

# Física 1 – Primer Semestre 2023

## Instituto de Física – Facultad de Ingeniería

### Práctico 11: Momento Angular

#### R: Ejercicio 1 (LB Cap. 9 Ej. 35) Momento angular en 3D.

Un avión de 10 000 kg de masa está 100 km al noroeste de una ciudad, a una altura de 3000 m, y vuela hacia el este a 300 km/h. ¿Cuál es su momento angular del avión respecto a esa ciudad?

**Observación:** el momento angular no tiene por qué estar asociado a una rotación.

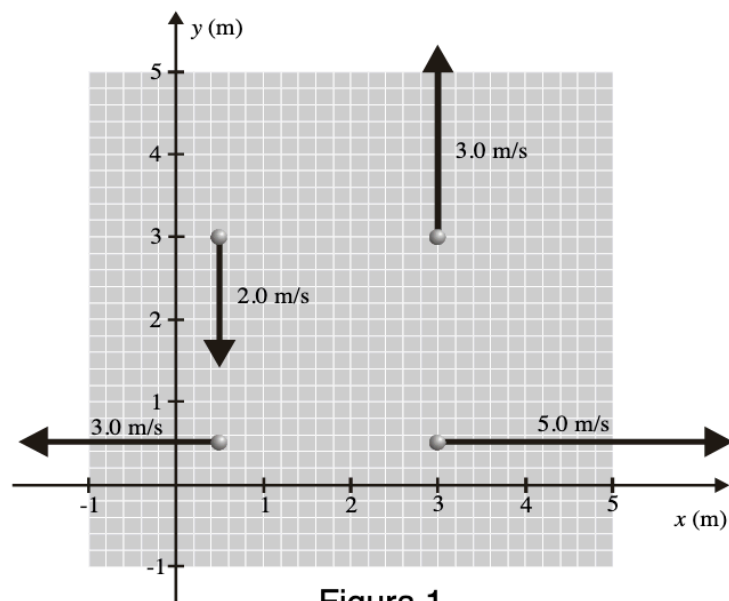
#### R: Ejercicio 2 (LB Cap. 9 Ej. 56) 2da cardinal.

Una partícula de masa  $M$  se mueve con rapidez angular constante  $\omega_0$  en sentido contrario al de las manecillas del reloj y describiendo un círculo de radio  $R$  con centro en el origen de coordenadas cartesianas. Calcula su momento angular respecto al punto  $A$ , en la posición  $\vec{r}_A = -R\hat{i}$ , en función del tiempo. Calcula el torque, respecto a  $A$ , que actúa sobre la partícula. Comprueba que  $\vec{\tau}_A = d\vec{L}_A/dt$ .

#### R: Ejercicio 3 (LB Cap. 9 Ej. 69) Cuatro partículas.

Cuatro partículas, cada una de 1.0 kg de masa, se mueven en un plano con las velocidades que se indican en la Fig. 1. a) Determina la posición y la velocidad de su centro de masa. b) ¿Cuál es la energía interna del sistema? ¿Cuál es su momento angular interno? c) La energía interna, ¿es la única energía de este sistema?

**Nota:** Se llama energía interna a la energía de rotación del sistema vista desde su centro de masa. Se llama momento angular interno al momento angular calculado respecto del centro de masa del sistema.



#### E: Ejercicio 4 (RHK Cap.13 Ej.31) Acoplamiento totalmente inelástico.

Una rueda con una inercia rotatoria de  $1.27 \text{ kg m}^2$  está girando a una velocidad angular de 824 rev/min alrededor de un eje cuya inercia rotatoria es despreciable. Una segunda rueda, inicialmente en reposo y con una inercia rotatoria de  $4.85 \text{ kg m}^2$  se acopla de repente al mismo eje. a) ¿Cuál es la velocidad angular de la combinación resultante del eje y las dos ruedas? b) ¿Qué fracción de la energía cinética original se pierde?

