|  |
| --- |
| Universidade Federal de Alagoas – UFAL  Centro de Tecnologia – CTEC  Disciplina: Cálculo Numérico (EAMB018/A-EPET019/A)  Professores: Adeildo S. Ramos Jr. e Luciana C. L. M. Vieira  Trabalho 02: Aplicação do Método de Euler  Data de divulgação: 14/05/2021. Data de entrega: 31/05/2021-01/06/2021. |

Considere uma esfera de raio e massa . Inicialmente, no instante , a esfera possui velocidade e seu centro está posicionado a uma distância de um obstáculo reto (ver Figura 1a). Considerando a ação da gravidade, a esfera sempre estará sujeita a uma força gravitacional (de cima para baixo) que tende a deslocá-la em direção ao obstáculo (ver Figura 1b),

em que é a aceleração da gravidade (adotar ).

Desta forma, ao se movimentar para baixo, idealiza-se que a esfera poderá se sobrepor ao obstáculo, e enquanto isso ocorrer, assume-se a existência de uma penalização elástica artificial por meio de uma força de contato (de baixo para cima) atuante na esfera e proporcional à sua penetração no obstáculo (ver Figura 1c),

em que é a constante de rigidez da penalização elástica, e a penetração é dada por

Interface gráfica do usuário, Aplicativo

Descrição gerada automaticamente

Figura 1 – Definição do problema para os instantes: (a) =0; (b) =; (c) =.

Em um dado instante de tempo , a aceleração da esfera pode ser estimada por meio da força resultante atuante em seu centro,

como sendo

Nota-se que a posição , a velocidade e a aceleração do centro da esfera podem ser representadas por funções temporais.

Pede-se:

1) Considere instantes de tempo discretos dados por = 0, , 2, , . Usando a linguagem de programação de sua escolha, crie uma função que utilize o Método de Euler e calcule a posição, a velocidade e a aceleração do centro da esfera para cada um desses instantes.

* A função deve receber os seguintes argumentos de entrada:
  + : posição inicial do centro de esfera;
  + : velocidade inicial da esfera (positivo para cima);
  + : raio da esfera;
  + massa da esfera;
  + : constante de rigidez;
  + : tempo de simulação;
  + : incremento de tempo
* A função deve retornar os seguintes argumentos de saída:
  + vetor com os instantes de tempo considerados:

[0, , 2, , ]

* + vetor com os valores de posição:

[, , ,, ]

* + vetor com os valores de velocidade:

[, , ,, ]

* + vetor com os valores de aceleração:

[, , , , ]

2) Considerando um exemplo definido a partir dos dados fornecidos na Tabela XX, avalie a função implementada em 1). Utilize os resultados obtidos para plotar três gráficos: i) posição x tempo; ii) velocidade x tempo; iii) aceleração x tempo. Utilize o tempo no eixo das abcissas.

3) Considerando o mesmo exemplo de 2), imprima os valores mínimos e máximos obtidos para: i) posição, ii) velocidade e iii) aceleração. Compare o valor máximo obtido para velocidade com o valor analítico da velocidade máxima da esfera,

calculando o erro relativo percentual.

4) Considere agora dois novos exemplos modificando apenas os incrementos de tempo e , em relação ao dado tabelado ,

Repita os procedimentos 2) e 3). Quais mudanças ocorreram nos gráficos e no erro relativo percentual? Justifique sua resposta.

Além dos códigos e dos exemplos, registre os desenvolvimentos e as discussões dos exemplos em um memorial de cálculo (documento PDF). A apresentação deste trabalho deverá ser baseada nos códigos desenvolvidos na linguagem de programação escolhida e no memorial de cálculo elaborado. Esse material deve ser enviado aos professores e tutores antes da apresentação.

Tabela 1 – Dados de entrada para a turma EAMB018-A.

