

FISICA I

Licenciatura y Profesorado en Química y Licenciatura en Biotecnología**TEMA 8: Momento lineal p. Impulso J. Conservación del momento total. Centro de masas. Sistemas de masa variable.****Resultado de los ejercicios.**

(Los vectores se simbolizan con letra **negrita**)

- *Los ejercicios teóricos los resuelven como tema de estudio.*
- Momento lineal p.

8.1) a) El momento lineal inicial es $\mathbf{p}_i = (0.48 \text{ kgm/s})\mathbf{i}$. b) Después que se aplicó la fuerza, el momento lineal final es $\mathbf{p}_f = (1.73 \text{ kgm/s})\mathbf{i}$. c) La fuerza produce un cambio en la componente del momento en la dirección \mathbf{j} . El vector momento es ahora $\mathbf{p} = (0.48 \text{ kgm/s})\mathbf{i} + (1.25 \text{ kgm/s})\mathbf{j}$. Su módulo es $|\mathbf{p}| = 1.34 \text{ kgm/s}$ y dirección de 69° con la horizontal $+x$. d) El vector momento lineal es ahora $\mathbf{p} = (1.105 \text{ kgm/s})\mathbf{i} - (0.625 \text{ kgm/s})\mathbf{j}$. Su módulo es $|\mathbf{p}| = 1.27 \text{ kgm/s}$ y dirección de 330.5° con la horizontal $+x$.

8.2) La componente x del momento lineal total es $P_x = -3.5 \times 10^4 \text{ kgm/s}$ y $P_y = 2.99 \times 10^4 \text{ kgm/s}$. b) Su módulo es $|\mathbf{P}| = 4.57 \times 10^4 \text{ kgm/s}$ y dirección de 139.5° con la horizontal $+x$. c) La componente x del momento lineal total es $P_x = -2.99 \times 10^4 \text{ kgm/s}$ y $P_y = 3.5 \times 10^4 \text{ kgm/s}$. Observe que tiene el mismo módulo pero otra dirección. c) El cambio en el momento lineal total es $\Delta\mathbf{P} = \mathbf{P}_f - \mathbf{P}_i = (5100 \text{ kgm/s})\mathbf{i} + (5100 \text{ kgm/s})\mathbf{j}$. Su módulo es $|\Delta\mathbf{P}| = 7.21 \times 10^3 \text{ kgm/s}$ con dirección de 45° con la horizontal.

- Conservación del momento lineal.

8.3) a) Después que el hombre saltó, la velocidad del vagón es $|\mathbf{v}_f| = 6.8 \text{ m/s}$ con igual sentido a la velocidad inicial del vagón. b) Si el hombre salta y se mueve horizontalmente, la velocidad del vagón es $|\mathbf{v}_f| = 4.54 \text{ m/s}$ con igual sentido inicial. c) Cuando el hombre camina hacia adelante, la velocidad del vagón es $|\mathbf{v}_f| = 1.58 \text{ m/s}$ con igual sentido a la velocidad inicial del vagón. d) Cuando el hombre camina hacia atrás, la velocidad del vagón es $|\mathbf{v}_f| = 3.14 \text{ m/s}$ con igual sentido a la velocidad inicial del vagón. e) No puede analizarse de igual manera la componente vertical del momento porque hay fuerzas externas verticales (por ejemplo la fuerza peso del hombre).

8.4) a) El resorte aplica fuerza interna igual y opuesta a ambos bloques. Para el bloque A , $\mathbf{v}_A = (-3.6 \text{ m/s})\mathbf{i}$ con igual dirección a la velocidad del bloque B y sentido opuesto. b) Como no hay fricción, la energía se conserva y la energía potencial del resorte comprimido es $U = 8.64 \text{ J}$. c) Debe suponerse fricción despreciable porque para usar la conservación $\Delta\mathbf{p}_1 = -\Delta\mathbf{p}_2$ las fuerzas aplicadas deben ser iguales y opuestas. Esto no sucede por que en general las fricciones son distintas en cada masa.

8.5) a) Cuando se dispara la primera bala, la nueva velocidad del vagón es $|\mathbf{v}_f| = 33.39 \text{ m/s}$ con igual sentido a la velocidad inicial. b) Cuando se dispara la segunda bala, la nueva velocidad del vagón es $|\mathbf{v}_f| = 21.57 \text{ m/s}$ con igual sentido a la velocidad inicial. c) Siguiendo el procedimiento como en a) y b) se obtiene que el número de balas para aproximadamente detener el vagón es de 4 balas.

8.6) a) Llamando a la menor masa m y v_3 a la velocidad del pedazo 3, se tienen las ecuaciones respectivas en cada eje. En x : $mv_1 - 3mv_3\cos\alpha = 0$ y en y : $2mv_1 - 3mv_3\text{sen}\alpha = 0$. b) Resolviendo las ecuaciones anteriores, se obtiene $\alpha = 63.43^\circ$ (respecto de $-x$) y $v_3 = 23.4 \text{ m/s}$.

