NUSP:

0	0	0	0	0	0	0	0
1	1	1	1	1	1	1	1
2	2	2	2	2	2	2	2
3	3	3	3	3	3	3	3
4	4	4	4	4	4	4	4
5	5	5	5	5	5	5	5
6	6	6	6	6	6	6	6
7	7	7	7	7	7	7	7
8	8	8	8	8	8	8	8
9	9	9	9	9	9	9	9

*Instruções: preencha **completamente** os círculos com os dígitos do seu número USP (um em cada coluna); na parte de baixo dessa folha, preencha **completamente** os círculos com as respostas corretas correspondentes a cada questão. Use caneta esferográfica preta ou azul. Escreva apenas nas áreas designadas.*

Nome: ....

Assinatura: ....

Turma: ....

Professor: ....

ESTE ESPAÇO É DE USO EXCLUSIVO DA BANCA DE CORREÇÃO

	1a Avaliação	Revisão
Múltipla-escolha		
Discursiva QD		
Total		

- Esta prova é formada de uma parte objetiva contendo 4 questões de múltipla-escolha (1-4) e uma parte discursiva contendo uma questão (QD).
- A parte objetiva corresponde a um total de 4 pontos e a parte discursiva a 6 pontos.

Marque as respostas das questões de múltipla-escolha

(1) Ⓐ Ⓑ Ⓒ Ⓓ Ⓔ

(2) Ⓐ Ⓑ Ⓒ Ⓓ Ⓔ

(3) Ⓐ Ⓑ Ⓒ Ⓓ Ⓔ

(4) Ⓐ Ⓑ Ⓒ Ⓓ Ⓔ

QUESTÕES DE MÚLTIPLA-ESCOLHA (1-5)

(1) (1,0 pt) O movimento de uma partícula é descrito pela seguinte energia potencial:

$$U(x) = -\frac{x^3}{3} + \frac{7x^2}{2} - 10x,$$

onde U é medido em Joules e x em metros. A força sobre a partícula é nula nos pontos:

- ☐ *(a)* $x = 10$ m e $x = 4$ m.
- ☐ *(b)* $x = 7$ m e $x = 0$ m.
- ☐ *(c)* $x = -5$ m e $x = -2$ m.
- ☐ *(d)* $x = -7$ m e $x = 0$ m.
- ☐ *(e)* $x = 5$ m e $x = 2$ m.

Resposta: **[Ex1E: E] — [6FEx: C] — [G277: B] — [1x6y: D]**

SOLUÇÃO:

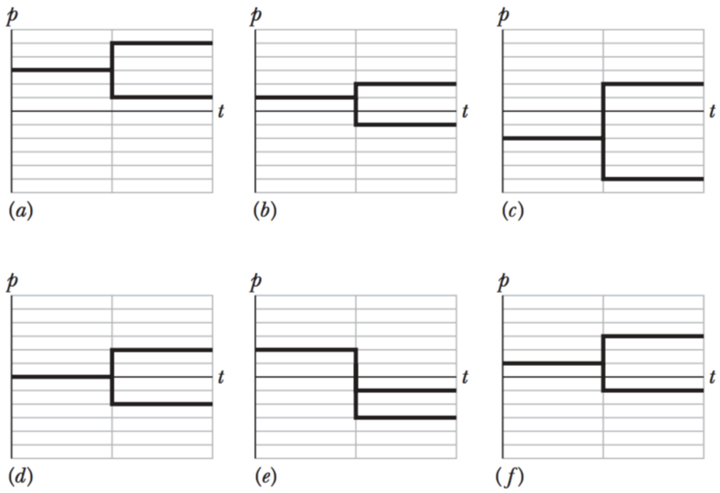
Para um movimento unidimensional, a relação entre força e energia potencial é $F(x) = -\frac{dU}{dx}$, logo, $F(x) = 0$ quando

$$F(x) = x^2 - 7x + 10 = 0,$$

cujas soluções são

$$x_{\pm} = \frac{7 \pm \sqrt{9}}{2} \text{ m.}$$

(2) (1,0 pt) Um bloco sobre um piso horizontal pode estar inicialmente: em repouso, em movimento no sentido positivo do eixo x ou em movimento no sentido negativo do mesmo eixo. O bloco explode em dois pedaços que continuam a se mover ao longo do eixo x. Suponha que o bloco e os dois pedaços formem um sistema fechado e isolado. A figura mostra seis possibilidades para o gráfico dos momentos do bloco e dos pedaços em função do tempo t. Pode-se dizer que:



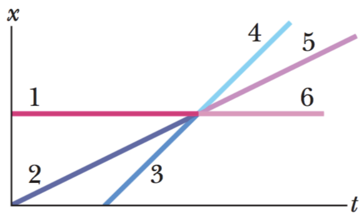
- ☐ *(a)* As situações a, b, c, d são físicamente impossíveis.
- ☐ *(b)* Todas as situações são físicamente impossíveis.
- ☐ *(c)* As situações a, c, e, f são físicamente impossíveis.
- ☐ *(d)* As situações a, c, d, e são físicamente impossíveis.
- ☐ *(e)* Todas as situações são físicamente possíveis.

