TERCERA EDICIÓN
REVISADA Y AUMENTADA

F Í S I C A

PARA PREPOLITÉCNICO

CUADERNO DE TRABAJO

Preguntas y Problemas Propuestos

M. ALMEIDA
M. ARIAS
F. BARBA
P. CASTILLO
C. CÓRDOVA
F. CUSTODE
H. FLORES
K. MORENO
M. TASIGUANO
A. ULLOA
S. YASELGA
J. ZAMBRANO

PROFESORES DEL CURSO PROPEDÉUTICO DE LA ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

AGOSTO 2011

PUBLICACIONES PrepoFis

- El **CUADERNO DE TRABAJO** del libro **FÍSICA PARA PREPOLITÉCNICO (Teoría y Problemas Resueltos)** permite al estudiante prepararse de acuerdo con los criterios de evaluación de la asignatura de Física del Curso Propedéutico de la Escuela Politécnica Nacional:
  - aplicación de los conceptos, leyes y principios, y
  - razonamiento cualitativo y cuantitativo.

- Esta publicación incluye una colección de 250 preguntas y 225 problemas, con sus respuestas, seleccionados de pruebas y exámenes creados por el equipo de profesores de la Cátedra de Física del actual Curso Propedéutico y tomados en el ex-Instituto de Ciencias Básicas de la EPN desde 1985 hasta 2006.

- El **CUADERNO DE TRABAJO** es recomendado para cursos similares de otras universidades y escuelas politécnicas y como material de apoyo para profesores de la enseñanza media.

PUBLICACIONES **PrepoFis**
ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL
CURSO PROPEDÉUTICO - CÁTEDRA DE FÍSICA

Calle Ladrón de Guevara E11-253 y Andalucía
Apartado 17-01-2759, Quito, Ecuador
Teléfono 250 7137

AGOSTO 2011

F Í S I C A

PARA PREPOLITÉCNICO

CUADERNO DE TRABAJO

Preguntas y Problemas Propuestos

SEGUNDA EDICIÓN REVISADA Y AUMENTADA

M. ALMEIDA
M. ARIAS
F. BARBA
P. CASTILLO
C. CÓRDOVA
F. CUSTODE
H. FLORES
K. MORENO
M. TASIGUANO
A. ULLOA
S. YASELGA
J. ZAMBRANO

PROFESORES DEL CURSO PROPEDÉUTICO DE LA ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

AGOSTO 2011

EQUIPO DE PUBLICACIONES PrepoFis

Foto de la portada

Levitación magnética. Un pequeño imán cilíndrico flota por encima de un superconductor. El vapor es nitrógeno líquido en ebullición que mantiene al superconductor en un estado de resistencia nula. Cuando el imán desciende hacia el superconductor, induce una corriente eléctrica, que a su vez crea un campo magnético opuesto al del imán. Como el superconductor no tiene resistencia eléctrica, la corriente inducida sigue fluyendo y mantiene el imán suspendido indefinidamente.

Foto de la contraportada

Sistemas tolomeico y copernicano. La física y la astronomía nacieron juntas. La física aristotélica consideraba a la Tierra como el centro de un universo de esferas concéntricas en rotación; este modelo no servía para los cálculos astronómicos. En el siglo II, Tolomeo propuso un modelo en el cual la Tierra estaba inmóvil y ocupaba el centro del Universo, y el Sol, la Luna, los planetas y las estrellas, giraban a su alrededor. El modelo de Tolomeo no describía con exactitud el movimiento planetario pero funcionaba bien matemáticamente, aunque de manera intrincada. En el siglo XVI, Copérnico desarrolló el modelo heliocéntrico del sistema solar que dio una explicación simple del movimiento de los planetas. Basado en él, Kepler encontró sus famosas leyes que describen con precisión el movimiento de los planetas. Sin embargo, el golpe decisivo al método intuitivo de hacer física, iniciado por Aristóteles, lo dio Galileo al desarrollar el sistema heliocéntrico e inaugurar el método de razonamiento científico: éste fue el verdadero inicio de la física como ciencia.

Copyright © 2002, 2004, 2007, 2009 por PUBLICACIONES PrepoFis

Todos los derechos reservados: Primera Edición 2002, Segunda Edición 2004, Segunda Edición Aumentada 2007. Segunda Edición Revisada y Aumentada 2009. Ninguna porción de esta publicación puede ser reproducida en manera alguna sin el permiso escrito de PUBLICACIONES PrepoFis.

("Serán reprimidos con prisión de tres meses a tres años y multa de quinientas a cinco mil UVCs, tomando en consideración el valor de los perjuicios ocasionados, quienes en violación de los derechos de autor o derechos conexos b) Inscriban, publiquen, distribuyan, comuniquen o reproduzcan, total o parcialmente, una obra ajena como si fuera propia; c) Reproduzcan una obra. " De la Ley de Propiedad Intelectual)

Publicado en Ecuador por **PUBLICACIONES PrepoFis**

AGOSTO 2011

PRESENTACIÓN

El **CUADERNO DE TRABAJO** del libro, **FÍSICA PARA PREPOLITÉCNICO (Teoría y Problemas Resueltos)**, pone a prueba el dominio de la Teoría de la Física Elemental por medio de Preguntas y Problemas, cuya solución exige al estudiante la aplicación de los conceptos, leyes y principios asimilados.

Las preguntas están diseñadas para la evaluación plena de la comprensión y el uso de los conceptos, leyes y principios, y exigen un manejo cualitativo de las situaciones físicas, a diferencia de los problemas que, además, exigen el manejo cuantitativo (realización de cálculos).

Los problemas no son de aplicación directa de fórmulas, sino que exigen un esfuerzo intelectual mayor por parte del estudiante para que realice los modelos físicos y matemáticos de situaciones reales y pueda, de ese modo, apropiarse del conocimiento científico.

Los profesores de la Cátedra de Física del actual Curso Propedéutico, ingenieros y físicos, siguen un proceso riguroso y sistemático para la elaboración de preguntas y problemas para las pruebas y exámenes. De una base de datos de alrededor de 1 000 preguntas y 800 problemas, este mismo equipo de profesores ha seleccionado 250 preguntas y 225 problemas para el **CUADERNO DE TRABAJO**.

Tanto el **CUADERNO DE TRABAJO** como el libro **FÍSICA PARA PREPOLITÉCNICO** están destinados para su empleo en la materia de física que se dicta en el Curso Propedéutico de la Escuela Politécnica Nacional. Recomendamos su uso para otros cursos similares en otras universidades y politécnicas, y como material de consulta para los profesores de física de la enseñanza media.

Los autores

Quito, agosto 2011

ÍNDICE

PRESENTACIÓN iii

INDICE v

1. LA CIENCIA 1

PREGUNTAS 3

2. CINEMÁTICA 7

PREGUNTAS 9

2.1 Vectores 9
2.2 Velocidad 11
2.3 Aceleración 13
2.4 Movimiento rectilíneo 15
2.5 Movimiento parabólico 19
2.6 Movimiento circular 21

PROBLEMAS 25

2.1 Vectores 25
2.2 Velocidad 32
2.3 Aceleración 37
2.4 Movimiento rectilíneo 42
2.5 Movimiento parabólico 50
2.6 Movimiento circular 57

3. DINÁMICA 65

PREGUNTAS 67

3.1 Leyes de Newton 67
3.2 Sistema de partículas 69
3.3 Impulso-Variación de la CML 70
3.4 Principio de conservación de la CML 72
3.5 Torque. Equilibrio del sólido 74
3.6 Dinámica rotacional 77
3.7 Principio de conservación de la CMA 78

PROBLEMAS 81

3.1 Leyes de Newton 81
3.2 Sistema de partículas 91
3.3 Impulso-Variación de CML 94
3.4 Principio de conservación de la CML 99
3.5 Torque. Equilibrio del sólido 104
3.6 Dinámica rotacional 111
3.7 Principio de conservación de la CMA 116

4. FUERZAS GRAVITACIONAL Y ELÉCTRICA 121

PREGUNTAS 123

4.1 Fuerza gravitacional 123
4.2 Fuerza eléctrica 124

PROBLEMAS 127

4.1 Fuerza gravitacional 127
4.2 Fuerza eléctrica 132

5. TRABAJO Y ENERGÍA 137

PREGUNTAS 139

5.1 Principio Trabajo-Energía 139
5.2 Fuerzas centrales y energía potencial 143
5.3 Potencial eléctrico y diferencia de potencial . 144

PROBLEMAS 147

5.1 Principio Trabajo-Energía 147
5.2 Fuerzas centrales y energía potencial 159
5.3 Potencial eléctrico y diferencia de potencial . 164

5. COLISIONES 171

PREGUNTAS 173

6.1 Colisiones 173

PROBLEMAS 175

6.1 Colisiones 175

RESPUESTAS A LOS PROBLEMAS 181

CAPÍTULO 1

LA CIENCIA

PREGUNTAS.....3

PREGUNTAS

1 LA CIENCIA

1. ¿Se puede adquirir conocimientos a través del arte? Sí ___, no ___. Explique.

_____
_____
_____

2. ¿Cuáles son las diferencias entre el conocimiento empírico y el científico?

_____
_____
_____

3. De los elementos de una ciencia, ¿cuál de ellos es el que nos permite diferenciar una ciencia de otra? Explique.

_____
_____
_____

4. Explique el significado de la frase "cuando los conocimientos son comprobados en la práctica se convierten en verdades objetivas".

_____
_____
_____

5. La ciencia física ha desarrollado modelos que
a) reflejan perfectamente la realidad.
b) describen cualitativamente los fenómenos físicos.
c) se basan en modelos que la matemática desarrolló previamente.
d) Ninguna respuesta anterior es correcta.

6. Las cantidades fundamentales son aquellas
a) que no se pueden medir.
b) que se pueden definir operacionalmente en función de otras.
c) que solo se pueden medir utilizando patrones seleccionados arbitrariamente.
d) Ninguna de las afirmaciones anteriores es correcta.

7. Cite un ejemplo en el que se evidencie la importancia de la teoría de la ciencia física.

_____
_____
_____

8. ¿Qué papel juegan los experimentos idealizados (experimentos mentales) en la física?

_____

_____

_____

9. En un laboratorio de física se realiza una medición de 20 m. Escoja la afirmación correcta.
a) La cantidad física es 20 m.
b) La magnitud de la cantidad es 20 m.
c) La dimensión de la cantidad es 20 m.
d) Ninguna de las afirmaciones anteriores es correcta.

10. Señale la afirmación correcta.
a) Una verdadera teoría física es inmutable.
b) La coherencia interna de una teoría física es condición necesaria y suficiente para su validez.
c) El objetivo final de la física es la elaboración de nuevos productos.
d) Ninguna de las afirmaciones anteriores es correcta.

11. Escoja la afirmación correcta.
a) La ciencia se ha desarrollado en forma continua en el transcurso del tiempo.
b) La ciencia es una actividad humana que tiene teoría y hace investigación.
c) La ciencia es un conjunto de teorías que explican solo el comportamiento del universo.
d) La ciencia justifica ciertos dogmas de la Iglesia.

12. Una teoría se considera científica si:
a) ha sido comprobada,
b) es planteada por un científico
c) es susceptible de ser comprobada.
d) Ninguna respuesta es correcta.

13. Es correcto afirmar que las cantidades físicas
a) son independientes unas de otras.
b) están definidas por un número y una unidad.
c) son los elementos primarios de la física que se utilizan para expresar sus leyes.
d) no se caracterizan por ninguna respuesta anterior.

14. La física es una ciencia experimental porque se realizan muchos experimentos. Sí ___, no ___. Explique.

_____

_____

_____

15. El conocimiento científico tiene más importancia que el conocimiento empírico en el desarrollo de nuevas tecnologías. Sí ___, no ___. Explique.

_____

_____

_____

16. ¿Es correcto afirmar que la ciencia se ha desarrollado gracias a los esfuerzos individuales de los científicos que trabajan sin obedecer a ninguna influencia social, política o económica? Sí ___, no ___. Explique.

_____
_____
_____

17. La física, al ser una ciencia natural, podrá estudiar
a) solo a los cuerpos macroscópicos.
b) las interacciones entre los cuerpos.
c) únicamente a los cuerpos microscópicos.
d) Ninguna respuesta anterior es correcta.

18. La expresión "el desarrollo de la ciencia siempre ha sido a saltos (en forma no lineal)" es correcta ___, incorrecta ___. Explique.

_____
_____
_____

19. ¿Cuál de las siguientes afirmaciones es correcta?
a) El conocimiento empírico busca explicar y predecir el comportamiento de la naturaleza.
b) El avance de la ciencia es independiente del avance de la sociedad.
c) El conocimiento científico es el reflejo de la realidad en el cerebro del hombre por medio de conceptos.
d) La literatura, la música y la pintura no permiten conocer la realidad.

20. El objeto de estudio de la física es la materia y sus diferentes formas de manifestación. Sí ___, no ___. Explique.

_____
_____
_____

CAPÍTULO 2

CINEMÁTICA

PREGUNTAS 9

2.1 Vectores 9
2.2 Velocidad 11
2.3 Aceleración 13
2.4 Movimiento rectilíneo 15
2.5 Movimiento parabólico 19
2.6 Movimiento circular 21

PROBLEMAS 25

2.1 Vectores 25
2.2 Velocidad 32
2.3 Aceleración 37
2.4 Movimiento rectilíneo 42
2.5 Movimiento parabólico 50
2.6 Movimiento circular 57

PREGUNTAS

2.1 VECTORES

1. ¿Puede el vector cero tener componentes distintas de cero? Sí ___, no ___. Explique.

_____

_____

_____

2. Si el módulo del vector diferencia de dos vectores unitarios es $\sqrt{2}$, entonces esos vectores deben
a) ser colineales.
b) ser paralelos.
c) ser perpendiculares.
d) Ninguna respuesta anterior es correcta.

3. Para que la diferencia entre dos vectores unitarios necesariamente sea cero, entonces los vectores deben
a) ser perpendiculares.
b) ser coplanares.
c) ser colineales.
d) tener el mismo origen.

4. Si para los vectores **A** y **B** diferentes del vector cero se cumple a la vez que **A** + **B** = **C** y $\mathbf{u}_A + \mathbf{u}_B = \mathbf{D}$, se puede afirmar que
a) **D** debe ser un vector unitario.
b) los vectores **C** y **D** tienen necesariamente la misma dirección.
c) los vectores **A** y **B** son componentes vectoriales del vector **C**.
d) Ninguna respuesta anterior es correcta.

5. ¿Qué condición debe cumplir el movimiento de una partícula para que su desplazamiento sea igual a su vector posición?

_____

_____

_____

6. El punto *B* está ubicado a 200 m de otro *A* en la dirección **u** = 0.5 **i** + a **j** + 0.33 **k** (ángulo $\beta > 90°$). El vector **AB** es
a) 100 **i** + 160 **j** + 66 **k** m.
b) 100 **i** – 160 **j** + 66 **k** m.
c) 0.5 **i** – 0.8 **j** + 0.33 **k** m.
d) 0.5 **i** + 0.8 **j** + 0.33 **k** m.

7. Sabiendo que $\mathbf{A} = (m - 1)\,\mathbf{i} + (2\,m + 3)\,\mathbf{j}$ y $\mathbf{B} = (m - 2)\,\mathbf{i} + (2\,m - 19)\,\mathbf{j}$. El número real m para que se cumpla que $3\,\mathbf{A} + \mathbf{B} = \mathbf{0}$, es
a) 1/4.
b) – 7/4.
c) 5/4.
d) Ninguna respuesta anterior es correcta.

8. ¿Se podría conocer el unitario de un vector conociendo dos de sus tres ángulos directores? Sí ___, no___ Explique.

9. ¿Es unitario el vector $\mathbf{u} = \cos 30°\,\mathbf{i} + \cos 50°\,\mathbf{j} - \cos 120°\,\mathbf{k}$? Sí ___, no ___. Justifique.

10. Escriba la expresión del vector tridimensional **A** en función de sus ángulos directores.

11. Para un vector cualquiera que tiene componentes en tres dimensiones, demuestre que $\cos^2 \alpha + \cos^2 \beta + \cos^2 \gamma = 1$, donde α, β y γ son los ángulos que forma el vector con los ejes x, y y z, respectivamente.

12. ¿El producto cruz de dos vectores unitarios no colineales es siempre otro vector unitario? Sí ___, no ___. Explique.

13. Demuestre que $|\mathbf{A} \times \mathbf{B}|$ es numéricamente igual al área del paralelogramo que tiene por lados los vectores **A** y **B**.

14. Escoja el enunciado correcto.
a) La magnitud del vector desplazamiento, es siempre igual a la longitud recorrida por la partícula en un intervalo de tiempo.
b) El desplazamiento y la trayectoria siempre se superponen.
c) Cuando una partícula está en movimiento, su desplazamiento siempre es distinto de cero.
d) Ninguno de los enunciados anteriores es correcto.

15. La suma de las proyecciones vectoriales de un vector unitario sobre los tres planos coordenados de un sistema de referencia *xyz*, ¿es otro vector unitario? Sí___, no___. Explique.

16. Los vectores $\mathbf{R}_1 = \mathbf{i} - \mathbf{j} + 2\,\mathbf{k}$ y $\mathbf{R}_2 = -3\,\mathbf{i} + 3\,\mathbf{j} - 6\,\mathbf{k}$ son paralelos____, perpendiculares ____, ni paralelos ni perpendiculares____. Justifique.

17. En una recta se toman sucesivamente tres puntos *M, N* y *P*. El punto *A* es el punto medio del segmento *MN* y *B* es el punto medio del segmento *NP*. Exprese el vector **AB** en función del vector **PM.**

18. Sea un vector $\mathbf{A} = a_1\,\mathbf{i} + a_2\,\mathbf{j} + a_3\,\mathbf{k}$. ¿Cuál es el ángulo entre $\mathbf{A}_{xy}$ y $\mathbf{A}_x$?

19. Dados los vectores **A** y **B** no unitarios y perpendiculares, ¿bajo qué condición el producto $\mathbf{A} \times \mathbf{B}$ es un vector unitario?

20. Dados los vectores **A** y **B** no perpendiculares y no unitarios, ¿bajo qué condición $\mathbf{A} \times \mathbf{B}$ es unitario?

2.2 VELOCIDAD

21. En un movimiento curvilíneo, ¿la dirección de la velocidad media indica la dirección del movimiento? Sí ___, no ___. Explique.

22. ¿Qué características tiene la velocidad instantánea?

23. ¿La dirección de la velocidad instantánea de una partícula es siempre igual a la dirección del vector desplazamiento? Sí ___, no ___. Explique.

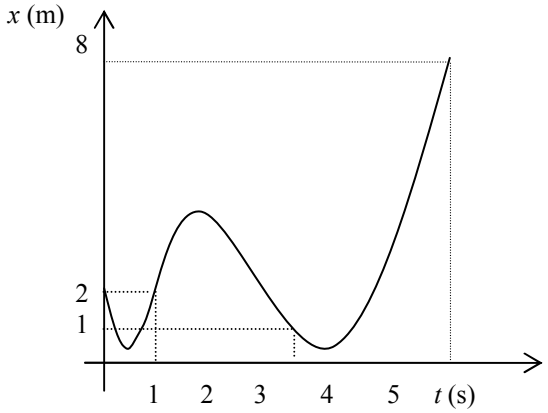
24. Una partícula, que se mueve por una trayectoria recta, recorre una distancia x_1 con una rapidez v_1 y luego recorre, en la misma dirección, una distancia x_2 con una rapidez v_2. ¿La velocidad media de la partícula es igual a $(v_1 + v_2)/2$ **i**? Sí ___, no ___. Justifique.

25. Si se requiere que, en un intervalo de tiempo, el movimiento tridimensional de una partícula sea rectilíneo, ¿qué característica(s) debe tener la velocidad en dicho intervalo?

26. ¿Podrá una partícula en movimiento describir una trayectoria curvilínea arbitraria sin que haya cambio en la magnitud de su vector velocidad instantánea? Sí___, no___. Explique.

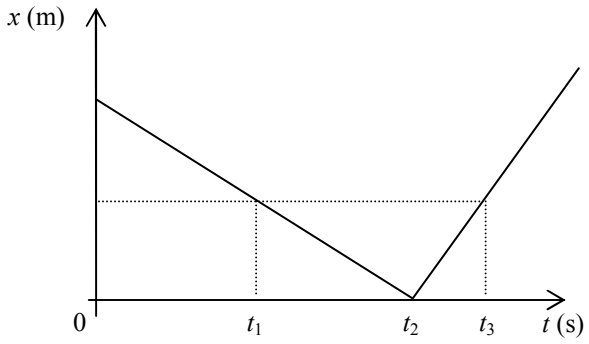
27. Si en el instante 10 s, $\mathbf{v}_{10\ s} = 20\ \mathbf{i}$ m/s, en el instante 20 s, $\mathbf{v}_{20\ s} = 20\ \mathbf{i}$ m/s y en el instante 30 s, $\mathbf{v}_{30\ s} = 20\ \mathbf{i}$ m/s, ¿se puede afirmar que **v** es constante?
Sí ___, no ___. Explique.

28. Una partícula se mueve de acuerdo con el gráfico x contra t de la figura. La velocidad media de la partícula para el intervalo de 1 s a 5 s ¿es igual a la velocidad a los 3 s? Sí ___, no ___. Justifique.

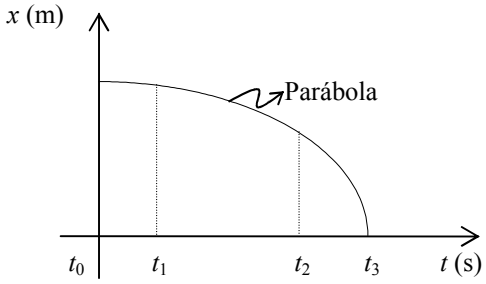


29. A partir del siguiente gráfico de la posición en función del tiempo, determine si difiere o no la velocidad media de la velocidad instantánea en los siguientes casos:
a) Velocidad media en el intervalo de t_0 a t_2, velocidad instantánea en el instante t_3.

b) Velocidad media en el intervalo de t_1 a t_3 , velocidad instantánea en el instante t_3.



30. De acuerdo con el gráfico mostrado, que representa la posición de una partícula en función del tiempo, señale la afirmación correcta.
a) La velocidad de la partícula en el intervalo de t_1 a t_2 es la misma que en el instante t_2.
b) La rapidez disminuye uniformemente con el tiempo.
c) La velocidad es cero en todo el intervalo de t_0 a t_3.
d) Ninguna de las afirmaciones anteriores es correcta.



