

PL3a - Queda livre

1. Objetivos

- Estudar o movimento de um corpo em queda livre.
- Determinar a aceleração gravítica.

2. Introdução

O exemplo mais comum de movimento com aceleração (aproximadamente) constante é o de um corpo caindo na superfície terrestre. Desprezando a resistência do ar, verifica-se que todos os corpos caem com a mesma aceleração, em um mesmo ponto da superfície terrestre, não importando seu tamanho, a sua massa ou a sua constituição; se a altura da queda não for muito grande, a aceleração permanecerá constante durante todo o movimento. Este movimento ideal, no qual são desprezadas a resistência do ar e alguma pequena variação da aceleração com a altitude, é chamado “queda livre”. A aceleração de um corpo em queda livre é chamada aceleração da gravidade e é representada pelo símbolo g . O valor de g varia ligeiramente com a altura e a latitude. Em latitudes médias e ao nível do mar o valor de g é $9,8 \text{ ms}^{-2}$.

A definição de aceleração permite relacionar a variação de velocidade (dv) com o intervalo de tempo dt :

$$dv = a dt \quad (1)$$

Integrando esta equação, e admitindo que a velocidade inicial do corpo é zero, obtemos a equação para a velocidade

$$v = a t \quad (2)$$

A definição de velocidade permite relacionar o deslocamento (dy) com o intervalo de tempo:

$$dy = v dt \quad (3)$$

Substituindo esta expressão na equação (2), obtemos

$$dy = a t dt \quad (4)$$

Integrando a equação (4), e admitindo que no instante inicial o corpo se encontra na origem do referencial, obtemos a equação do movimento do corpo (5) :

$$y = \frac{1}{2} a t^2 \quad (5)$$

3. Material e montagem experimental

Um relógio digital com cronómetro (1) acionável pelos fotodetetores (2a e 2b), uma régua (3), diskette de 3:5 in - em alternativa poderá usar-se uma esfera, (4), caixa para amortecimento da queda (5), base e suporte (6) e fios elétricos de ligação.

4. Procedimento

1. Verifique se o cronómetro digital está alimentado (ligado).
2. Fixe uma altura e meça-a. Registe esse valor desta altura e o respetivo erro.
3. Pressione o botão reset .
4. Segurando-o com os dedos (figura 1) abandone o objeto no topo (2a).
5. Registe o tempo e o erro de queda.
6. Pressione o botão reset.
7. Repita o procedimento de 2 a 5 com incrementos e 5 cm na altura.

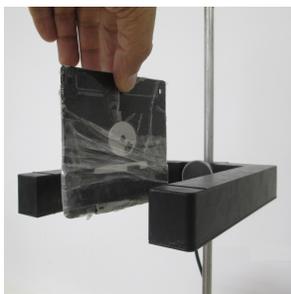


Figura 1

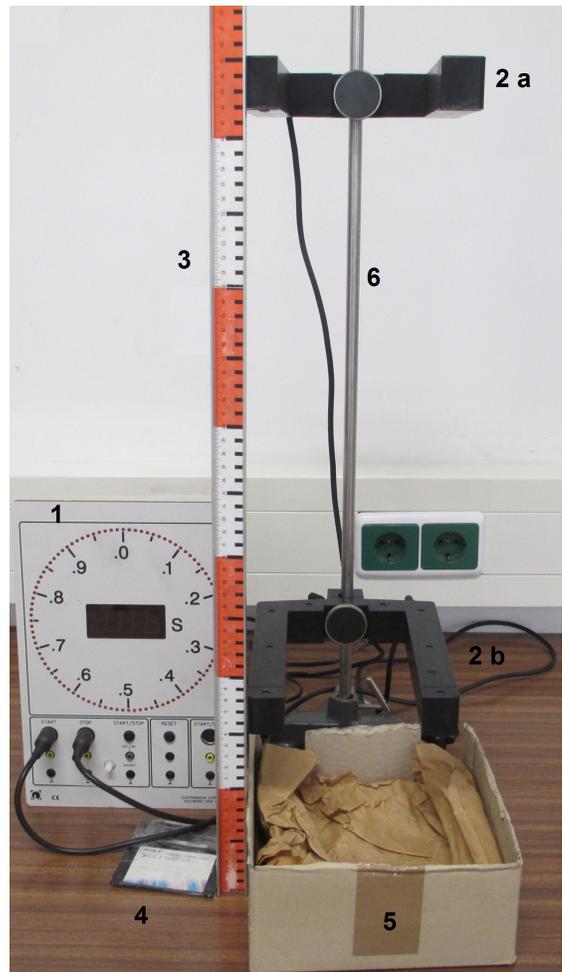


Figura 2 – Montagem experimental

5. Tratamento de dados experimentais

1. Faça uma tabela com os valores experimentais (não se esqueça dos erros associados).
2. Linearize a equação do movimento:
 - nomeie a variável independente e a dependente;
 - faça correspondente à equação linear $y = a_1 x + a_0$;
 - faça os cálculos necessários de modo a tornar a equação do movimento linear;
3. Insira os valores linearizados nas colunas do programa que calcula o a_0 e a_1 através do método dos mínimos quadrados (MMQ).
4. Apresente os valores de a_0 e de a_1 com os respectivos erros e unidades.
5. Calcule a aceleração gravítica e o respetivo erro.

PL3b – Pêndulo simples

1. Objetivos

Verificar a conservação da energia mecânica – energia cinética e energia potencial.

