OBJETIVO

ITA
Física
Livro do Professor

2

MÓDULO 5

Algarismos Significativos

1. Introdução

Na tentativa de explicar os fenômenos observados na natureza, a Física utiliza modelos e teorias que, para serem elaborados de forma coerente, devem seguir uma metodologia adequada: o **método científico** (ou método experimental), introduzido por Galileu Galilei.

Na aplicação do método experimental de Galileu, devem ser cumpridas algumas etapas. Uma dessas etapas é a reprodução do fenômeno sob condições controladas, em que é imprescindível que se realizem medidas experimentais (com a consequente coleta de dados) das grandezas físicas que se consideram pertinentes no estudo do fenômeno.

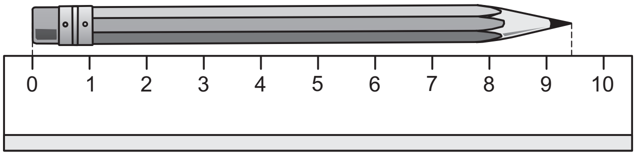
Tais dados serão utilizados, posteriormente, na elaboração das leis físicas que explicam qualitativamente o fenômeno e na obtenção de expressões matemáticas que podem quantificá-lo.

Entretanto, cumpre salientar que quaisquer medidas de grandezas físicas contém erros intrínsecos e, consequentemente, são sempre valores aproximados.

Os erros associados às medidas de grandezas físicas advêm, basicamente, do limite de precisão do aparelho de medida e da habilidade do operador. Dessa forma, tais limitações devem refletir-se na quantidade de algarismos que podem ser utilizados para representar, da melhor maneira, uma dada medida física.

2. Algarismos Corretos e Duvidosos

Vamos supor que queiramos medir o comprimento de um lápis utilizando uma régua graduada em centímetros, como esquematizado a seguir.



Observemos que um aparelho deste tipo não nos permite uma grande precisão na medida de comprimento (c) do lápis em questão.

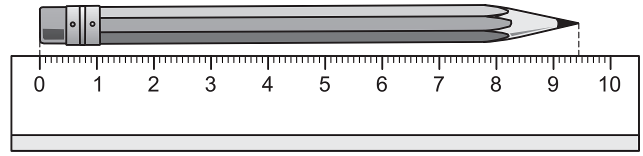
Notamos, pela figura apresentada, que é possível termos certeza de que o comprimento do lápis está situado entre 9cm e 10cm.

Observando mais atentamente, percebemos que, apesar da escala grafada na régua não possuir divisões em milímetros, é possível fazer uma estimativa do valor contido entre 9cm e 10cm. Dessa forma, podemos escrever que o comprimento (c) do lápis é dado por:

$$c = 9{,}4\text{cm}$$

Na medida acima apresentada, podemos afirmar que **o algarismo 9 é correto** (pois temos certeza de que o comprimento do lápis está entre 9cm e 10cm), enquanto **o algarismo 4 é incerto ou duvidoso** (pois foi obtido por estimativa) e, por consequência, quaisquer outros algarismos após o 4 não têm significado na medida realizada.

Vamos supor que a seguir realizamos, novamente, a medida do comprimento (c) do lápis, porém, utilizando agora uma régua graduada em milímetros, como esquematizado a seguir.



Observemos que este aparelho nos permite, em relação ao aparelho anterior, maior precisão na medida do comprimento (c) do lápis.

Notamos que, com essa nova régua, é possível termos certeza de que o comprimento do lápis está situado entre 9,4cm e 9,5cm.

Observando mais atentamente, percebemos que, apesar da escala grafada na régua não possuir divisões de décimos de milímetros, é possível fazer uma estimativa do valor contido entre 9,4cm e 9,5cm. Dessa forma, podemos escrever que o comprimento (c) do lápis é dado por:

$$c = 9{,}43\text{cm}$$

Na medida acima apresentada, podemos afirmar que **os algarismos 9 e 4 são corretos** (pois temos certeza de que o comprimento do lápis está entre 9,4cm e 9,5cm), enquanto **o algarismo 3 é incerto ou duvidoso** (pois foi obtido por estimativa) e, em consequência, quaisquer outros algarismos após o 3 não têm significado na medida realizada.

Do exposto acima, podemos, finalmente, concluir que **o conjunto dos algarismos significativos é composto pelos algarismos corretos mais o primeiro algarismo duvidoso.**

Observações:

1) Zeros à esquerda do primeiro algarismo significativo diferente de zero não são significativos.
Exemplo:
m = 0,000428kg (três algarismos significativos)

2) Zeros à direita de um algarismo significativo são significativos.
Exemplo:
c = 3,00m (três algarismos significativos)

3) Zeros entre algarismos significativos são significativos.
Exemplo:
t = 6,0082s (cinco algarismos significativos)

3. Arredondamento

Por vezes, é necessário que se façam arredondamentos para que se mantenha coerente o número de algarismos significativos; principalmente em operações matemáticas, como veremos a seguir.

Para tal procedimento, adotaremos critérios bem simples:

1) Quando o algarismo imediatamente posterior ao último algarismo que se quer manter for menor que 5, simplesmente se mantém este último algarismo.

Exemplos: m = 2,784kg ≅ 2,78kg
L = 5,23m ≅ 5,2m
t = 10,250s ≅ 10,25s

2) Quando o algarismo imediatamente posterior ao último algarismo que se quer manter for maior ou igual a 5, acrescenta-se uma unidade a este último algarismo.