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Nome do aluno ou dupla** | [m] | [m/s] | [m] | [kg] | [N/m] | [s] | [s] |
| Deborah Santos e Elder Santana | 4.5 | -0.5 | 0.1 | 1.0 | 1x104 | 15 | 0.0011 |
| David Silva e Gustavo Melo | 5.0 | +1.0 | 0.2 | 1.1 | 1x104 | 16 | 0.0021 |
| Júlia Souza e Klessia Lima | 5.5 | -0.25 | 0.3 | 1.2 | 1x104 | 12 | 0.0030 |
| Ana L. Lins e Anny K. Gonçalves | 6.0 | +0.5 | 0.2 | 1.3 | 1x104 | 14 | 0.0019 |
| Evany Araújo e Jaíne Silva | 6.5 | 0.0 | 0.1 | 1.4 | 1x104 | 15 | 0.0015 |
| André Costa Filho | 7.0 | -0.5 | 0.2 | 1.5 | 1x104 | 12 | 0.0017 |
| Arianne Brandão | 7.5 | +1.0 | 0.3 | 1.6 | 1x104 | 16 | 0.0025 |
| Erakethlyn Araújo | 8.0 | -0.25 | 0.2 | 1.7 | 1x104 | 14 | 0.0016 |
| Layane Silva | 8.5 | +0.5 | 0.1 | 1.8 | 1x104 | 15 | 0.0008 |
| Layne Siqueira | 9.0 | 0.0 | 0.2 | 1.9 | 1x104 | 16 | 0.0015 |
| Mariana Almeida | 9.5 | -0.5 | 0.3 | 2.0 | 1x104 | 12 | 0.0022 |
| Nathalia Magalhães | 10.0 | +1.0 | 0.2 | 2.1 | 1x104 | 10 | 0.0014 |

Tabela 1 – Dados de entrada para a turma EPET019-A.

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Nome do aluno ou dupla** | [m] | [m/s] | [m] | [kg] | [N/m] | [s] | [s] |
| Beatriz Alves e Waleska Silva | 4.5 | -0.5 | 0.1 | 1.0 | 1x104 | 15 | 0.0011 |
| Lucas Siqueira e Edson Gomes Jr | 5.0 | +1.0 | 0.2 | 1.1 | 1x104 | 16 | 0.0021 |
| Lara Borne e Raíssa Cavalcante | 5.5 | -0.25 | 0.3 | 1.2 | 1x104 | 12 | 0.0030 |
| Amanda Santos e Rodrigo Magalhães | 6.0 | +0.5 | 0.2 | 1.3 | 1x104 | 14 | 0.0019 |
| Anália Acioli e Raíza Alchaar | 6.5 | 0.0 | 0.1 | 1.4 | 1x104 | 15 | 0.0015 |
| Anderson Gomes e João V. Freitas | 7.0 | -0.5 | 0.2 | 1.5 | 1x104 | 12 | 0.0017 |
| Jaqueline Costa | 7.5 | +1.0 | 0.3 | 1.6 | 1x104 | 16 | 0.0025 |
| Mateus Silva e Domingos Pereira | 8.0 | -0.25 | 0.2 | 1.7 | 1x104 | 14 | 0.0016 |
| Adenilma Menezes e Felipe Valentim | 8.5 | +0.5 | 0.1 | 1.8 | 1x104 | 15 | 0.0008 |
| Ana Paula Silva | 9.0 | 0.0 | 0.2 | 1.9 | 1x104 | 16 | 0.0015 |
| Bianca Godoy | 9.5 | -0.5 | 0.3 | 2.0 | 1x104 | 12 | 0.0022 |
| Emannuel Braga | 10.0 | +1.0 | 0.2 | 2.1 | 1x104 | 10 | 0.0014 |
| Hugo Oliveira | 4.5 | -0.5 | 0.1 | 1.0 | 1x104 | 15 | 0.0011 |
| Isabella Silva | 5.0 | +1.0 | 0.2 | 1.1 | 1x104 | 16 | 0.0021 |
| João Vitor Santos | 5.5 | -0.25 | 0.3 | 1.2 | 1x104 | 12 | 0.0030 |
| Layla Lima | 6.0 | +0.5 | 0.2 | 1.3 | 1x104 | 14 | 0.0019 |
| Lucas Malta | 6.5 | 0.0 | 0.1 | 1.4 | 1x104 | 15 | 0.0015 |
| Manoel Santos Neto | 7.0 | -0.5 | 0.2 | 1.5 | 1x104 | 12 | 0.0017 |
| Vanessa Melchior | 7.5 | +1.0 | 0.3 | 1.6 | 1x104 | 16 | 0.0025 |
| Wesley Torres | 8.0 | -0.25 | 0.2 | 1.7 | 1x104 | 14 | 0.0016 |