

FÍSICA EXPERIMENTAL A – RECUPERAÇÃO

O questionário abaixo foi elaborado como recuperação individual para a disciplina Física Experimental. As questões devem ser respondidas utilizando como texto de apoio as **Notas de Aula de Laboratório** utilizadas para os experimentos. A entrega está prevista para o dia 24/02/2025, em formato digital, impresso, ou manuscrito.

Atenção: O trabalho é individual e não serão aceitas entregas após o dia previsto. Conforme combinado, a nota do trabalho contribuirá em até 2,0 pontos adicionados à média final.

PONTUAÇÃO

Questão	1	2	3	4	Total:
Pontos	25	25	25	25	100
Nota					

1 Questionário

- (25 pontos) Um estudante realizou um experimento com o intuito de elaborar gráficos de dados experimentais. Tal experimento consistiu em deixar uma esfera cair por um conjunto de distâncias diferentes, verificando o tempo necessário para que ela percorresse cada uma delas. O aparato experimental utilizado dispunha de um cronômetro digital que era capaz de controlar um eletroímã, de forma que ao se pressionar um botão, o eletroímã era desligado e o cronômetro acionado. Quando a esfera passava por um sensor ótico localizado a uma distância L abaixo da posição inicial da esfera, sendo L regulável, o cronômetro era parado, registrando o tempo necessário para que a esfera percorresse a distância L .

Considerando os dados apresentados na tabela e também o Experimento de Movimento Retilíneo Uniformemente (MRU) e Uniformemente Variado (MRUV) das **Notas de Aula de Laboratório**, responda às questões que seguem.

x_0 (cm)	x_f (cm)	t (s)	Δx	t^2
2,50	7,50	0,110 36		
2,50	12,50	0,150 55		
2,50	17,50	0,181 91		
2,50	22,50	0,208 32		
2,50	27,50	0,232 05		
2,50	37,50	0,253 29		

- A partir dos dados experimentais para x_0 , x_i , e t calcule o deslocamento Δx e o tempo ao quadrado t^2 para dos dados da tabela acima. Observe o número adequado de algarismos significativos e unidades.
- Elabore um gráfico $x \times t$, ou seja, um gráfico da *distância* percorrida pela esfera em queda livre em função dos valores de *tempo*. Note que as recomendações para a elaboração de gráficos contidas nas **Notas de Aula de Laboratório**.
- Elabore um gráfico $x \times \tau$, onde $\tau = t^2$, ou seja, um gráfico da *distância* percorrida pela esfera em queda livre em função dos valores de *tempo ao quadrado*.

2. (25 pontos) Um grupo de estudantes realizou um experimento no qual desejavam verificar a validade da Lei de Hooke para uma mola, cujo comprimento inicial era L_0 . Para isso, utilizaram um suporte vertical dotado de uma haste horizontal no qual dispuseram a mola verticalmente, pendurada pela extremidade superior. Na extremidade inferior, foi disposto um gancho ao qual puderam ser penduradas anilhas metálicas. O procedimento adotado foi o verificar a massa de uma anilha com o auxílio de uma balança e então a adicionar ao gancho, que era então baixado lentamente, minimizando as oscilações do sistema massa-mola. Após qualquer oscilação residual cessar naturalmente, o novo comprimento da mola.

Considerando os dados apresentados na tabela a seguir e o Experimento de Lei de Hooke das **Notas de Aula de Laboratório**, responda às questões que seguem abaixo.

L_0 (cm)	L (cm)	m_s (s)	ΔL	F_e
12,50	19,00	57,40		
12,50	23,90	107,30		
12,50	29,00	156,50		
12,50	34,00	206,00		
12,50	39,00	254,90		
12,50	44,00	303,90		

- A partir dos dados experimentais para L_0 , L , e m_s calcule a distensão ΔL e o a força elástica F_e para dos dados da tabela acima. Observe o número adequado de algarismos significativos e unidades.
- Elabore um gráfico de $F_e \times \Delta x$ para os dados experimentais obtidos e adicione a ele a reta calculada através da regressão linear.
- Relacione as variáveis da Lei de Hooke àquelas da equação da reta e interprete o significado das constante A e B . Determine a constante da mola através do coeficiente angular.
- Determine o valor de r^2 . O valor encontrado demonstra compatibilidade entre os dados experimentais e a hipótese de dependência linear da distensão com a força aplicada à mola?

3. (25 pontos) A força de arrasto que atua sobre um corpo que se desloca em um fluido é conhecida por apresentar uma série de regimes diferentes, expressos por equações diferentes, porém todas têm em comum uma dependência na velocidade. A expressão mais comumente utilizada tem a forma $F_A = \frac{1}{2}C\rho Av^2$, onde ρ representa a densidade do fluido, A a área da seção reta perpendicular ao vetor velocidade, v o módulo da velocidade do corpo em relação ao fluido, e C é uma constante característica de cada corpo e que engloba características fluidodinâmicas de seu formato. Uma outra expressão que também é utilizada é conhecida como *força de arrasto de Stokes*, que é aplicada a esferas que se movem a velocidades baixas (em relação à velocidade do som no meio) e é dada por $F_S = 6\pi\eta Rv$. Na expressão acima, η representa a viscosidade do fluido e R o raio da esfera.