2.3 ACELERACIÓN

31. Explique el significado físico de que la componente en x de una aceleración sea -2 m/s^2.

32. Una partícula que se mueve con aceleración diferente de cero, puede tener:
a) rapidez constante. Sí ___, no ___.
b) velocidad cero, en algún instante. Sí ___, no ___.
c) velocidad constante. Sí ___, no ___.

33. Una partícula se mueve de manera que la magnitud de su aceleración es constante. ¿Qué puede decir del tipo de movimiento? Analice los casos posibles.

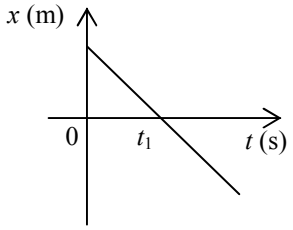
34. ¿Es posible que una partícula que se mueve por una trayectoria rectilínea esté acelerada y que su rapidez en un instante dado sea cero? Sí ___, no ___. Explique.

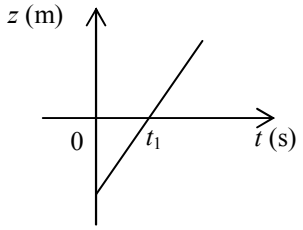
35. ¿Podría aumentar la rapidez de una partícula si la magnitud de su aceleración tangencial va disminuyendo con el tiempo? Sí ___, no ___. Explique.

36. ¿Puede cambiar la dirección de la velocidad de un cuerpo cuando su vector aceleración es constante? Sí ___, no ___. Explique.

37. Trace un gráfico v_x contra t en el que la aceleración a_x sea positiva y la velocidad tenga dirección contraria a la aceleración.

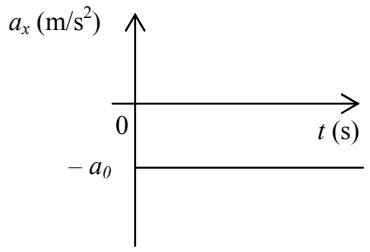
38. Una partícula que se mueve de acuerdo con los siguientes gráficos, tiene una aceleración



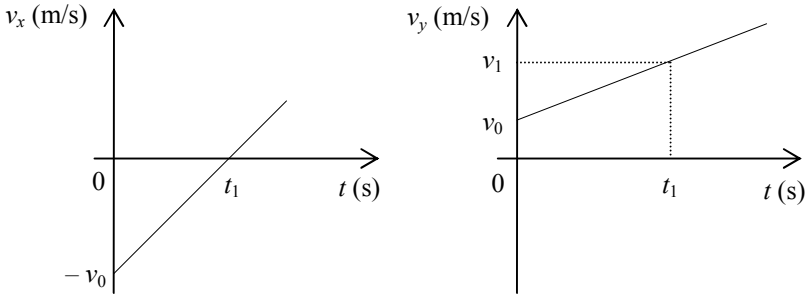


a) variable.
b) constante diferente de cero.
c) igual a cero.
d) Ninguna de las respuestas anteriores es correcta.

39. De acuerdo con el gráfico a_x contra t mostrado, el movimiento de la partícula es: acelerado ___, retardado ___, uniforme ___, ninguna respuesta anterior es correcta ___. Explique.



40. Una partícula se mueve en el plano xy de acuerdo con las siguientes gráficas. Su movimiento es: rectilíneo ___ curvilíneo ___. Justifique analíticamente.



2.4 MOVIMIENTO RECTILÍNEO

41. La condición necesaria y suficiente para que una partícula tenga MRU es que se mueva con rapidez constante. Sí ____, no ____ . Explique.

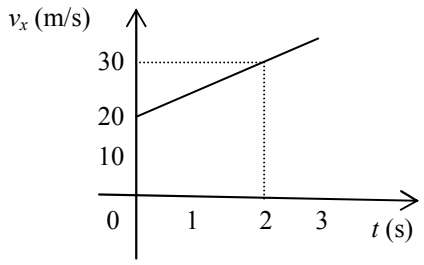
42. En el MRU,
a) la trayectoria necesariamente debe coincidir con uno de los ejes cartesianos.
b) la trayectoria puede estar ubicada en el espacio.
c) la partícula puede avanzar por un segmento y regresar por el mismo.
d) Ninguna de las afirmaciones anteriores es correcta.

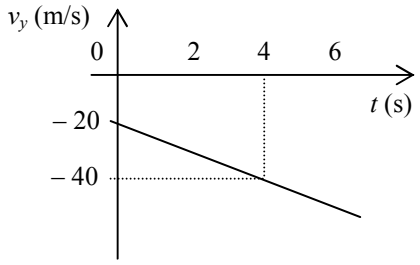
43. Indique cuál o cuáles de las siguientes afirmaciones son correctas para el MRU.
a) El desplazamiento puede ser cero.
b) El gráfico posición contra el tiempo es una recta paralela al eje del tiempo.
c) La velocidad media es igual a la velocidad instantánea.
d) Ninguna de las afirmaciones anteriores es correcta.

44. Una partícula se mueve sobre el eje x con una aceleración que aumenta uniformemente. Se puede afirmar, entonces, que
a) necesariamente aumenta la rapidez de la partícula.
b) la partícula necesariamente se mueve en la dirección x positiva.
c) la partícula se mueve con MRUV.
d) Ninguna respuesta anterior es correcta.

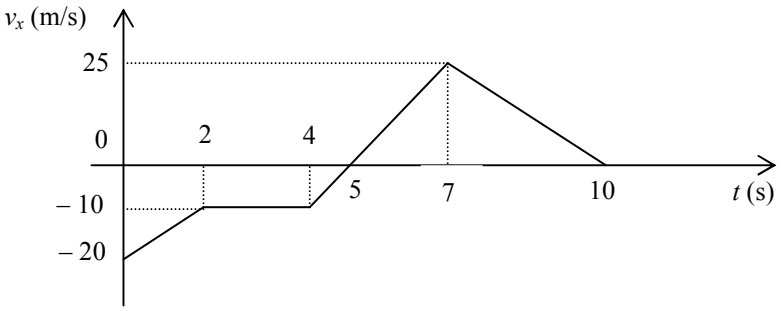
45. Para una partícula que se mueve a lo largo del eje x, se conoce su gráfico posición en función del tiempo. Con esta información es correcto decir que
a) no se puede determinar vectorialmente la posición de la partícula.
b) se puede determinar, directamente del gráfico, la aceleración media de la partícula en un cierto Δt.
c) es posible determinar el desplazamiento de la partícula en un cierto Δt.
d) Ninguna respuesta anterior es correcta.

46. Una partícula se mueve de tal manera que su velocidad cambia con el tiempo como se indica en los gráficos. ¿El movimiento de la partícula es rectilíneo? Sí ___, no ___. Justifique.

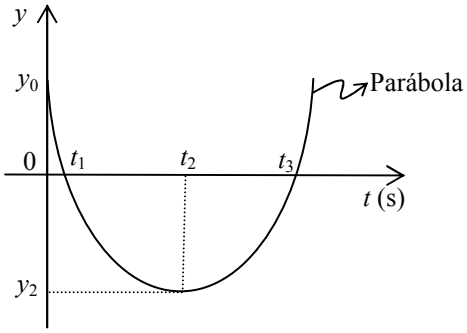




47. A partir del gráfico velocidad contra tiempo que se indica en la figura, para una partícula que se mueve sobre el eje x, realice los correspondientes gráficos posición contra tiempo y aceleración contra tiempo, si la partícula se encontraba inicialmente a la izquierda del origen, en $x_0 = -10$ m.



48. Una partícula se mueve de tal manera que su posición cambia con el tiempo como se indica en la figura.



a) De $t = 0$ hasta $t = t_1$, la partícula se mueve en la dirección + **j** ___, – **j** ___
b) Desde $t = 0$ hasta $t = t_1$ el unitario de la aceleración es: + **j** ___, – **j** ___
c) ¿A t_1 la partícula pasa por el origen del sistema de coordenadas? Sí ___, no ___.
d) ¿A t_1 y a t_3 la partícula pasa por el mismo punto? Sí ___, no ___.
e) La magnitud de la velocidad media de $t = 0$ a t_1 es mayor ___, menor ___ o igual ___, que la magnitud de la velocidad media de t_1 a t_2.
f) De t_2 a t_3 el movimiento es MRU ___, MRUVA ___, MRUVR ___, MRVA ___ o MRVR ___.

49. De existir un movimiento rectilíneo en el cual el unitario de la velocidad sea diferente del unitario de la aceleración, dé un ejemplo.

_____

_____

_____

50. ¿Es posible que una partícula que se mueve por una trayectoria rectilínea tenga aceleración, aunque su rapidez sea cero? Sí ___, no ___. Explique.

_____

_____

_____

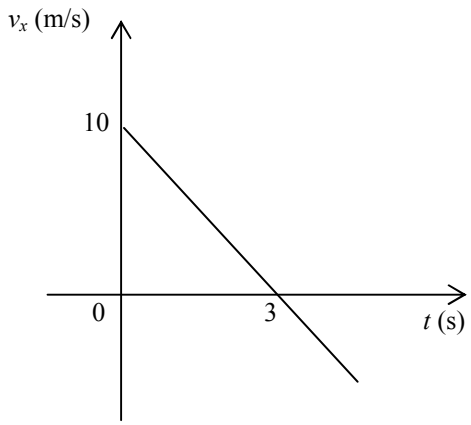
51. ¿Se puede utilizar la expresión $x_f = x_0 + v_0\, t + a\, t^2/2$, donde v_0 es positivo y a es negativo, para el MRUVA? Sí ____, no ____. Explique.

_____

_____

_____

52. Una partícula se mueve de acuerdo con el gráfico. Indique en qué instante la partícula retorna a su posición inicial.



53. Un proyectil se lanza verticalmente hacia arriba con una rapidez inicial v_o. Cuando el proyectil alcanza la posición más alta, la magnitud de

a) la velocidad y la aceleración valen cero.
b) la velocidad y la aceleración son diferentes de cero, pero constantes.
c) la velocidad es cero y la aceleración es constante.
d) Ninguna de las respuestas anteriores es correcta.

54. En el intervalo de 0 a 10 s, un cuerpo se encuentra en caída libre (g = 10 m/s²). El incremento de la rapidez en m/s, en el intervalo de 6 a 7 s, es

a) 0.
b) 5.
c) 10.
d) 20.

55. El gráfico posición contra tiempo para un cuerpo que es lanzado verticalmente hacia arriba es
a) una recta horizontal.
b) una recta inclinada.
c) una parábola.
d) Ninguna de las afirmaciones anteriores es correcta.

2.5 MOVIMIENTO PARABÓLICO

56. El movimiento parabólico es uniforme ___, uniformemente variado ___, variado ___. Explique.

_____
_____
_____

57. ¿En qué punto de la trayectoria parabólica de un proyectil la rapidez es mínima? Analice todos los casos posibles de movimiento parabólico.

_____
_____
_____

58. El carril de una pista de carreras es de forma perfectamente parabólica. Sobre dicha pista corre un atleta con rapidez constante. Describa el vector aceleración del atleta, considerado como partícula.

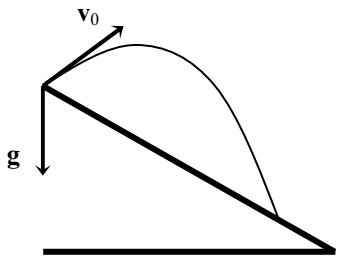
_____
_____
_____

59. Se dispara un proyectil con cierta velocidad inicial, que forma un ángulo α, sobre el plano de lanzamiento. Se conoce que $y_A \neq y_B$ para dos puntos, A y B, de la trayectoria. ¿A qué es igual $\mathbf{a}_{TA} + \mathbf{a}_{TB} + \mathbf{a}_{NA} + \mathbf{a}_{NB}$?

_____
_____
_____

60. Cuando una partícula, que se está moviendo con una velocidad de 10 **i** m/s, ingresa a una región, donde experimenta una aceleración constante de 2 **i** – **j** m/s^2, adquiere un movimiento
a) rectilíneo uniformemente variado.
b) curvilíneo.
c) parabólico con rapidez que varía uniformemente.
d) Ningún movimiento anterior.

61. Para el movimiento parabólico indicado en la figura, la componente de la velocidad paralela al plano inclinado permanece constante ___, varía uniformemente ___, varía no uniformemente. Explique.



_____
_____
_____

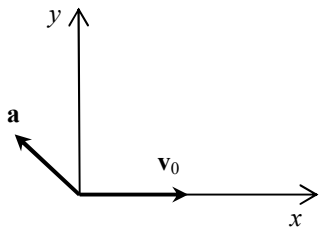
62. Se conoce que, para un proyectil que describe un movimiento parabólico, en cierto instante a_T está disminuyendo y a_N está aumentando. En dicho instante, la rapidez de la partícula está aumentando ___, disminuyendo ___. Explique.

_____
_____
_____

63. Se efectúan dos disparos de proyectiles con movimiento parabólico sobre el plano horizontal. El primero se realiza con un ángulo α_1 y el segundo con $\alpha_2 > \alpha_1$. Si se quiere que los dos tengan el mismo alcance ¿qué relación debe existir entre sus rapideces iniciales? Justifique analíticamente.

_____
_____
_____

64. Una partícula es lanzada como se indica en la figura. Si la aceleración **a** es constante, dibuje la trayectoria que sigue la partícula.



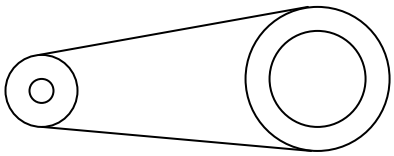
65. Se dispara un proyectil con una rapidez v_0 y un ángulo α sobre la horizontal. Si el vector unitario de la velocidad en un determinado instante es $\mathbf{u}_v = 0.707\mathbf{i} - 0.707\mathbf{j}$, los unitarios de las aceleraciones tangencial y normal en ese instante son:

$\mathbf{u}_{aT}$= _____

$\mathbf{u}_{aN}$= _____

2.6 MOVIMIENTO CIRCULAR

66. Dos ruedas de 5 y 10 cm de radio están conectadas, como se indica en la figura.



La relación de la rapidez angular de la rueda de 5 cm respecto a la rapidez angular de la de 10 cm es

a) uno.
b) un medio.
c) dos.
d) otro valor.

67. En el MCU se tiene que la aceleración

a) es cero.
b) siempre es distinta de cero.
c) es constante.
d) Ninguna respuesta anterior es correcta.

68. En el MCU, en cada período se tiene que

a) la velocidad media es distinta de cero.
b) el desplazamiento es distinto de cero.
c) la velocidad media y el desplazamiento son cero.
d) Ninguna respuesta anterior es correcta.

69. En el MCU, la suma de las aceleraciones tangencial y normal tiene magnitud

a) constante
b) no constante
c) cero.
d) Ninguna respuesta anterior es correcta.

70. En el MCU, el vector diferencia de las aceleraciones tangencial y normal en el mismo instante, actúa en forma

a) radial hacia dentro del círculo.
b) tangente a la trayectoria.
c) radial hacia fuera del círculo.
d) Ninguna respuesta anterior es correcta.

71. En el MC cuyo radio es R, la longitud de arco recorrido s y el ángulo central barrido θ cumplen la relación $s = R\,\theta$. Esta expresión es el resultado de una propiedad

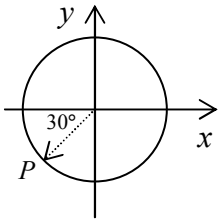
a) física.
b) puramente geométrica.
c) física y geométrica.
d) Ninguna respuesta anterior es correcta.

72. En el MCUV se tiene que
a) la aceleración tangencial es cero.
b) la aceleración tangencial es constante y distinta de cero.
c) la aceleración tangencial no es constante.
d) Ninguna respuesta anterior es correcta.

73. En el MCUV, ¿la aceleración tangencial permanece constante? Sí ___, no ___. Explique.

_____
_____
_____

74. En el MCUV acelerado de la figura,



la dirección de la aceleración centrípeta en el punto *P* es
a) 0.5 **i** + 0.866 **j**.
b) – 0.5 **i** – 0.866 **j**.
c) 0.866 **i** – 0.5 **j**.
d) Ninguna de las anteriores es correcta.

75. Para un MCUV se cumple que
a) el módulo de la aceleración tangencial es variable.
b) el módulo de la aceleración normal es constante.
c) el módulo de la aceleración total es constante.
d) Ninguna de las afirmaciones anteriores es correcta.

76. Para un MCUV retardado, ¿el ángulo que forma la aceleración con la velocidad permanece constante? Sí ___, no ___. Explique.

_____
_____
_____

77. Una partícula que se mueve con MCUVR pasa por un punto *A* y luego se detiene en otro punto *B*. La aceleración media desde *A* hasta *B* tiene
a) la misma dirección que la velocidad en *A*.
b) dirección contraria a la velocidad en *A*.
c) la misma dirección del vector **AB**.
d) Ninguna de las respuestas anteriores es correcta.

78. En el MCU:
a) la aceleración media siempre vale cero.
b) la aceleración nunca vale cero.
c) la aceleración media siempre vale cero.
d) Ninguna respuesta anterior es correcta.

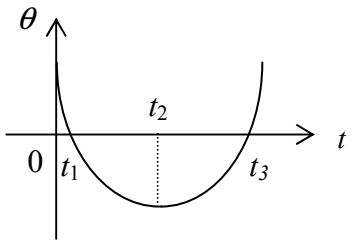
79. Describa una situación en la cual un conductor de automóvil pueda tener una aceleración centrípeta, pero no una aceleración tangencial.

_____

_____

_____

80. Una partícula se mueve de tal manera que su posición angular cambia con el tiempo como se indica en la figura.



a) Del $t = 0$ al t_1 se mueve en el mismo sentido que del t_1 al t_2.
b) La aceleración angular α está en sentido de las manecillas ___ o contrario al de las manecillas ___.
c) Al t_1 y al t_3 la partícula pasa por el origen del sistema de coordenadas.

PROBLEMAS

2.1 VECTORES

1. Dado el vector unitario $\mathbf{u} = ½\ \mathbf{i} + ½\ \mathbf{j} + n\ \mathbf{k}$, determine el valor de n.

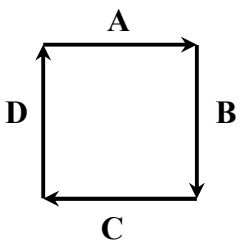
2. Dado el vector $\mathbf{A} = -2\ \mathbf{i} + 3\ \mathbf{j} - 4\ \mathbf{k}$ u, determine:

a) $\mathbf{u}_{Axy}$.

b) A_{xz}.

3. Determine los ángulos directores de los vectores:
a) $\mathbf{A} = -\mathbf{j}$ u.
b) $\mathbf{B} = \sqrt{3}\,\mathbf{k}$ u.

4. Dados los vectores **A, B, C** y **D,** que forman un cuadrado de 20 cm de lado como se indica en la figura, determine la magnitud de los vectores:
a) $\mathbf{A} + \mathbf{B} - \mathbf{C}$,
b) $\mathbf{A} + \mathbf{B} + \mathbf{C} + \mathbf{D}$.



5. Determine la proyección del vector **a** = 3**i** + 4**j** + 6**k** m/s^2 sobre el vector $\mathbf{v} = 8\mathbf{i} - 10\mathbf{j} + 6\mathbf{k}$ m/s.

6. Dados los vectores **a** = 6 **i** – 2 **j** m/s^2 y **v** = 2 **i** + **j** m/s, halle la componente de **a** en la dirección de **v** y la otra componente de **a,** en dirección perpendicular a **v**.

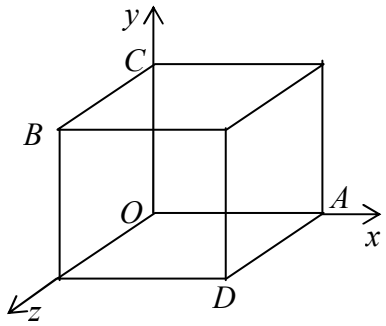
7. La suma de dos vectores **A** y **B** es 7**i** – 4**j** m y su diferencia es –**i** –12**j** m. Determine las componentes vectoriales de **A** paralela a **B**, y perpendicular a **B**.

8. Dados los vectores $\mathbf{A} = a_1\,\mathbf{i} + a_2\,\mathbf{j} + a_3\,\mathbf{k}$ y $\mathbf{B} = b_1\,\mathbf{i} + b_2\,\mathbf{j} + b_3\,\mathbf{k}$ encuentre la proyección del vector **B** sobre el vector **A**.

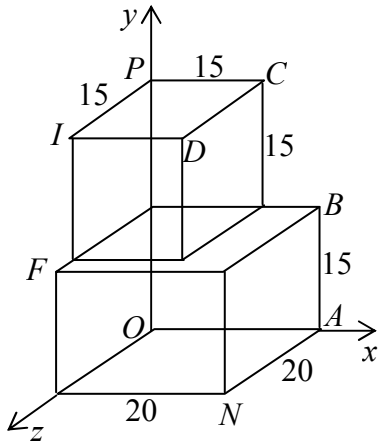
9. Utilice el producto vectorial para encontrar el ángulo formado por los vectores **A** y **B**. El vector **A** comienza en el punto M (3, 4, – 2) m y termina en el punto N (7, –9, –5) m. El vector **B** es igual a 15 (0.6 **i** + c **j** – 0.4 **k**) m.

10. Dados los vectores **A** = 3 **i** – 2 **j** + 4 **k** u y **B** = – 5 **i** + 4 **j** + 3 **k** u, encuentre el vector **C** de módulo 10 u que sea perpendicular a los vectores **A** y **B**, y su componente en y sea positiva

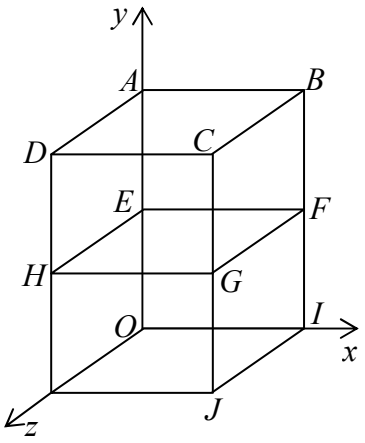
11. El lado del cubo de la figura mide 20 cm. Determine:
a) el producto **AB** • **CD**,
b) el ángulo entre **AB** y **CD**,
c) la proyección de **AB** sobre **CD**.