Exemplos: m = 4,788kg ≅ 4,79kg
L = 13,25m ≅ 13,3m
t = 1,259s ≅ 1,26s

4. Operações com algarismos significativos

Para que possamos realizar, corretamente, operações matemáticas (adição e subtração; multiplicação e divisão; potenciação e radiciação) envolvendo medidas de grandezas físicas, é necessário que consideremos os algarismos significativos.

Dessa forma, adotamos, para tais operações, os seguintes critérios:

a) Adição e Subtração

Realizamos normalmente a operação e, no resultado, consideramos o número de casas decimais igual ao da parcela com o menor número de casas decimais.

Exemplos

$$\begin{array}{r} 15{,}7297 \\ +\ 4{,}22 \\ \hline 19{,}9497 \end{array} \qquad \begin{array}{r} 8{,}728 \\ -\ 3{,}65 \\ \hline 5{,}078 \end{array}$$

resultado: 19,95* resultado: 5,08*

* Observemos que, na apresentação do resultado, devemos levar em conta os critérios de arredondamento.

b) Multiplicação e Divisão

Realizamos normalmente a operação e, no resultado, consideramos o número de algarismos significativos igual ao do fator com o menor número de algarismos significativos.

Exemplos

10,227 . 5,32 = 54,40764

resultado: 54, 4*

305,82 ÷ 12,3 = 24,86341

resultado: 24,9*

*Observemos, novamente, que, na apresentação do resultado, devemos levar em conta os critérios de arredondamento.

c) Potenciação e Radiciação

Realizamos normalmente a operação e, no resultado, consideramos o número de algarismos significativos da base (no caso da potenciação) ou do radicando (no caso da radiciação).

Exemplos

$(1{,}68)^2 = 2{,}8224$

resultado: 2,82*

$\sqrt{5{,}61} = 2{,}368543$

resultado: 2,37*

*Observemos, mais uma vez, que, na apresentação do resultado, devemos levar em conta os critérios de arredondamento.

Nota:

É importante salientar que os critérios aqui utilizados não são, de fato, regras universais e imutáveis, mas apenas orientações básicas para que se possa trabalhar, inicialmente, com algarismos significativos.

Um estudo aprofundado e coerente sobre algarismos significativos deve ser feito à luz da *Teoria dos Erros*, que foge ao escopo desse texto.

MÓDULO 6

Algarismos Significativos

1. **(ITA-2007)** – Sobre um corpo de 2,5kg de massa atuam, em sentidos opostos de uma mesma direção, duas forças de intensidades 150,40N e 50,40N, respectivamente. A opção que oferece o módulo da aceleração resultante com o número correto de algarismos significativos é

a) $40{,}00 m/s^2$ b) $40 m/s^2$ c) $0{,}4 . 10^2 m/s^2$
d) $40{,}0 m/s^2$ e) $40{,}000 m/s^2$

RESOLUÇÃO:

2ª Lei de Newton

$F_R = ma$

$150{,}40 – 50{,}40 = 2{,}5a$

$100{,}00 = 2{,}5a$

Como a massa está expressa com dois algarismos significativos, o valor da aceleração deve ser expresso com dois algarismos significativos:

$\boxed{a = 40 \text{ m/s}^2}$

Resposta: B

2. **(ITA-1991)** – Considere a Terra como sendo uma esfera de raio R e massa M, uniformemente distribuída. Um satélite artificial descreve uma órbita circular a uma altura h da superfície da Terra, onde a aceleração gravitacional (sobre a órbita) é g. Em termos de algarismos significativos, o quadrado da velocidade do satélite é mais bem representado por:

a) $16{,}81 . 10^6 (km/h)^2$ b) $3{,}62 . 10^{32} (km/h)^2$
c) $6{,}05 . 10^7 (m/s)^2$ d) $6{,}0517 . 10^7 (m/s)^2$
e) Nenhum dos valores apresentados é adequado.

Dados: $R = 6{,}378 . 10^6$ m; $M = 5{,}983 . 10^{24}$ kg;
$h = 2{,}00 . 10^5$ m e $g = 9{,}2 m/s^2$

Note e adote: $V^2 = g . (R + h)$

RESOLUÇÃO:

$V^2 = g (R + h)$

$V^2 = 9{,}2 (6{,}378 . 10^6 + 2{,}00 . 10^5)$

$V^2 = 9{,}2 . 65{,}78 . 10^5$

$V^2 = 605{,}176 . 10^5$

$$\boxed{V^2 = 6{,}05 . 10^7 \left(\frac{m}{s}\right)^2}$$

Resposta: C

3. **(UFU-MG)** – Uma lata contém 18,2 litros de água. Se você despejar mais 0,2360 litro, o volume total terá um número de algarismos significativo igual a:

a) dois b) três c) quatro
d) cinco e) seis

RESOLUÇÃO:

$$\begin{array}{r} 18{,}2 \\ +\ \ 0{,}2360 \\ \hline 18{,}4360 \end{array}$$

resultado: 18,4ℓ (três algarismos significativos)

Resposta: B

4. **(ITA-2002)** – A massa inercial mede a dificuldade em se alterar o estado de movimento de uma partícula. Analogamente, o momento de inércia de massa mede a dificuldade em se alterar o estado de rotação de um corpo rígido. No caso de uma esfera, o momento de inércia em torno de um eixo que passa pelo seu centro é dado por

$I = \frac{2}{5} MR^2$, em que M é a massa da esfera e R seu raio.