Visando determinar se uma esfera de aço — que pode se deslocar ao longo de um tubo retilíneo e transparente em um equipamento — está sujeita à força F_A ou à F_S , dois professores realizaram o seguinte experimento: disposto o tubo a uma inclinação θ em relação à horizontal e marcando uma posição inicial $L_i = 0$ mm e uma final $L_f = 300$ mm, utilizaram um ímã para deslocar a esfera até uma posição L_0 (sendo que $L_0 < L_i$) e então deixaram que ela passasse a se mover. Assumindo que a distância L_i é grande o suficiente para que a velocidade terminal seja atingida, foi verificado o tempo necessário para que a esfera percorresse a distância $\Delta L = L_f - L_i$. O experimento foi repetido para diversos valores do ângulo de inclinação.

Considerando os dados apresentados na tabela a seguir e o Experimento de Arrasto das **Notas de Aula de Laboratório**, responda às questões que seguem abaixo.

θ	t (s)	v_t	$\sin \theta$
5,0°	1,123 4		
10,0°	0,305 6		
15,0°	0,188 1		
20,0°	0,139 0		
25,0°	0,108 2		
30,0°	0,085 0		

- A partir dos dados experimentais para L_i , L_f , e t , calcule a velocidade terminal v_t para dos dados da tabela acima. Observe o número adequado de algarismos significativos e unidades.
- Elabore um gráfico de $v_t \times \theta$.
- A partir dos dados experimentais para θ , determine os valores de $\sin \theta$, preenchendo a tabela acima e observando o número adequado de algarismos significativos e unidades.
- Elabore um gráfico $v_t \times \sin \theta$ dos pontos experimentais e um gráfico de $v_t^2 \times \sin \theta$.
- Através dos gráficos elaborados no item anterior, para ambos os conjuntos de dados, obtenha os valores de A , B e r^2 da melhor reta correspondente (a reta da regressão linear). Adicione tais retas aos gráficos e coloque a equação da reta, juntamente com o coeficiente r^2 na legenda.
- Através da análise do coeficiente de dispersão linear r^2 , indique qual das hipóteses consideradas — arrasto quadrático ou arrasto de Stokes — melhor descreve o fenômeno.

4. (25 pontos) Uma maneira de determinar a constante de uma mola é através da relação entre o período de oscilação de um sistema massa-mola e a massa suspensa. Para verificar a validade dos resultados previstos teoricamente para esse tipo de sistema através das Leis de Newton, um grupo de estudantes realizou um experimento em que uma mola foi suspensa verticalmente por sua extremidade superior. Na extremidade inferior, um gancho foi pendurado de forma a poder receber anilhas. Com o auxílio de uma balança, o valor de massa do conjunto formado pelo gancho e por uma anilha foi determinada e então o conjunto foi acoplado à mola. O sistema foi então posto para oscilar com uma pequena amplitude, cronometrando-se o tempo para que o sistema efetuasse 10 oscilações completas.

Considerando os dados apresentados na tabela a seguir e o Experimento de Oscilações das **Notas de Aula de Laboratório**, responda às questões que seguem abaixo.

m (g)	T_{10} (s)	T (s)
66,60	4,15	
115,80	5,12	
165,00	5,84	
214,60	6,93	

- (a) Sabendo que o período T corresponde ao tempo necessário para que o sistema efetue *uma oscilação completa*, use os valores de T_{10} para determinar os valores de T e, após isso, os valores de T^2 , preenchendo as colunas da tabela. Utilize o número adequado de algarismos significativos e calcule os erros propagados apropriados.
- (b) Elabore um gráfico utilizando as informações para a massa e para o período, efetuando eventuais transformações necessárias para que os dados sigam um comportamento linear na figura. (Para isso, verifique a previsão teórica para a relação entre essas variáveis, descrita pela Equação (16.25) das **Notas de Aula de Laboratório**).
- (c) Utilizando a Equação (16.25) das **Notas de Aula de Laboratório** e considerando a linearização adotada para elaborar o gráfico, mostre a relação entre o coeficiente angular B e a constante da mola k , e calcule o valor desta última. *Utilize as unidades do SI para efetuar a regressão linear para obter resultados de mais fácil interpretação.*
- (d) Considerando os objetivos do experimento,
- Verificar a relação entre o período e a massa para um sistema massa-mola;
 - Determinar a constante elástica de uma mola através do período de oscilação de um sistema massa-mola,

e os resultados obtidos nas questões anteriores, discuta quais objetivos foram atingidos com sucesso, justificando suas conclusões indicando os resultados que suportam ou refutam as suas afirmações. Se algum objetivo não foi atingido, discuta quais são os possíveis motivos do insucesso e que providências podem ser tomadas para que eles sejam alcançados.