**E: Ejercicio 5 (RHK Cap.13 Ej. 36) Interacción plato-insecto.**

Una cucaracha de masa  $m$  corre en sentido antihorario por el borde de un plato circular de radio  $R$  y momento de inercia  $I$ , que puede girar sin fricción en torno a un eje vertical. La velocidad de la cucaracha con relación a la tierra es  $v$ , mientras que el plato gira en sentido horario a una velocidad angular  $\Omega$ . La cucaracha encuentra una miga de pan sobre el borde y, por supuesto, se detiene. (a) Halle la velocidad angular del plato después de haberse detenido la cucaracha. (b) ¿Cuánta energía cinética se perdió?

**E: Ejercicio 6 (RHK Cap. 13 Ej. 39) Patín sobre hielo.**

Ricardo y Judith, (a quienes supondremos de 51,2 kg de masa) están patinando sobre hielo, aproximándose el uno hacia el otro con velocidad de idéntico módulo 1,38m/s. Sus trayectorias son paralelas y están separadas una distancia de 2,92 m. Ricardo lleva en sus manos una barra ligera, larga de 2,92 m de longitud y Judith toma el extremo de ésta al pasar. Supondremos que el hielo carece de fricción:

- (a) Describe cuantitativamente el movimiento de los patinadores después de que están unidos por la barra.
- (b) Después, ayudándose al tirar de la barra, los patinadores reducen su separación a 0,940 m. Halla su velocidad angular entonces.
- (c) Calcula la energía cinética del sistema en las partes (a) y (b). ¿Por qué cambió?

**Observación:** la cantidad de movimiento total del sistema, vista desde un referencial en reposo, es nula en todo momento.

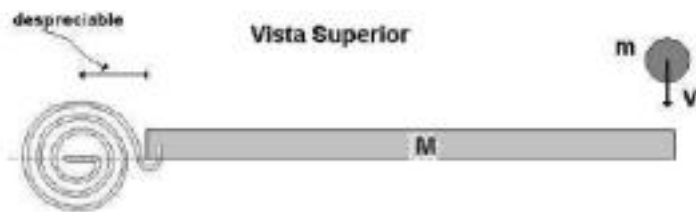
- (d) Repetir la parte (a) si, ahora, los módulos de las velocidades iniciales de los patinadores, respecto de un referencial fijo, no son idénticas.
- (e) Repetir la parte (a) si, ahora los patinadores tienen diferente masa, aunque idéntica rapidez inicial.

**Observación** para las partes (d) y (e): La cantidad de movimiento total del sistema, vista desde un referencial en reposo, ¿sigue siendo nula?

**ME: Ejercicio 7 (LB Cap. 12 Ej. 55) Estación Espacial.**

Una estación espacial de masa  $M$  tiene la forma de un anillo de radio  $R$  y está equipada con lanzadores de resorte de constante elástica  $k$ . Dos sondas espaciales, cada una de masa  $m$ , se lanzan simultáneamente (en direcciones opuestas tangentes al anillo) desde los extremos opuestos de un diámetro de la estación espacial. Ambos resortes tienen la misma compresión inicial  $s$ . ¿Cuáles son las rapidezces finales de las sondas, y cuál es la rapidez angular final de la estación espacial después del lanzamiento? Las rapidezces se miden desde el centro de la estación (considera como sistema inercial).

### ME: Ejercicio 8 (2do parcial 2010) Impacto con resorte de torsión...



Considere el sistema de la figura, en el cual una barra rígida uniforme de longitud  $L = 0,5$  m y masa  $M = 0,6$  kg está empotrada por uno de sus extremos a un resorte de torsión de constante  $k = 0,55$  Nm/rad, en el plano horizontal. Se desprecia todo efecto de rozamiento. Estando la barra inicialmente en reposo, se dispara una masa  $m = M/3$  con velocidad  $V_i = 3,5$  m/s hacia el extremo libre de la barra (ver figura). Si la masa se adhiere inmediatamente a la barra, ¿cuál es el ángulo máximo (en grados) que describe el sistema barra-masa? Tomar como origen la dirección radial inicial.