Para uma esfera de massa M = 25,0kg e raio R = 15,0cm, a alternativa que melhor representa o seu momento de inércia é

a) $22{,}50\ 10^2$ kg . m^2 b) $2{,}25$ kg . m^2
c) $0{,}225$ kg . m^2 d) $0{,}22$ kg . m^2
e) $22{,}00$ kg . m^2

RESOLUÇÃO

Dados:

M = 25,0kg

R = 0,150m

O momento de inércia é dado por:

$$I = \frac{2}{5} M R^2$$

$$I = \frac{2}{5} . 25{,}0 . (0{,}150)^2 \text{ (SI)}$$

$$\boxed{I = 0{,}225 \text{kg . m}^2}$$

Resposta: C

MÓDULO 7

Notação Científica e Ordem de Grandeza

1. Notação científica

É a representação de um número N com o uso de uma potência de 10 acompanhada de um número n tal que $1 \leq n < 10$. Assim, temos: $N = n \cdot 10^x$

Exemplos:

N	Notação Científica
343	$3{,}43 \cdot 10^2$
0,0010	$1{,}0 \cdot 10^{-3}$
0,07	$7 \cdot 10^{-2}$
35,80	$3{,}580 \cdot 10^1$

2. Ordem de grandeza

Para obter a ordem de grandeza de um número, devemos, inicialmente, escrevê-lo na forma de notação científica.

Exemplificando:

$248{,}5 = 2{,}485 \cdot 10^2$ em que $n = 2{,}485$

$8972{,}4 = 8{,}9724 \cdot 10^3$ em que $n = 8{,}9724$

$0{,}0022 = 2{,}2 \cdot 10^{-3}$ em que $n = 2{,}2$

$0{,}0832 = 8{,}32 \cdot 10^{-2}$ em que $n = 8{,}32$

Em seguida, verificamos entre quais potências sucessivas de 10 está o número dado.

$10^2 < 2{,}485 \cdot 10^2 < 10^3$

$10^3 < 8{,}9724 \cdot 10^3 < 10^4$

$10^{-3} < 2{,}2 \cdot 10^{-3} < 10^{-2}$

$10^{-2} < 8{,}32 \cdot 10^{-2} < 10^{-1}$

Em seguida, comparamos o valor de n com $\sqrt{10} \cong 3{,}16$.

Se $n \geqslant \sqrt{10}$, a ordem de grandeza será a potência de 10 imediatamente superior ao número dado.

Se $n < \sqrt{10}$, a ordem de grandeza será a potência de 10 imediatamente inferior ao número dado.

$2{,}485 < \sqrt{10} \Rightarrow OG = 10^2$

$8{,}9724 > \sqrt{10} \Rightarrow OG = 10^4$

$2{,}2 < \sqrt{10} \Rightarrow OG = 10^{-3}$

$8{,}32 > \sqrt{10} \Rightarrow OG = 10^{-1}$

Por que o marco divisório entre as potências de 10 é o número $\sqrt{10}$?

A resposta é simples: devemos procurar o ponto médio **entre os expoentes das potências de 10**.
Por exemplo: entre 10^0 e 10^1, as potências de 10 são os expoentes 0 e 1 e o ponto médio entre 0 e 1 é $\frac{1}{2}$.

$$10^0 \qquad 10^{1/2} \qquad 10^1$$

$10^{1/2}$ é o mesmo que $\sqrt{10}$ e é o marco divisório entre as potências sucessivas de 10.

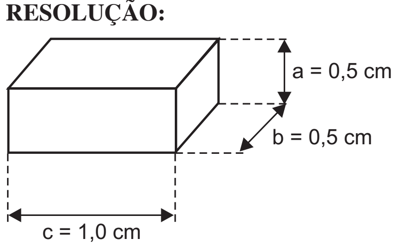
Exercícios Propostos

1. Expressar em notação científica, com três algarismos significativos, as medidas apresentadas a seguir:
a) 1579400 m b) 4032 km c) 0,0003589 kg
d) 0,58338 s e) 857,48 N

RESOLUÇÃO:
a) $1{,}58 \cdot 10^6$ m b) $4{,}03 \cdot 10^3$ km c) $3{,}59 \cdot 10^{-4}$ kg
d) $5{,}83 \cdot 10^{-1}$ s e) $8{,}57 \cdot 10^2$ N

2. **(UFJF-MG)** – Supondo-se que um grão de feijão ocupe o espaço equivalente a um paralelepípedo de arestas 0,5 cm . 0,5 cm . 1,0 cm, qual das alternativas abaixo melhor estima a ordem de grandeza do número de feijões contido no volume de um litro?
a) 10 b) 10^2 c) 10^3 d) 10^4 e) 10^5

RESOLUÇÃO:



1) O volume de um grão de feijão é dado por:
V = a . b . c
V = 0,5 . 0,5 . 1,0
V = 0,25 cm³

2) **1 grão $\rightarrow$ 0,25 cm^3**
N $\leftarrow$ 1ℓ (1000 cm^3)

$$N = \frac{1000}{0,25}$$

N = 4,0 . 10^3 grãos

Como 4,0 > $\sqrt{10}$, temos:

$$\boxed{OG = 10^4}$$

Resposta: D

3. **(UNICAMP-94)** – Impressionado com a beleza da jovem modelo (1,70 m de altura e 55 kg), um escultor de praia fez sua (dela) estátua de areia do mesmo tamanho que o modelo. Adotando valores razoáveis para os dados que faltam no enunciado:
a) calcule o volume da estátua (em litros);
b) estime a ordem de grandeza do número de grãos de areia que foram usados na escultura.