Resposta: [**Ex1E**: **C**] — [**6FEx**: **A**] — [**G277**: **B**] — [**1x6y**: **B**]

SOLUÇÃO:

A conservação do momento linear do sistema implica que o momento linear antes e depois da explosão tem que ser conservado. Nas situações a, c, e, f, a soma dos momentos das partículas depois da explosão não coincide com o momento da partícula que explode antes da explosão..

(3) (1,0 pt) Dois corpos sofrem uma colisão elástica unidimensional ao longo de um eixo x. A figura mostra a posição dos corpos e do centro de massa em função do tempo quando estes entram na região $x > 0$. Pode-se dizer que:



- *(a)* A massa do corpo que estava se movendo mais depressa antes da colisão é igual à do outro corpo.
- *(b)* As retas 4 e 5 representam os movimentos dos corpos depois da colisão.
- *(c)* Os dois corpos estavam se movendo antes da colisão.
- *(d)* A reta 1 representa o movimento do centro de massa antes da colisão.
- *(e)* A massa do corpo que estava se movendo mais depressa antes da colisão é maior que a do outro corpo.

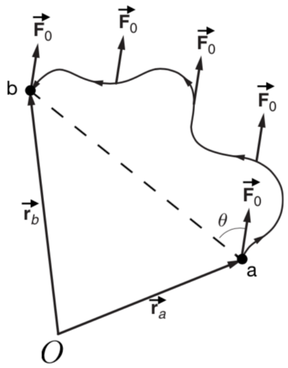
Resposta: **[Ex1E: A]** — **[6FEx: A]** — **[G277: D]** — **[1x6y: A]**

SOLUÇÃO:
A posição $x_{\rm CM}(t)$ do centro de massa para um sistema de dois corpos de massas m_1, m_2 e posições $x_1(t)$, $x_2(t)$ ao longo do eixo x é

$$x_{\rm CM} = \frac{m_1 x_1 + m_2 x_2}{m_1 + m_2}.$$

Da definição, vemos que $x_{\rm CM}(t)$ está contida entre $x_1(t)$ e $x_2(t)$. Assim, antes da colisão, a reta 2 corresponde a $x_{\rm CM}(t)$ e a partícula com o movimento representado pela reta 1 está em repouso. Após a colisão, a partícula cujo movimento é representado pela reta 6 está em repouso, a reta 5 representa o movimento do CM, que continua sendo igual ao que tínhamos antes da colisão. Temos assim uma colisão elástica de partículas de mesma massa onde a partícula que estava inicialmente em repouso (reta 1) começa a se movimentar após a colisão (reta 4), com a velocidade da partícula cujo movimento é representado pela reta 3, ficando esta última partícula em repouso (reta 6). Pelas equações vistas na sala de aula, isso acontece quando as partículas que colidem têm a mesma massa.

(4) (1,0 pt) A figura mostra uma partícula que se movimenta sob a ação da força $\vec{F}_0 = F_0\hat{n}$, onde F_0 é constante e $\hat{n}$ é um vetor unitário constante como mostrado na figura. A partícula é movimentada do ponto a até o b, com vetores de posição $\vec{r}_a$ e $\vec{r}_b$ em relação a uma origem O, seguindo a trajetória mostrada na figura. Em relação ao trabalho realizado pela força $\vec{F}_0$ para levar a partícula de a até b, $W_{a\to b}$, pode-se dizer:



- (a) Não é possível calcular o trabalho sem conhecer a curva que representa a trajetória entre a e b.
- (b) $W_{a\to b} = F_0\text{sen}\theta|\vec{r}_b - \vec{r}_a|$ e $W_{a\to b} \neq -W_{b\to a}$.
- (c) $W_{a\to b} = F_0\text{sen}\theta(|\vec{r}_b| - |\vec{r}_a|)$ e $W_{a\to b} = -W_{b\to a}$.
- (d) $W_{a\to b} = F_0\cos\theta|\vec{r}_b - \vec{r}_a|$ e $W_{a\to b} = W_{b\to a}$.
- (e) $W_{a\to b} = F_0\cos\theta|\vec{r}_b - \vec{r}_a|$ e $W_{a\to b} = -W_{b\to a}$.

Resposta: **[Ex1E: E] — [6FEx: C] — [G277: A] — [1x6y: A]**

SOLUÇÃO:

Uma força constante é uma força conservativa. Portanto, o trabalho realizado pela força para deslocar a partícula de a até b não depende da trajetória seguida. Essa propriedade pode ser compreendida considerando-se a linha que liga a e b. A força tem uma componente ao longo dessa linha igual a $F_0 \cos\theta$ e, nessa linha, a partícula percorre a distância $|\vec{r}_b - \vec{r}_a|$. Portanto, $W_{a\to b} = F_0\cos\theta|\vec{r}_b - \vec{r}_a|$, independente do formato da trajetória que ligue os dois pontos. Por fim, em qualquer trajetória fechada que ligue a com b, como a força é conservativa, $W_{a\to b} + W_{b\to a} = 0$. Então, $W_{a\to b} = -W_{b\to a}$.

