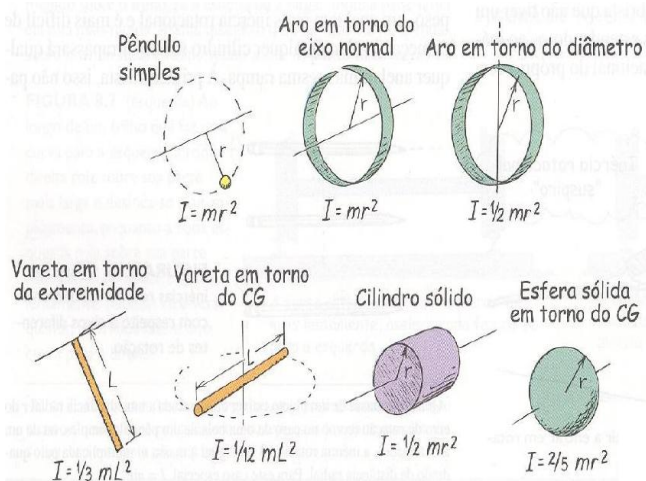


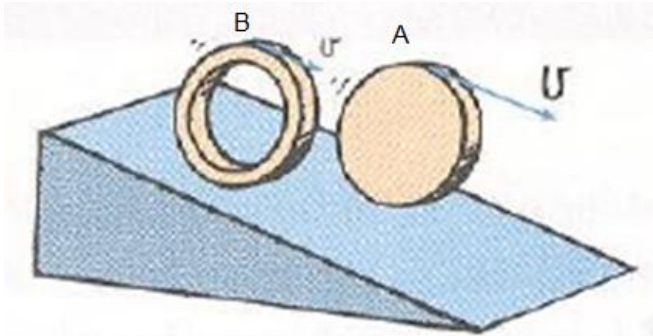


### LISTA DE EXERCÍCIOS 14

Momento de inércia de alguns objetos:



1. Iniciando do repouso, o disco maciço A e o aro B disputam uma corrida rampa abaixo.



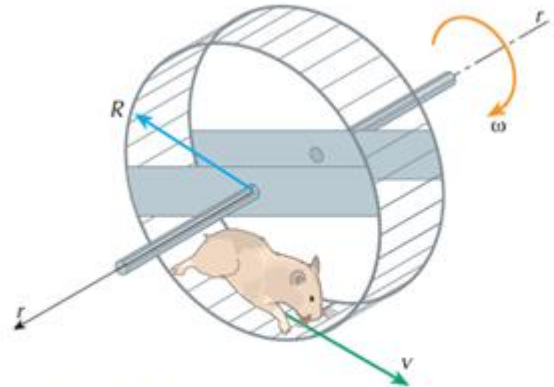
- Qual possui maior momento de inércia?
- Qual chegará à base da rampa primeiro?

2. Um ponto material de massa  $m = 3,0 \text{ kg}$  realiza um movimento circular uniforme de raio  $R = 0,5 \text{ m}$  e velocidade escalar  $v = 10 \text{ m/s}$ . Seja O o centro da circunferência descrita. Calcule, em relação ao ponto O:

- o momento de inércia do ponto material;
- o módulo do momento angular do ponto material.

3. Enuncie a Lei de Conservação da Quantidade de Movimento Angular (Momento Angular). Quando o momento de uma força (torque) externo total é nulo existe a Conservação da Quantidade de Movimento Angular?

4. Um hamster é colocado numa gaiola cilíndrica, que pode girar sem atrito em torno de seu eixo  $r$ . O hamster, de massa  $m$ , começa a se deslocar com velocidade escalar constante igual a  $v$ , em relação ao solo. O raio da gaiola é  $R$  e seu momento de inércia, em relação ao eixo  $r$ , é  $I$ .



Editora Moderna

Determine:

- o sentido do momento angular do Hamster em relação ao eixo  $r$  (horário ou anti-horário).
- o sentido do momento angular da gaiola em relação ao eixo  $r$  (horário ou anti-horário).
- o módulo do momento angular do hamster em relação ao eixo  $r$  (considere o hamster um ponto material);
- MOSTRE que a velocidade angular da gaiola é dada por  $w = mvR/I$ .

5. (UFRN) Com a mão, Jorge está girando sobre sua cabeça, em um plano horizontal, um barbante que tem uma pedra amarrada na outra extremidade, conforme se vê na figura ao lado. Num dado momento, ela pára de impulsionar o barbante e, ao mesmo tempo, estica o braço da mão que segura o barbante, não mexendo mais na posição da mão, até o fio enrolar-se todo no carretel de linha. Jorge observa que a pedra gira cada vez mais rapidamente, à medida que o barbante se enrola em seu dedo.