RESOLUÇÃO:

a) **Considerando a densidade do corpo humano aproximadamente igual a densidade da água temos:**

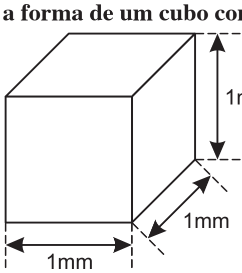
$\mu_c = \mu_a = 1kg/\ell$

$$\mu_c = \frac{m}{Vol}$$

$$1 = \frac{55}{Vol}$$

$$\boxed{Vol = 55\ell}$$

b) **Considerando que 1 grão de areia tenha, aproximadamente, a forma de um cubo com aresta de 1mm, vem:**



Vol = 1 . 1 . 1 (mm^3)
Vol = 1mm^3
1 grão $\longrightarrow$ 1mm^3
N $\longrightarrow$ 55ℓ (55 . 10^{6}mm^3)

$$N = \frac{55 . 10^6}{1}$$

N = 5,5. 10^7 grãos

Como 5,5 > $\sqrt{10}$, temos:

$$\boxed{OG = 10^8}$$

Respostas: a) 55ℓ
b) 10^8

4. **(UERJ)** – O acelerador de íons pesados relativísticos de Brookhaven (Estados Unidos) foi inaugurado com a colisão entre dois núcleos de ouro, liberando uma energia de 10 trilhões de elétrons-volt. Os cientistas esperam, em breve, elevar a energia a 40 trilhões de elétrons-volt, para simular as condições do Universo durante os primeiros microssegundos após o Big Bang. (*Ciência Hoje*, setembro de 2000)
Sabendo que 1 elétron-volt é igual a 1,6.10^{-19} joules, a ordem de grandeza da energia, em joules, que se espera atingir em breve, com o acelerador de Brookhaven, é:
a) 10^{-8} b) 10^{-7} c) 10^{-6} d) 10^{-5}

RESOLUÇÃO:
E = 40 000 000 000 000 eV
E = 4,0 . 10^{13} eV
E = 4,0 . 10^{13} . 1,6 . 10^{-19} J
E = 6,4 . 10^{-6} J
Como 6,4 > $\sqrt{10}$, temos:

$$\boxed{OG = 10^{-5}}$$

Resposta: D

MÓDULO 8

Cinemática I

1. **(AMAN)** – Um automóvel sai da cidade A e atinge o ponto P distante 100km, viajando com velocidade escalar constante de 50km/h. Em P, permanece durante 1,0h. Parte em seguida para a cidade B, distante de P 80km, demorando 1,0h para chegar a B.
A velocidade escalar média em todo o percurso tem valor igual a:
a) 65km/h b) 45km/h c) 43,3km/h
d) 60km/h e) 90 km/h

RESOLUÇÃO:

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

$$V_m = \frac{100 + 80}{2,0 + 1,0 + 1,0} \Rightarrow \boxed{V_m = 45km/h}$$

Resposta: B

2. Um caminhão percorre três vezes o mesmo trajeto. Na primeira vez, sua velocidade escalar média é de 15,00m/s e o tempo de viagem é t_1. Na segunda, sua velocidade escalar média é de 20,00m/s e o tempo de viagem é t_2. Se, na terceira, o tempo de viagem for igual a $(t_1 + t_2)/2$, qual será a velocidade escalar média do caminhão nessa vez?

a) 20,00m/s b) 18,50m/s c) 17,14m/s
d) 15,00m/s d) 8,57m/s

RESOLUÇÃO:

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

$$15{,}00 = \frac{d}{t_1} \quad (1)$$

$$20{,}00 = \frac{d}{t_2} \quad (2)$$

$$V_m = \frac{d}{\frac{t_1 + t_2}{2}} = \frac{2d}{t_1 + t_2} \quad (3)$$

De (1): $t_1 = \dfrac{d}{15{,}00}$ De (2): $t_2 = \dfrac{d}{20{,}00}$

$$t_1 + t_2 = \frac{d}{15{,}00} + \frac{d}{20{,}00} = \frac{4d + 3d}{60{,}00} = \frac{7d}{60{,}00}$$

Em (3)

$$V_m = 2d \cdot \frac{60{,}00}{7d} \text{ (m/s)} = \frac{120{,}0}{7} \text{ (m/s)}$$

$$\boxed{V_m = 17{,}14\text{m/s}}$$

Resposta: C

3. **(ITA)** – Um motorista deseja percorrer a distância de 20km com a velocidade escalar média de 80km/h. Se viajar durante os primeiros 15 minutos com a velocidade escalar média de 40km/h, com que velocidade média deverá fazer o percurso restante?

RESOLUÇÃO:

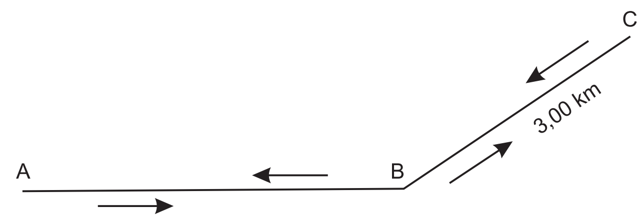
$$V_{m_{total}} = \frac{\Delta s_{total}}{\Delta t_{total}}$$

$$80 = \frac{20}{\Delta t_{total}}$$

$$\boxed{\Delta t_{total} = \frac{1}{4}\text{ h} = 15\text{min}}$$

Conclui-se, portanto, que o motorista não realizará seu intento, pois apenas no primeiro trecho do movimento ele gasta o tempo que deveria ser gasto no movimento total.