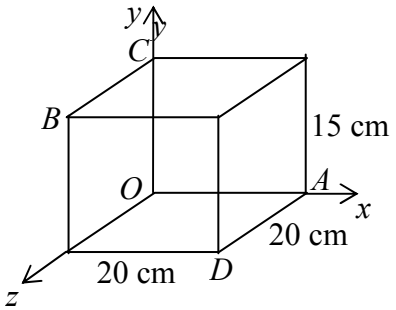
12. En la figura determine:
a) el vector **R** = 2**NP** + 3**IB** – 4**CF**,
b) el vector proyección de **NI** sobre **AD**,
c) las coordenadas del punto medio de **AD**.



13. El lado de los cubos de la figura mide 10 cm. Determine:
a) el vector **R** = **GK** + **JA**,
b) el ángulo entre **AJ** y **KG**,
c) el vector proyección del vector **KG** sobre el vector **AJ**.



14. Determine un vector de magnitud 10 cm, que tenga su componente en *y* positiva, y que sea perpendicular al plano *BCAD*.



15. Si **A** = – 4 **i** + 6 **j** – 2 **k** y **B** = 2 **i** – 6 **j** + 2 **k,** determine un vector perpendicular tanto al vector **A** como al vector **B**, cuya componente en el eje *z* sea negativa y cuya magnitud sea numéricamente igual a la superficie del paralelogramo formado por los vectores **A** y **B**.

2.2 VELOCIDAD

16. Un carro viaja a 18 km/h hacia el noroeste. ¿Cuál es la velocidad de este carro vista desde otro carro que va hacia el sur a 60 km/h?

17. Se tienen tres automóviles que circulan por carreteras rectas con velocidades $\mathbf{v}_A = 10\ \mathbf{i}$ m/s, $\mathbf{v}_B = 10\ \mathbf{j}$ m/s y $\mathbf{v}_C = 6\ \mathbf{i} - 8\ \mathbf{j}$ m/s con respecto a tierra. Desde un sistema de referencia unido al vehículo *C*, ¿qué ángulo forman las direcciones de las velocidades de los vehículos *A* y *B*?

18. Un barco navega en la dirección de un río con una rapidez de 16 km/h, y en dirección contraria con una rapidez de 10 km/h. Halle la rapidez del río.

19. Dos trenes que tienen una rapidez de 80 km/h y 50 km/h se dirigen el uno hacia el otro sobre la misma vía recta. Un pájaro que puede volar a razón de 120 km/h, vuela desde el primero de los trenes, cuando estos están separados 10 km, dirigiéndose directamente hacia el otro tren. Al alcanzar al segundo tren, vuela directamente en dirección contraria hacia el primero y así sucesivamente. ¿Cuál es la distancia total que recorre el pájaro?

20. Un insecto se mueve por una pared en línea recta vertical. En el primer ciclo de su movimiento sube 12 cm en 20 s y luego descansa 5 s, tiempo durante el cual resbala 5 cm. En el segundo ciclo sube 10 cm en 20 s y mientras descansa 5 s baja 6 cm. En el tercer ciclo sube 8 cm en 20 s y mientras descansa 5 s baja 7 cm.
a) ¿Cuál es su velocidad media durante el primer ciclo?
b) ¿Durante el primero y segundo ciclo?
c) ¿Durante el primero, segundo y tercer ciclo?

21. Un avión debe volar desde una ciudad *A* hasta una ciudad *B* situada 500 km al suroeste. El tripulante de un globo aerostático que se encuentra en la región observa que el avión se mueve con una rapidez de 800 km/h en dirección S 30° O. El globo se encuentra en reposo relativo con respecto al aire de la región. El vuelo del avión entre *A* y *B* dura 1.2 h. ¿En qué dirección sopla el viento?

22. Una ciudad se encuentra 900 km al norte de un aeropuerto. En la región hay un viento que sopla desde el S 30° E con una rapidez de 80 km/h. ¿Cuál es la velocidad del avión con respecto al aire si su viaje dura 2h?

23. Un móvil se desplaza a lo largo de una línea recta. Durante la primera cuarta parte del tiempo total avanza a 80 km/h; durante la segunda cuarta parte, a 60 km/h; y, finalmente, a 40 km/h el resto del tiempo. ¿Cuál es la velocidad media del móvil para la primera mitad de su movimiento, para la segunda mitad y para todo el movimiento?

24. El piloto de un avión desea regresar a su portaviones que está anclado a 1000 km en la dirección E 53.13° S. Del portaviones le informan que está soplando viento hacia el SO con una rapidez de 100 km/h. Si el piloto regresa en 4h, determine la velocidad del viento con respecto al piloto del avión. Considere que el avión vuela en el mismo plano horizontal del portaviones.

25. Se tienen dos partículas A y B idénticas. La partícula A se aproxima con velocidad v **i** a la partícula B que se encuentra en reposo y golpea. Por efecto del choque, A se detiene y B sale con la velocidad v **i**. Determine la velocidad que tienen las partículas A y B antes y después del choque, desde un sistema de referencia que viaja con una velocidad (v/2) **i**.

2.3 ACELERACIÓN

26. En un cierto instante las componentes tangencial y normal de la aceleración de una partícula tienen igual magnitud, y se conoce que su rapidez disminuye 3 m/s cada 2 s. Determine la magnitud de la aceleración de la partícula en ese instante.

27. Una partícula se mueve en el sentido de las manecillas por una trayectoria curva localizada en el plano *xy*. En el instante 0 s pasa por la posición –3**i** + 4**j** m con una aceleración de 8**i** + 3**j** m/s^2. Determine las componentes normal y tangencial de la aceleración de la partícula en ese instante.

28. La velocidad de una partícula está dada por **v** = (8 – t^2) **i** m/s, donde *t* es el tiempo y está en s. Determine la magnitud de la aceleración media para el intervalo de 0 a 2 s.

29. Una partícula A que se desplaza sobre el eje x tiene una rapidez de $v = 4\ t^2 - 32$ m/s, donde t es el tiempo y está en s. Determine la aceleración de la partícula para el intervalo de 3 a 5 s.

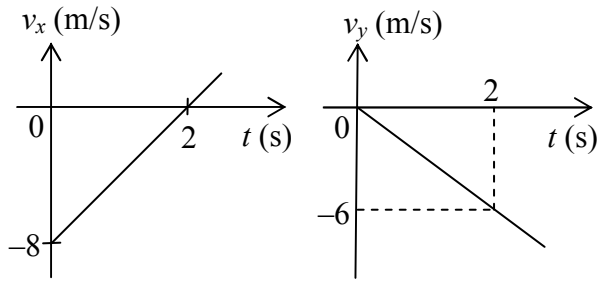
30. En cierto instante una partícula tiene una velocidad $\mathbf{v} = 8\mathbf{i} + 6\mathbf{j} + 8\mathbf{k}$ m/s y una aceleración $\mathbf{a} = -10\mathbf{j}$ m/s^2. Calcular las componentes normal y tangencial de la aceleración de la partícula en ese instante.

31. Una partícula se desplaza por una trayectoria curva. En cierto instante tiene una velocidad v = –4i –3j m/s y una aceleración $\mathbf{a} = 2\mathbf{j}$ m/s^2. Calcular las componentes tangencial y normal de la aceleración de la partícula en ese instante.

32. La velocidad de una partícula en función del tiempo está dada por los gráficos que se indican.

a) Determine la velocidad de la partícula en el instante 2 s.

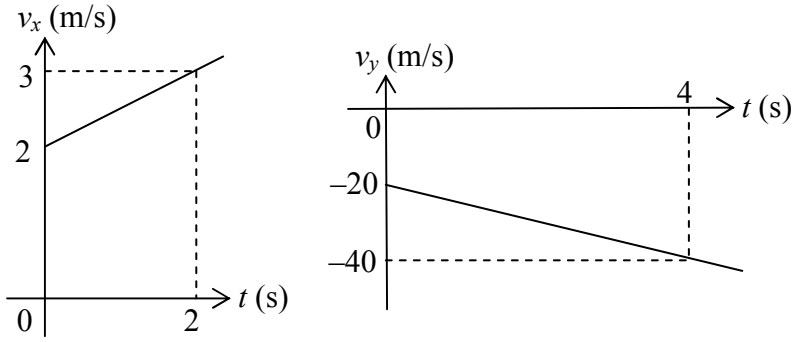
b) En el intervalo de 0 s a 2 s, ¿el movimiento de la partícula es rectilíneo o curvilíneo? Explique.



33. Se lanza una partícula desde la terraza de un edificio con una velocidad de 14.7 m/s que forma un ángulo de 30° con la horizontal. Si la aceleración es la aceleración de la gravedad, halle las componentes normal y tangencial de la aceleración de la partícula en ese instante.

34. Una partícula se mueve en sentido contrario al de las manecillas en el plano *xy*, por una pista circular de radio *R* y con una rapidez que aumenta mientras que transcurre el tiempo. En el instante en que pasa por la posición $R\,\mathbf{j}$ m su aceleración tiene una magnitud de $\sqrt{50}$ m/s^2 y sus componentes normal y tangencial tienen igual magnitud. Determinar en ese instante las componentes $\mathbf{a}_T$ y $\mathbf{a}_\mathrm{N}$ de la aceleración.

35. Una partícula se mueve de tal manera que su velocidad cambia con el tiempo como se indica en los gráficos. Determine la aceleración media de la partícula para el intervalo de 0 s a 2 s.



2.4 MOVIMIENTO RECTILÍNEO

36. En el instante 0 s la partícula *A* parte del punto (– 30, 0) m con velocidad – 20 **j** m/s, y la partícula *B* desde el punto (0, –40) m con velocidad 40 **i** m/s. Calcular la posición de *B* con respecto a *A* en el instante 10 s.

37. Una partícula se mueve con MRUV a lo largo del eje x. En el instante 1 s pasa por el origen, en t = 3 s se encuentra a 9 m del origen y en t = 6 s se encuentra a 20 m. Determinar en qué instante retorna al origen.

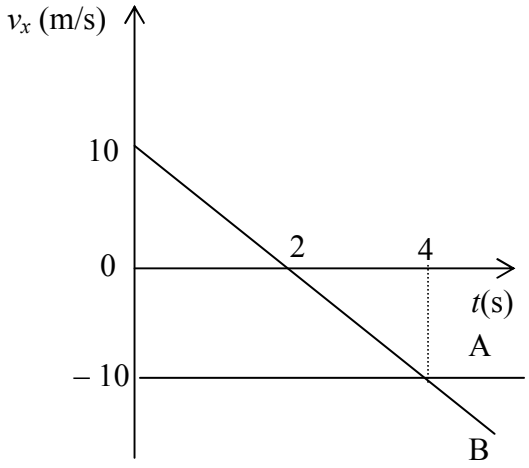
38. Una partícula que se mueve a lo largo del eje x con MRU, pasa por el punto – 12 m cuando t = 0 s y luego de 5 s pasa por el punto 33 m. Determine:

a) cuál será la posición de la partícula cuando t = 12 s,

b) en qué instante pasó por el origen de coordenadas.

39. Una partícula se mueve con MRUV de modo que la magnitud de su desplazamiento en el intervalo de 1 a 3 s es de 50 m y la magnitud de su desplazamiento entre 3 y 5 s es de 80 m. Determine el desplazamiento entre 1 y 9 s.

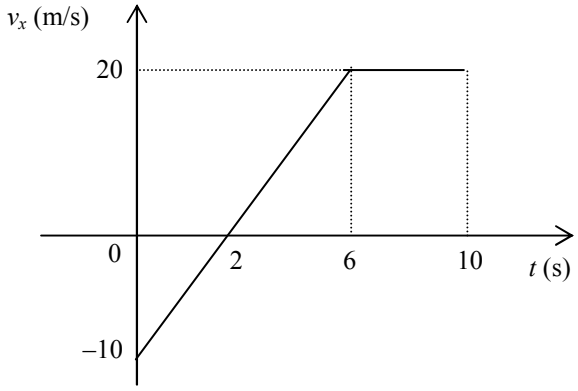
40. Dos autos *A* y *B* se desplazan de acuerdo con el gráfico de la figura. En el instante 0 s los autos se encuentran en las posiciones – 10 **i** m y – 12.5 **i** m, respectivamente. Determinar el instante en el cual el auto *B* alcanza por primera vez al auto *A*.



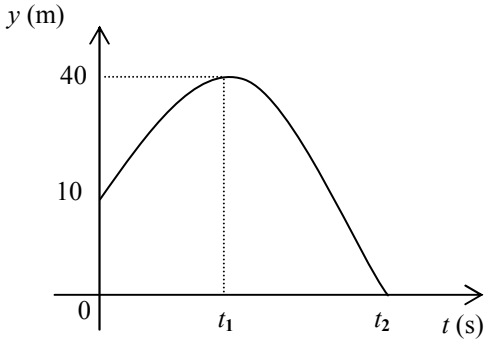
41. Un auto se mueve de manera que su velocidad cambia con el tiempo como se indica en la figura.

a) Determine la velocidad media del auto desde $t = 0$ hasta $t = 10$ s.

b) Haga el gráfico aproximado posición contra tiempo para todo el recorrido del auto, considerando que al instante $t = 0$ se encontraba en el origen del sistema de referencia.



41. Un cuerpo se lanza verticalmente hacia arriba. Su posición medida desde un nivel de referencia colocado en el suelo, cambia con el tiempo como indica la figura. Determine los valores de los tiempos t_1 y t_2.



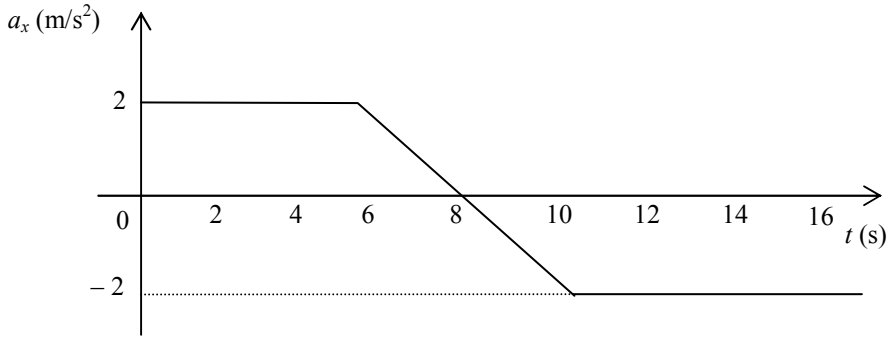
43. Dos autos A y B se mueven sobre carreteras rectas. El carro A se mueve con velocidad constante de forma que en $t_0 = 0$, $\mathbf{r}_0 = 300\ \mathbf{j}$ m y en $t_1 = 10$ s, $\mathbf{r}_1 = -400\ \mathbf{i}$ m. El carro B se mueve con aceleración constante de modo que en $t_0 = 0$, $\mathbf{r}_0 = -500\ \mathbf{i}$ m, $\boldsymbol{v}_0 = 50\ \mathbf{i}$ m/s, en $t_1 = 10$ s, $\mathbf{r}_1 = 25\ \mathbf{i}$ m. Determine la velocidad de A respecto a B a $t = 10$ s.

44. La ecuación para la posición de una partícula que se mueve sobre el eje z es $z = 10 - 0\,t - t^2$ m, donde t está en s.

a) ¿Cuál es la aceleración de la partícula?

b) Haga el gráfico velocidad contra el tiempo.

45. Una partícula se mueve a lo largo del eje x, según el gráfico. A t = 2 s, su velocidad es v_x = 20 m/s. ¿Cuál es su velocidad a los 16 s?



46. Una partícula inicialmente en reposo en el origen de coordenadas, se mueve con una aceleración de 6 **i** m/s^2 hasta que su velocidad es de 12 **i** m/s, en ese instante se le somete a una aceleración de – 12 **i** m/s^2 hasta que la distancia total recorrida desde que partió del reposo es 36 m.

a) Determine la velocidad media para todo el recorrido.

b) Haga el gráfico v_x contra t.

47. Se lanza una pelota, verticalmente hacia arriba, desde una ventana que está a 40 m del suelo. Un muchacho, que se encuentra en otra ventana a 15 m del suelo, la recoge 5 s después de que fue lanzada. Determine la velocidad de lanzamiento de la pelota.

48. Una pelota se lanza verticalmente hacia arriba con una velocidad de 30 **j** m/s desde la terraza de un edificio de altura *H*. La pelota llega al suelo con una velocidad –50 **j** m/s Determine:
a) la altura *H* del edificio,
b) la velocidad media para todo el recorrido.

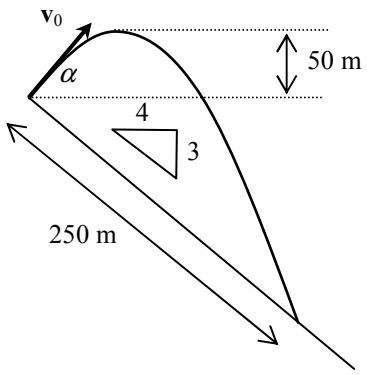
49. Se deja caer libremente un objeto desde una altura de 144 m, medida desde el piso. En el mismo instante se arroja, hacia abajo, un segundo objeto desde una altura de 216 m. ¿Cuál es la rapidez inicial del segundo objeto para que los dos lleguen al piso, al mismo tiempo?

50. Se deja caer una piedra desde una altura de 1000 m. Encuentre la relación entre el tiempo que se demora la piedra en recorrer la primera mitad de la altura y el tiempo que se demora en recorrer la segunda mitad.

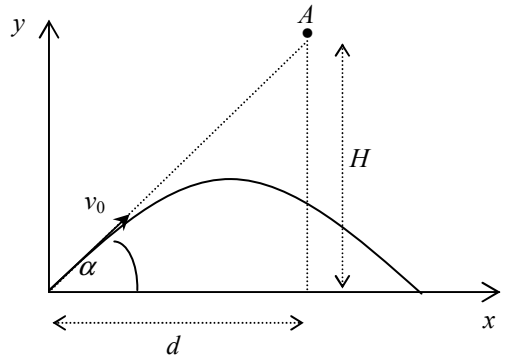
2.5 MOVIMIENTO PARABÓLICO

51. Se lanza un proyectil con una velocidad $\mathbf{v}_0 = 10\ \mathbf{i} + 5\ \mathbf{j}$ m/s. A cierto instante su velocidad es $\mathbf{v} = 10\ \mathbf{i} - 5\ \mathbf{j}$ m/s. Determine para este instante:
a) el vector posición con respecto al punto de lanzamiento,
b) el vector aceleración tangencial,
c) el vector aceleración normal.

52. Se lanza un pequeño objeto en la forma indicada en la figura. Calcule v_0 y α.



53. Con un rifle, que apunta a un blanco A, se dispara un proyectil con cierta rapidez v_0 y ángulo de lanzamiento α. Simultáneamente se deja caer el blanco. Si el alcance horizontal del proyectil es mayor que la distancia d, determine:
a) si el proyectil hace impacto en el blanco,
b) si impacta en el blanco, calcule después de qué tiempo.



54. Se lanza horizontalmente un proyectil con una velocidad $\mathbf{v}_0$. Encuentre las expresiones que definen las magnitudes de las componentes tangencial y normal de la aceleración de la gravedad para cualquier instante t. Desprecie la resistencia del aire.

55. ¿Cuál es la ecuación de la trayectoria de una partícula que ingresa con una velocidad $\mathbf{v}_0 = 2\ \mathbf{i} - 4\ \mathbf{j}$ m/s, a una región en la cual está sometida a una aceleración constante de $\mathbf{a} = -3\ \mathbf{i}$ m/s^2?

56. Un proyectil es disparado desde lo alto de un acantilado con una velocidad inicial $v_0 = 40\ \sqrt{2}$ m/s, que forma un ángulo de 45°, por encima de la horizontal. Determine:

a) la velocidad del proyectil, en el punto en que ésta forma un ángulo de 60° con la horizontal,

b) el desplazamiento del proyectil, desde el sitio de lanzamiento hasta dicho punto.

57. Se dispara una pelota con una rapidez v_0 = 10 m/s y un ángulo de 30°, por encima de la horizontal. La pelota impacta en un punto *P* de un plano inclinado, que forma un ángulo de 30° bajo la horizontal. Determine:
a) la distancia desde el punto de lanzamiento hasta el punto donde cae la pelota,
b) la velocidad en la parte más alta de la curva.

58. Una pelota es disparada con un ángulo de 60° sobre la horizontal y choca con un árbol, cuando todavía está subiendo con una velocidad de 7 m/s, que forma 30° sobre la horizontal. Determine:
a) la distancia a la que se encuentra el árbol,
b) la altura a la que se estrella la pelota.

59. Un arquero dispara una flecha con una rapidez de 30 m/s y un ángulo de 35º sobre la horizontal, para impactarla en un árbol que se encuentra a 50 m de distancia.
a) ¿A qué altura, medida desde el piso, se clavará la flecha?
b) ¿Qué ángulo formará la flecha con el árbol?

60. Desde el borde de un acantilado, se lanza un proyectil con una velocidad de 80 m/s, que forma un ángulo de 40° sobre la horizontal.
a) Determine la posición y la velocidad del proyectil, en el instante en que la componente en y de la velocidad vale $-70\ \mathbf{j}$ m/s.
b) Escriba la ecuación de la trayectoria.

61. Desde el borde de la terraza de un edificio, en el instante $t = 0$, se lanza una pelota con una rapidez de 50 m/s y con un ángulo de 30° sobre la horizontal. La pelota impacta en la calle, con un ángulo de 40° bajo la horizontal. Determine:
a) el tiempo en que se produce el impacto,
b) la posición del punto de impacto, con respecto al punto de lanzamiento.

62. Un proyectil es disparado con una velocidad de 50 m/s, que forma un ángulo de 36,87° por encima de la horizontal. El disparo se hace desde un punto que se encuentra a 200 m del filo de un acantilado, de 80 m de profundidad. Determine:
a) las coordenadas del punto por el que pasa a $t = 5$ s,
b) la velocidad media desde $t = 0$ hasta $t = 5$ s,
c) la aceleración media de $t = 0$ a $t = 3$ s,
d) el alcance,
e) la ecuación de la trayectoria,
f) la velocidad a $t = 5$ s,
g) las aceleraciones tangencial y normal a $t = 5$ s,
h) el tiempo desde que fue disparado hasta que llega al suelo,
i) la distancia del acantilado al punto de choque con el suelo.