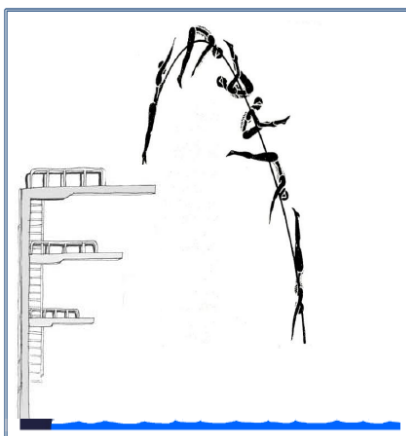
Isso pode ser explicado pelo princípio de conservação do(a)

- momento linear
- energia mecânica
- momento angular
- energia total.

6. (UFRN) Uma bailarina inicia uma série de rodopios com os braços bem abertos e afastados do corpo e realiza os últimos rodopios com os braços encolhidos e bem juntos do corpo. Admita que o atrito das sapatilhas da bailarina com o solo seja desprezível. Analise as afirmações abaixo e, em seguida, assinale a opção cujos números correspondem a afirmativas corretas sobre o movimento da bailarina:

- I) A bailarina realiza os últimos rodopios girando mais rapidamente do que quando começou.
  - II) A bailarina realiza os últimos rodopios girando mais lentamente do que quando começou.
  - III) A mudança da velocidade de rotação é explicada pelo princípio da conservação do momento angular.
  - IV) A mudança da velocidade de rotação é explicada pelo princípio da conservação do momento linear.
- a) I e IV  
 b) II e III  
 c) I e III  
 d) II e IV

7. (UFRN-13) Um dos esportes olímpicos mais tradicionais é o salto ornamental em piscina. Nele, o atleta salta do alto de um trampolim visando executar uma trajetória parabólica até atingir a água. Aliado a esse movimento, ele tem de executar outros movimentos, pontuados pelos juízes, como o de encolher momentaneamente braços e pernas de modo que, além da trajetória parabólica de seu centro de massa, ele passe também a girar seu corpo em torno do seu centro de massa. No final do salto, ele estica novamente os braços e as pernas visando cair de cabeça na água. Essa sequência de movimentos está representada na figura ao lado.



Comparando o movimento inicial feito pelo atleta com braços e pernas estendidos ao movimento realizado com esses membros dobrados junto ao tronco, a lei de conservação do momento angular permite afirmar que

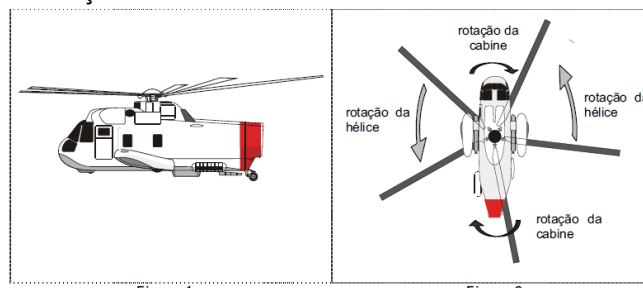
A) há uma diminuição do momento de inércia do atleta e, portanto, uma diminuição na sua velocidade de rotação.

- B) há uma diminuição do momento de inércia do atleta e, portanto, um aumento na sua velocidade de rotação.
- C) há um aumento do momento de inércia do atleta e, portanto, um aumento na sua velocidade de rotação.
- D) há um aumento do momento de inércia do atleta e, portanto, uma diminuição na sua velocidade de rotação.

8. (UFRN-2007) Ao tentar construir um helicóptero, um inventor decidiu usar apenas uma hélice instalando-a na parte superior da cabine do aparelho, de acordo com a figura 1.

No entanto, o inventor não conseguiu estabilizar tal helicóptero, pois sua cabine girava, em sentido contrário ao da hélice, sempre que esta variava a sua velocidade de rotação.

A figura 2 ilustra os sentidos de rotação da cabine do helicóptero e da hélice enquanto esta varia a sua velocidade de rotação.



Com base nessas informações, conclui-se que a cabine gira em sentido contrário ao da hélice de modo a conservar

- A) a velocidade angular do helicóptero.
- B) a quantidade de movimento linear do helicóptero.
- C) a energia mecânica do helicóptero.
- D) a quantidade de movimento angular do helicóptero.

9. (UFRN-2004) Uma sonda espacial pode aproveitar a energia gravitacional de um determinado corpo celeste, por exemplo um planeta, para aumentar sua velocidade e ser lançada na direção de um outro corpo celeste, conforme a figura abaixo. Esse aproveitamento de energia diminui o custo do lançamento dessa sonda num processo conhecido como “estilingue gravitacional”.