QUESTÃO DISCURSIVA

ATENÇÃO: A solução dessas questões deve ser feita no caderno de provas devidamente identificado com nome, NUSP e turma.

(QD) [6,0 pt] Duas bolas A e B, de massas m_A e m_B diferentes, colidem elasticamente. Inicialmente a bola A tem velocidade $\vec{v} = v_0\hat{\imath}$, onde v_0 é uma constante positiva, e a bola B está em repouso. Após a colisão a bola A passa a se mover com velocidade $(v_0/2)\hat{\jmath}$, na direção perpendicular à direção do movimento inicial. Considere o plano da colisão como sendo horizontal e despreze as forças de atrito.

(a) (0.5) Faça um esboço dos vetores velocidades das bolas A e B após a colisão, indicando o sistema de coordenadas e os ângulos envolvidos.

(b) (2.0) Escreva o sistema de equações que a partir do qual é possível determinar a direção e a magnitude da velocidade $\vec{v}_B$ da bola B após a colisão. **Justifique** cada uma destas equações.

(c) (1.0) Determine o ângulo θ_B entre $\vec{v}_B$ e a direção $\hat{\imath}$.

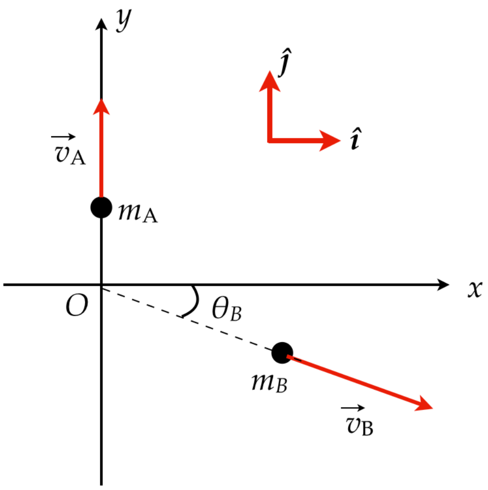
(d) (1.5) Determine o vetor $\vec{v}_B$ e seu módulo em função de v_0.

(e) (1.0) Suponha agora uma outra situação, onde estas bolas se chocam de forma inelástica, sendo que a energia cinética final do sistema equivale à metade da energia cinética inicial. Qual será o trabalho realizado pelas forças dissipativas presentes neste sistema?

CADERNO DE RESPOSTAS - FOLHA 1

SOLUÇÃO

(a) Num sistema de coordenadas cartesianas



(b) Como trata-se de colisão elástica, há conservação do momento linear e de energia cinética. Podemos então escrever o seguinte sistema de equações:

$$\text{eixo x:} \quad m_A v_0 = m_B v_B \cos\theta_B \tag{1}$$

$$\text{eixo y:} \quad 0 = m_a \frac{v_0}{2} + m_B v_B \sin\theta_B \tag{2}$$

e para a energia cinética

$$\frac{1}{2} m_A v_0^2 = \frac{1}{2} m_A \left(\frac{v_0}{2}\right)^2 + \frac{1}{2} m_B v_B^2 \quad \Longrightarrow \quad \frac{3}{4} m_A v_0^2 = m_B v_B^2 \tag{3}$$

(c) Substituindo (1) em (2), temos

$$\tan\theta_B = -\frac{1}{2} \quad \Longrightarrow \quad \theta_B = -\text{atan}\left(\frac{1}{2}\right)$$

(d) Substituindo (1) em (3), temos:

$$\frac{3}{4} v_0 (m_B v_B \cos\theta_B) = m_B v_B^2 \quad \Longrightarrow \quad v_B = \frac{3}{4} v_0 \cos\theta_B = \frac{3}{4} v_0 \frac{1}{\sqrt{1 + \tan^2\theta_B}} = \frac{3}{2\sqrt{5}} v_0$$

Logo, no sistema de coordenadas cartesianas adotado, temos (usando $\cos\theta_B = 2/\sqrt{5}$ e $\sin\theta_B = -1/\sqrt{5}$)

$$\vec{v}_B = \frac{3}{5}v_0\hat{\imath} - \frac{3}{10}v_0\hat{\jmath} \quad \text{e} \quad |\vec{v}_B| = \frac{3}{2\sqrt{5}}v_0$$

(**e**) De acordo com o teorema do trabalho-energia cinética, temos a seguinte relaçõ entre o trabalho total das forças dissipativas e a variação de energia cinética:

$$W_{dis} = \Delta K = K_f - K_i,$$

de forma que

$$W_{dis} = \frac{K_i}{2} - K_i = -\frac{1}{2}K_i = -\frac{1}{2}\left(\frac{1}{2}m_A v_0^2\right) = -\frac{1}{4}m_A v_0^2$$

CADERNO DE RESPOSTAS - FOLHA 2

NOME:

NUSP:

TURMA:

CADERNO DE RESPOSTAS - FOLHA 3

NOME:

NUSP:

TURMA:

CADERNO DE RESPOSTAS - FOLHA 4

NOME:

NUSP:

TURMA: