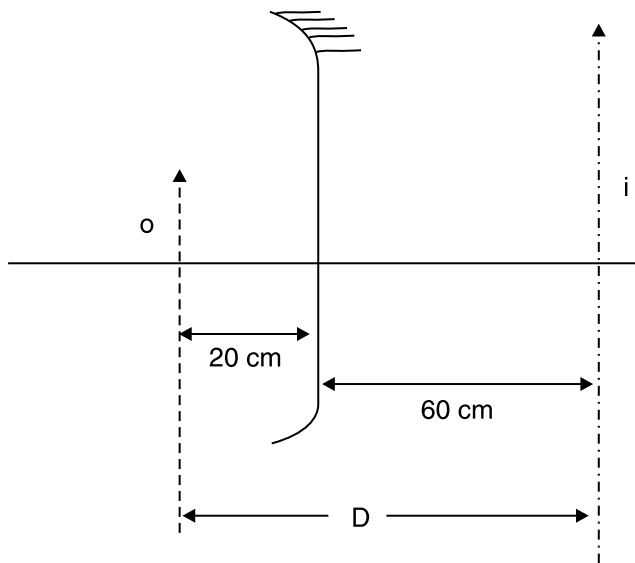
$$A = \frac{-p'}{p}$$

$$3 = \frac{-p'}{20}$$

$$p' = -60 \text{ cm}$$

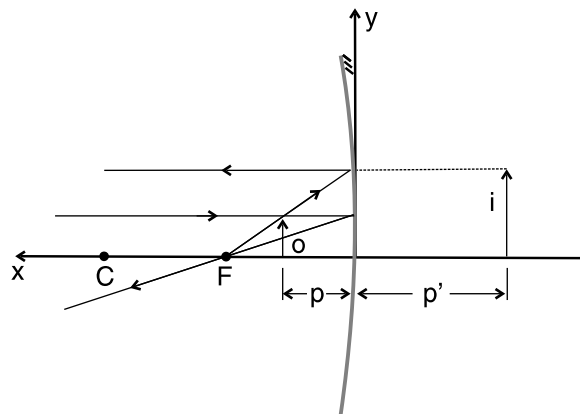
$$|p'| = 60 \text{ cm}$$

No esquema, temos:



$$D = 20 + 60 \Rightarrow \boxed{D = 80 \text{ cm}}$$

**4** Se no esquema abaixo,  $i = 2o$ , sendo  $o$  a altura do objeto e  $i$  a da imagem, quando o módulo de  $p'$  valer 40 cm, determine:



a) a distância do objeto à imagem

**Resolução:**

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

$$\frac{2o}{o} = \frac{-(-40)}{p}$$

$$p = 20 \text{ cm}$$

Observando a figura:

$$D = p + |p'|$$

$$D = 20 + 40 \text{ cm}$$

$$\boxed{D = 60 \text{ cm}}$$

b) a distância focal do espelho

**Resolução:**

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

$$\frac{2o}{o} = \frac{f}{f - 20}$$

$$\boxed{f = 40 \text{ cm}}$$