- Colisiones entre cuerpos (choques) y conservación del momento lineal.

8.7) a) La velocidad con que arranca el bloque con la bala incrustada, es de 0.95 m/s . b) La velocidad horizontal de impacto de la bala es de 228.8 m/s . c) La bala tiene una energía cinética $K_{bala} = 130.9 \text{ J}$ y el bloque+bala arranca con una energía cinética $K_{bloque} = 0.54 \text{ J}$. No son iguales porque la bala pierde casi toda su energía cinética al frenarse en el interior del bloque. Una parte de su energía de movimiento se transmite al bloque.

8.8) a) Las componentes del momento lineal del paquete cuando golpea al carrito son $p_{fx} = 35.94 \text{ kgm/s}$ y $p_{fy} = -135.5 \text{ kgm/s}$. El paquete impacta con un momento de módulo 140.2 kgm/s . b) Se conserva la componente x del momento total. La velocidad final del carrito con el paquete es de -3.29 m/s (sigue

moviéndose hacia la izquierda con una velocidad menor). c) El paquete debería salir de la rampa a una velocidad $v_i = 20.9 \text{ m/s}$.

8.9) a) Las magnitudes de las velocidades son: $v_A = 29.3 \text{ m/s}$ y $v_B = 20.7 \text{ m/s}$. b) La fracción de energía cinética es $K_{final} / K_{inicial} = 0.804$ y $\Delta K = K_{final} - K_{inicial} = -0.196K_{inicial}$. (No se pueden conocer numéricamente las energías cinéticas porque no se conocen las masas).

8.10) a) La velocidad de la bolita más pequeña es $v_B = 0.5 \text{ m/s}$ hacia la derecha. b) El cambio Δp para la bolita mayor es de -0.009 kgm/s y el de la bolita menor es 0.009 kgm/s . Los cambios son iguales y opuestos y se conserva el momento lineal. c) El cambio ΔK para la bolita mayor es de -0.00045 J y el de la bolita menor es 0.00045 J . Los cambios son iguales y opuestos y se conserva la energía cinética total.

- Cambio de momento lineal Δp . Impulso: $\mathbf{J} = \int \mathbf{F} dt \approx \mathbf{F}_{media} \Delta t = \Delta \mathbf{p}$.

8.11) a) El cambio del momento lineal, tiene módulo: $|\Delta \mathbf{p}| = 16.86 \text{ kg-m/s}$ y dirección: $\theta = +90^\circ$ con la dirección horizontal $+x$. b) Se conserva la componente p_x , lo que indica que la fuerza \mathbf{F}_{media} que desvía al objeto tiene $F_{media x} = 0 \text{ N}$. La otra componente $F_{media y} \neq 0 \text{ N}$ y es la que produce el cambio en la componente p_y . c) El cambio del momento lineal, tiene módulo: $|\Delta \mathbf{p}| = 15.59 \text{ kg-m/s}$ y dirección: $\theta = +95.5^\circ$ con la dirección horizontal $+x$. Ninguna componente del momento lineal se conserva en este caso.

8.12) a) La velocidad final de la bolita es $|\mathbf{v}_f| = 49.46 \text{ m/s}$ con igual sentido al de la fuerza. b) En este caso no cambia la componente horizontal x del momento sino que cambia la componente vertical y . Calculando \mathbf{v}_f , puede obtenerse el módulo $|\mathbf{v}_f| = 64.74 \text{ m/s}$ y está desviada de su dirección original. De acuerdo a su sistema de referencia adoptado puede determinar su dirección ($+77.7^\circ$ ó -77.7° respecto de la horizontal). c) La velocidad final de la bolita es $|\mathbf{v}_f| = 77.06 \text{ m/s}$ con igual sentido al de la fuerza.

- Centro de masas de un sistema de partículas y objetos sólidos.

8.13) a) El centro de masas de los tres H se ubica (por un análisis de simetría) en el centro del triángulo. b) El centro de masas está ubicado sobre la perpendicular que pasa por el centro del triángulo de la base (formada por los tres H) y a una distancia de $0.675 \times 10^{-11} \text{ m}$ del átomo de N . Como la distancia del N al centro del triángulo de la base es $d_{N-H} = 3.8 \times 10^{-11} \text{ m}$, el C.M. se encuentra a $\approx \frac{1}{5} d_{N-H}$.

8.14) a) El centro de masas del sistema de tres bloques, tiene coordenadas $x_{CM} = 0.081 \text{ m}$ e $y_{CM} = 0.181 \text{ m}$. b) Las distancias de los C.M. de cada bloque al C.M. del sistema son: $d_1 = 0.168 \text{ m}$, $d_2 = 0.58 \text{ m}$ y $d_3 = 0.57 \text{ m}$. Se observa que m_1 (que tiene mayor masa) está más cerca al centro de masa que los otros dos.

- Movimiento de un sistema de dos partículas.

