UNIMONTE, Engenharia – Física Mecânica da Partícula, Prof. Simões
Potenciação, potências de dez e notação científica
Turma: ______________________ Data: ____________ Nota:____________
Nome: ______________________________ RA:____________________

Potenciação

É uma operação matemática de multiplicar um número por ele mesmo um certo número de vezes:

$$3^3 = 3 \,.\, 3 \,.\, 3 = 27$$

Definições

$a^1 = a$	$2^1 = 2$	$10^1 = 10$
$a^0 = 1$, $a \neq 0$	$2^0 = 1$	$10^0 = 1$

Multiplicação de potências de bases iguais: mantenha a base e some os expoentes:

$a^n \,.\, a^m = a^{n+m}$	$10^3 \,.\, 10^4 = 10^{3+4} = 10^7 = 10.000.000$

Divisão de potências de bases iguais: mantenha a base e subtraia os expoentes:

$\frac{a^n}{a^m} = a^{n-m}$, $a \neq 0$	$\frac{10^4}{10^2} = 10^{4-2} = 10^2 = 100$

Potência de potência: mantenha a base e multiplique os expoentes:

$(a^m)^n = a^{m \cdot n}$	$(10^3)^2 = 10^{3 \cdot 2} = 10^6 = 1.000.000$

Potência de uma multiplicação: distribuir o expoente

$(a \cdot b)^n = a^n \cdot b^n$	$(10 \cdot 3)^2 = 10^2 \,.\, 3^2 = 100 \cdot 9 = 900$

Potência de uma fração: distribuir o expoente

$\left(\frac{a}{b}\right)^n = \frac{a^n}{b^m}, b \neq 0$	$\left(\frac{2}{10}\right)^3 = \frac{2^3}{10^3} = \frac{8}{1000}$

Potência de um número negativo

$(-a)^n = b$ $-a^n = -b$	$(-3)^2 = 9$ $-3^2 = 9$

Potências de base 10 e notação científica

As potências de 10 são muito utilizadas na Física e na Engenharia para exprimir números muito grandes ou pequenos. A indicação é feita por um número multiplicado pela potência de dez.

Expoente positivo: As potências de base 10 são formadas pelo algarismo que multiplica a potência seguido de zeros da quantidade do número do expoente.

$10^0 = 1$	
$10^1 = 10$	$7 \times 10^1 = 7 \times 10 = 70$
$10^2 = 100$	$2{,}7 \times 10^2 = 2{,}7 \times 100 = 270$
$10^3 = 1.000$	$253 \times 10^3 = 253 \times 1.000 = 253.000$
$10^4 = 10.000$	$2{,}2 \times 10^4 = 22000$

Expoente negativo: escrevemos o número na forma decimal, sendo que o número do expoente indica a quantidade de dígitos após a vírgula.

$10^{-1} = 0{,}1$	$5{,}0 \times 10^{-1} = 0{,}5$
$10^{-2} = 0{,}01$	$72{,}0 \times 10^{-2} = 0{,}72$
$10^{-3} = 0{,}001$	$5 \times 10^{-3} = 0{,}005$
	$0{,}3 \times 10^{-3} = 0{,}0003 = 3{,}0 \times 10^{-4}$

Para escrever um número qualquer, na potência de base 10, desloque a vírgula do número até que esta fique numa única casa decimal diferente de zero. Conte o número de casas em que a vírgula se deslocou e este será o número (positivo ou negativo) do expoente da base 10, que fica multiplicando o número indicado.

Se a vírgula vier *da direita*, o expoente *será positivo*; Se vier *da esquerda*, o expoente fica *negativo*.

Exemplos:

$60000 = 6 \times 10^4$	$0{,}0005 = 5 \times 10^{-4}$
$159400 = 1{,}594 \times 10^5$	$0{,}00265 = 2{,}65 \times 10^{-3}$

Adição e subtração: A adição ou subtração com potências só pode ser realizada quando se tem expoentes iguais**.** Conserva-se a potência indicada e adiciona-se (ou subtrai-se) os valores que antecedem a potência.

9×10^7 **-** $3 \times 10^7 = (9-3) \times 10^7 = 6 \times 10^7$
$2{,}3 \times 10^{-4}$ **+** $1{,}4 \times 10^{-4} = (2{,}3+1{,}4) \times 10^{-4} = 3{,}7 \times 10^{-4}$

Caso a adição (ou subtração) se apresente entre valores que não têm mesmo expoente, é necessário antes deixar todos com potências iguais.

7×10^5 **+** $3 \times 10^7 = 0{,}07 \times 10^7$ **+** $3 \times 10^7 = 3{,}07 \times 10^7$
9×10^5 **+** $5 \times 10^7 = 9 \times 10^5$ **+** $500 \times 10^5 = 509 \times 10^5 = 5{,}09 \times 10^7$

Multiplicação: Efetua-se a multiplicação entre os números que antecedem a potência e também multiplicam-se as potências da base 10, conservando-se a base e adicionando-se os expoentes.