63. Desde un automóvil, que se mueve en línea recta, con una aceleración de magnitud 1.5 m/s^2, un niño lanza hacia arriba una piedra, con una rapidez de 15 m/s, en el instante en que la rapidez del automóvil es de 36 km/h. Determine:
a) la máxima altura que alcanza la piedra,
b) el alcance de la piedra, medido desde el sitio del lanzamiento,
c) a qué distancia del automóvil cae la piedra.

64. Un bombero combate el fuego desde un punto que está a 5 m del suelo y a 8 m de la fachada de un edificio. El agua sale de la manguera con una velocidad de 10 m/s, que forma un ángulo de 60° con la horizontal. Si cada piso del edificio tiene una altura de 2.3 m, determine qué piso es el que se está incendiando.

65. Un proyectil es disparado con un ángulo de 60°, por encima de la horizontal. Cuando está descendiendo, pasa por un punto *P*, con una rapidez de 15 m/s y una aceleración tangencial de magnitud 6 m/s^2. Determine la altura máxima que alcanzó el proyectil.

2.6 MOVIMIENTO CIRCULAR

66. Una partícula se mueve con MCU, en el sentido del avance de las manecillas del reloj. A t =2 s, pasa por un punto *A* de coordenadas (–3, – 4) m, con una aceleración centrípeta de magnitud 5 m/s^2. Determine:
a) la posición a $t = 0$,
b) el espacio recorrido de $t = 0$ a $t = 2$ s,
c) el período y la frecuencia.

67. Una partícula se mueve con MUV, por una circunferencia de 1 m de radio, de tal manera que su posición angular cambia con el tiempo, de acuerdo con el gráfico de la parábola que se indica.

a) De $t = 0$ a $t = 2$ s se mueve en sentido del avance de las manecillas del reloj ___ o en sentido contrario___.

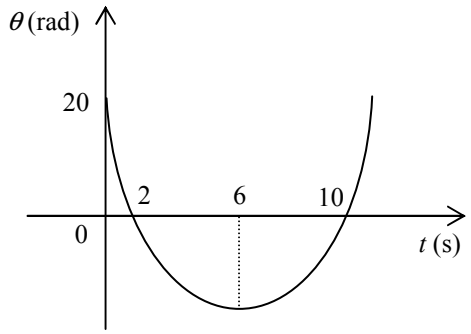
b) La aceleración angular para todo el movimiento está en sentido del avance de las manecillas del reloj ___ o en sentido contrario ___.

c) A $t = 2$ s el vector posición es:_____.

d) De $t = 6$ s a $t = 10$ s el movimiento es acelerado___ o retardado___.

e) La velocidad angular media de $t = 0$ a $t = 10$ s es:_____.

f) Haga el gráfico rapidez angular contra tiempo.



68. Una partícula se mueve por una circunferencia de tal manera que su velocidad angular cambia con el tiempo, como se indica en la figura.

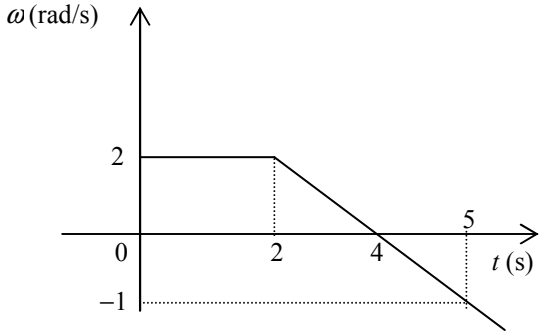
a) De $t = 0$ a $t = 2$ s se mueve con MCU___, MCUVA ___ o MCUVR ___.

b) De $t = 2$ s en adelante la aceleración angular está en sentido del avance de las manecillas del reloj ___ o en sentido contrario___ y vale_____.

c) La aceleración angular media de $t = 0$ a $t = 5$ s es _____.

d) El desplazamiento angular de $t = 0$ s a $t = 5$ s es _____.

e) A $t = 4$ s se mueve___ o no se mueve___.



69. Una partícula se mueve, con aceleración tangencial de magnitud constante, por una circunferencia de 15 cm de radio. Si la partícula parte del reposo cuando $\theta = 270º$, gira en dirección anti horaria y alcanza una rapidez angular de 900 rpm, en 20 s; para el instante $t = 1$ s, determine:

a) la posición angular,
b) la aceleración tangencial,
c) la aceleración centrípeta.

70. Una partícula se mueve, a partir del reposo, por una circunferencia de radio 10 cm, con una aceleración tangencial de módulo constante. Determine el módulo de la aceleración centrípeta de la partícula, en el instante 20 s de movimiento, si se conoce que al finalizar la quinta vuelta la rapidez es de 10 cm/s.

71. Una partícula, que parte del reposo desde la posición $\mathbf{r}_0 = \mathbf{i} + 0\ \mathbf{k}$ m y se mueve con MCUV, en dirección anti horaria, por una circunferencia horizontal, recorre 10 m en 10 segundos. Determine la velocidad angular en ese instante.

72. Un cuerpo parte del reposo y gira alrededor de un eje fijo con aceleración angular constante.

a) Demuestre que el módulo de la aceleración normal está dada por $a_N = 2\ a_T\ \Delta\theta$.

b) Determine el ángulo girado por el cuerpo hasta cuando la aceleración normal forme un ángulo de 60°, con la aceleración del sistema.

73. Una rueda de 2 m de radio, que parte del reposo, se mueve con aceleración angular constante hasta alcanzar una rapidez angular ω_1 y luego de esto, en un intervalo de 4 s, gira un ángulo de 360 radianes y alcanza una rapidez angular de 96 rad/s, determine:

a) la aceleración angular,

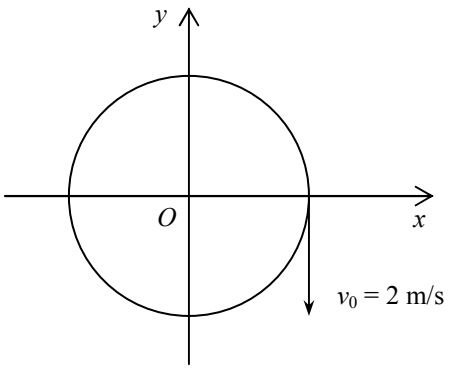
b) el tiempo del movimiento hasta alcanzar la rapidez angular ω_1,

c) la longitud de arco de circunferencia recorrida, desde que empezó a moverse hasta que alcanzó la rapidez angular de 96 rad/s.

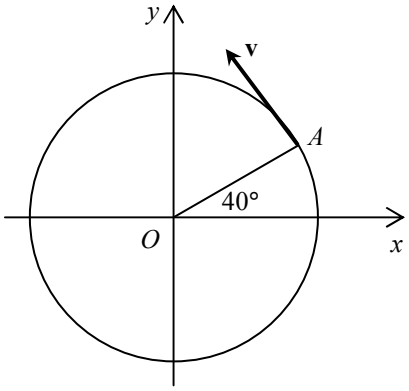
74. Una partícula, que se mueve por una circunferencia de 1 m de radio, se encuentra en la posición que se indica en la figura cuando $t = 0$. Si el radio vector de la partícula gira con una aceleración angular $\alpha = -0.5$ rad/s^2, determine:

a) el número de revoluciones desde $t = 0$ hasta $t = 10$ s,

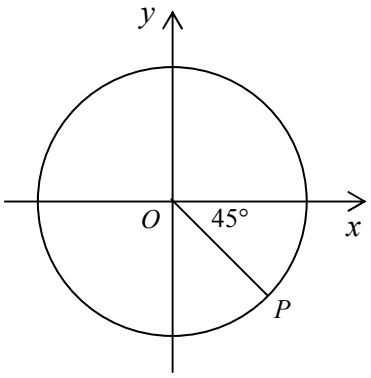
b) la aceleración instantánea en $t = 10$ s.



75. Una partícula se mueve por una circunferencia de 2 m de radio. En el instante $t = 0$, se encuentra en el punto A y se mueve como se indica en la figura, con una rapidez $v = 20$ m/s y con una aceleración angular de 2 rad/s^2. Para la partícula, determine:
a) la velocidad media en el intervalo de 0 a 2 s,
b) la aceleración cuando $t = 2$ s.



76. Una partícula se mueve con movimiento uniformemente variado, en sentido contrario al de las manecillas, sobre una circunferencia de 2 m de radio. Cuando $t = 0$, se encuentra en el punto P y su rapidez es de 2 m/s. Luego, cuando $t = 3$ s, tiene una aceleración normal de magnitud 12.5 m/s^2. Para $t = 3$ s, determine:
a) el ángulo que forma la aceleración instantánea con la velocidad,
b) el vector posición de la partícula, en términos de **i** y **j**.



77. Un carrusel, que gira a 5 rpm, acelera uniformemente de manera que después de 10 s gira a 10 rpm. Determine:

a) la rapidez angular media durante el intervalo de aceleración,

b) el módulo de la aceleración tangencial, que experimenta un niño montado en un caballito que se encuentra a 5 m del centro,

c) el módulo de la aceleración instantánea, que actúa sobre el mismo niño a $t = 10$ s.

78. Una motocicleta, cuyas ruedas tienen un diámetro de 60 cm, se mueve con una rapidez de 72 km/h, cuando se encuentra a 50 m de un semáforo en rojo. El conductor aplica los frenos y desacelera uniformemente hasta detenerse, justo en el semáforo. Determine:

a) la rapidez angular de las ruedas al momento de empezar a frenar,

b) el módulo de la aceleración angular de las ruedas,

c) el número total de revoluciones de cada una de las ruedas, desde que empieza a frenar hasta que se detiene.

79. Si la posición angular de una partícula, que se mueve por una circunferencia de 1 m de radio, en el plano *xy*, viene dada por la función: $\theta_t = \pi/2 + t + t^2$, donde θ está en radianes y *t* en segundos, determine:

a) el vector posición al instante $t = 0$,
b) si el movimiento es acelerado o retardado,
c) el vector aceleración al instante $t = 3$ s.

80. Una partícula se mueve, en dirección contraria al avance de las manecillas del reloj, por una circunferencia de 2 m de radio, en el plano *xy*, de tal manera que al instante $t = 2$ s pasa por la posición 2 **i** m, con una aceleración de – 3 **i** + 4 **j** m/s^2. Si la magnitud de la aceleración tangencial de la partícula es constante, determine:

a) la aceleración angular,
b) la velocidad al instante $t = 2$ s,
c) la velocidad angular al instante $t = 0$,
d) la posición angular al instante $t = 0$.

CAPÍTULO 3

DINÁMICA

PREGUNTAS 65

3.1 Leyes de Newton 67
3.2 Sistema de partículas 69
3.3 Impulso-variación de CML 70
3.4 Principio de conservación de la CML 72
3.5 Torque. Eq. del sólido 74
3.6 Dinámica rotacional 77
3.7 Principio de conservación de la CMA 78

PROBLEMAS 81

3.1 Leyes de Newton 81
3.2 Sistema de partículas 91
3.3 Impulso-variación de CML . 94
3.4 Principio de conservación de la CML 99
3.5 Torque. Eq. del sólido 104
3.6 Dinámica rotacional 111
3.7 Principio de conservación de la CMA 116

PREGUNTAS

3.1 LEYES DE NEWTON

1. Dado que toda acción genera una reacción, al tratar de mover un cuerpo desde el reposo, se tiene que
a) el cuerpo siempre permanecerá en reposo.
b) las fuerzas de acción y reacción se anulan entre si.
c) el cuerpo acelera si la acción es mayor que la reacción.
d) Ninguna de las respuestas anteriores es correcta.

2. ¿Cuál de las siguientes afirmaciones es correcta?
a) Siempre que haya fuerzas externas debe haber aceleración.
b) Es posible que un cuerpo esté en movimiento sin que exista una fuerza neta.
c) Es posible que un cuerpo empiece a moverse sin que exista una fuerza neta.
d) Ninguna de las respuestas anteriores es correcta.

3. Un bloque de masa m desliza, con aceleración constante a, hacia abajo de un plano inclinado que forma un ángulo θ con la horizontal. La fuerza de rozamiento es
a) $mg\,(\cos\theta) - ma$.
b) $mg\,(\text{sen}\,\theta) - ma$.
c) $(mg / \cos\theta) - ma$.
d) $(mg / \text{sen}\,\theta) - ma$.

4. De la tercera ley de Newton se puede concluir que
a) en un D.C.L. debe representarse una reacción opuesta a cada acción.
b) la acción y la reacción se anulan siempre en un cuerpo.
c) el peso es la reacción a la normal.
d) Ninguna de las afirmaciones anteriores es correcta.

5. Seleccione la alternativa que, a su juicio, define a la fuerza neta.
a) Es la responsable de que un cuerpo dado experimente una aceleración.
b) Depende de las propiedades del cuerpo y de su medio ambiente.
c) Permite relacionar el medio ambiente con el movimiento de la partícula.
d) Es la suma de todas las acciones y reacciones que actúan sobre una partícula.

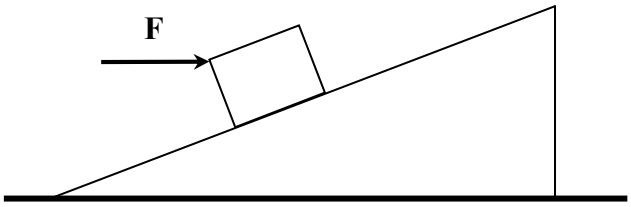
6. Un diagrama de cuerpo libre correctamente elaborado
a) deberá tener todas las fuerzas que realiza el cuerpo sobre sus alrededores.
b) no deberá tener pares de fuerzas de acción y reacción.
c) deberá tener al menos una fuerza normal.
d) podrá tener fuerzas internas solo si son significativas.

7. Según la tercera ley de Newton a toda fuerza se opone otra de igual módulo y dirección contraria ¿Esto quiere decir que todo cuerpo o sistema al que se le aplique una fuerza siempre estará en equilibrio? Sí___, no___. Explique.

8. ¿Cuál de las siguientes afirmaciones es correcta?
a) La masa y el peso son la misma cantidad expresada en diferentes unidades.
b) Si un objeto no tiene peso, tampoco tiene masa.
c) La masa y la inercia son conceptos diferentes.
d) El peso es siempre proporcional a la masa.

9. Un bloque se encuentra sobre una superficie horizontal rugosa. Se aplica una fuerza horizontal de igual magnitud que el peso. ¿Qué condiciones se deben cumplir para que el bloque esté a punto de moverse?

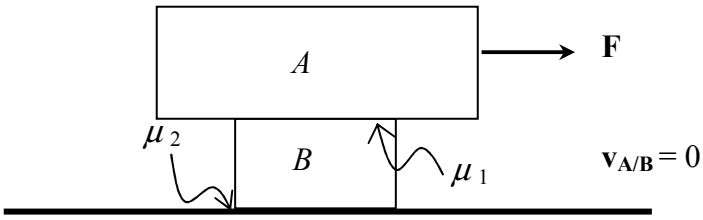
10. Haga el diagrama de fuerzas del bloque de masa *m* que desciende por el plano inclinado liso de la figura.



11. Un motociclista se mueve en el interior de una esfera. Dibuje el diagrama del cuerpo libre cuando el motociclista se desplaza, a lo largo de la mayor circunferencia horizontal.

12. Realice el diagrama de fuerzas de un bloque que es lanzado hacia arriba de un plano inclinado rugoso, con una rapidez inicial de 15m/s.

13. Realice el diagrama de cuerpo libre de los bloques *A* y *B*.



14. Al realizar el diagrama de cuerpo libre de un objeto que se desplaza por una trayectoria circular, ¿se debe graficar en él la fuerza centrípeta? Sí___, no___. Explique.

_____

_____

_____

15. Si la trayectoria del movimiento de la Tierra alrededor del Sol se considera una circunferencia, la fuerza neta que actúa sobre la Tierra es

a) cero.
b) la suma de las fuerzas centrípeta y gravitacional.
c) la diferencia de las fuerzas centrípeta y gravitacional.
d) Ninguna de las respuestas anteriores.

3.2 SISTEMA DE PARTÍCULAS

16. Para que el centro de masa y el centro de gravedad coincidan es necesario que el cuerpo sea homogéneo. Sí ___, no ___. Explique.

_____

_____

_____

17. Para un sistema de dos partículas de masas m_1 y m_2, localizadas en el eje de las x en las posiciones x_1 y x_2, respectivamente, ¿puede cumplir la siguiente relación $m_1/m_2 = -x_2/x_1$? Sí ___, no ___. Explique.

_____

_____

_____

18. ¿El centro de masa de un cuerpo extenso necesariamente debe estar localizado dentro del mismo? Sí ___, no ___. Explique.

_____

_____

_____

19. Explique las condiciones en las que el centro de masa coincide con el

a) centro geométrico, _____

_____

b) centro de gravedad. _____

_____

20. Se tiene un sólido sobre el cual actúan simultáneamente varias fuerzas en diferentes puntos. Se puede considerar que todas las fuerzas actúan en el centro de masa del sólido para analizar el estado de movimiento:
a) traslacional.
b) rotacional.
c) traslacional y rotacional.
d) Ninguna de las respuestas anteriores es correcta.

3.3 IMPULSO-VARIACIÓN DE LA CANTIDAD DE MOVIMIENTO LINEAL

21. Un niño que se encuentra sobre un piso horizontal liso patea una pelota. ¿Existe un impulso sobre el niño? Sí____, no____. Explique.

_____
_____
_____

22. Se lanza una granada verticalmente y en el punto más alto de su trayectoria explota en dos fragmentos. ¿Necesariamente los dos fragmentos deben moverse en direcciones contrarias, inmediatamente después de la explosión? Sí____, no____. Explique.

_____
_____
_____

23. Dos bolas de billar, de igual masa, que se mueven con la misma rapidez y en dirección contraria chocan entre sí. ¿La cantidad de movimiento lineal del sistema después del choque debe ser necesariamente igual a cero? Sí____, no____. Explique.

_____
_____
_____

24. ¿Cuándo las cantidades de movimiento lineal de cada una de las partículas de un sistema son iguales?

_____
_____
_____

25. Un niño empuja un bloque de madera sobre un piso horizontal rugoso describiendo una circunferencia con rapidez constante. ¿El impulso neto que actúa sobre el bloque es igual a cero? Sí____, no____. Explique.

_____
_____
_____

26. ¿Es condición suficiente que sobre un cuerpo actúe una fuerza neta **F** de magnitud diferente de cero, para que el cuerpo tenga cantidad de movimiento lineal?
Sí____, no____. Explique.

_____
_____
_____

27. Un niño y una pelota se encuentran sobre un piso horizontal liso. El niño patea la pelota en un momento determinado. La variación de la cantidad de movimiento lineal del sistema es igual____, diferente____ a cero. Explique.

_____
_____
_____

28. ¿Tiene impulso lineal un cuerpo en movimiento? Sí____, no____. Explique.

_____
_____
_____

29. ¿Tiene cantidad de movimiento lineal un cuerpo en movimiento?
Sí____, no____. Explique.

_____
_____
_____

30. ¿Qué objeto tiene mayor cantidad de movimiento lineal, un camión pesado en reposo o una patineta en movimiento? Explique.

_____
_____
_____

31. ¿Puede un cohete ser impulsado en una región completamente desprovista de atmósfera?
Si___, no____. Explique.

_____
_____
_____

32. Cuando un cuerpo cae desde una cierta altura y golpea al piso con diez unidades de cantidad de movimiento lineal, ¿en que se convierte dicha cantidad de movimiento lineal?

_____
_____
_____

33. ¿La fuerza que se requiere para detener un camión que se mueve a una velocidad **v** es mayor___, menor____o igual____que la que se requiere para detener una patineta que se mueve con la misma velocidad que el camión? El tiempo en que se detienen ambos objetos es el mismo.

_____
_____
_____

34. Si una persona lanza una pelota horizontalmente estando sobre una patineta, rodará hacia atrás con un impulso igual al de la pelota. ¿Rodará hacia atrás si efectúa los movimientos de lanzamiento de la pelota, pero sin soltarla?

35. Dos automóviles de igual masa se desplazan con la misma rapidez, el uno va hacia el sur, y el otro hacia el oeste. ¿La cantidad de movimiento lineal de los automóviles es la misma? Sí____, no____. Explique.

3.4 PRINCIPIO DE CONSERVACIÓN DE LA CANTIDAD DE MOVIMIENTO LINEAL

36. Demuestre que el principio de conservación de la cantidad de movimiento lineal aplicado a una partícula aislada es equivalente a la primera ley del movimiento de Newton.

37. Una bola de plastilina de masa m se lanza contra una pared, con una rapidez v. La bola se deforma y queda pegada a la pared. ¿Se cumple el principio de conservación de la cantidad de movimiento lineal en este caso? Sí ___, no ___. Explique.

38. Un policía que está inmóvil delante de un superior, da un paso hacia adelante para cumplir una orden. En esta acción, ¿se cumple el principio de conservación de la cantidad de movimiento lineal? Sí ___, no ___. Explique.

39. Un tirador olímpico dispara un rifle, mientras sostiene la culata del arma contra su hombro. ¿Por qué no es tan peligroso el golpe del rifle como el de la bala?

40. ¿Puede un cohete alcanzar una rapidez mayor que la de los gases de escape que lo impulsan? Sí ___, no ___. Explique.

_____

_____

_____

41. ¿Puede un bote de vela propulsarse por medio de la acción del aire de un ventilador que está unido al bote y soplando hacia las velas? Sí ___, no ___. Explique.

_____

_____

_____

42. Un canoero, que está en una canoa en un lago tranquilo, ¿puede alcanzar la orilla halando bruscamente una cuerda que está unida a la proa de su embarcación? Sí ___, no ___. Explique.

_____

_____

_____

43. Se suelta un objeto, que cae bajo la acción de la gravedad. Luego de t segundos, su cantidad de movimiento es

a) mayor que la inicial.
b) igual a la inicial.
c) menor que la inicial.
d) Ninguna respuesta anterior es correcta.

44. Un objeto, que inicialmente estaba en reposo, explota y se desintegra en tres partes de igual masa. Dos de las partes tienen la misma rapidez v, pero sus velocidades son perpendiculares entre sí. La rapidez de la tercera parte es

a) $v/\sqrt{2}$.
b) $v/2$.
c) $2\,v$.
d) $\sqrt{2}\,v$.
e) Ninguna respuesta anterior es correcta.

45. Un cajón abierto desliza sobre la superficie lisa de un lago congelado, mientras cae un fuerte aguacero. ¿Qué sucede con la rapidez del cajón mientras atraviesa sobre el lago? Justifique.