- a)  $108^\circ$  b)  $56^\circ$  c)  $141^\circ$  d)  $86^\circ$  e)  $163^\circ$

**Nota 1:** El momento de inercia de una barra de masa  $M$  y longitud  $L$  respecto a un eje que pasa por un extremo es  $ML^2/3$ .

**Nota 2:** Un resorte de torsión actúa de forma tal que ejerce un torque de módulo  $k$  cuando se lo aparta un ángulo de su punto de equilibrio. Para usar esta ecuación, el ángulo se debe medir en radianes y, luego, pasarlo a grados. El signo del torque es tal que siempre intentará que el sistema vuelva a su ángulo de equilibrio. El resorte de torsión de la figura es el de los juguetes a cuerda.

### Problema conceptual 3D (LB Cap. 12 Ej. 45)

Te encuentras parado firmemente en una pequeña plataforma que puede girar libremente en torno a un eje vertical. Sujetas una rueda de bicicleta que inicialmente está girando con su eje horizontal (fig. 5). **a)** Describe el movimiento del sistema después de levantar la rueda de tal modo que el eje de la rueda apunte en la dirección vertical. **b)** Supongamos que ahora, en vez de lo anterior, inicialmente tú sujetas la rueda de bicicleta sobre tu cabeza. Si miras hacia arriba, la verás girando en el sentido de las manecillas del reloj. Describe lo que sucede cuando mueves el eje de la rueda de tal modo que unos segundos más tarde, su eje queda horizontal. **c)** Describe las fuerzas que debes ejercer sobre el eje de la rueda para que se efectúen los cambios descritos en las partes a) y b).

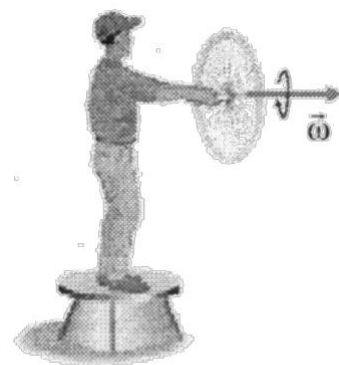
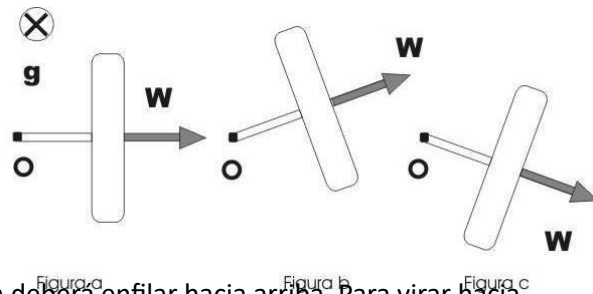


Fig. 5

-----  
**Preguntas MOODLE:** Indica si las siguientes afirmaciones son falsas o verdaderas y por qué.

1. El vector velocidad angular y el vector momento angular de un cuerpo que rota siempre son colineales.
2. Un huevo crudo gira sobre una mesa. Se detiene el huevo apoyando un dedo sobre la cáscara e inmediatamente se suelta. A partir de ese momento, es posible que el huevo comience a girar nuevamente.
3. La figura "a" muestra una rueda que puede pivotar alrededor del punto O, externo a la rueda. Al cabo de un tiempo, la posición de la rueda será la mostrada en la figura "b".



4. En el sistema anterior, el momento (o torque) del peso, respecto del punto O es entrante a la figura.
5. Planteo: La hélice frontal de un avión gira en sentido horario, según observa el piloto. Al final de un clavado, el avión deberá enfilar hacia arriba. Para virar hacia arriba, el piloto aplica el timón de dirección hacia la izquierda. ¿Verdadero o Falso?
6. Planteo: Tú estás sentado en una hamaca de parque. Cuando tiras la espalda hacia atrás, la hamaca comenzará a balancearse. Esto se debe a que has cambiado la posición de tu centro de masas. ¿Verdadero o Falso?