

Complemento D_{II}

Exercícios

01- Uma grandeza física f varia com a potência de uma outra grandeza física Z , isto é, $f = kZ^{\uparrow}$, em que k é a constante de proporcionalidade e \uparrow é a potência. Exemplos de dependências desse tipo são:

$$s = \frac{1}{2}at^2 \quad y = \frac{g}{2v_{0x}^2}x^2 \quad E = \frac{1}{2}mv^2 \quad v = \sqrt{2gs}$$

- Para cada uma dessas equações, determine k e \uparrow de modo que elas possam ser escritas na forma acima mencionada.
- Mostre sob quais condições (tipo de papel de gráfico ou mudança de variável) o gráfico de uma função desse tipo seria uma reta
- Neste caso, como você poderia obter os valores de k e \uparrow ?

02- A pedido de um aluno de Física Experimental, um mergulhador bem preparado desceu até o fundo de um lago e, com um instrumento apropriado, mediu a pressão da água em vários pontos de sua trajetória até o fundo, ou seja, mediu a pressão da água em função da profundidade em que se encontrava. Após ter feito as medidas, o mergulhador entregou ao aluno uma prancheta de mergulho com as devidas anotações, apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1: Medidas da pressão em função da profundidade do lago.

Profundidade (m)	Pressão (10 kPa)
1	11,00
2	11,90
3	12,84
4	14,00

- Usando estas informações, trace o gráfico da pressão em função da profundidade.
- Pesquise em algum livro de Física Básica a relação matemática teórica entre as duas grandezas consideradas. Quais os parâmetros que podem ser determinados a partir do gráfico da pressão pela profundidade?
- Através do Método dos Mínimos Quadrados, determine os valores experimentais da pressão atmosférica e da densidade da água do lago com seus respectivos erros. Utilize $g = 9,8 \text{ m/s}^2$.

03- Teoricamente, espera-se que o módulo da velocidade com que um objeto atravessa um meio viscoso, em função do tempo, seja dado por:

$$v = v_0 e^{-\beta t}$$

em que v_0 é a velocidade inicial do objeto e \uparrow uma constante (o número neperiano e é constante e vale aproximadamente 2,7183). Experimentalmente, foram obtidos os seguintes pares de valores (t; v), em unidades do SI: (1; 193), (3; 72), (6; 15) e (10; 2,4). O erro relativo em cada velocidade é 4% para as velocidades de 193 m/s e 72 m/s e 10% para as outras duas. Considere o erro no tempo desprezível.

- Faça uma tabela que represente adequadamente os dados experimentais com seus respectivos erros.
- Faça um gráfico linearizado, utilizando papel adequado, e verifique se o modelo teórico acima é válido.
- A partir deste gráfico, determine \uparrow e v_0 e suas respectivas unidades.

04- Um aluno de iniciação científica fez medidas da rugosidade de uma superfície numa área quadrada de lado l e obteve os valores apresentados na Tabela 2.

Tabela 2: Medidas da rugosidade em função da dimensão lateral da área analisada.

l (10⁻⁸ m)	1,563	1,953	2,344	2,734	3,125	3,516	3,906	4,297	4,688
W (10⁻¹⁰ m)	3,75	4,71	5,64	6,55	7,44	8,31	9,17	10,0	10,8

A partir do modelo teórico, espera-se uma relação do tipo:

$$W(l) = Cl^\alpha$$

entre a rugosidade W e a dimensão l da área analisada, em que C é uma constante e α é o chamado expoente de rugosidade. Seu valor indica os possíveis processos físicos envolvidos na formação da superfície.

- Discuta como é possível obter o valor de α a partir da linearização da equação acima.
- Faça o gráfico das medidas obtidas em papel di-log e estime o valor de α a partir dele. No intervalo de l considerado, valores de α próximos da unidade caracterizam superfícies rugosas, enquanto superfícies planas apresentam valores de α menores que 0,5. Baseado no seu resultado, o que você poderia dizer sobre a superfície analisada?

05- Resolvemos testar experimentalmente a famosa Lei da Gravitação Universal de Newton, dada por:

$$F = \frac{GM_1M_2}{r^2}$$

em que G é a constante da gravitação universal e r é a distância entre as massas M_1 e M_2 . Utilizando um sistema experimental conveniente, conseguimos medir a força F entre as duas massas em função da distância entre elas, obtendo os resultados da Tabela 3 abaixo apresentada.

- Calcule a força média F_m (com seu respectivo erro) em função da distância e construa uma tabela de r versus F_m .
- Faça o gráfico linear de r em função de F_m e verifique a forma obtida. Comente sobre as barras de erro obtidas. O erro relativo muda em função da distância?
- Faça a linearização da equação anterior e posteriormente faça o gráfico apropriado para verificar a lei obtida através de uma reta.
- Verifique se a Lei da Gravitação Universal foi aproximadamente seguida em nossas medidas, calculando o coeficiente angular da reta obtida no item c).
- Sabendo que M_1 e M_2 valem 10 toneladas cada, obtenha o valor experimental de G . Lembre-se de que $\text{Log}(1) = 0$ e, portanto, para se obter

r (cm) Medida única	F(N) Medida 1	F (N) Medida 2	F (N) Medida 3	F (N) Medida 4
0,7	116	115	118	119
2,5	11	13	10	11
7,5	1,5	1,1	1,0	1,4
25,0	0,12	0,10	0,10	0,14

o coeficiente linear da reta $\text{Log}(y) = n\text{Log}(x) + \text{Log}(a)$ é necessário fazer $x=1$; logo, nesse ponto, temos $y=a$.

Tabela 3: Medidas realizadas da força em função da distância.