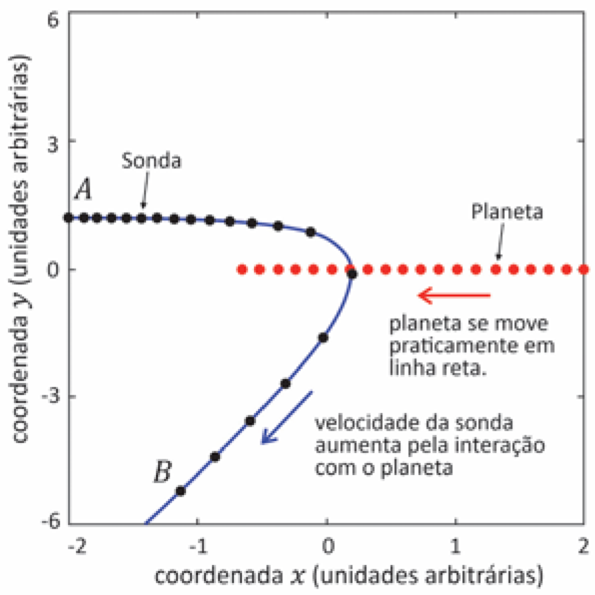
FÍSICA 05

F05

O "efeito estilingue" é o nome que se dá à modificação do módulo e da direção da velocidade de uma espaçonave quando ela passa nas imediações de um planeta. Ele foi utilizado, por exemplo, para encurtar em mais de 5 anos a duração da viagem da sonda *New Horizons* até Plutão, passando por Júpiter. A figura ao lado ilustra o efeito em uma situação na qual uma sonda de massa 500 kg, viajando inicialmente para a direita, move-se em direção a um planeta de massa $2{,}0\times10^{27}$ kg que viaja para a esquerda. Como a massa da sonda é desprezível frente à do planeta, a trajetória deste último praticamente não se altera, embora parte de sua energia cinética seja transferida para a sonda. Nos pontos A e B indicados na figura, as distâncias entre a sonda e o planeta são tais que a energia potencial gravitacional associada à interação entre eles pode ser desprezada.



a) No ponto A, a velocidade $\vec{v}_A$ da sonda em relação ao Sol tem apenas componente x, dada por 20 km/s, enquanto essa velocidade no ponto B é $\vec{v}_B$, com componente x igual a -7 km/s e componente y igual a -24 km/s. De quanto foi o aumento no módulo da velocidade da sonda entre esses dois pontos?

b) Nas mesmas condições do item anterior, determine as componentes x e y do vetor variação da quantidade de movimento da sonda entre os pontos A e B, bem como a tangente do ângulo entre esse vetor e o eixo x.

c) Nas mesmas condições dos itens anteriores, qual é a razão entre a variação da energia cinética do planeta e sua energia cinética inicial? Suponha que o módulo da velocidade inicial do planeta, em relação ao Sol, fosse de 5 km/s. Despreze a variação da energia potencial gravitacional associada à interação da sonda e do planeta com o Sol durante o processo.

RESOLUÇÃO

a)

$$v_b = \sqrt{24^2 + 7^2} = \sqrt{625} \Rightarrow v_b = 25\ km/s$$

O aumento no módulo da velocidade, Δv, é:

$$\Delta v = v_b - v_a = 25 - 20 \Rightarrow \Delta v = 5\ km/s$$

b) Eixo x:

Ponto A:

$$Q_{xa} = mv_a = 500 \cdot 20 = 10000\ kg \cdot km/s$$

Ponto B:

$$Q_{xb} = mv_a = 500 \cdot (-7) = -\,3500\ kg \cdot km/s$$

Logo,

$$\Delta Q_x = -3500 - 10000 \Rightarrow \Delta Q_x = -13500\ kg \cdot km/s$$

Eixo y:

Ponto A:

$$Q_{ya} = 0$$

Ponto B

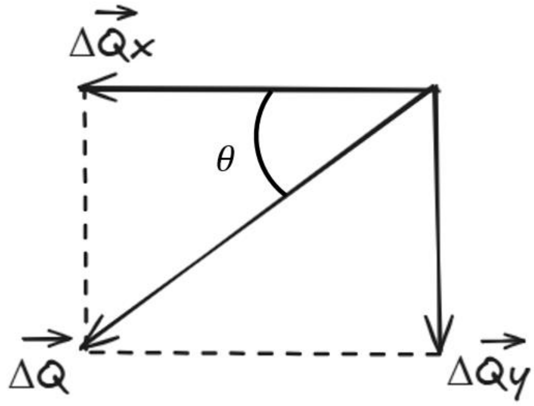
$$Q_{yb} = 500 \cdot (-24) = -12000\ kg \cdot km/s$$

Logo,

$$\Delta Q_y = 0 - 12000 \Rightarrow \Delta Q_x = -12000\ kg \cdot km/s$$

Calculando a tangente do ângulo, temos

$$tg\,\theta = \frac{|\Delta Q_y|}{|\Delta Q_x|} = \frac{1{,}2 \cdot 10^5}{1{,}35 \cdot 10^5} \cong 0{,}88$$



c) A variação da energia cinética do planeta é (em módulo) igual à da sonda, já que o sistema é conservativo.

$$|\Delta E_{CINplaneta}| = |\Delta E_{CINsonda}| = \frac{m_s}{2}(v_b^2 - v_a^2)$$

$$|\Delta E_{CINplaneta}| = \frac{500}{2} \cdot (25^2 - 20^2) \cdot 10^6 = 5{,}625 \cdot 10^{10}\, J$$

A energia cinética inicial do planeta é

$$E_{CINplaneta} = \frac{2 \cdot 10^{27} \cdot 25 \cdot 10^6}{2} = 2{,}5 \cdot 10^{34}$$

Logo, a razão é dada por

$$R = \frac{5{,}625 \cdot 10^{10}}{2{,}5 \cdot 10^{34}} = 2{,}25 \cdot 10^{-24}$$