$8 \times 10^7 \times 3 \times 10^3 = (8 \times 3) \times (10^7 \times 10^3) = 24 \times 10^{10} = 2{,}4 \times 10^{11}$
$4 \times 10^{-7} \times 7 \times 10^3 = (4 \times 7) \times (10^{-7} \times 10^3) = 28 \times 10^{-4} = 2{,}8 \times 10^{-3}$

Divisão: Efetua-se a divisão entre os números que antecedem a potência e também divide-se as potências da base 10, conservando-se a base e subtraindo-se os expoentes.

$\frac{8 \times 10^7}{4 \times 10^5} = \frac{8}{4} \times \frac{10^7}{10^5} = 2 \times 10^{7-5} = 2 \times 10^2 = 200$
$\frac{8 \times 10^{-2}}{4 \times 10^3} = \frac{8}{4} \times \frac{10^{-2}}{10^3} = 2 \times 10^{-2-3} = 2 \times 10^{-5} = 0{,}00002$

Potenciação: Efetua-se a potência do número que antecede a potência de base 10 e também faz-se a potência da potência de base 10, conservando-se a base e multiplicando-se os expoentes.

$(9 \times 10^7)^2 = 9^2 \times 10^{(7x2)} = 81 \times 10^{14} = 8{,}1 \times 10^{15}$
$(3 \times 10^{-4})^3 = 3^3 \times 10^{(-4x3)} = 27 \times 10^{-12} = 2{,}7 \times 10^{-11}$

Radiciação: Extrai-se a raiz do número que antecede a potência de base 10 e também faz-se o mesmo com a potência de base 10, conservando-se a base e dividindo-se o expoente do radicando com o índice do radical.

$\sqrt{16 \times 10^2} = \sqrt{2^4 \times 10^2} = 2^2 \times 10 = 4 \times 10 = 40$

$$\sqrt[3]{8 \times 10^6} = \sqrt[3]{2^3 \times 10^6} = 2 \times 10^2 = 200$$

Notação científica

Praticamente todos os resultados em Física são expressos usando-se notação científica. Na notação científica usamos apenas um dígito entre 1 e 9 antes da vírgula. A quantidade total de algarismos usados (antes e depois da vírgula) é chamada de **algarismos significativos**.

Veja esses exemplos:

Grandeza	**Sem notação científica**	**Com notação científica**	**Algarismos significativos**
Velocidade da luz no vácuo	299.792.458 m/s	$3{,}00 \times 10^8\ m/s$	3
Massa do elétron em repouso	0,000000000000000 0000000000000091094 kg	$9{,}1094 \times 10^{-31} kg$	5

Na Física e em outras ciências, o número de algarismos significativos é muito importante. Por exemplo, matematicamente os números abaixo são iguais:

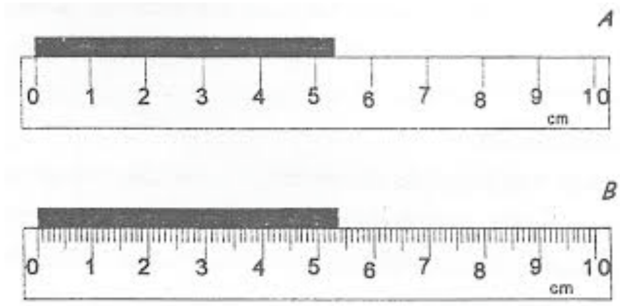
- 3
- 3,0
- 3,00
- 3,000

Do ponto de vista físico, porém, cada um deles contém uma informação diferente. Digamos que eles expressem, por exemplo, uma distância em metros. Seus significados seriam:

- 3 → um algarismo significativo: a distância é de aproximadamente 3 metros
- 3,0 → dois algarismos significativos: temos certeza que a distância é 3 metros, mas não temos certeza quantos decímetros. O último algarismo é sempre uma aproximação, é chamado "algarismo duvidoso"
- 3,00 → três algarismos significativos: temos certeza de que são 3 metros e 0 decímetros. O algarismo duvidoso é o centímetro
- 3,000 → quatro algarismos significativos: temos dúvida apenas na casa dos milímetros.

Algarismos significativos nas medições

É possível perceber que isso tem que ver com o grau de precisão (e até o tipo de equipamento) usado para a medição. Por exemplo, na figura abaixo, com a régua A poderíamos dizer que a medida é 5,3 cm (dois dígitos significativos). Repare que o último dígito é uma aproximação. Já com a régua B, diríamos que a medida da barra é 5,35 cm (três dígitos significativos).



Algarismos significativos nos cálculos

Quando efetuamos cálculos, o resultado final só terá significado físico se ele contiver o mesmo número de algarismos significativos da medida de menor precisão. Vejamos um exemplo. Digamos que você deseja calcular o perímetro de um jardim circular. Com uma trena comum, você determina que o diâmetro do jardim é de 2,12 metros. O perímetro do jardim será calculado da seguinte maneira:

$$P = d \cdot \pi = 2{,}12 \cdot \pi = 6{,}66\, m$$

Repare que a resposta tem a mesma quantidade de algarismos que a medição. O valor 6,660176425610362 estaria matematicamente correto, mas não teria significado físico, pois não temos certeza a partir da segunda casa depois da vírgula.