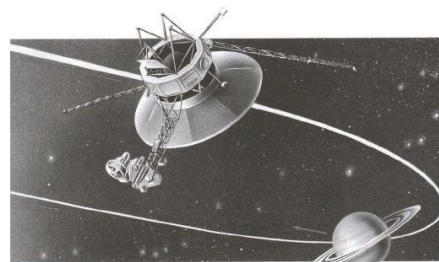


Ilustração do efeito estilingue gravitacional. A sonda se aproxima do planeta para aumentar sua velocidade.

Considere:

- o sistema constituído apenas pela sonda e o corpo celeste que produzirá o efeito “estilingue gravitacional”;

• a interação gravitacional da sonda com esse corpo celeste como a única interação relevante ao processo.

A partir dessas informações, pode-se afirmar que, nesse processo, em virtude de

- A) a força gravitacional ser uma força interna ao sistema, o momento linear associado a esse sistema se conservará.
- B) o momento de inércia do sistema, em relação a um eixo fixo no corpo celeste, não mudar, as forças externas ao sistema serão consideradas nulas.
- C) o trabalho da força resultante sobre a sonda ser nulo, a velocidade do centro de massa do sistema, para um observador no corpo celeste, mudará.
- D) a força gravitacional ser de longo alcance, a energia potencial gravitacional do sistema permanecerá constante.

**10. (UFRN-2002)** Em revista de circulação nacional, uma reportagem destacou a reação da natureza às agressões realizadas pelo homem ao meio ambiente. Uma das possíveis consequências citadas na reportagem seria o derretimento das geleiras dos pólos, o que provocaria uma elevação no nível do mar. Devido ao movimento de rotação da Terra, esse efeito seria especialmente sentido na região do equador, causando inundações nas cidades litorâneas que hoje estão ao nível do mar.

Levando-se em conta **apenas esse efeito** de redistribuição da água devido ao degelo, podemos afirmar que

- A) o momento de inércia da Terra, em relação ao seu eixo de rotação, aumentará.
- B) a velocidade angular da Terra, em relação ao seu eixo de rotação, aumentará.
- C) o período de rotação da Terra, duração do dia e da noite, diminuirá.
- D) o momento angular da Terra, em relação ao seu centro de massa, diminuirá.

**11.** Escreva a expressão utilizada para determinar o momento de inércia de uma esfera maciça em relação ao eixo central. Determine o momento de inércia da Terra em sua rotação em torno do próprio eixo. Suponha a Terra como uma esfera uniforme.

Massa da terra:  $5,98 \times 10^{24}$  kg

Raio da Terra  $6,37 \times 10^6$  m

**12.** A partir da lei de conservação do momento angular, explique o motivo de um planeta girar em torno do sol ter velocidade no afélio menor que no periélio.

**13.** A partir da lei de conservação do momento angular, explique como uma bailarina consegue variar a sua velocidade angular durante a apresentação abrindo e fechando os braços.

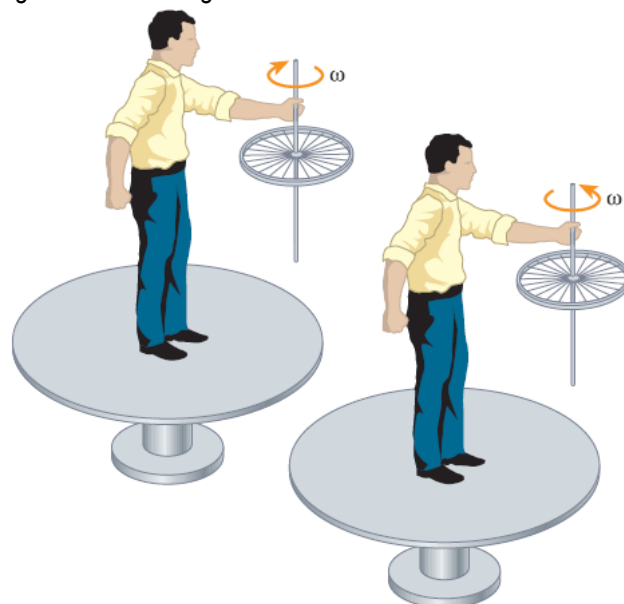
**14.** Um carrossel com raio  $R = 2$  m e momento de inércia  $I = 500$  kg.m<sup>2</sup> gira em torno do seu eixo, sem atrito, completando uma volta a cada 5 s. Uma criança de massa  $M = 25$  kg que está inicialmente no centro do carrossel caminha até a borda.