8.15) a) En el sistema de referencia propuesto, el C.M. está ubicado en $x_{CM} = 1.86 \text{ m}$. b) Como ambas masas están en reposo, $v_{CM,x} = 0 \text{ m/s}$. c) El centro de masa no se mueve porque las fuerzas externas se desprecian. La canoa se mueve hacia la izquierda 1.29 m . d) Cuando la niña camina, la canoa se mueve hacia la izquierda con velocidad $v_{canoa} = -0.21 \text{ m/s}$ para que $v_{CM,x} = 0 \text{ m/s}$.

8.16) a) La velocidad del C.M. en $t = 1.42 \text{ s}$ es $\mathbf{v}_{CM} = (7.35 \text{ m/s})\mathbf{i} + (-3.8 \text{ m/s})\mathbf{j}$. b) El vector posición del C.M. en $t = 1.42 \text{ s}$ es $\mathbf{r}_{CM} = (10.44 \text{ m})\mathbf{i} + (4.48 \text{ m})\mathbf{j}$. c) La velocidad del trozo de masa $m_2 = 3 \text{ kg}$ en $t = 1.42 \text{ s}$ es $\mathbf{v}_2 = (-1.43 \text{ m/s})\mathbf{i} + (-2.07 \text{ m/s})\mathbf{j}$.

- Sistemas de masa variable.

8.17) a) La fuerza de empuje es $\mathbf{v}_{rel} \frac{dM}{dt} = 1569600 \text{ N}$. b) La masa final es $M_f = 1.35 \times 10^5 \text{ kg}$. c) La velocidad final es opuesta a \mathbf{v}_{rel} y de módulo 2.08 km/s .

8.18) a) Debe expulsar el agua con una velocidad relativa de módulo $|\mathbf{v}_{rel}| = 7.97 \text{ m/s}$ con sentido opuesto al sentido de movimiento del calamar. b) La velocidad del agua respecto de la costa es $|\mathbf{v}_{agua}| = 5.47 \text{ m/s}$.

- Tarea Práctica Individual de Repaso.

8.1*) a) Como $p = \sqrt{2mK}$ a mayor masa mayor p . La pelota tiene mayor p y $p_{ave} / p_{pelota} = 0.53$. b) Como $K = p^2/2m$ a menor masa hay mayor K . La mujer tiene mayor K y $K_{hombre} / K_{mujer} = 0.64$.

8.2*) a) Ambos se mueven con una velocidad de módulo $|\mathbf{v}| = 5.7 \times 10^{-2} \text{ m/s}$ con igual sentido a la velocidad de la pelota. b) La velocidad del hombre es $|\mathbf{v}_H| = 1.03 \times 10^{-1} \text{ m/s}$ con igual sentido a la velocidad inicial de la pelota.

- 8.3*) a) La velocidad del auto que viaja hacia el este es de $19.52 \text{ m/s} = 70.28 \text{ km/h}$ y la del otro móvil es de $21.93 \text{ m/s} = 78.93 \text{ km/h}$. b) Se detienen después de recorrer $d = 21.77 \text{ m}$.
- 8.4*) a) Para la pelota $|\mathbf{J}_{\text{pelota}}| = 2.4012 \text{ N}\cdot\text{s}$. b) $|\mathbf{F}_{\text{promedio}}| = 2001 \text{ N}$ con dirección de 30° con la horizontal. c) Para el palo de golf $|\mathbf{J}_{\text{palo}}| = 2.4012 \text{ N}\cdot\text{s}$ con dirección de 210° con la horizontal. d) La velocidad de retroceso del palo, es $|\mathbf{v}_{\text{palo}}| = 10.91 \text{ m/s}$ con sentido opuesto al sentido de movimiento de la pelota.
- 8.5*) a) El centro de masas está ubicado sobre la bisectriz del triángulo a $0.658 \times 10^{-11} \text{ m}$ del átomo de O . b) El centro de masa está ubicado sobre la línea d a $3.51 \times 10^{-11} \text{ m}$ del átomo de N . Note la influencia de las masas de los átomos de O .
- 8.6*) La masa de la partícula 1 es $m_1 = 0.75 \text{ kg}$. b) $\mathbf{a}_{CM} = [(1.5 \text{ m/s}^3)t]\mathbf{i} + [(0 \text{ m/s}^2)]\mathbf{j}$. c) En $t = 3 \text{ s}$ la fuerza externa neta es $\mathbf{F}_{\text{ext}} = (5.625 \text{ N})\mathbf{i} + (0 \text{ N})\mathbf{j}$. d) $\mathbf{v}_1(t) = [(1.25 \text{ m/s}^3)t^2]\mathbf{i} + [(0.233 \text{ m/s}^3)t^2]\mathbf{j}$. e) En $t = 3 \text{ s}$ el $C.M.$ se ubica en la posición $x = 6.75 \text{ m}$ e $y = 2.4 \text{ m}$.
- 8.7*) a) La velocidad final del vagón es $|\mathbf{v}_{\text{vagón}}| = 3.62 \text{ m/s}$ con igual sentido a la velocidad inicial. b) No cambia la velocidad adquirida en la parte a).