_____

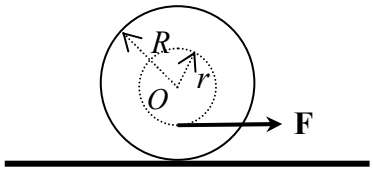
_____

_____

3.5 TORQUE. EQUILIBRIO DEL SÓLIDO

46. Una esfera homogénea de masa *m* y radio *R* se encuentra en reposo sobre una superficie horizontal lisa. Una fuerza horizontal **F**, cuya línea de acción pasa por su centro, se aplica a la esfera. El torque, respecto al centro de la esfera, generado por la fuerza **F** es igual ___, diferente ___ de cero. Justifique.

47. Sobre un carrete de hilo de masa *m* que se encuentra sobre una superficie horizontal rugosa se aplica una fuerza constante **F** mediante una cuerda, como se indica.



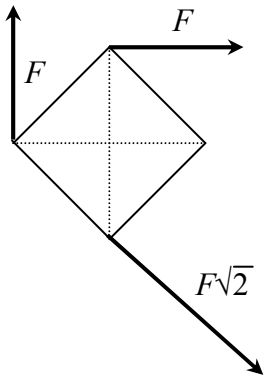
El carrete se desplaza sin rodar con una aceleración constante **a** y el torque resultante respecto a *O* es:

a) $F\,r$
b) $\mu\,mg\,R$
c) igual a cero
d) Ninguna respuesta anterior es correcta.

48. Una viga uniforme, de masa *m* y longitud *L,* que se sujeta de sus extremos, se mantiene en reposo en posición horizontal, en un instante determinado se suelta y se observa que se desplaza con MR, ¿por qué la viga no gira?

49. El disco de una amoladora de masa *m* y radio *R* gira con una velocidad angular constante de 1600 π **i** rad/s. Para detener al disco es necesario aplicar un torque horario ___, antihorario ___ respecto al centro del disco. Explique.

50. A una lámina cuadrada homogénea de masa m y lado L se aplican tres fuerzas como se indica en la figura. El torque resultante respecto al centro de la lámina es cero ___, diferente de cero ___. Justifique.



51. Una esfera homogénea de masa m y radio R se encuentra en reposo sobre una superficie horizontal lisa. Una fuerza horizontal constante **F**, cuya línea de acción pasa por el centro, se aplica a la esfera durante un cierto tiempo. La esfera
a) se desplaza y rota.
b) solo rota.
c) únicamente se desplaza.
b) Ninguna respuesta anterior es correcta

52. Un cuerpo de masa m se encuentra en reposo sobre un disco horizontal, que gira con una rapidez que aumenta mientras transcurre el tiempo. El cuerpo se encuentra a una distancia d del centro del disco. ¿El torque neto con respecto al centro de la trayectoria circular es igual a cero? Sí ___, no ___. Explique.

_____

_____

_____

53. Una partícula se desliza por la superficie interior de una pista, que tiene la forma de una semiesfera localizada en un plano vertical. Sin considerar el rozamiento entre las superficies en contacto, el torque neto respecto al centro de la pista es cero ___, diferente de cero ___. Explique.

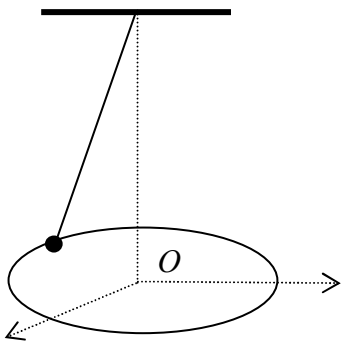
_____

_____

_____

54. Una viga homogénea de masa m y longitud L está apoyada contra una pared vertical lisa. El extremo inferior de la viga descansa sobre una superficie horizontal rugosa, de manera que la viga forma un ángulo θ con el piso. El ángulo entre la fuerza total que hace el piso sobre el extremo de la viga y la superficie horizontal
a) mide 90º.
b) mide 180º.
c) siempre es igual a θ.
d) Ninguna respuesta anterior es correcta.

55. Para el péndulo de la figura que gira en un plano horizontal, ¿el torque realizado por la cuerda respecto a *O* es cero? Sí ___, no ___. Justifique.



56. ¿Cómo debe girar una varilla homogénea de masa *m* y longitud *L*, para que el torque producido por una fuerza pueda ser evaluado escalarmente? Explique.

_____

_____

_____

57. La sumatoria de torques externos sobre un cuerpo es cero. Entonces
a) la CMA del cuerpo permanece constante.
b) necesariamente el cuerpo se mueve con MRU.
c) el cuerpo nunca se encontrará en equilibrio traslacional.
d) Ninguna respuesta anterior es correcta.

58. Si el torque resultante que actúa sobre un cuerpo extenso es igual a cero, ¿necesariamente el cuerpo se encuentra en equilibrio de traslación? Sí___, no___. Explique.

_____

_____

_____

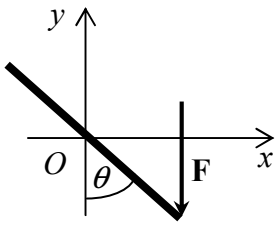
59. El disco de una amoladora (devastadora o alisadora) gira con una frecuencia de 1400 rpm. ¿Se puede afirmar que el disco está en equilibrio rotacional? Si___, no___.Explique.

_____

_____

_____

60. En la figura se muestra una varilla fija en el punto *O*, que forma un ángulo θ con la vertical.



Se aplica una fuerza **F** en un extremo de la varilla. El torque de la fuerza es máximo cuando θ tiene un valor de
a) 45º.
b) 150º.
c) 0º.
d) 90º.
Justifique.

3.6 DINÁMICA ROTACIONAL

61. Un cuerpo de masa constante, ¿necesariamente tiene un momento de inercia constante? Si ___, no ___. Explique.

_____
_____
_____

62. El momento de inercia de un cuerpo
a) es una propiedad exclusiva del cuerpo.
b) es independiente del eje alrededor del cual gira el cuerpo.
c) a) y b) son correctas.
d) Ni a) ni b) son correctas.

63. Si el torque resultante que actúa sobre un cuerpo extenso es igual a cero, ¿necesariamente el cuerpo se encuentra en equilibrio de rotación? Sí ___, no ___. Explique.

_____
_____
_____

64. Señale la afirmación correcta.
a) El torque es una cantidad escalar, perpendicular al plano de rotación.
b) El torque y la velocidad angular siempre son paralelos.
c) Si el torque externo neto es cero, entonces la CMA permanece constante.
d) Si el torque externo neto es cero, entonces la velocidad angular necesariamente permanece constante.

65. Sobre una placa de madera que se encuentra en reposo sobre una superficie horizontal lisa, se aplica, durante un intervalo de tiempo muy corto, una fuerza paralela a la superficie, en algún punto de su borde. Entonces la placa
a) no soporta ningún torque, respecto a su centro de masa.
b) necesariamente se acelera angularmente en dirección anti horaria.
c) necesariamente se traslada con aceleración constante, sin rotar,
d) sufre una variación de su CML.
e) Ninguna respuesta anterior es correcta.

66. Sobre el borde de un carrusel que gira, sin rozamiento, con velocidad angular constante, se encuentran varios niños. En determinado momento todos los niños caminan hacia el centro del carrusel. Entonces,
a) la aceleración angular del carrusel es cero pero su velocidad angular aumenta.
b) la velocidad angular del carrusel disminuye.
c) la CMA del sistema (niños y carrusel) aumenta.
d) Ninguna de las respuestas es correcta.

67. Si un cuerpo se encuentra en equilibrio traslacional, no necesariamente se encuentra en equilibrio rotacional; pero, en cambio, si el cuerpo se encuentra en equilibrio rotacional, ¿necesariamente se encuentra en equilibrio traslacional? Sí ___, no ___. Explique.

_____
_____
_____

68. La única opción para que un cuerpo aumente su velocidad angular es aplicar un torque externo neto, diferente de cero. Si ___, no ___. Explique.

_____
_____
_____

69. Una esfera se suelta desde el reposo en la parte superior de un plano inclinado rugoso, y rueda hacia abajo, sin deslizar. Entonces, a medida que pasa el tiempo:
a) la aceleración angular de la esfera permanece constante, diferente de cero.
b) la inercia rotacional de la esfera aumenta.
c) la CMA de la esfera permanece constante.
d) Ninguna respuesta anterior es correcta.

70. Para que una partícula se encuentre en equilibrio rotacional, ¿es necesario y suficiente que la fuerza neta sea cero? Si ___, no ___. Explique

_____
_____
_____

3.7 PRINCIPIO DE CONSERVACIÓN DE LA CANTIDAD DE MOVIMIENTO ANGULAR

71. ¿Se conservará la cantidad de movimiento angular en un sistema en el que actúe cualquier fuerza central? Si ___, no ___. Explique.

_____
_____
_____

72. La cantidad de movimiento angular de un satélite en órbita alrededor de la Tierra (sin considerar las fuerzas de fricción) se mantiene constante:
a) porque solo actúan fuerzas internas
b) únicamente si la órbita es circular
c) únicamente si la órbita es elíptica
d) en cualquier tipo de órbita.

73. A una piedra amarrada a una cuerda, se le da vueltas en un círculo horizontal con rapidez angular constante. Durante este movimiento:
a) la cantidad de movimiento lineal (CML) y angular (CMA) se conservan
b) se conserva la CMA y varía la CML
c) la CML es constante y varía la CMA
d) varían la CML y la CMA

74. La cantidad de movimiento angular de un sistema permanece constante
a) solo cuando la fuerza neta externa es cero.
b) solo cuando actúan fuerzas centrales de naturaleza gravitacional y eléctrica.
c) solo cuando actúan fuerzas internas.
d) Ninguna de las proposiciones anteriores es correcta.

75. En el movimiento de la Tierra alrededor del sol, considerando todas las fuerzas que actúan sobre ella, ¿se conserva la cantidad de movimiento angular? Sí___, no___. Explique.

_____
_____
_____

76. ¿Es correcto afirmar que cuando una patinadora sobre hielo gira con los brazos extendidos y luego los recoge hacia el cuerpo, cambia su velocidad angular, debido a que ha cambiado su cantidad de movimiento angular? Sí ___, no ___. Explique.

_____
_____
_____

77. Si todos los habitantes de la tierra camináramos simultáneamente hacia el este, la duración del día aumentaría ___, disminuiría ___. Explique.

_____
_____
_____

78. Suponga que en el Polo Sur se funde una capa considerable de hielo y el agua se distribuye de manera uniforme en los océanos de la tierra. La velocidad angular de la tierra aumenta ___, disminuye ___, se mantiene constante ___. Explique.

_____
_____
_____

79. Una persona se encuentra se encuentra sentada a un metro del eje de rotación de una gran mesa que gira libremente en un parque de diversiones. Si la persona avanza a rastras hacia el borde exterior de la mesa, la velocidad angular del sistema aumenta ____, disminuye _____, permanece constante ____. Explique su respuesta.

_____

_____

_____

80. Un estudiante se encuentra sentado sobre un taburete giratorio; los dos se encuentran en reposo. El estudiante sostiene una rueda de bicicleta que se encuentra girando de modo que su cantidad de movimiento angular **L** está en la dirección vertical y apuntando hacia arriba. Explique lo que sucede si el estudiante invierte el eje de rotación de la rueda en 180º.

_____

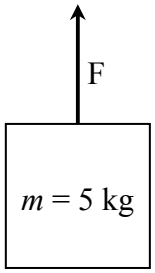
_____

_____

PROBLEMAS

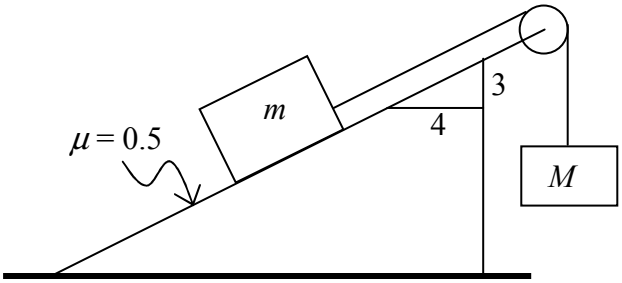
3.1 LEYES DE NEWTON

1. Determine la fuerza **F** que debe aplicarse al cuerpo de la figura para que:
a) suba con una rapidez de 20 m/s,
b) baje con una rapidez de 5 m/s.



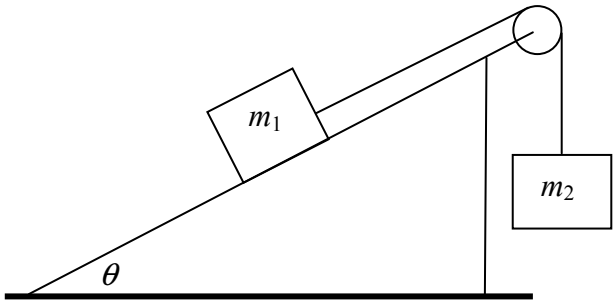
2. Un hombre empuja horizontalmente a una caja de 2 kg sobre una superficie horizontal con una fuerza de 5 N dirigida hacia la derecha. El coeficiente de rozamiento μ_e entre la superficie y la caja es 0.4. Determine la fuerza de rozamiento sobre la caja.

3. ¿Qué relaciones debe haber entre M y m, para que el sistema de la figura se encuentre en movimiento inminente? Las masas de la cuerda y de la polea son despreciables.

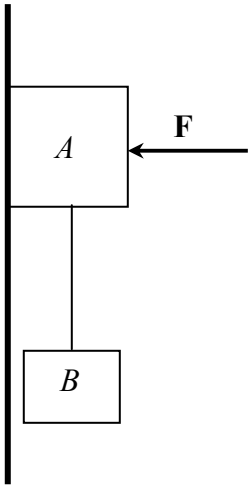


4. Una bala de 10 g que se desplaza con una velocidad de 300 **i** m/s, impacta contra un árbol de 0.5 m de espesor. La bala sale por el otro lado del árbol con una velocidad de 50 **i** m/s. Determine la fuerza promedio ejercida sobre la bala mientras atravesaba el árbol.

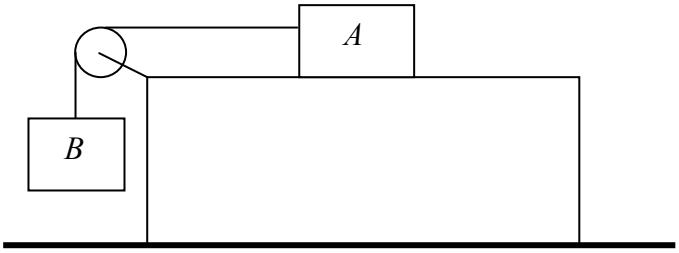
5. En el sistema de la figura, determine el valor de la masa m_2 para que esta suba con aceleración constante de 2 m/s^2. Considere que $m_1 = 12$ kg; $\theta = 53.13$ y $\mu = 0.5$.



6. Determine la magnitud de la tensión de la cuerda que une los dos cuerpos de la figura. Considere que $F = 50$ N; $m_A = 5$ kg; $m_B = 3$ kg y $\mu = 0.3$.



7. En el sistema de la figura determine:
a) para dónde se mueve o tiende a moverse el sistema,
b) la magnitud de la aceleración del sistema,
c) la magnitud de la fuerza de rozamiento que actúa sobre el bloque A.

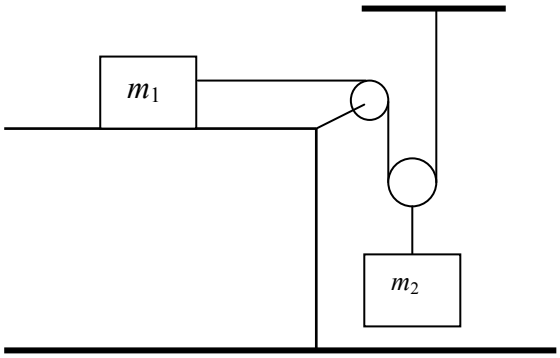


m_A=50 kg;
m_B=20 kg;
μ = 0.5.

8. Un motociclista ingresa en una superficie horizontal rugosa (μ = 0.7) de longitud 100 metros con una rapidez igual a 15 m/s. Determine si sale o no el motociclista de dicha superficie sin prender el motor.

9. Un paracaídas sujeto a un automóvil de carreras cuyo peso es 8820 N, se abre al instante en el cual la velocidad del automóvil es de 100 **i** km/h. Determine la fuerza total que se requiere para detener el automóvil sobre una superficie horizontal, a una distancia de 1000 metros, en caso de que fallen los frenos.

10. Determine las magnitudes de las aceleraciones de las masas m_1 y m_2 de la figura. Las superficies son lisas y las masas de las poleas son despreciables.



11. Un bloque de masa 2 kg está sobre un plano inclinado 36.87º, y un $\mu_{\text{cinético}} = 0.4$. ¿Cuál es la fuerza horizontal que hará que el bloque deslice hacia arriba con una aceleración de 0.2 m/s^2.

12. Un globo de 30 kg cae verticalmente con una aceleración constante de 2.5 m/s^2. ¿Qué cantidad de lastre se debe arrojar a fin de que el globo tenga la misma aceleración, pero dirigida hacia arriba? Nota: desprecie el rozamiento con el aire.

13. Por un plano inclinado, que forma un ángulo $\alpha = 15^{o}$ con la horizontal, se lanza hacia arriba un cuerpo pequeño. Determine el coeficiente de rozamiento, si el tiempo de ascenso resultó ser 2 veces menor que el de descenso.

14. Un hombre de 60 kg, que aborda un ascensor en el piso 50 de un edificio de 100 pisos, se para sobre una balanza. Cuando el ascensor empieza a moverse, él observa que la balanza marca 720 N durante 5 s, 600 N durante 20 s, 480 N durante 5 s.; Después de lo cual, el ascensor llega al reposo al final de su viaje.

a) El ascensor, ¿está en la parte más alta o más baja del edificio? Explique.
b) ¿Cuál es la altura del edificio?

15. Se hace girar un cubo con agua, de manera que describe una circunferencia vertical de 0.9 m de radio. Calcule la rapidez mínima que debe tener el cubo, en la parte más alta de la circunferencia, para que no se derrame el agua.

16. El piloto de un avión a reacción hace un rizo vertical con su nave. El avión tiene una velocidad de 600 **i** km/h en el punto más bajo del rizo. Calcule el radio mínimo del rizo para que la magnitud de la aceleración centrípeta, en el punto más bajo, sea mayor a cinco veces el valor de la gravedad.

17. Una moneda está colocada a 25 cm del centro de un disco de madera, que gira con velocidad angular constante. Se observa que la moneda resbala radialmente hacia afuera del disco, cuando su rapidez es de 50 cm/s. Calcule el coeficiente de rozamiento entre la moneda y el disco de madera.

18. El rotor de un parque de diversiones consiste en un cilindro, suficientemente grande y tapado en la parte inferior, que gira alrededor de su eje vertical con una rapidez adecuada para que una persona que se encuentra dentro de él, se mantenga "pegada" a la pared cuando se quita el piso del rotor. Si el coeficiente de rozamiento entre la persona y la pared del cilindro es μ y el radio del cilindro es R, calcule la rapidez mínima, con la que debe rotar el cilindro, para evitar que la persona caiga.

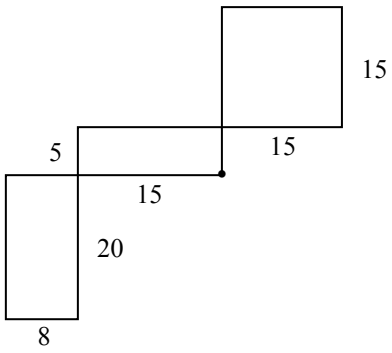
19. Si se peralta, en forma correcta, una curva de 60 m de radio, para que un automóvil pase por ella a 30 km/h, sin tender a derrapar, ¿cuál debe ser el coeficiente mínimo de fricción estática para que no derrape al correr por ella a 50 km/h?

20. Una partícula de 0.305 kg se mueve en sentido anti horario sobre una pista horizontal y circular de radio r = 2.63 m, con una rapidez uniforme v = 0.754 m/s. Determine, en el instante en que θ = 322º (medidos en sentido anti horario, a partir de la dirección positiva de las x), las siguientes cantidades:

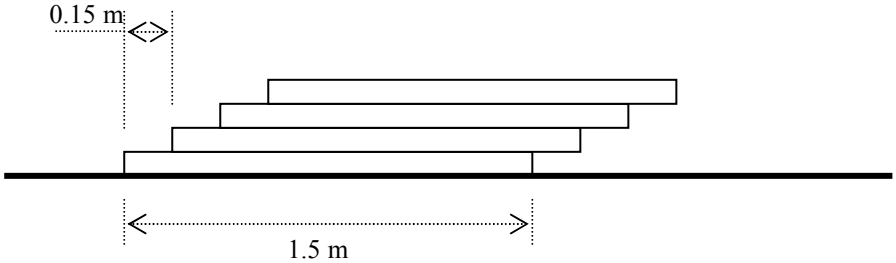
a) la componente de la velocidad sobre el eje de las x,
b) la componente de la aceleración sobre el eje de las y,
c) la magnitud de la fuerza total sobre la partícula,
d) la magnitud de la componente de la fuerza total sobre la partícula en la dirección de su velocidad.

3.2 SISTEMA DE PARTÍCULAS

21. Determine las coordenadas del centro de masa de la pieza metálica homogénea que se indica en la figura con respecto a un sistema de coordenadas colocado en el punto *A*. El espesor de la pieza es de 5 cm. Todas las dimensiones están dadas en cm.

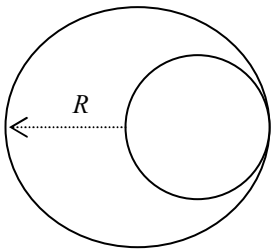


22. ¿Cuántos paquetes pueden ser apilados como se indica en la figura, tales que la posición del centro de masa de la pila de paquetes esté sobre el extremo derecho del paquete inferior?



23. En un disco uniforme, de radio *R*, se corta una sección circular de radio *r*, el centro del agujero está a una distancia *R/2* del centro del disco original. Localice el centro de gravedad del cuerpo resultante.

24. En una esfera sólida, homogénea y de radio *R* se extrae una porción esférica de radio ½ *R*, como se indica en la figura. Determine la distancia que se desplaza el centro de masa después de realizado el corte.