2. Introdução

Esta experiência utiliza um pêndulo simples – massa (m) suspensa por um fio inextensível de comprimento (L) e de massa desprezável relativamente a m (figura 1). O centro de massa localiza-se no centro da esfera. A posição de equilíbrio fica no ponto mais baixa do pêndulo (posição A). Se deslocar o pêndulo desta posição de equilíbrio e abandona-lo, oscila periodicamente de uma lado para outro.

O pêndulo funciona no campo gravítico terrestre. A energia mecânica manifesta-se de duas formas: energia potencial e energia cinética. A energia potencial está associada à posição do objeto e a cinética ao movimento.

Para todas as posições do pêndulo a energia mecânica total conserva-se. Para cada posição do pêndulo a soma da energia potencial (E_p) com a cinética (E_c) é constante. Durante o movimento a energia potencial transforma-se em energia potencial e vice-versa.

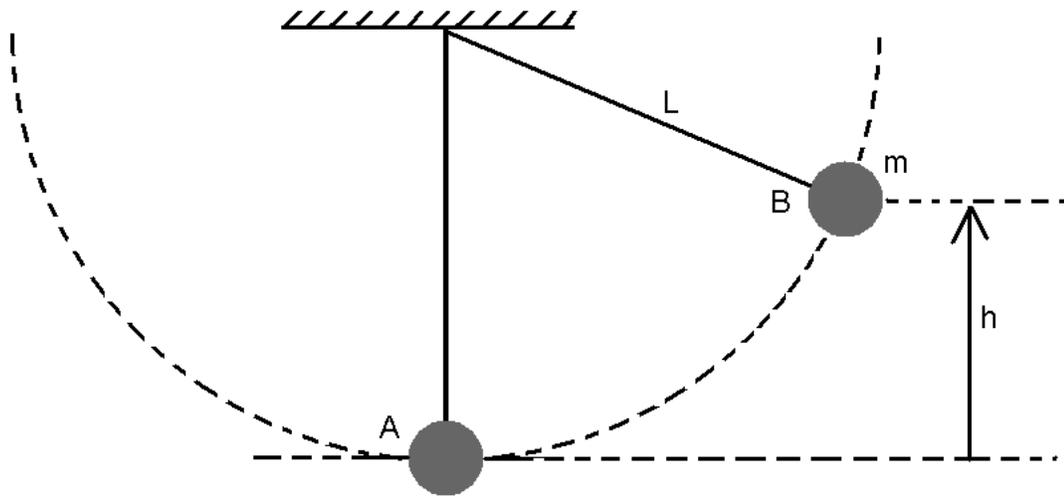


Figura 1 – Diagrama de um pêndulo simples.

Matematicamente a conservação da energia mecânica é traduzida pela seguinte equação:

$$Ep_A + Ec_A = Ep_B + Ec_B \quad (1)$$

Como já referido, ao longo do movimento a energia potencial transforma-se em energia cinética, atingindo uma máximo para a energia cinética $Ec_A = Ec_{max}$ e um mínimo para a energia potencial ($Ep_A = 0$) na posição A. Na posição extrema B a uma altura h , a sua energia cinética é mínima $Ec_B = 0$ e a potencial máxima ($Ep_B = Ep_{max}$).

A experiência consiste em verificar a seguinte igualdade:

$$Ep_{max} = Ec_{max} \quad (2)$$

em que Ep_{max} é definido como

$$Ep_{max} = m g h \quad (3)$$

g a aceleração gravítica $9,8 m/s^2$ e h a altura entre o equilíbrio (A) e o extremo B. A energia cinética máxima é definida como

$$Ec_{max} = \frac{1}{2} m v_{max}^2 \quad (4)$$

em que v_{max} é a velocidade máxima do pêndulo no ponto de equilíbrio (A).

3. Material e montagem experimental

Pêndulo simples, célula fotodetetora, cronometro digital e régua.

4. Procedimento

Nesta experiência irá usar o sistema de fotocelulas da experiência anterior. Para adaptar a montagem execute os seguintes passos:

1. Segure na suporte e rode-o ligeiramente 90° de modo a ficar na horizontal como na figura 2.
2. Posicione o bloco de madeira por baixo da vareta para nivelar o sistema.
3. Retire as fichas do cronometro: START e STOP.
4. Insira a ficha da fotocelula na entrada START/STOP.
5. A outra ficha não será utilizada nesta experiência.
6. Verifique que a esfera está ao meio e centrada na fotocelula em forma de \sqcup .



Figura 2 – Montagem experimental

O sistema está montado. Inicie a experiência procedendo do seguinte modo:

1. Afaste a esfera da posição de equilíbrio.
2. Meça a altura h .
3. Pressione o botão RESET.
4. Largue a esfera.
5. Registe o tempo (entre o extremo B e o equilíbrio em A).
6. Repita o procedimento entre 3 e 5 até perfazer cinco medidas.

5. Tratamento de dados experimentais

1. Calcule a energia potencial e respetivo erro: $Ep_{max} \pm \Delta Ep_{max}$.
2. Calcule a velocidade máxima e respetivo erro.
3. Calcule a energia cinética máxima e respetivo erro: $Ec_{max} \pm \Delta Ec_{max}$.
4. Verifique se há conservação da energia mecânica:

$$Ep_{max} \pm \Delta Ep_{max} = Ec_{max} \pm \Delta Ec_{max}$$