Determine:

- a) Qual a velocidade angular final do carrossel, quando a criança atinge a borda dele?
- b) O momento angular do sistema criança+carrossel aumenta ou diminui durante esse episódio?
- c) Se a pessoa caminhasse novamente até o centro, a velocidade angular voltaria ao valor inicial?

**15.** João encontra-se em pé, em repouso, sobre uma plataforma horizontal que pode girar livremente, sem atrito, em torno de um eixo vertical. A plataforma está parada e João está segurando uma roda de bicicleta, de momento de inércia  $I$ , que gira com velocidade angular constante  $\omega$ , em torno do eixo vertical, em sentido horário, quando vista de cima.

Em certo instante, João inverte a posição da roda de bicicleta de tal forma que ela passa a girar com a mesma velocidade angular  $\omega$ , mas em sentido anti-horário quando vista de cima. Nessa situação final, o sistema formado pela plataforma e por João, quando visto de cima, tem momento angular de módulo igual a:



- a) zero.
- b)  $I\omega$  e gira em sentido horário.
- c)  $I\omega$  e gira em sentido anti-horário.
- d)  $2I\omega$  e gira em sentido horário.
- e)  $2I\omega$  e gira em sentido anti-horário.

**16. (Exame Nacional de Física para acesso ao Ensino Superior em Portugal)** Uma criança senta-se num banco giratório com os braços encostados ao corpo e pede que

façam girar o banco em torno de um eixo vertical que passa pelo centro do sistema *criança + banco*.

Num dado instante, com o sistema *criança + banco* a girar solidariamente, a criança abre os braços e volta a encostá-los ao corpo. Considere desprezível o efeito do atrito entre o banco e o eixo vertical.

Selecione a afirmação verdadeira.

- a) Quando a criança abre os braços, o momento de inércia do sistema, em relação ao eixo de rotação, diminui.
- b) Quando a criança abre os braços, o módulo da velocidade angular do sistema diminui.
- c) Quando a criança fecha os braços, o momento de inércia do banco, em relação ao seu centro de massa, diminui.
- d) Quer a criança abra ou feche os braços, o módulo da velocidade angular do sistema mantém-se.
- e) Quer a criança abra ou feche os braços, o momento angular do banco, em relação ao eixo de rotação, mantém-se.

**17. (Exame Nacional de Física para acesso ao Ensino Superior em Portugal)**

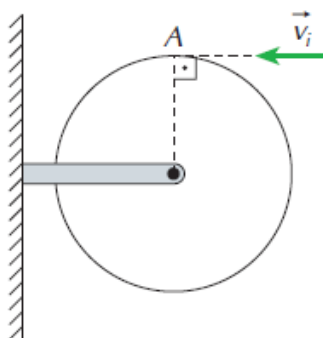
Dois patinadores, cada um de massa  $m$ , movem-se numa pista de gelo em trajetórias paralelas, separadas entre si por uma distância  $d$ , com velocidades de igual módulo  $v$  e de sentidos opostos.

O módulo do momento angular do sistema constituído pelos dois patinadores, em relação a qualquer ponto, é:

- a)  $mvd$
- b)  $2mvd$
- c)  $mv$
- d) zero
- e)  $\frac{mvd}{2}$

**18. (Exame Nacional de Física para acesso ao Ensino Superior em Portugal)**

Um disco de massa  $M$  e raio  $R$  pode rodar com atrito desprezível em torno de um eixo que lhe é perpendicular e passa pelo seu centro. O momento de inércia do disco, em relação ao eixo de rotação, é  $\frac{1}{2}MR^2$ . O disco, inicialmente em repouso, é atingido por um pedaço de plasticina, de massa  $m$  e velocidade  $v_i$ , que se cola no ponto  $A$  de sua periferia, como indica a figura.



O módulo da velocidade do pedaço de plasticina, imediatamente após se ter colado ao disco, é:

- a)  $\frac{2mv_i}{2m + M}$
- b)  $\frac{mv_i}{2m + M}$
- c)  $\frac{2mv_i}{M}$
- d)  $v_i$
- e) zero

**19. Disco balístico** – um projétil puntiforme de massa  $m$  é disparado horizontalmente com velocidade  $V$  em direção a um disco de madeira de massa  $M$  e raio  $R$ , que pode girar livremente no plano horizontal em torno de um eixo fixo e encontra-se inicialmente em repouso. O projétil, após o impacto, permanece alojado no interior do disco, a uma distância  $r$  do seu centro.

Se a velocidade angular adquirida pelo disco após o impacto vale, determine a massa  $m$  do projétil. Consulte a tabela de momentos de inércia.