25. Dos partículas libres *A* y *B*, inicialmente en reposo, están separadas 2 m. Las masas de las partículas son 1 y 3 kg, respectivamente y se atraen entre sí con una fuerza constante de 10^{-2} N. Determine:

a) el tipo de movimiento del centro de masa,

b) a qué distancia de la posición en que estaba inicialmente *A* chocarán.

26. Tres partículas de masas m_1 = 2 kg, m_2 = 5 kg. y m_3 = 8 kg se encuentran inicialmente en reposo en los puntos *A* (– 5, – 5), *B* (– 3, 10) y *C* (15, 20) cm, respectivamente y sometidas a las fuerzas constantes F_1 = 50 N, *E* 36,86º *S*; F_2 = 40N, *O* 30º *N* y F_3 = – 70 **j** N, respectivamente. Determine:

a) las coordenadas del centro de masa del sistema a t = 0,

b) la velocidad del centro de masa a t = 5 s.

3.3 IMPULSO-VARIACIÓN DE CANTIDAD DE MOVIMIENTO LINEAL

27. Una pelota de 0.25 kg se suelta desde una altura de 2.45 m sobre el piso y rebota hasta una altura de 1.8 m. Si el tiempo de contacto de la pelota con el suelo es de 0.15 s, determine el valor medio de la fuerza de contacto que ejerce el piso sobre la pelota.

28. Una pelota de tenis de 80 g avanza horizontalmente hacia una raqueta, con una rapidez de 3 m/s. Después del golpe la pelota sale disparada horizontalmente con una rapidez de 4 m/s. Determine la magnitud del impulso ejercido sobre la pelota.

29. Con una escopeta de cacería de 2 kg se dispara una bala de 5 g, que sale con una velocidad de 500 **i** m/s. Si la escopeta puede retroceder libremente hasta golpear el hombro del cazador, determine la velocidad inicial de retroceso del arma.

30. Un proyectil de 10 kg, disparado verticalmente hacia arriba, cuando se encuentra en el punto más alto de su trayectoria explota en dos pedazos. Uno de los fragmentos (6 kg), cae verticalmente con una rapidez de 500 m/s. Determine la velocidad del otro fragmento.

31. El 60% de la masa de un cohete de 10 toneladas corresponde al combustible. El combustible es expulsado en forma de gases con una rapidez media de 1000 m/s. Determine la velocidad final de escape del cohete. Desprecie los efectos gravitacionales.

32. Dos bolas de plastilina *A* y *B,* de igual masa, se mueven horizontalmente con velocidades de 1 **i** m/s y –2 **i** m/s, respectivamente. Determine la velocidad del sistema, formado por *A* y *B*, que permanecen unidas luego del choque.

33. Un niño de masa m se encuentra en reposo sobre un carrito de masa 2 m, que se mueve con una velocidad v_0 **i**. Otro niño también de masa m corre hacia el carrito, con una velocidad 2 v_0 **i**, lo alcanza y se sienta sobre él. Determine la velocidad final del vehículo.

34. Un hombre de masa m, que se encuentra en reposo en una lancha de masa 4 m, lanza un paquete de masa $m/4$ con una velocidad v_0 **i,** hacia otro hombre de igual masa, que se encuentra en reposo en una lancha idéntica a la anterior. Calcule la velocidad de los dos hombres después de haber:

a) lanzado el paquete,
b) recibido el paquete.

Desprecie los efectos de la fricción del agua.

35. Un camión de 1000 kg, que se desplaza con una velocidad de 10 **k** m/s, choca contra la parte posterior de un automóvil de 500 kg, que se encuentra estacionado. Debido al choque los autos se enganchan y se mueven juntos. ¿Cuál es la rapidez de los vehículos después del choque?

36. Una persona que se encuentra sobre una canoa en reposo, arroja una roca de 1 kg con una rapidez de 5 m/s y un ángulo de elevación de 30º. La persona y la canoa tienen una masa total de 80 kg. Encuentre la velocidad de retroceso de la canoa. No considere la resistencia del agua.

3.4 PRINCIPIO DE CONSERVACIÓN DE LA CANTIDAD DE MOVIMIENTO LINEAL

37. Un globo de caucho, que se encuentra inflado con aire y en reposo, estalla en tres pedazos cuando se le pincha con un alfiler. Una parte de 0.5 g sale disparada con una velocidad 6 i m/s, que forma un ángulo de 90º con una segunda parte de 0.4 g que sale hacia arriba con una rapidez de 9 m/s. ¿Con qué velocidad sale la tercera parte que tiene una masa de 0.6 g?

38. Un patinador de 70 kg sobre hielo inicialmente en reposo, lanza un cuerpo de 0.5 kg de con una rapidez de 10 m/s hacia adelante.
a) ¿Cuál es la velocidad de retroceso del patinador?
b) Si el coeficiente de rozamiento entre el patín y la nieve es 0.1, ¿qué distancia recorre el patinador hasta detenerse?

39. El cañón de un acorazado dispara una bala de 10 kg, con una rapidez de salida de 250 m/s. El cañón pesa 5000 kg. Si el coeficiente de rozamiento entre el cañón y el piso es 0.5, determine la distancia de retroceso del cañón, luego del disparo

40. Una bala de 80 g se dispara horizontalmente, con una rapidez v, contra un bloque de madera de 3 kg que descansa sobre una superficie horizontal rugosa (μ = 0.3). La bala atraviesa el bloque y sale con una rapidez de 35 m/s. Si el bloque recorre una distancia de 1.5 m luego del impacto, determine el valor de v.

41. Si la bala del problema 40 se incrusta en el bloque y ambos se mueven durante 2.5 s después del impacto, ¿con qué rapidez *v* fue disparada la bala?

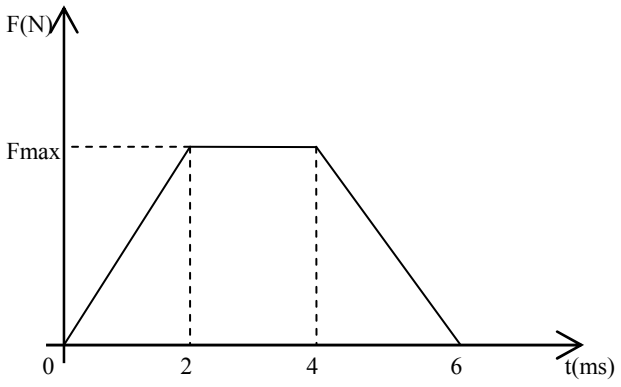
42. Dos astronautas, *A* y *B*, de 75 kg y 80 kg, respectivamente, flotan en reposo en el espacio, separados una distancia de 100 m entre sí. *A* lanza un objeto de 5 kg con una rapidez de 15 m/s directamente hacia *B*. ¿Qué distancia separa a los astronautas luego de 10 s de que *B* recibiera el objeto?

43. Un muchacho de 35 kg flota sobre una tabla de 90 kg, en reposo, y se mueve, desde el reposo, de un extremo al otro. Como resultado de dicha maniobra, su posición respecto a un punto fijo en la orilla cambia 3.2 m. Desprecie la resistencia del agua. Determine la longitud de la tabla.

44. Un proyectil de M = 10 kg se dispara desde el suelo con una v_o = 200 m/s y que forma un ángulo de 60º con la horizontal. Cuando en proyectil está en el punto más alto, una explosión interna hace que se rompa en dos partes, una de masa M/3 cae al suelo directamente bajo el punto de la explosión después de 12.5 s de esta. Determine la distancia del punto de disparo hasta el lugar donde cae la masa 2M/3.

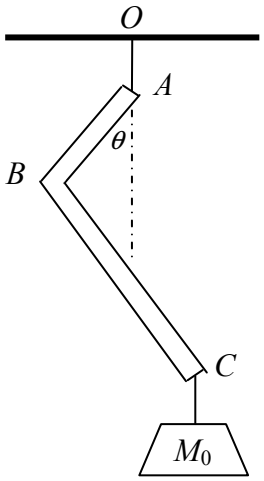
45. El arma de un guardabosque dispara 220 balas de goma de 12.6 g por minuto a una rapidez de 975 m/s. ¿Cuántas balas debe disparar contra un animal de 84.7 kg que se dirige hacia el guardabosque con una velocidad de 3.87 m/s con objeto de detener al animal en su marcha? Suponer que las balas viajan horizontalmente y caen al suelo después de dar en el blanco.

46. La figura muestra el gráfico F vs t durante la colisión de una pelota de tenis de 58 g contra una pared. La velocidad inicial de la pelota tiene una magnitud de 32 m/s y es perpendicular a la pared, rebota con la misma rapidez, también perpendicularmente a la pared. ¿Cuál es el valor máximo de la fuerza de contacto durante la colisión?



3.5 TORQUE. EQUILIBRIO DEL SÓLIDO

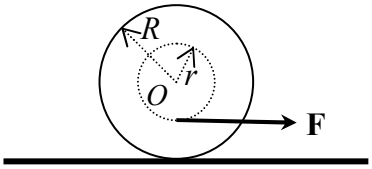
47. Dos barras rígidas homogéneas *AB* y *BC* de longitudes *L* y 2 *L*, de masas *M* pesos y 2 *M,* respectivamente, están unidas rígidamente en el punto *B* y forman un ángulo θ, cuando el sistema se encuentra en la posición de equilibrio. El extremo *C* soporta un peso M_o, como se indica. Determine el valor de M_o, en función de *M*, si el punto medio de *BC* se encuentra en la prolongación de la vertical *OA*.



48. Una regla homogénea de 1 m de longitud se encuentra en reposo, cuando un apoyo se ubica en la división 50 cm. Al colocar una moneda, de 10 gramos, en la división 12 cm, la regla se encuentra en equilibrio si el apoyo, esta vez, se coloca en la división 45.5 cm. Calcule la masa de la regla.

49. Una escalera homogénea, de 15 kg y de 3 m de longitud, está apoyada con su extremo superior redondeado en una pared lisa y con el inferior en el suelo rugoso. A 1 m de su extremo superior un hombre de 60 kg está de pie sobre la escalera, que forma un ángulo de 60º con la horizontal. Calcule la fuerza que ejerce la escalera sobre el piso**.**

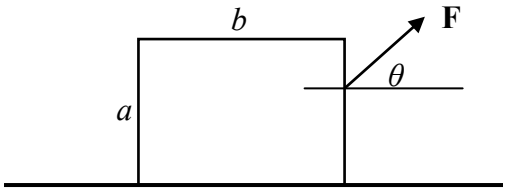
50. Sobre un carrete de hilo (yo–yo) de masa m, que se encuentra sobre una superficie horizontal rugosa, se aplica una fuerza constante **F** mediante una cuerda, como se indica. El carrete se desplaza sin girar con una aceleración constante **a.** Demuestre que el coeficiente de rozamiento entre las superficies en contacto es $\mu = (a/g) \cdot r / (R - r)$.



51. Demuestre que en la expresión que define el torque $\boldsymbol{\tau} = \mathbf{r} \times \mathbf{F}$, $\mathbf{r}$ es el vector que va desde el punto respecto al cual se desea medir el torque, hasta un punto cualesquiera de la línea de acción de $\mathbf{F}$.

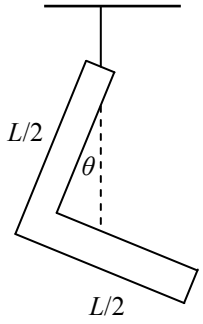
52. Una barra homogénea, de 20 kg, tiene una longitud de 1.6 m. En el extremo derecho *D*, de la barra, reposa un cuerpo de 90 kg. La barra está sobre un apoyo en el punto *C,* que dista 0.2 m de *D*. Calcule la masa, en kilogramos, que debe colocarse en el extremo izquierdo *I*, para que la barra se mantenga horizontal.

53. El bloque de masa *m,* de la figura, se encuentra en reposo sobre una superficie horizontal. Debido a la acción de la fuerza **F,** el bloque está a punto de girar en el sentido de las manecillas del reloj. Si el coeficiente de rozamiento entre el bloque y el plano es μ, demuestre que $\theta = \text{sen}^{-1}[\,(mg/F)(\mu a - b)/\mu a]$

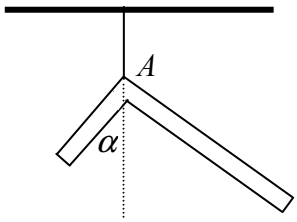


54. Una balanza está hecha de una barra rígida uniforme de longitud L y peso despreciable, que puede girar alrededor de un punto que no está en el centro de la barra. La balanza está equilibrada por platillos de peso desigual colocados en cada extremo de la barra. Cuando se coloca una masa desconocida m en el platillo de la izquierda, la balanza se equilibra con una masa m_1 colocada en el plato de la derecha. De la misma manera cuando la masa m se coloca en el plato de la derecha el sistema se equilibra con una masa m_2 en el plato de la izquierda. Demuestre que $m = \sqrt{m_1 \cdot m_2}$.

55. Una varilla homogénea de longitud L y masa m se dobla en un ángulo de 90º y se suspende de una cuerda, como se indica en la figura. Determine el valor del ángulo θ cuando la varilla está en equilibrio.



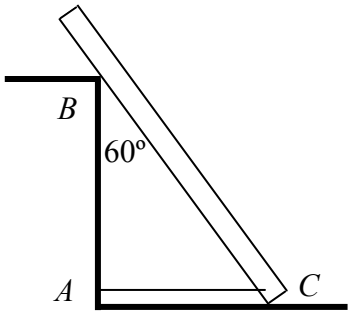
56. Una varilla homogénea, de longitud L y masa m, se dobla en ángulo recto a una distancia $L/3$, medida desde uno de sus extremos. La varilla se suspende mediante una cuerda en el punto A y permanece en equilibrio, como se indica. Calcule el ángulo α que forma el lado más corto de la varilla con la vertical.



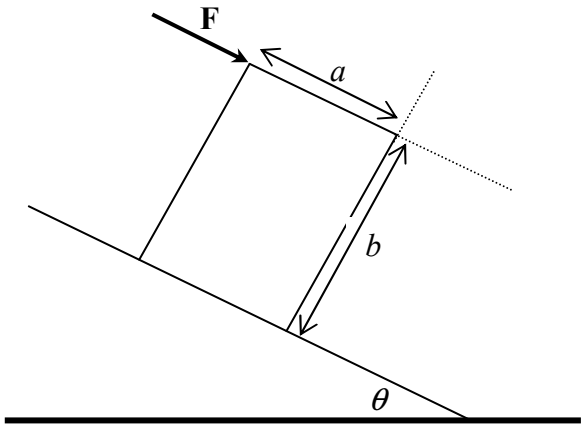
57. Una viga homogénea, de 60 kg y longitud 8 m, se apoya por uno de sus extremos sobre un piso liso en el punto *B*, situado a 3 m de altura, como se indica. La viga se mantiene en esta posición con ayuda de la cuerda horizontal *AC*. Sin considerar el rozamiento entre las superficies en contacto, calcule:

a) la tensión de la cuerda,

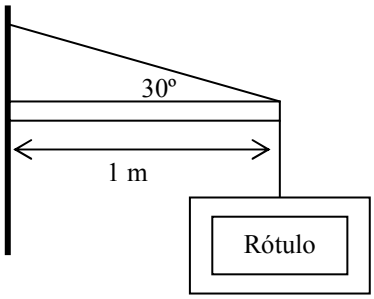
b) las magnitudes de las reacciones en *B* y en *C*.



58. Un bloque homogéneo de masa *m* se encuentra en reposo sobre un plano inclinado rugoso, que forma un ángulo θ con la horizontal. Se aplica al bloque una fuerza **F** paralela al plano inclinado, de tal manera que el cuerpo se halla a punto de volcarse. Si el cuerpo no desliza por el plano, demuestre que la magnitud de **F** es $F = \frac{mg}{2}\frac{a\cos\theta}{b} - \sin\theta$.



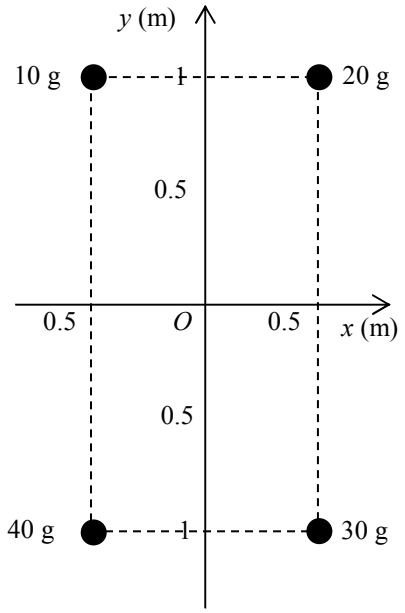
59. El rótulo de la figura pesa 5 kg. La tensión máxima que puede soportar el cable es 20000 N. Si un niño de 40 kg se cuelga del rótulo, determine si el rótulo cae.



60. Una viga homogénea, de masa *m*, está sostenida por tres hombres, uno en un extremo y los otros dos soportan la viga entre ambos con un travesaño, colocado de manera que la carga está igualmente repartida entre los tres hombres. Encuentre la posición en donde está colocado el travesaño, medida desde la posición del primer hombre. No tome en cuenta la masa del travesaño.

3.6 DINÁMICA ROTACIONAL

61. Cuatro masas se mantienen en los vértices de un rectángulo por medio de varillas ligeras, como muestra la figura. Determine el módulo del torque neto que producirá una aceleración angular de magnitud 1.5 rad/s^2 cuando el sistema gira alrededor de
a) el eje *x*,
b) el eje *y*; y,
c) un eje que pasa por *O* y es perpendicular al rectángulo formado.

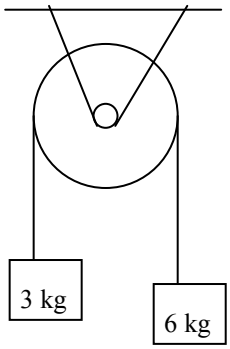


62. Un cable, que pasa sobre una polea, experimenta tensiones distintas en los lados opuestos de la polea, debido a la fricción. Si la tensión del cable en un lado tiene una magnitud de 200 N y en el otro lado, de 240 N y si la polea se puede considerar como un disco uniforme de 2 kg, de 0.8 m de radio, determine el módulo de la aceleración angular. Considere que $I_{\text{disco}} = \frac{1}{2} mr^2$.

63. Dos masas de 6 kg y 3 kg están unidas entre si por un cuerda delgada que está enrollada en una polea de 0.6 m de diámetro. Cuando $t = 0$ la masa de 6 kg se mueve hacia arriba con una rapidez de 3 m/s y alcanza una altura máxima de 2 m sobre su punto de partida. Determine:

a) el momento de inercia de la polea,

b) la tensión de la cuerda que sujeta la masa de 3 kg el instante en que el sistema momentáneamente queda en reposo.



64. Un cubo de agua de 2 kg, cuando está vacío, baja a un pozo por medio de una polea cilíndrica de 4 kg y 0.5 m de radio. El cubo parte del reposo y desciende con aceleración constante durante 1.6 segundos para alcanzar la superficie del agua. Determine:

a) la aceleración angular de la polea,

b) la distancia que debe descender el cubo hasta llegar a la superficie del agua.

Considere que $I_{\text{cilindro}} = \frac{1}{2} mr^2$.

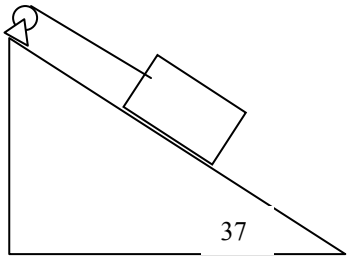
65. Una rueda de 0.2 m de radio y de 10 kg m^2 de inercia rotacional, gira a razón de 60 rpm. Para detener la rueda en 10 segundos se aplica una fuerza radial hacia adentro, de magnitud constante e igual a 80 N, mediante la aplicación de un tapón de caucho. Determine el coeficiente de rozamiento cinético entre la rueda y el tapón de caucho.

66. Un disco uniforme de 23 cm de radio y 1.4 kg de masa gira a razón de 840 rpm en un eje vertical fijo sin fricción . Para detener el disco, se oprime un tapón de caucho contra un punto del borde del disco con una fuerza de 130 N, dirigida radialmente. El disco completa 2.8 revoluciones antes de detenerse. Calcule el coeficiente de fricción entre el freno y la periferia de la rueda**.** $I = \frac{1}{2} mr^2$

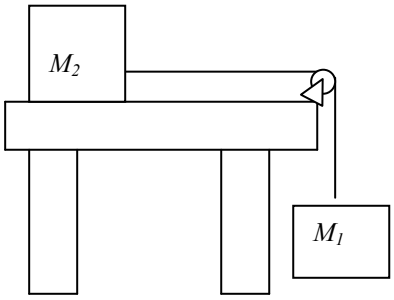
67. Cuando un avión tiene una rapidez de 40 m/s hace las maniobras necesarias para aterrizar. Las ruedas del avión tienen un radio de 1.5 m y una inercia rotacional de 150 kg m^2. Cuando las ruedas entran en contacto con la pista, comienzan a girar por efecto de la fricción y alcanzan la rapidez angular de rodamiento sin deslizar en 0.5 segundos. Si cada rueda soporta un peso de 15 000 N, determine el coeficiente de rozamiento cinético entre las ruedas y la pista.

68. Una masa de 5 kg se encuentra sobre una un plano inclinado sin fricción, como se muestra en la figura. La masa está fija a una cuerda delgada que está enrollada en un cilindro homogéneo de 4 kg de masa y 30 cm de radio. El sistema parte del reposo. Determine:

a) la aceleración de la masa,
b) la rapidez de la masa después de haberse movido 5 m.