4. **(ITA-2009)** – Na figura, um ciclista percorre o trecho AB com velocidade escalar média de 22,5 km/h e, em seguida, o trecho BC de 3,00 km de extensão. No retorno, ao passar em B, verifica ser de 20,0 km/h sua velocidade escalar média no percurso então percorrido, ABCB. Finalmente, ele chega em A perfazendo todo o percurso de ida e volta em 1,00 h, com velocidade escalar média de 24,0 km/h. Assinale o módulo v do vetor velocidade média referente ao percurso ABCB.



a) v = 12,0km/h b) v = 12,00 km/h
c) v = 20,0 km/h d) v = 20, 00 km/h
e) v = 36, 0 km/h

RESOLUÇÃO:

1) Cálculo da distância entre A e B:
Para o percurso total ABCBA, temos:

$$V_m = \frac{d}{\Delta t}$$

$$24{,}0 = \frac{2AB + 6{,}00}{1{,}00}$$

$$24{,}0 = 2AB + 6{,}00$$

$$2AB = 18{,}0 \Rightarrow \boxed{AB = 9{,}00\text{km}}$$

2) Cálculo do tempo:
Para o percurso ABCB:

$$V_m = \frac{d}{\Delta t}$$

$$20{,}0 = \frac{AB + 6{,}00}{T}$$

$$20{,}0 = \frac{15{,}00}{T} \Rightarrow \boxed{T = \frac{15{,}00}{20{,}0}\text{ h}}$$

3) Cálculo do módulo do vetor velocidade média:

$$|\vec{V}_m| = \frac{|\overrightarrow{AB}|}{T} = 9{,}00 \cdot \frac{20{,}0}{15{,}00} \text{ (km/h)}$$

$$\boxed{|\vec{V}_m| = 12{,}0\text{ km/h}}$$

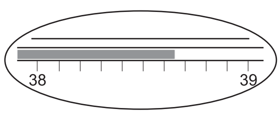
Resposta: A

exercícios-tarefa

■ MÓDULOS 5 e 6

1. **(UFSE)** – A escala de uma trena tem, como menor divisão, o milímetro. Essa trena é utilizada para se medir a distância entre dois traços paralelos, muito finos, feitos por um estilete sobre uma superfície plana e lisa. Considerando que não houve erro grosseiro, o resultado de uma só medição, com o número correto de algarismos significativos, é mais bem representado por:
a) 2m b) 21dm c) 214cm
d) 2,1436m e) 2143,4m

2. **(UNIFESP-2004)** – Na medida de temperatura de uma pessoa por meio de um termômetro clínico, observou-se que o nível de mercúrio estacionou na região entre 38°C e 39°C da escala, como está ilustrado na figura.



Após a leitura da temperatura, o médico necessita do valor transformado para uma nova escala, definida por $t_x = 2t_c/3$ e em unidades °X, onde t_c é a temperatura na escala Celsius. Lembrando de seus conhecimentos sobre algarismos significativos, ele conclui que o valor mais apropriado para a temperatura t_x é
a) 25,7 °X. b) 25,7667 °X. c) 25,766 °X.
d) 25,77 °X. e) 26 °X.

3. **(CESGRANRIO)** – Um estudante deseja medir o comprimento de sua mesa de trabalho. Não dispondo de régua, decide utilizar um toco de lápis como padrão de comprimento. Verifica então que o comprimento da mesa equivale ao de 13,5 tocos de lápis. Chegando ao colégio, mede com uma régua o comprimento do seu toco de lápis, achando 8,9 cm. O comprimento da mesa será corretamente expresso por:
a) 120,15 cm b) 120,2 cm c) 1×10^2 cm
d) $1,2 \times 10^2$ cm e) 10^2 cm

4. **(E.E.MAUÁ-SP)** – O comprimento **C** de uma circunferência de raio R é dado pela fórmula $C = 2\pi R$. Calcule **C** para os valores medidos experimentalmente:
a) R = 0,50m
b) R = 0,500m
c) R = 0,5000m
Dado: $\pi = 3,14159$

5. **(CESGRANRIO-RJ)** – Um estudante, tendo medido o corredor de sua casa, encontrou os seguintes valores:
Comprimento: 5,7 m Largura: 1,25 m
Desejando determinar a área deste corredor com a maior precisão possível, o estudante multiplica os dois valores anteriores e registra o resultado com o número correto de algarismos, isto é, somente com os algarismos que sejam significativos. Assim fazendo, ele deve escrever:
a) 7,125 m^2. b) 7,12 m^2. c) 7,13 m^2.
d) 7,1 m^2. e) 7 m^2.

6. **(PUC-MG)** – Um carro fez uma viagem em linha reta em três etapas. Com a ajuda de um sistema de localização por satélite (GPS), foi possível calcular a distância percorrida em cada etapa, mas com diferentes precisões. Na primeira etapa, a distância percorrida foi $1,25.10^2$ km, na segunda, 81,0 km, e na terceira, $1,0893.10^2$ km. A distância total percorrida, respeitando-se os algarismos significativos, é:
a) $3,149 \cdot 10^2$ km. b) $3,15 \cdot 10^2$ km.
c) $3,1 \cdot 10^2$ km. d) $3 \cdot 10^2$ km.

■ MÓDULO 7

1. **(UFU-MG)** – A ordem de grandeza em segundos, em um período correspondente a um mês, é:
a) 10 b) 10^3 c) 10^6 d) 10^9 e) 10^{12}

2. **(UNIRIO-RJ)** –
"Um dia eu vi uma moça nuinha no banho.
Fiquei parado o coração batendo.
Ela se riu.
Foi o meu primeiro alumbramento."
(Manuel Bandeira)

A ordem de grandeza do número de batidas que o coração humano dá em um minuto de alumbramento como este é:
a) 10^1 b) 10^2 c) 10^0 d) 10^3 e) 10^4

3. **(CESGRANRIO-RJ)** – O fumo é comprovadamente um vício prejudicial à saúde. Segundo dados da Organização Mundial da Saúde, um fumante médio, ou seja, aquele que consome cerca de 10 cigarros por dia, ao chegar à meia-idade terá problemas cardiovasculares. A ordem de grandeza do número de cigarros consumidos por este fumante durante 30 anos é de:
a) 10^2 b) 10^3 c) 10^4 d) 10^5 e) 10^6

4. **(UF VIÇOSA-MG)** – Considere o volume de uma gota como $5,0 \cdot 10^{-2} m\ell$. A ordem de grandeza do número de gotas em um litro de água é:
a) 10^3 b) 10^5 c) 10^2 d) 10^4 e) 10^6

5. **(UFF-RJ)** – Os produtos químicos que liberam clorofluorcarbonos para a atmosfera têm sido considerados pelos ambientalistas como um dos causadores da destruição do ozônio na estratosfera.
A cada primavera aparece no hemisfério sul, particularmente na Antártida, uma região de baixa camada de ozônio ("buraco"). No ano 2000, a área dessa região equivalia a, aproximadamente, 5% da superfície de nosso planeta.
A ordem de grandeza que estima, em km^2, a área mencionada é:
a) 10^3 b) 10^4 c) 10^7 d) 10^9 e) 10^{12}
Dado: raio da Terra = $6{,}5.10^3$ km.

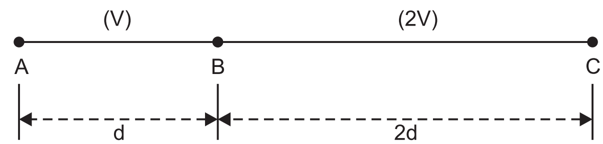
■ MÓDULO 8

1. **(ITA)** – A velocidade de uma partícula, num determinado instante t, é nula em relação a um certo referencial R. Pode-se afirmar que, no instante t,
a) a aceleração da partícula é necessariamente nula, em relação ao referencial R;
b) a partícula se encontra em repouso em relação a qualquer outro referencial;
c) a aceleração da partícula pode não ser nula, em relação ao referencial R;
d) a aceleração da partícula não pode ser nula, em relação ao referencial R;
e) nenhuma das proposições anteriores é válida.

2. **(ITA-93)** – Em relação a um sistema de coordenadas cartesianas (xy) uma partícula realiza dois movimentos harmônicos simples representados por: $x = a \cos \omega t$; e $y = a\sqrt{3} \operatorname{sen} \omega t$, em que **a** e **ω** são constantes positivas.
A trajetória da partícula é um (uma)
a) círculo.
b) elipse com centro na origem.
c) reta inclinada de 60º com o eixo x.
d) elipse com um foco na origem.
e) reta inclinada de 120º com o eixo x.

3. **(UNICAMP-SP)** – A velocidade escalar linear de leitura de um CD é 1,2m/s.
a) Um CD de música toca durante 70 minutos. Qual é o comprimento da trilha gravada?
b) Um CD também pode ser usado para gravar dados. Nesse caso, as marcações que representam um caractere (letra, número, sinal ou espaço em branco) têm 8μm de comprimento. Se essa prova de Física fosse gravada em CD, quanto tempo seria necessário para ler o **item a)** desta questão? $1\mu m = 10^{-6}m$.

4. Um carro percorre um trecho retilíneo de uma estrada ABC.
O trecho AB tem comprimento **d** e o trecho BC tem comprimento **2d**.
No trecho AB a velocidade escalar média do carro vale **V** e no trecho BC vale **2V**.

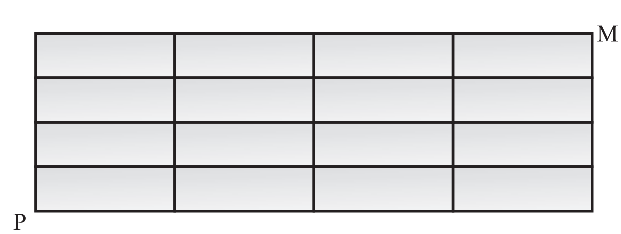


A velocidade escalar média do carro entre as posições A e C vale:
a) V b) $\frac{4}{3}$V c) $\frac{3}{2}$V d) $\frac{8}{5}$V e) 2V

5. **(AMAN-99)** – Um automóvel percorre a primeira metade de um trecho retilíneo de extensão total 400m com velocidade escalar média de 120km/h.
Para que a velocidade escalar média, em todo o trecho, seja de 80km/h, a velocidade escalar média na segunda metade do trecho deverá ser de:
a) 20km/h b) 48km/h c) 56km/h
d) 60km/h e) 80km/h

6. **(UFES)** – Em uma viagem entre duas cidades um automóvel percorreu a metade do caminho com velocidade ecalar média V_1 = 30km/h e a outra metade com velocidade escalar média V_2 = 70km/h. A distância total percorrida vale **D**.
A velocidade escalar média na viagem toda:
a) depende do valor de D
b) é dada pela média aritmética entre V_1 e V_2, isto é:
$$V_m = \frac{V_1 + V_2}{2} = 50\text{km/h}$$
c) é dada pela média geométrica entre V_1 e V_2, isto é:
$$V_m = \sqrt{V_1V_2} \cong 46\text{km/h}$$
d) é dada pela média harmônica entre V_1 e V_2, isto é:
$$V_m = \frac{2V_1V_2}{V_1+V_2} = 42\text{km/h}$$
e) depende do tempo total gasto na viagem.

7. **(CESGRANRIO-RJ)** – Na figura abaixo, temos uma "malha" formada por 16 retângulos iguais.



