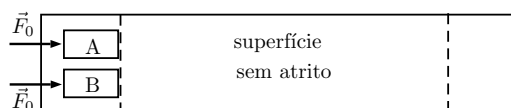


## Atividade: Energia e Momento<sup>1</sup>

### I. Relação entre força e variações de energia cinética e momento

Dois carros, A e B, estão inicialmente em repouso sobre uma superfície horizontal e sem atrito como mostra o diagrama abaixo. Uma força constante de magnitude  $F_0$  é exercida sobre cada carro enquanto deslocam-se entre as duas marcas (linhas tracejadas). O carro B tem massa maior do que o carro A.



- A. Três estudantes discutem sobre o momento final e a energia cinética de cada carro.

Estudante 1: “Desde que a força exercida sobre os carros é a mesma, o carro com menor massa irá se mover mais rapidamente em relação ao carro com maior massa.”

Estudante 2: “Como o momento de cada carro é igual a sua massa vezes sua velocidade, isso deve significar que a velocidade compensa pela massa e os dois carros possuem o mesmo momento final.”

Estudante 3: “Eu estava pensando sobre a energia cinética. Uma vez que a velocidade é elevada ao quadrado na energia cinética, mas a massa não, o carro com maior velocidade deve ter maior energia cinética.”

Avalie se você concorda ou discorda com as declarações realizadas por cada estudante.

- B. Qual carro demora mais tempo para se deslocar entre as duas marcas? Explique.
- C. Use a segunda lei de Newton e a definição de aceleração para derivar uma equação para cada carro relacionando a força total, a mudança na velocidade ( $\Delta \vec{v}_A$  e  $\Delta \vec{v}_B$ ) e o intervalo tempo ( $\Delta t_A$  e  $\Delta t_B$ ) em que cada carro demora para se deslocar entre as duas marcas.

1. A quantidade  $m_A |\Delta \vec{v}_A|$  é maior, menor ou igual a quantidade  $m_B |\Delta \vec{v}_B|$ ? Explique.

Para uma força resultante constante  $\vec{F}_T$ , a quantidade  $\vec{F}_T \Delta t$  é chamada de *impulso* transmitido ao objeto.

2. A magnitude do impulso transmitido ao carro A é maior, menor ou igual a magnitude do impulso transmitido ao carro B? Explique.
3. Escreva uma equação que mostra como impulso transmitido ao carro A está relacionado a mudança no vetor momento do carro A ( $\Delta \vec{p}_A$ ), onde o momento, denotado por  $\vec{p}$ , é o produto da massa pela velocidade do objeto.

Esta relação é conhecida como o *teorema do impulso-momento*.

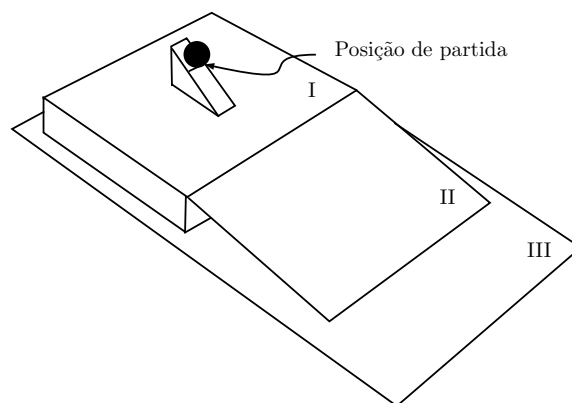
4. A magnitude do momento final do carro A,  $\vec{p}_A^f$ , é maior, menor ou igual a magnitude do momento final do carro B,  $\vec{p}_B^f$ ? Explique.

- D. Como que o trabalho total realizado sobre o carro A se compara ao trabalho total realizado sobre o corpo B?

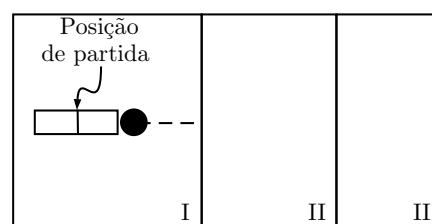
A energia cinética do carro A é maior, menor ou igual a energia cinética do carro B após os carros passarem pela segunda marca?

### II. Aplicando os teoremas trabalho energia e impulso momento

Considere uma situação, como na ilustração abaixo, em que uma bola é colocada para rolar sobre um conjunto de superfícies. Ignore o atrito e a rotação da bola. Nas situações a seguir, deve-se considerar que a posição inicial da bola é sempre a mesma (veja a indicação na ilustração).

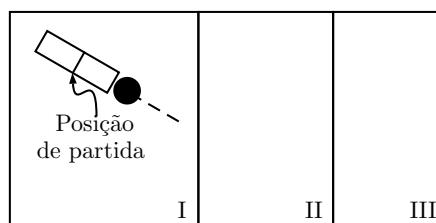


- A. Considere a bola sendo liberada rolando direto através da superfície I. Desenhe uma linha tracejada mostrando a trajetória da bola e setas indicando a aceleração e a força resultante sobre a bola enquanto atravessa a rampa (superfície II).



- B. Agora considere a bola sendo liberada em uma nova posição como ilustrado abaixo. Novamente, desenhe a trajetória da bola e setas para indicar aceleração e a força resultante sobre a bola enquanto atravessa a rampa (superfície II).
- C. Como a direção da força resultante sobre a bola em movimento na primeira situação se compara a direção da força resultante sobre a bola na segunda situação? Explique.

A direção da aceleração da bola na segunda situação é consistente com o fato que a bola está acelerando e que sua trajetória é curva?



e na parte inferior da superfície II. Use a mesma escala que foi utilizada para a resposta anterior para a primeira situação. Use estes vetores para encontrar a variação de momento.

Como a direção da variação de momento  $\Delta \vec{p}$  se compara a direção da força resultante sobre a bola qual rola rampa abaixo? Se necessário modifique seu diagrama para ser consistente com o teorema impulso-momento.

**D.** Compare a variação de energia cinética da bola em cada situação.

**E.** Para a primeira situação, desenhe vetores do diagrama que representam o momento da bola na parte superior e na parte inferior da superfície II. Use estes vetores para encontrar a variação de momento ( $\Delta \vec{p}$ ).

Como a direção da variação do momento está relacionado com a direção da força resultante sobre a bola que rola rampa abaixo? A sua resposta é consistente com o teorema impulso-momento?

**F.** Para a segunda situação, desenhe vetores do diagrama que representam o momento da bola na parte superior

**G.** Considere as variações de momento encontradas anteriormente.

1. Como estas duas variações de momento se comparam em direção? Como se comparam em magnitude?
2. Com base em suas respostas, compare o tempo que a bola gasta sobre a rampa (superfície II) nas duas situações. Explique. Dica: é possível usar o teorema impulso-momento para comparar os intervalos de tempo. A sua resposta é consistente com a trajetória da bola em cada movimento?

<sup>1</sup> Adaptado do livro *Tutorials in Introductory Physics* de McDermott, Shaffer e Phys. Educ. Group da Univ. de Washington.