69. En la figura las masas m_1 y m_2 se conectan por una cuerda ideal que pasa por una polea de radio R y momento de inercia I alrededor de su eje. La mesa no tiene roce, calcule el módulo de la aceleración del sistema . El coeficiente de rozamiento entre la mesa y el bloque es μ



70. Una piedra de afilar en forma de disco tiene una masa de 1.8 kg y un radio de 6.5 cm, y está girando a 750 rev/min. Cuando se desconecta el motor, una señora continúa afilando su hacha manteniéndola contra la piedra durante 15.0 s hasta que ésta deja de girar. Determine (a) La aceleración angular (si se supone constante). (b) El torque del hacha sobre la piedra de afilar

3.7 PRINCIPIO DE CONSERVACIÓN DE LA CANTIDAD DE MOVIMIENTO ANGULAR

71. Un disco *A* de 6 kg gira libremente a 400 rad/s, se acopla a un disco *B* de 3 kg, que gira libremente a 60 rad/s en sentido opuesto al de *A*. El radio del disco *A* es de 0.4 m y del disco *B* es de 0.2 m. ¿Cuál será la magnitud de la velocidad angular combinada de los dos discos después de que se acoplan? $I_{disco} = ½\, mr^2$

72. Dos muchachos, cada uno de 30 kg masa, están sentados en los extremos opuestos de un tablón horizontal, homogéneo, de longitud L = 6m y de masa 90 kg. El tablón gira libremente alrededor de un eje perpendicular al plano del tablón el cual pasa por su centro. En el instante en que la rapidez es de 33 rpm, cada muchacho camina hacia el centro a una distancia $L/4$. Determine la rapidez angular en esa posición. $I_t = 1/12mL^2$

73. Un disco *A*, horizontal, gira a 1500 rpm alrededor de un eje vertical que pasa por su centro. Un segundo disco *B* colocado en el mismo eje vertical esta inicialmente en reposo. El momento de inercia del segundo disco es la mitad del primero. Se deja caer el segundo disco sobre el primero y se observa que finalmente los dos giran con la misma rapidez angular. Determine la rapidez angular final.

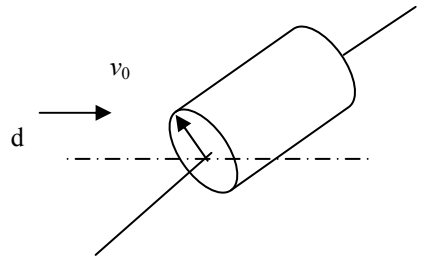
74. Un estudiante esta sentado en un taburete en rotación mientras sostiene dos masas de 3 kg cada una. Cuando sus brazos están extendidos horizontalmente, las masas están a 1 m del eje de rotación y el estudiante gira con una rapidez angular de 0.75 rad/s. El momento de inercia del estudiante y el taburete es de 3 kg m^2. El estudiante retrae sus brazos, entonces, las masas se encuentran horizontalmente a 0.3 m del eje de rotación. Determine la magnitud de la velocidad angular del estudiante.

75. Una mujer de 60 kg está de pie en el borde de una plataforma giratoria horizontal que tiene un momento de inercia de 500 kg m^2 y un radio de 2 m. El sistema está inicialmente en reposo, y la plataforma puede girar libremente en torno a un eje vertical sin fricción que pasa por su centro. En un momento dado, la mujer comienza a caminar en el sentido de las manecillas del reloj (mirando hacia abajo) en torno al borde con una rapidez constante de 1.5 m/s respecto a tierra. ¿En qué dirección y con que rapidez angular gira la plataforma?

76. Una mujer esta parada en el centro de una plataforma. La mujer y la plataforma giran con una velocidad angular de 5.0 rad/s. La fricción es insignificante. La mujer tiene los brazos extendidos y en cada mano tiene una pesa. En esta posición el momento de inercia total del sistema de rotación (plataforma, mujer y pesas) es 5.4 kgm^2.Al recoger los brazos, el momento de inercia se reduce a 3.8 kg.m^2. Encuentre la rapidez angular resultante de la mujer.

77. Una plataforma circular horizontal, gira en torno al eje vertical que pasa por su centro sin fricción. La plataforma tiene una masa de 100 kg y un radio de 2 metros. Un estudiante cuya masa es 60 kg camina lentamente desde el borde de la plataforma hacia el centro de la misma. Si la velocidad angular del sistema es de 2 rad/s, cuando el estudiante se encuentra en el borde. Determine la velocidad angular cuando el estudiante llega a un punto que está a 0.5 m del centro.

78. Se dispara un proyectil de masa m y velocidad $v_o\mathbf{i}$ hacia un cilindro sólido de masa M y radio R. El cilindro inicialmente en reposo puede girar en torno al eje horizontal fijo que pasa por el centro de masa del cilindro y alineado con este. Se asume que la trayectoria del proyectil hasta pegar el cilindro es frontal, recta y se encuentra a una distancia d (menor que R) de su eje central, como muestra la figura. Cual es la rapidez angular del sistema luego del impacto del proyectil, si m = 0.2 kg, M=20 kg, d = 010 m, R = 0.15 m, v_0 = 50 m/s.



79. Un estudiante se encuentra sentada sobre un banco giratorio, sosteniendo en cada una de sus manos una pesa de 10 kg. Cuando sus brazos están extendidos horizontalmente las pesas quedan a 1 m del eje de rotación, y el estudiante gira con una rapidez angular de 3 rad/s. El momento de inercia del estudiante mas el banco es 8 kg.m^2 y se supone que es constante. Si el estudiante mueve las pesas horizontalmente a 0.3 m del eje de rotación. Determine la rapidez angular del sistema.

80. Durante un salto hacia un compañero, un trapecista debe hacer un salto mortal cuádruple que dure un tiempo de 1.87 s. Durante el primero y último cuarto de revolución el trapecista esta totalmente estirado y su inercia rotacional es de 19.9 kg m^2 alrededor de su centro de masa. Durante el resto del vuelo el trapecista permanece en posición contraída con inercia rotacional de 3.93 kg m^2. Determine la velocidad angular del trapecista alrededor de su centro de masa, durante la posición contraída.

CAPÍTULO 4

FUERZAS GRAVITACIONAL Y ELÉCTRICA

PREGUNTAS..... 121

4.1 Fuerza gravitacional..... 123
4.2 Fuerza eléctrica 124

PROBLEMAS 127

4.1 Fuerza gravitacional..... 127
4.2 Fuerza eléctrica 132

PREGUNTAS

4.1 FUERZA GRAVITACIONAL

1. Las leyes de Kepler son aplicables a cualquier sistema solar de nuestra galaxia. Sí ___, no ___. Explique.

_____

_____

_____

2. Es posible aplicar la tercera ley de Kepler para relacionar
a) los períodos de la Luna y de la Tierra.
b) El período de la Luna con el de una de las lunas de Júpiter.
c) Los períodos de dos lunas de Júpiter.
d) Ninguna de las respuestas anteriores es correcta.

3. La ley gravitacional de Newton está dada por $F = G\dfrac{m_1 m_2}{r^2}$. La constante de Cavendish G depende ___ no depende ___ del medio que rodea a las masas que interactúan. Explique.

_____

_____

_____

4. Cuando hablamos del "peso" de un cuerpo, y de la fuerza gravitacional que ejerce la Tierra sobre dicho cuerpo, nos referimos a
a) la misma fuerza.
b) dos fuerzas diferentes, pero relacionadas entre si.
c) dos fuerzas diferentes, sin ninguna relación entre si.
d) dos fuerzas que pueden ser iguales en ciertas circunstancias.

5. Si la manzana de Newton hubiera estado a una altura de 3.84×10^8 m (distancia de la Tierra a la Luna), ¿con qué aceleración se habría desprendido del árbol la manzana? Justifique su respuesta.

6. La fuerza neta que actúa sobre la Luna es la suma de dos fuerzas, la centrípeta y la gravitacional. Sí ___, no ___. Explique.

_____

_____

_____

7. Dos personas, *A* y *B*, tienen la misma masa *m*. *A* vive en Ecuador y *B* en Canadá. La fuerza gravitacional que ejerce la Tierra sobre *A*
a) es igual a la que ejerce sobre *B*.
b) es ligeramente mayor que la que ejerce sobre *B*.
c) es ligeramente menor que la que ejerce sobre *B*.
d) puede ser mayor que la que ejerce sobre *B*, si ésta se mueve a gran velocidad.

8. Cuando un astronauta apaga los motores del cohete, éste ¿deja de estar acelerado? Sí ___, no___ Explique

_____
_____
_____

9. Si la Tierra tuviera la mitad del diámetro que realmente tiene, y su masa sería un octavo de la real. ¿Cuál sería el valor de la gravedad en la superficie de esta Tierra?

_____
_____
_____

10. La masa de la Luna es 0,012 veces la de la Tierra y su diámetro es un cuarto del de la Tierra. ¿Cuál es el valor de la gravedad en la superficie de la Luna?

4.2 FUERZA ELÉCTRICA

11. Cuando dos cuerpos *A* y *B*, eléctricamente neutros, se frotan entre sí, ocurre una transferencia de electrones. Finalmente, la carga eléctrica neta que adquiere cada cuerpo es de:
a) igual signo y diferente valor,
b) igual signo e igual valor,
c) diferente signo e igual valor,
d) diferente signo y diferente valor.

12. Cuando se coloca un objeto cerca de un electroscopio electrizado negativamente, se observa que las hojas del electroscopio se separan. La carga del objeto acercado es positiva ___, negativa ___. Explique.

_____
_____
_____

13. La fuerza eléctrica que una carga puntual ejerce sobre otra, ¿cambia cuando un electrón se acerca a ellas? Sí ___, no ___. Explique.

_____
_____
_____

14. Durante el proceso de electrización de un cuerpo, ¿en qué instante se produce la descarga del cuerpo, pese a no estar en contacto con otro cuerpo?

_____

_____

_____

15. Una carga de –2 μC está en un punto A bajo la acción de una fuerza eléctrica de –3 μN **j**. ¿La dirección del campo eléctrico en el punto A es –**j**? Sí ___, no ___. Explique.

_____

_____

_____

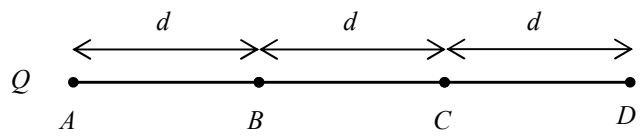
16. ¿Se puede construir un escudo para resguardarse del campo eléctrico?
Sí ___, no ___. Explique.

_____

_____

_____

17. Para la carga Q que se muestra en la figura, el campo eléctrico en el punto B es E **i**. En el punto D el módulo de la intensidad del campo eléctrico es
a) $3E$ ___. b) $E/3$ ___. c) $E/9$ ___. d) $9E$ ___.



18. Un objeto eléctricamente neutro ¿puede ser atraído por otro objeto cargado positivamente porque las cargas en el cuerpo neutro se redistribuyen? Sí ___, no ___. Explique.

_____

_____

_____

19. Una carga q está separada una distancia d de otra carga $4q$. Si F_1 es la fuerza que ejerce la carga q sobre otra carga $4q$, y F_2 es la fuerza que ejerce la carga $4q$ sobre la carga q. La relación entre ellas es
a) $F_1 = 10F_2$,
b) $F_2 = 10F_1$,
c) $F_1 = F_2$.
d) No se puede determinar porque faltan datos.

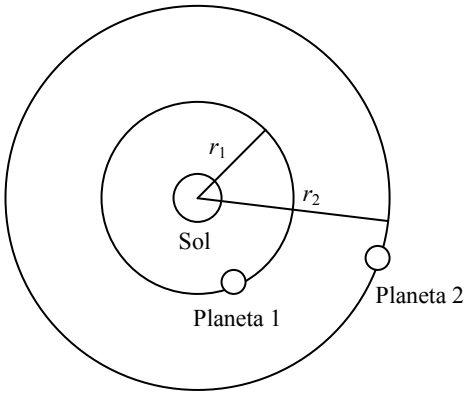
20. Tres cargas positivas se desplazan alrededor de un punto A, a la misma distancia r y con una rapidez constante v. El campo eléctrico en A
a) permanece constante.
b) aumenta con el tiempo.
c) siempre tiene el mismo módulo.
d) cambia en módulo y en dirección.

PROBLEMAS

4.1 FUERZA GRAVITACIONAL

1. Demuestre que la variación relativa de la aceleración de la gravedad de la tierra g está dada por la expresión $\frac{\Delta g}{g} = -\frac{2h}{R_T}$.

2. En el sistema de la figura determine la relación de las rapideces de los planetas 1 y 2, en función de los radios R_1 y R_2



3. La aceleración en caída libre sobre la superficie de la Luna es alrededor de un sexto de la que hay en la superficie de la Tierra. Si el radio de la Luna es de unos $0.25R_T$, encuentre la razón entre el promedio de sus densidades, $\rho_{\text{Luna}}/\rho_{\text{Tierra}}$.

4. Conociendo el radio de la tierra $R_T = 6.4 \times 10^6$ m, y la aceleración de la gravedad $g = 9{,}81$ m/s^2, determine la masa de la tierra.

5. Una grúa puede elevar como máximo dos toneladas desde el suelo. Determine la masa que puede elevar si el radio de la Tierra se redujera a la mitad sin variar la densidad de la misma.

6. Dos cuerpos se atraen entre si con una fuerza gravitacional de magnitud 1×10^{-8} N cuando están separados una distancia de 20 cm. Si la masa total de los dos cuerpos es de 5 kg, ¿cuál es la masa de cada uno?

7. ¿A qué altura de la superficie terrestre se debe colocar un satélite estacionario? Se entiende por satélite estacionario aquel que, para un observador en Tierra, siempre permanece en la misma posición.

8. ¿Cuál debería ser la duración de un día terrestre para que una balanza colocada en el Ecuador marque la mitad del peso real de una persona?

9. En algún punto del espacio entre la Tierra y la Luna, la fuerza gravitacional neta ejercida sobre un cuerpo cualquiera es cero. A qué altura sobre la superficie terrestre está ese punto. La distancia Tierra-Luna es de 3.84×10^8 m y la masa de la Luna es el 1.2% de la masa de la Tierra.

10. ¿En qué porcentaje la presencia de la Luna cambia el valor de la gravedad ($9.8 m/s^2$) en la superficie terrestre? Asuma que el centro de la Tierra, el cuerpo que cae y el centro de la Luna están en una misma línea recta.

4.2 FUERZA ELÉCTRICA

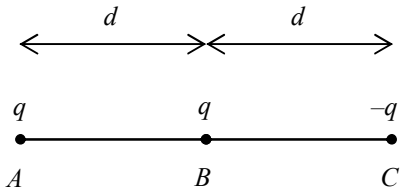
11. Las cargas eléctricas puntuales q y $4q$ están separadas una distancia L. Una tercera carga se coloca de tal manera que el sistema completo se mantiene en equilibrio. Encuentre el valor y la posición de la tercera carga.

12. Dos cargas eléctricas puntuales de 100 μC y de 0.02 gr de masa están suspendidas por cuerdas ideales de 3 m de longitud; el otro extremo de las cuerdas está fijo en un mismo punto. Determine el ángulo θ que deben formar las cuerdas para que las cargas estén en equilibrio.

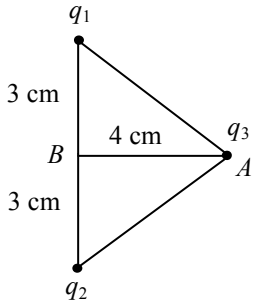
13. Dos cargas eléctricas Q se colocan en cada uno de los dos vértices opuestos de un cuadrado de lado L. Otras dos cargas q se colocan en los otros dos vértices. Para que la fuerza resultante sobre cada una de las cargas Q sea cero, determine
a) el signo de las cargas Q y q,
b) la relación Q/q.

14. En un punto definido por el radio vector $\mathbf{r}_0 = 2\mathbf{i} + 3\mathbf{j}$ m se encuentra una carga de 50 μC. Halle la intensidad de campo eléctrico $\mathbf{E}$ y su módulo en un punto definido por el radio vector $\mathbf{r} = 8\mathbf{i} - 5\mathbf{j}$ m.

15. Determine el campo eléctrico en los puntos A, B y C de la figura. Se conoce que $q = 30\ \mu C$ y $d = 2$ cm.



16. Determine la variación que experimenta el campo eléctrico en el punto A cuando la carga $q_3 = -5$ nC que inicialmente se encontraba en ese punto es llevada al punto B. Se conoce que $q_1 = 2$ nC y $q_3 = 4$ nC. (1 nC = 10^{-9} C.)



17. En los vértices A, B y C de un triángulo equilátero se encuentran las cargas $q_A = 2\ \mu C$, $q_B = 2\ \mu C$ y $q_C = -2\ \mu C$, respectivamente. Determinar la carga que debe colocarse en un punto del lado AB para que la fuerza neta sobre la carga q_C sea cero.

18. El campo eléctrico entre dos placas horizontales de 10 cm de longitud y cuya separación es de 3 cm, es de 1.2×10^4 N/C. Un electrón entra al campo por el borde izquierdo de la lámina inferior con una rapidez de 26519.74×10^3 m/s y un ángulo de 30° sobre la horizontal.

a) ¿Chocará el electrón contra alguna de las placas?

b) Si impacta a una placa, ¿en dónde lo hace?

19. Un electrón es lanzado dentro de un campo eléctrico uniforme de intensidad de 5000 N/C dirigido verticalmente hacia arriba. La velocidad inicial del electrón es 10^7 m/s y forma un ángulo de 30° sobre la horizontal. Calcular la altura máxima alcanzada por el electrón.

20. En el espacio comprendido entre dos láminas planas y paralelas, cargadas con cargas iguales y opuestas, existe un campo eléctrico uniforme. Un electrón abandonado en reposo sobre la lámina cargada negativamente llega a la superficie de la lámina opuesta, situada a 2 cm de distancia de la primera, al cabo de 1.5×10^{-8} s. Calcule:
a) la intensidad del campo eléctrico,
b) la velocidad del electrón cuando llega a la segunda lámina.

CAPÍTULO 5

TRABAJO Y ENERGÍA

PREGUNTAS 139

5.1 Principio Trabajo-Energía 139
5.2 Fuerzas centrales y energía potencial 143
5.3 Potencial eléctrico y diferencia de potencial . 144

PROBLEMAS..... 147

5.1 Principio Trabajo-Energía 147
5.2 Fuerzas centrales y energía potencial 159
5.3 Potencial eléctrico y diferencia de potencial . 164

PREGUNTAS

5.1 PRINCIPIO TRABAJO-ENERGÍA

1. ¿Puede un cuerpo tener energía cinética aunque la fuerza neta que actúa sobre él sea cero? Sí ___, no ___. Explique.

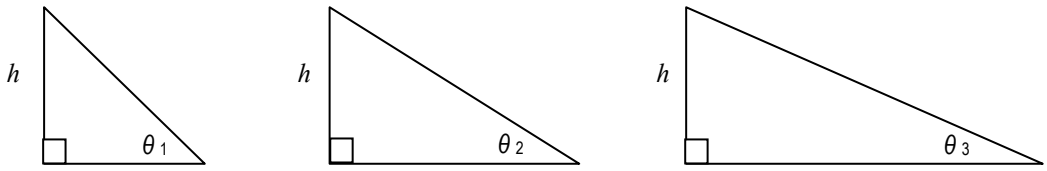
2. ¿Puede cambiar la energía cinética de un cuerpo si la fuerza neta que actúa sobre él es nula? Sí ___, no ___. Explique.

3. ¿La fuerza de rozamiento estática puede disipar energía de un cuerpo?
Sí ___, no ___. Explique.

4. ¿Es correcta la proposición "El trabajo es negativo cuando la fuerza neta está a favor del movimiento"? Sí___, no___. Explique.

5. Dé un ejemplo en el cual la fuerza normal realice trabajo mecánico.

6. Se quiere subir una caja de masa *m* desde el suelo hasta una altura *h*, por los 3 planos inclinados de la figura. El trabajo realizado por el peso es el mismo ___ o diferente ___ para los 3 planos inclinados. Justifique.



7. ¿Se puede conservar la energía mecánica total de un cuerpo si sobre él actúa una fuerza de rozamiento? Sí ___, no ___. Explique.

_____
_____
_____

8. Si la energía potencial de un cuerpo aumenta, podemos afirmar que el peso del cuerpo
a) realiza un trabajo positivo.
b) realiza un trabajo negativo.
c) no realiza ningún trabajo.
d) Ninguna de las afirmaciones anteriores es correcta.

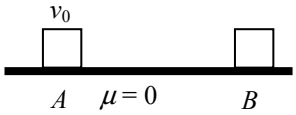
9. El trabajo realizado por la fuerza elástica cuando un resorte se comprime de 0 a 1 cm es mayor ___, menor ___ o igual ___ que el trabajo realizado por dicha fuerza, cuando el resorte se comprime de 4 cm a 5 cm. Explique.

_____
_____
_____

10. ¿Podría darse el caso en que el trabajo realizado por el peso de un cuerpo sea cero? Sí ___, no ___. Explique.

_____
_____
_____

11. El trabajo realizado para desplazar un bloque de masa m desde A hasta B es de 2000 J, esto quiere decir que se invirtieron 2000 J para llevarlo de A a B.

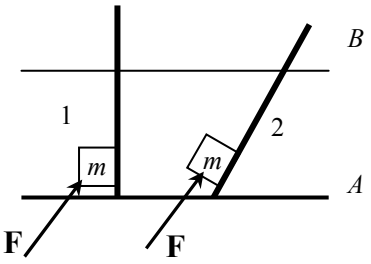


Si en A tiene una rapidez v_0, el bloque
a) debe arrastrarse con una fuerza necesariamente constante para llegar a B.
b) llega a B con una rapidez $v < v_0$.
c) llega a B con una rapidez $v > v_0$.
d) Ninguna afirmación es correcta.

12. Si dos partículas de masas diferentes m_1 y m_2 tienen iguales energías cinéticas, la relación entre las magnitudes de sus cantidades de movimiento lineal (p_1 / p_2) es igual a
a) 0.
b) m_1 / m_2.
c) v_1/ v_2.
d) Ninguna respuesta anterior es correcta.

13. En un movimiento circular uniforme en el plano horizontal, el trabajo realizado por el peso del cuerpo al pasar por la misma posición por segunda ocasión es
a) $2\pi Rmg$.
b) mgh.
c) 0.
d) Ninguna respuesta anterior es correcta.

14. El cuerpo de masa *m* de la figura se debe llevar del nivel *A* al nivel *B*; para lo cual se pueden usar las trayectorias rugosas 1 y 2.



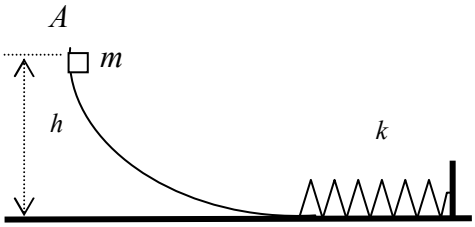
El trabajo realizado por el peso en la trayectoria 1 es mayor ___, menor ___ o igual ___ que el trabajo realizado en la trayectoria 2. Justifique su respuesta.