Uma partícula deve ir do ponto P ao ponto M, percorrendo a menor distância possível, deslocando-se somente sobre as linhas da figura e com velocidade escalar média de 2cm/s.

Se a partícula leva 16 segundos para completar o percurso, pode-se concluir que o perímetro de cada retângulo, em cm, mede

a) 32 b) 24 c) 16 d) 8 e) 4

9. **(OLIMPÍADA PAULISTA DE FÍSICA)** – Beatriz parte de casa para a escola com uma velocidade escalar constante de 4,0km/h. Sabendo-se que Beatriz e Helena moram a mesma distância da escola e que Helena saiu de casa, quando Beatriz já havia percorrido dois terços do caminho, qual deve ser a velocidade escalar média de Helena para que possa chegar à escola, no mesmo instante em que Beatriz?

a) 1,3km/h b) 2,0km/h c) 4,0km/h
d) 6,0km/h e) 12,0km/h

resolução dos exercícios-tarefa

■ MÓDULOS 5 e 6

1) $\underbrace{\underbrace{\underset{m}{2},\underset{dm}{1}\;\underset{cm}{4}\;\underset{mm}{3}}_{\text{algarismos corretos}}\;\underset{\text{1.º algarismo duvidoso}}{6}}_{\text{algarismos significativos}}\;\mathbf{m}$

Resposta: D

2) Na leitura do termômetro, encontramos o valor $t_c = 38,65°C$, em que 5 é o algarimo duvidoso.
Assim, usando a expressão fornecida, temos:

$$t_x = \frac{2 \,.\, 38,65}{3} \;(°X)$$

$\boxed{t_x \cong 25,77°X}$ **em que o último algarismo 7 é duvidoso.**

Observemos que a razão $\frac{2}{3}$, presente na equação de conversão, não foi obtida através de medidas e, portanto, não influi na análise de algarismos significativos. Dessa forma, no resultado devemos manter o mesmo número de algarismos significativos da temperatura medida no termômetro graduado em Celsius.
Resposta: D

3) 13,5 . 8,9 = 120,15
resultado: $1,2 \,.\, 10^2$ cm^2
Resposta: D

4) a) $C = 2\pi R$
$C = 2 \,.\, 3,14159 \,.\, 0,50$ (m)
Como o fator com menor número de algarismos significativos é 0,50, devemos dar o resultado com apenas dois algarismos significativos, ou seja:
C = 3,1m

b) $C = 2\pi R$
$C = 2 \,.\, 3,14159 \,.\, 0,500$ (m)
Como o fator com menor número de algarismos significativos é 0,500, devemos dar o resultado com três algarismos significativos, ou seja:
C = 3,14m

c) $C = 2\pi R$
$C = 2 \,.\, 3,14159 \,.\, 0,5000$ (m)
Como o fator com menor número de algarismos significativos é 0,5000, devemos dar o resultado com quatro algarismos significativos, ou seja:
C = 3,142m

5) 5,7 . 1,25 = 7,125
resultado: 7,1 m^2
Resposta: D

6) $1,25 \,.\, 10^2 + 0,810 \,.\, 10^2 + 1,0893 \,.\, 10^2 = 3,1493 \,.\, 10^2$
resultado: $3,15 \,.\, 10^2$ km
Resposta: B

■ MÓDULO 7

1) $\Delta t = 30 \,.\, 24 \,.\, 60 \,.\, 60$ s
$\Delta t = 2592000$ s
$\Delta t \cong 2,6 \,.\, 10^6$ s
Como $2,6 < \sqrt{10}$, temos:
$OG = 10^6$
Resposta: C

2) Em um minuto de alumbramento, o coração bate, aproximadamente, 100 vezes.
Assim, temos:
$N = 1 \,.\, 10^2$ batimentos
Como $1 < \sqrt{10}$, temos:
$OG = 10^2$

Resposta: B

3) $N = 30 . 365 . 10$ cigarros
$N = 109500$ cigarros
$N \cong 1,1 . 10^5$ cigarros
Como $1,1 < \sqrt{10}$, temos:
$OG = 10^5$
Resposta: D

4) 1 gota $\rightarrow$ $5,0 . 10^{-2}$ ml
N $\rightarrow$ 1000 ml

$$N = \frac{1000}{5,0 . 10^{-2}}$$

$N = 2,0 . 10^4$ gotas
Como $2,0 < \sqrt{10}$, temos:
$OG = 10^4$
Resposta: D

5) $A_{região} = 5\% \ A_{planeta}$
$A_{região} = 5\% . 4\pi R^2$
$A_{região} = 0,05 . 4 . 3,1 . (6,5 . 10^3)^2 \text{ km}^2$
$A_{região} \cong 2,6 . 10^7 \text{ km}^2$
Como $2,6 < \sqrt{10}$, temos:
$OG = 10^7$
Resposta: C

■ MÓDULO 8

1) Resposta: C

2) (1) $x = a \cos \omega t \Rightarrow \cos \omega t = \dfrac{x}{a}$

(2) $\text{sen}^2 \omega t + \cos^2 \omega t = 1$

$\text{sen } \omega t = \sqrt{1 - \cos^2 \omega t}$

(3) $y = a\sqrt{3} \text{ sen } \omega t$

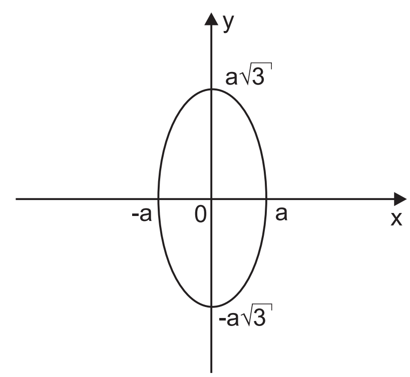
$y = a\sqrt{3}\sqrt{1 - \cos^2 \omega t}$