As regras para os algarismos significativos em Física são:

Na **soma**, mantemos o número de casas depois da vírgula.

$$13{,}21 + 5{,}6 + 1{,}587 = 20{,}4$$

A resposta 20,397 está correta matematicamente, mas não fisicamente.

No produto, mantemos o número de algarismos significativos do valor que tiver o menor número de algarismos significativos.

$$4{,}56 \cdot \pi \cdot 2{,}234 = 32{,}0$$

Regras de arredondamento

Para as regras de arredondamento, a norma ABNT-NBR 5891:2014 estabelece o seguinte:

Quando o algarismo a ser conservado for seguido de um algarismo inferior a 5, permanece o algarismo conservado e retiram-se os posteriores. Exemplos:

- 1,439 arredondado para uma casa depois da vírgula ficará 1,4
- 3,14159 arredondado para duas casas depois da vírgula ficará 3,14

Quando o algarismo a ser conservado for seguido de um número superior a 5, ou de um número igual a 5 seguido de no mínimo um algarismo diferente de zero, soma-se uma unidade ao algarismo a ser conservado e elimina-se o resto. Exemplos:

- 4,368 arredondado para uma casa depois da vírgula ficará 4,4
- 13,75000001 arredondado para uma casa depois da vírgula ficará 13,8

Quando o número subsequente ao que queremos arredondar for igual a 5 e posteriormente zero, se o algarismo a ser conservado for par, ele ficará par; se for ímpar, será acrescido de uma unidade. Exemplos:

- 3,25 arredondado para uma casa depois da vírgula ficará 3,2
- 3,75 arredondado para uma casa depois da vírgula ficará 3,8

Atividades

1. Transforme em potência de dez, mantendo 3 algarismos significativos:

Exemplo: 345.900 = $3,46 \times 10^5$

a) 576.890
b) 9.800.700
c) 200.000
d) 0,0087
e) 0,00009
f) 0,08

2. Transforme em número extenso:

Exemplo: $3,23 \times 10^{-8}$ = 0,0000000323

a) $5,7 \times 10^{-3}$
b) $0,4 \times 10^{-2}$
c) 150×10^{2}
d) 12×10^{3}

3. Calcule o resultado dessas operações, fornecendo o resultado em notação científica com 3 algarismos significativos (faça utilizando a função EXP ou $\times 10^x$ da calculadora):

a) $89 \times 10^{-3} + 61 \times 10^{-3}$
b) $8,7 \times 10^{-3} + 0,61 \times 10^{-2}$
c) $167 \times 10^{2} + 12 \times 10^{3}$
d) $18 \times 10^{-2} - 7,5 \times 10^{-2}$
e) $1,89 \times 10^{-2} - 7,5 \times 10^{-3}$
f) $5 \times 10^{1} - 78 \times 10^{-2}$
g) $(4,0 \times 10^{-2})^3$
h) $\sqrt{8,0 \times 10^4}$
i) $\sqrt[3]{6,4 \times 10^{10}}$
j) $\frac{3,0 \times 10^6}{9,0 \times 10^4}$
k) $\frac{2,0 \times 10^3 + 4,0 \times 10^2}{1,2 \times 10^3}$

4. Em um circuito elétrico, a tensão V em volts pode ser calculada através da relação entre a resistência R em ohms e a corrente elétrica i em ampères de acordo com a equação a seguir:

$$V = R \cdot i$$

A partir dos dados, complete a tabela:

	V (volts)	R (ohms)	i (ampères)
a)		1×10^{5}	$3{,}5 \times 10^{-3}$
b)	22×10^{1}	$6{,}7 \times 10^{3}$	
c)	$0{,}12 \times 10^{2}$		30×10^{-3}
d)	$1{,}27 \times 10^{2}$	$4{,}5 \times 10^{3}$	
e)		40×10^{3}	$0{,}54 \times 10^{-2}$

5. É possível calcular a força de atração F em newtons entre duas cargas q_1 e q_2 , ambas em coulombs, que estão separadas por uma distância r em metros, considerando a constante k, que depende do meio onde as cargas são encontradas a partir da seguinte relação:

$$F = k\frac{|q_1 . q_2|}{r^2}$$

O valor mais usual de k é quando esta interação acontece no vácuo:

$$k = 9{,}0 \times 10^{9}\ \frac{Nm^2}{C^2}$$

A partir desse dado, preencha a tabela, fornecendo as respostas em notação científica e com a quantidade correta de algarismos significativos:

	F[N]	Q_1(C)	Q_2(C)	R (m)
a)		$3{,}12 \times 10^{-5}$	$5{,}1 \times 10^{-6}$	15,6
b)	200	$2{,}23456 \times 10^{-2}$	$2{,}98 \times 10^{-2}$	
c)	$32{,}4 \times 10^{-2}$	$3{,}81 \times 10^{-6}$		50,7