



Roteiro de experimento

Forças Coplanares

Este experimento consiste em demonstrar o princípio de superposição de forças e calcular analiticamente e geometricamente a força resultante, através do diagrama de corpo livre, de dois arranjos experimentais distintos de forças coplanares. Ao término desta atividade, o aluno deverá ter competência para:

- Determinar a configuração de forças de um sistema em equilíbrio e de um sistema com força resultante não nula;
- Aplicar as três Leis de Newton e desenhar diagramas de corpo livre;
- Decompor em base ortogonal cartesiana a configuração das forças atuantes em cada arranjo experimental e montar um sistema de equações;
- Calcular a força e a aceleração resultantes, através do sistema de equações, para cada corpo massivo dos arranjos experimentais.
- Aferir, experimentalmente, a aceleração resultante e o ângulo de inclinação do plano para o arranjo experimental com força resultante não nula;
- Aferir, empiricamente, o valor numérico da constante gravitacional.

Experimento 1

Material

Para realizar o experimento 1 você receberá o seguinte conjunto de equipamentos:

- Painel metálico multifuncional (Cidepe);
- Dois dinamômetros magnéticos e um dinamômetro convencional;
- Escala angular pendular;
- Gancho curvo (acoplamento para massas);
- Duas massas acopláveis com 50g;
- Dois fios de poliamida com presilhas.

Andamento das atividades

Execute os passos a seguir:

1. Ajuste os respectivos zeros dos dinamômetros;
2. Pendure o dinamômetro convencional no gancho localizado na região superior direita do painel multifuncional;
3. Determine o peso do Gancho curvo em conjunto com as massas;
4. Prenda cada dinamômetro magnético próximo a uma extremidade superior do painel multifuncional e conecte os dois com o maior fio de poliamida;

5. Pendure o gancho com as massas, utilizando o segundo fio de poliamida, no ponto intermediário do primeiro fio que une os dinamômetros magnéticos;
6. Fixe a escala angular pendular centrada no ponto de intersecção dos fios.

Realização do experimento

Adote o eixo y como sendo vertical e o eixo x como sendo a horizontal e siga as instruções a seguir:

1. Posicione o dinamômetro magnético da esquerda (Dinamômetro 1) de modo a obter o ângulo de $\theta_1 = 30^\circ$ entre o fio, do ponto de intersecção ao dinamômetro, e o eixo x e o dinamômetro da direita (Dinamômetro 2) de modo a obter um ângulo de $\theta_2 = 60^\circ$ entre o fio e o eixo x. Certifique-se que os dinamômetros estejam alinhados com o fio e que o centro da escala angular coincida com a intersecção dos fios;
2. Anote os valores das forças obtidas pelos dois dinamômetros. Adote \vec{F}_1 para referir-se ao dinamômetro 1 e \vec{F}_2 para referir-se ao dinamômetro 2;
3. Modifique a configuração do experimento de modo a obter $\theta_1 = 30^\circ$ e $\theta_2 = 30^\circ$ e anote os valores aferidos nos dinamômetros.

Tarefas

1. Para cada configuração experimental desenhe o diagrama de forças contendo as componentes destas forças e os respectivos ângulos.
2. Decomponha as forças na base ortogonal cartesiana (direções x e y), escreva o sistema de equações.
3. Substitua os valores obtidos pelos dinamômetros e calcule o peso do gancho com as massas. Compare o valor obtido analiticamente com o valor obtido experimentalmente com o dinamômetro convencional.

Experimento 2

Material

Para realizar o experimento você receberá o seguinte conjunto de equipamentos:

- Dinamômetro convencional;
- Um conjunto de colchão de ar linear com roldana acoplada;
- Suporte para a inclinação do conjunto;
- Um carrinho para colchão de ar;
- Fio de poliamida com presilhas;
- Sete massas de 50g;
- Cronometro digital;
- Gancho curvo.

Andamento das atividades

Você receberá o colchão de ar linear montado, antes de iniciar as atividades aguarde as instruções do professor. Efetue os seguintes ajustes no experimento:

1. Com o dinamômetro, determine o peso de uma massa, do conjunto massa-gancho e do carrinho. Usando $g=9,79 \text{ m/s}^2$, calcule e anote o valor das massas obtidas;
2. Adicione seis massas de modo balanceado ao carro, que a partir de agora será denominado corpo 1;

3. Adicione uma massa ao gancho (corpo 2), prenda-o ao fio, passe o fio pela roldana e prenda a outra extremidade do fio ao carro;
4. Escolha a posição inicial do móvel e meça a distância deste ponto até o amortecedor no final do trilho;
5. Anote o valor do ângulo no goniômetro do trilho do colchão de ar;
6. Prepare o cronômetro, zerando-o, e ligue o colchão de ar enquanto segura o corpo 1.

Realização do experimento

1. Solte o móvel e acione o cronômetro simultaneamente. Pare o cronômetro quando o corpo 1 tocar o amortecedor na extremidade do trilho;
2. Repita o procedimento 10 vezes e preencha a tabela. Usando seus conhecimentos de MRUV, calcule a aceleração para cada medida e preencha a tabela.
3. Calcule o valor mais provável para o tempo e para a aceleração e os respectivos desvios percentuais das acelerações calculadas, anote os dados na tabela;

t	a	d
$t_1 =$	$a_1 =$	$d_1 =$
$t_2 =$	$a_2 =$	$d_2 =$
$t_3 =$	$a_3 =$	$d_3 =$
$t_4 =$	$a_4 =$	$d_4 =$

$t_n =$	$a_n =$	$d_n =$
$\bar{t} =$	$\bar{a} =$	

4. Desenhe o diagrama de corpo livre para cada corpo massivo. Decomponha as forças na base ortogonal cartesiana (eixo x e y) e monte um sistema de equações;
5. Substitua, nas equações, os valores das massas e o ângulo de inclinação e calcule a Força Resultante e a Tensão para o corpo 1 e 2, calcule a Normal para o corpo 1 e, finalmente, a aceleração do corpo 1 e 2;
6. Substitua o valor esperado da aceleração no sistema de equações, isole e estime a constante gravitacional com base nos valores dos pesos e do valor esperado da aceleração.
7. Posicione novamente o corpo 1 na posição inicial. Segurando o corpo 1, varie o ângulo do trilho até encontrar a condição de equilíbrio de forças. Solte o corpo 1 e certifique-se que ele permanece em repouso. Anote o valor do ângulo.
8. Desenhe os diagramas de corpo livre para a condição de equilíbrio de forças. Monte o sistema de equações. Calcule a tensão do fio para cada corpo substituindo valores do ângulo e do peso. Por fim, isole o ângulo e estime seu valor baseado nos pesos medidos.

Perguntas

1. O que significa a expressão forças coplanares?
2. O experimento 1 representa uma configuração de equilíbrio de forças? Por quê?

3. Classifique o movimento realizado pelo corpo 1 no experimento 2.
4. O que provoca a aceleração no corpo 1?
5. Compare a força resultante do experimento 1 com as forças resultantes do corpo 2 do experimento 2.
6. Os valores obtidos para as forças resultantes seriam os mesmos se não valesse o princípio da superposição de forças? Por quê?
7. Qual é a discrepância entre o valor da aceleração obtido pelo sistema de equações e obtido pela aferição experimental?
8. Compare o valor da constante gravitacional calculada com o valor inicialmente utilizado.
9. Para a condição de equilíbrio do experimento 2, compare o ângulo medido com o ângulo calculado pelos pesos. Compare as Tensões calculadas.
10. Descreva as possíveis fontes de erro do experimento.
11. Apresente suas conclusões.