$$y = a\sqrt{3}\sqrt{1 - \left(\frac{x}{a}\right)^2}$$

$$y = \sqrt{3a^2 \left(1 - \frac{x^2}{a^2}\right)}$$

$y^2 = 3a^2 - 3x^2$

$$\boxed{\frac{y^2}{3a^2} + \frac{x^2}{a^2} = 1} \text{ (elipse)}$$



Resposta: B

3) a) O comprimento L da trilha gravada é dado por:
$L = V . \Delta t$
$L = 1,2 . 70 . 60 \text{ (m)}$

$$\boxed{L \cong 5,0 . 10^3 \text{m} = 5,0\text{km}}$$

b) O número total de caracteres contido no enunciado do item a) é 83.
Portanto: $\Delta s = 83 . 8 . 10^{-6}\text{m} = 664 . 10^{-6}\text{m}$
$\Delta s = 6,64 . 10^{-4}\text{m}$

Sendo: $V = \dfrac{\Delta s}{\Delta t}$, vem:

$$\Delta t = \frac{\Delta s}{V} = \frac{6,64 . 10^{-4}}{1,2} \text{ s}$$

$$\boxed{\Delta t \cong 5,5 . 10^{-4}\text{s}}$$

Respostas: a) aproximadamente 5,0km
b) aproximadamente $5,5 . 10^{-4}$s

4) 1. Cálculo do tempo gasto em cada trecho:

$$V_m = \frac{\Delta s}{\Delta t} \Rightarrow \Delta t = \frac{\Delta s}{V_m}$$

$$\Delta t_1 = \frac{d}{V} \text{ e } \Delta t_2 = \frac{2d}{2V} = \frac{d}{V}$$

2. O tempo total entre A e C é dado por:

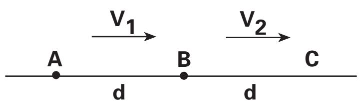
$$\Delta t = \Delta t_1 + \Delta t_2 = \frac{2d}{V}$$

3. A velocidade escalar média entre A e C é dada por:

$$V_{AC} = \frac{AC}{\Delta t} = 3d \cdot \frac{V}{2d} \Rightarrow \boxed{V_{AC} = \frac{3}{2}V}$$

Resposta: C

5)



1) $$V_1 = \frac{d}{\Delta t_1} \Rightarrow \Delta t_1 = \frac{d}{V_1}$$

$$V_2 = \frac{d}{\Delta t_2} \Rightarrow \Delta t_2 = \frac{d}{V_2}$$

2) $$\Delta t = \Delta t_1 + \Delta t_2 = \frac{d}{V_1} + \frac{d}{V_2} = \frac{d(V_2 + V_1)}{V_1 V_2}$$

3) $$V_m = \frac{\Delta s}{\Delta t} = 2d \cdot \frac{V_1 V_2}{d(V_2 V_1)} = \frac{V_1 V_2}{(V_1 + V_2)}$$

$$80 = \frac{2 \cdot 120 \cdot V_2}{120 + V_2}$$

$$\boxed{V_2 = 60\text{km/h}}$$

Resposta: D

6) $$V = \frac{\Delta s}{\Delta t} \Rightarrow \Delta t = \frac{\Delta s}{V}$$

Na 1ª metade: $$\Delta t_1 = \frac{D/2}{V_1} = \frac{D}{2V_1}$$

Na 2ª metade: $$\Delta t_2 = \frac{D/2}{V_2} = \frac{D}{2V_2}$$

No trajeto todo: $$\Delta t = \frac{D}{2V_1} + \frac{D}{2V_2} = \frac{DV_2 + DV_1}{2V_1V_2}$$

$$\Delta t = \frac{D(V_2 + V_1)}{2V_1V_2}$$

A velocidade escalar média é dada por:

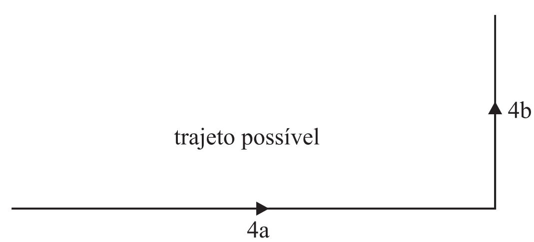
$$V_m = \frac{\Delta s}{\Delta t} = D \cdot \frac{2V_1 V_2}{D(V_2 + V_1)}$$

$$V_m = \frac{2\,V_1V_2}{V_2 + V_1} = \frac{2 \cdot 70 \cdot 30}{100} \ \text{(km/h)}$$

$$\boxed{V_m = 42\text{km/h}}$$

Resposta: D

7) A distância total percorrida Δs é dada por
$\Delta s = V_m\ \Delta t$
$\Delta s = 2 \cdot 16$ (m) = 32m



32 = 4 (a + b)

a + b = 8cm

P = 2 (a + b) = 16cm

Resposta: C

8) Seja D a distância percorrida por Beatriz e Helena de suas casas até a escola:
Para percorrer um terço do caminho que falta, o tempo gasto por Beatriz é $\frac{T}{3}$, onde T é o tempo total que ela gasta no trajeto todo.
Para chegarem juntas, Helena deve percorrer a distância total D no tempo $\frac{T}{3}$ e, portanto, sua velocidade escalar média é o triplo da velocidade escalar constante de Beatriz.

$V_{m(H)} = 3V_B = 3 \cdot 4{,}0\text{km/h} = 12{,}0\text{km/h}$

Resposta: E