_____

_____

_____

15. Un bloque de masa *m* desliza hacia abajo desde *A*, por una pista sin rozamiento, como se indica en la figura.



La compresión máxima del resorte es

a) mgh.
b) mgh / k.
c) $\sqrt{2\, mgh / k}$.
d) Ninguna respuesta anterior es correcta.

16. En la expresión $T_{ext} = \Delta E_C + \Delta E_P + T'$, T_{ext} es

a) el trabajo de las fuerzas conservativas que actúan sobre el cuerpo.
b) el trabajo de todas las fuerzas que actúan sobre el cuerpo.
c) el trabajo de todas las fuerzas no conservativas que actúan sobre el cuerpo.
d) Ninguna de las respuestas anteriores es correcta

17. Un bloque sube por un plano inclinado con velocidad constante. La energía potencial en la parte más alta del plano es mayor ___, menor ___ o igual ___ que la variación de energía cinética producida durante la subida. Explique.

_____

_____

_____

18. Dos cuerpos idénticos resbalan hacia abajo por dos planos inclinados rugosos, desde una altura h_1 hasta una altura h_2. Si el coeficiente de fricción es el mismo en ambos planos y un plano tiene mayor inclinación que el otro ($\theta_1 > \theta_2$), entonces
a) las pérdidas por fricción son iguales en ambos planos.
b) el trabajo hecho por el peso es mayor en el plano de mayor inclinación.
c) el trabajo hecho por la fuerza gravitacional es mayor en el plano menos inclinado.
d) Ninguna respuesta es correcta.

19. Un cuerpo baja por un plano inclinado con velocidad constante. Esto necesariamente implica que el trabajo
a) de la fuerza de rozamiento es cero.
b) hecho por el peso es igual a la variación de la energía cinética.
c) hecho por el peso es igual al trabajo hecho por la fuerza de rozamiento.
d) Ninguna respuesta es correcta.

20. El trabajo realizado por el peso sobre un bloque que desciende por un plano inclinado rugoso
a) puede ser mayor que el trabajo realizado por la fuerza de rozamiento.
b) no puede ser mayor que el trabajo realizado por la fuerza de rozamiento.
c) depende del trabajo realizado por la fuerza de rozamiento.
d) Ninguna respuesta anterior es correcta.

21. Solo el trabajo mecánico se puede calcular como el producto escalar entre la fuerza y el desplazamiento. Es correcto ___, incorrecto ___. Explique.

_____
_____
_____

22. En el cálculo del trabajo neto que se realiza sobre una partícula, ¿se debe tomar en cuenta el trabajo de las fuerzas conservativas? Sí ___, no ___. Explique.

_____
_____
_____

23. Si el trabajo neto sobre una partícula es igual a cero, esto significa que necesariamente
a) la variación de energía potencial gravitacional es cero.
b) la variación de energía cinética es cero.
c) el trabajo de la fuerza externa es igual al trabajo de la fuerza de rozamiento.
d) el trabajo del peso es igual al trabajo de la fuerza externa.

24. Sobre una partícula que se mueve en una superficie horizontal rugosa se realiza un trabajo de 100 J. Entonces se puede asegurar que
a) el bloque se mueve con rapidez constante.
b) la fuerza que actúa sobre el bloque es constante.
c) el trabajo hecho por el peso es igual a 100 J.
d) el trabajo hecho por el peso es igual a cero.

25. Si un cuerpo se mueve con velocidad constante, ¿se puede asegurar que el trabajo de las fuerzas externas es igual al negativo del trabajo de la fuerza de rozamiento? Sí ___, no ___. Explique.

5.2 FUERZAS CENTRALES Y ENERGÍA POTENCIAL

26. Señale la afirmación correcta:
a) La estación espacial no tiene campo gravitacional ___.
b) La gravedad terrestre es una constante ___.
c) El Sol no influye en las mareas terrestres ___.
d) Ninguna de las afirmaciones anteriores es correcta ___.

27. ¿Si un planeta tiene 8 veces la masa de la Tierra pero su radio es igual al diámetro terrestre, entonces su gravedad será menor ___, igual ___ o mayor ___ que la gravedad terrestre? Explique.

28. ¿Podría existir un planeta a una distancia de 1.49×10^8 km del sol y con un período de traslación $T = 10$ años? Sí ___, no ___. Explique.

29. Una cubeta de pintura se hace girar usando una cuerda de 0.5 m de longitud con MCU en un plano vertical. La mínima rapidez angular con la que todavía no se derrama la pintura es

a) $\omega = \sqrt{\frac{g}{R}}$.

b) $\omega = \sqrt{gR}$.

c) $\omega = \frac{mg}{R}$.

d) Ninguna respuesta anterior es correcta.

30. ¿Se puede encender una vela fuera de una estación espacial? Sí ___, no ___. Explique.

31. ¿El campo eléctrico es un campo de fuerzas centrales? Sí ___, no ___. Explique.

32. El trabajo requerido para mover una carga eléctrica por una superficie equipotencial es cero ___, diferente de cero ___. Explique.

33. El trabajo para trasladar una carga eléctrica de un punto a otro en presencia de campo eléctrico, ¿depende de la trayectoria seguida? Sí ___, no ___. Explique.

34. El trabajo para trasladar una carga eléctrica en un campo eléctrico se da bajo la acción de una fuerza electrostática de magnitud constante ___, variable ___. Explique.

35. La energía que debe invertirse para trasladar una masa, por una trayectoria cerrada, bajo la influencia del campo gravitacional es nula ___, diferente de cero ___ o no se puede predecir ___. Explique.

5.3 POTENCIAL ELÉCTRICO Y DIFERENCIA DE POTENCIAL

36. Dos esferas conductoras de distinto radio, poseen carga eléctrica y están conectadas a través de un hilo conductor. ¿Cuál tendrá mayor densidad superficial de carga?

37. Explique la diferencia entre potencial eléctrico y energía potencial eléctrica.

38. El potencial eléctrico, a mucha distancia de una distribución de cargas con simetría esférica, se considera cero. ¿Se adopta la misma convención si la distribución de cargas tiene simetría cilíndrica o plana? ¿Por qué?

39. ¿En qué tipo de clima se descargará más fácilmente la batería de un automóvil?

40. Un positrón acelerado por una diferencia de potencial adquiere una velocidad de 0.3 *c*, donde *c* es la velocidad de la luz en el vacío. ¿Qué velocidad adquirirá un protón acelerado por la misma diferencia de potencial?

41. Si el campo eléctrico es constante en una región, ¿Qué puede decir del potencial en dicha región?

42. Explique el principio de funcionamiento del generador electrostático de Van de Graaff.

43. Una esfera conductora cargada y en equilibrio electrostático, ¿es una superficie equipotencial?

44. Si un protón se abandona en reposo en un campo eléctrico uniforme, ¿su energía potencial aumenta o disminuye? ¿Y su potencial?

45. De una interpretación física del hecho de que la energía potencial eléctrica de un par de cargas de igual signo es positiva, mientras que la energía potencial eléctrica de un par de cargas de distinto signo es negativa.

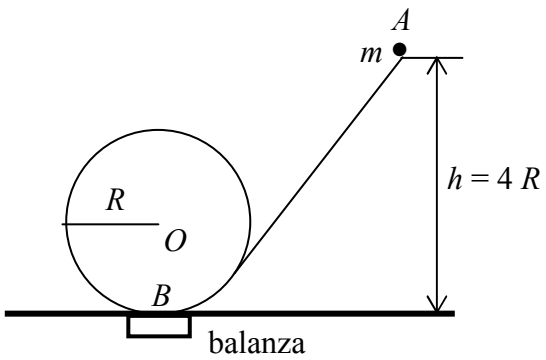
PROBLEMAS

5.1 PRINCIPIO TRABAJO-ENERGÍA

1. Un bloque de 5 kg parte del reposo y es empujado a lo largo de una superficie horizontal rugosa, mediante una fuerza horizontal de 25 N. Si el coeficiente de rozamiento es igual a 0.2 y el bloque se traslada 3 m, determine:

a) el trabajo realizado por la fuerza sobre el bloque,
b) el trabajo realizado por la fuerza de rozamiento,
c) el trabajo neto,
d) la variación de energía cinética,
e) la velocidad final.

2. Una pequeña esfera de masa m se deja caer desde el punto A por la pista sin rozamiento de la figura. Si en la parte más baja B de la pista hay una balanza, determine cuánto marca la balanza en el instante que la esfera pasa por B. Resuelva el problema utilizando la relación trabajo-energía.



3. Un hombre que corre tiene la mitad de energía cinética que la de un niño cuya masa es la mitad de la del hombre. Si el hombre aumenta su rapidez hasta alcanzar 1.61 m/s, entonces su energía cinética se hace igual a la del niño. Determine las rapideces inicial del hombre y del niño.

4. Un bloque de 20 kg es halado con una fuerza de 16 N que forma un ángulo de 30° con la horizontal. El bloque se mueve con velocidad constante sobre el piso horizontal. Determine:

a) el coeficiente de rozamiento entre el piso y el bloque,
b) el trabajo realizado por la fuerza de rozamiento cuando el bloque recorre 8 m.

5. Para un bloque de 1 kg, que se mueve a lo largo de un plano inclinado 15° con la horizontal, se determinó su estado energético en dos puntos *A* y *B*. En *A,* la energía cinética resultó ser 30 J y la energía potencial gravitacional, 40 J; en *B* solo tuvo energía potencial gravitacional de 50 J. Determine:

a) si el bloque desciende,

b) el coeficiente de rozamiento.

6. Una varilla de longitud L y masa despreciable puede girar en un plano vertical alrededor de un eje fijo que pasa por su centro. En cada extremo de la varilla se sujeta un cuerpo, el uno de masa m y el otro de masa $2\ m$. El sistema se suelta desde la posición horizontal y empieza a girar alrededor del eje. Determine la rapidez de las masas cuando pasan por la posición vertical.

7. Un cuerpo de masa m parte del reposo y desliza sobre un plano inclinado θ con la horizontal; luego continúa moviéndose sobre un plano horizontal hasta detenerse. Si el coeficiente de rozamiento μ es el mismo y recorre la misma distancia l en cada plano, determine:

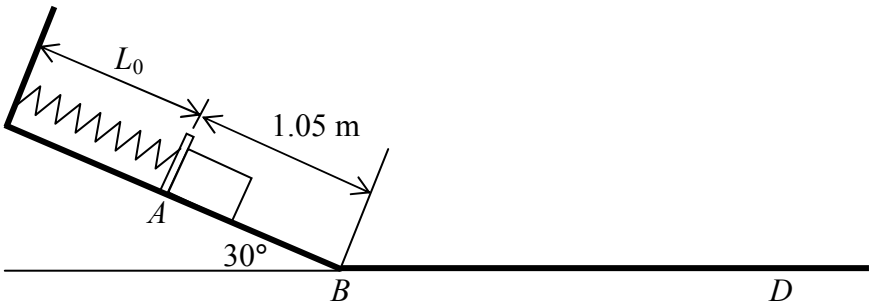
a) el coeficiente de rozamiento,
b) el trabajo neto en el plano inclinado,
c) la energía disipada por la fricción en todo el recorrido.

8. Un cuerpo de 3 kg cae desde una altura de 2.2 m medida sobre un resorte cuya constante elástica es k = 1960 N/m. Calcule:

a) la máxima compresión del resorte,
b) la rapidez del cuerpo cuando el resorte esté comprimido 3 cm.

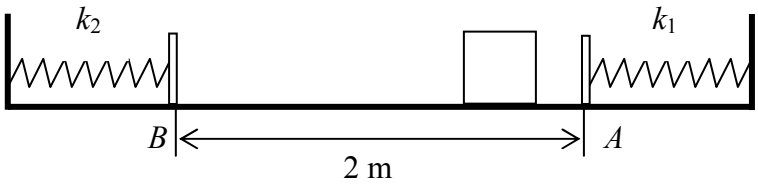
9. Un bloque de 15 N de peso se suelta desde el reposo y desliza una distancia *s* hacia abajo, de un plano inclinado 30° sobre la horizontal; luego comprime 0.3 m a un resorte que se encuentra en la parte baja del plano. Si el coeficiente de rozamiento entre el bloque y el plano es 0.25 y la constante del resorte es de 160 N/m, determine:
a) la distancia *s*,
b) la distancia *d* que subirá sobre el plano, medida desde la longitud normal del resorte.

10. Con un bloque de 1.5 kg, se comprime el resorte de la figura (k = 150 N/m) una distancia de 15 cm, a partir de su longitud natural y se suelta. Si el coeficiente de rozamiento entre el bloque y la superficie horizontal es 0.3 determine:
a) la distancia *BD* que recorre el bloque antes de detenerse,
b) la energía mecánica total perdida por rozamiento.

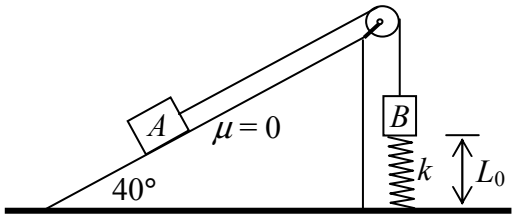


11. Un cuerpo de masa *m,* que parte del reposo, desliza hacia abajo de un plano inclinado rugoso (μ = 0.5). Si el 40% de la energía mecánica inicial se disipa en forma de calor durante el descenso, determine el ángulo del plano inclinado.

12. Sobre una superficie horizontal rugosa se colocan dos resortes 1 y 2, de constantes k_1 = 1000 N/m y k_2 = 2000 N/m, respectivamente. Determine la posición con respecto a *B*, del punto donde se detiene un bloque de 1 kg impulsado por el resorte 1 que se comprime 12 cm y obliga al bloque a comprimir al resorte 2, regresar y detenerse. El coeficiente de rozamiento entre el bloque y la superficie es 0.25.

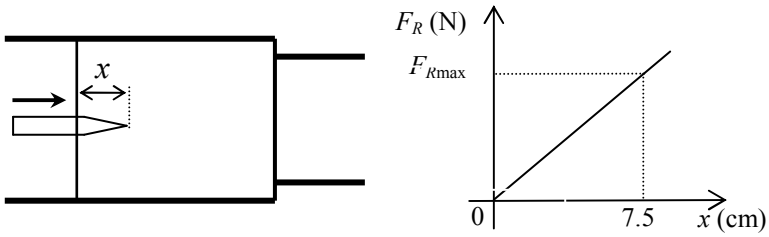


13. El resorte está sin estirar cuando el sistema se encuentra como se indica en la figura. Luego se obliga al bloque A a descender 20 cm por el plano inclinado liso y se suelta; en ese momento, el bloque B está a 40 cm del piso. Determine la rapidez de los bloques cuando B se encuentra nuevamente a 20 cm del piso.

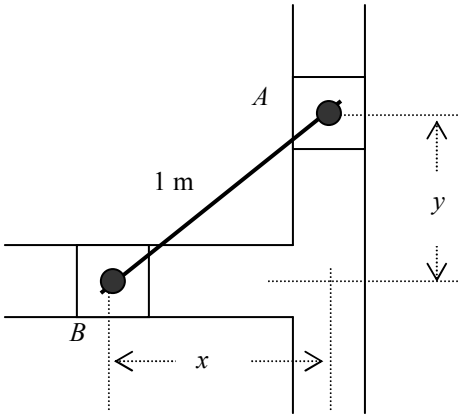


$m_A = 25$ kg
$m_B = 30$ kg
$L_0 = 20$ cm
$k = 200$ N/m

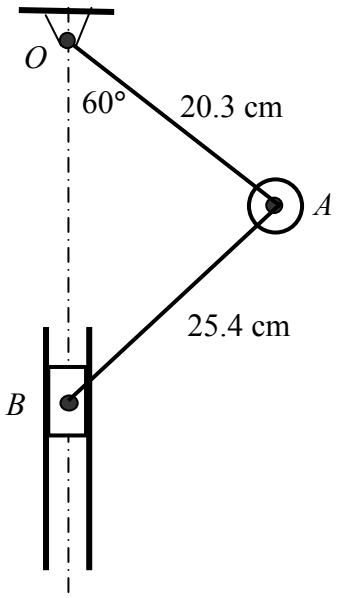
14. Un proyectil de 250 g se dispara con una velocidad de 300 m/s contra un bloque de material fibroso que se encuentra empotrado como se indica en la figura. La magnitud de la resistencia que ofrece el material al ingreso del proyectil varía de acuerdo con el gráfico F_R contra x, que se indica. Halle la rapidez del proyectil cuando $x_I = 2.5$ cm, si este se detiene cuando $x_f = 7.5$ cm.



15. Los bloques *A* y *B*, de igual peso, están obligados a moverse en sus guías vertical y horizontal, respectivamente. La barra que las conecta es de peso despreciable. Si se sueltan desde el reposo en la posición en la que $x = y$ y se desprecia el rozamiento, determine la rapidez de *A*, cuando cruza por la línea central de la ranura horizontal. Tome en cuenta que cuando *A* cruza la línea central, *B* invierte su movimiento.



16. Los cuerpos *A* y *B*, de igual masa, están conectados y soportados por las varillas pivotadas de peso despreciable. Si se suelta *A*, a partir del reposo en la posición indicada, calcule su rapidez al pasar por la vertical *OB*. Desprecie cualquier rozamiento. Cuando *A* pasa por la vertical *OB*, *B* invierte su movimiento.



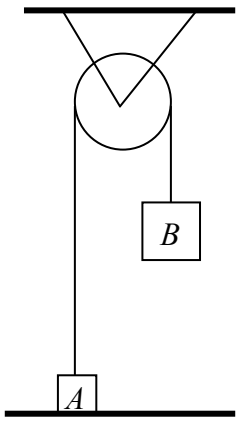
17. Un bloque de 100 kg es empujado una distancia de 6 m sobre una superficie horizontal con velocidad constante, mediante una fuerza que forma un ángulo de 30° por debajo de la horizontal. Si el coeficiente de rozamiento entre el bloque y el piso es de 0.3, determine el trabajo realizado por la fuerza e indique en qué se transforma ese trabajo.

18. Un ascensor de 2400 kg parte del reposo y es acelerado hacia arriba con una aceleración constante de 3 m/s^2. Determine:

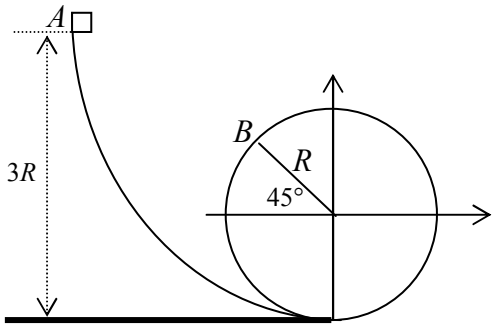
a) el trabajo realizado por el cable del ascensor en los primeros 3 s,
b) la energía cinética del ascensor a t = 3 s,
c) la variación de la energía potencial en los primeros 3 s.
d) Verifique que se cumple la relación general trabajo-energía.

19. Un barril de 100 kg cuelga de una cuerda de 5 m de longitud. Determine el trabajo que será necesario realizar, para llevar al barril hasta una posición en la que se encuentre separado lateralmente 2 m de la vertical. Considere que se lo mueve muy lentamente y con una rapidez constante. La fuerza es tangente a la trayectoria.

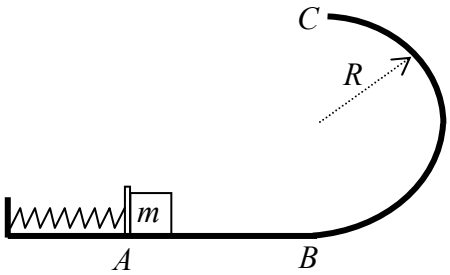
20. El sistema de la figura se abandona desde el reposo. El bloque *B* está a 2.4 m del suelo. La masa de *A* es de 8 kg y la de *B* es de 24 kg. Aplique la relación general trabajo-energía y calcule la rapidez con la que el bloque *B* llega al suelo.



21. Un pequeño cuerpo de masa m desliza por la pista lisa de la figura. Si parte del reposo desde el punto A, determine en el punto B:
a) la rapidez del cuerpo,
b) la magnitud de la normal,
c) la magnitud de la aceleración tangencial.
Utilice la ecuación general trabajo–energía.

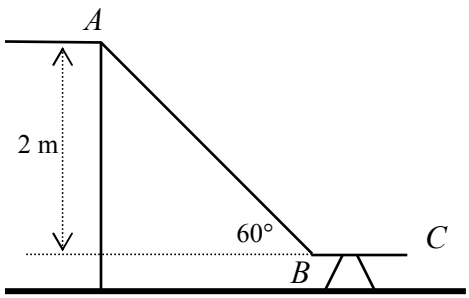


22. En la pista de la figura, el $\mu_c = 0.2$ en el tramo AB, el tramo BC es liso, el radio del semicírculo es de 2 m, $AB = 5$ m, la masa del cuerpo es de 1 kg y la constante elástica del resorte es de 550 N/m. Si el resorte está comprimido 44.7 cm en la posición A, desde la que se suelta el cuerpo, encuentre a qué distancia de B el cuerpo chocará con la pista. (Sugerencia: determine el punto en el cual el cuerpo se desprende de la pista.)

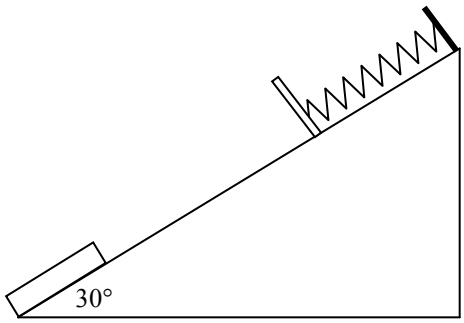


23. Un resorte de constante k = 500 N/m, se sujeta por uno de sus extremos al cielo raso, en el otro extremo se suspende un cuerpo cuya masa es 2 kg, una vez que el sistema resorte - cuerpo alcanza el reposo, se estira el resorte 10 cm más y se suelta. Determine la rapidez del cuerpo, cuando éste pasa por la posición en la cual el resorte esta comprimido 1 cm, respecto a su longitud natural.

24. Una resbaladera consta de un tramo inclinado AB y de un tramo horizontal BC = 1 m. Un niño se deja caer desde A. Si el μ_c entre el niño y la resbaladera es 0.4, encuentre la rapidez con la cual el niño abandona la resbaladera.



25. Una tabla de 200 g se encuentra en la base de un plano inclinado, como indica la figura. La distancia de la tabla al resorte es de 2 m, el μ_c entre la tabla y el plano es 0.3 y la constante elástica del resorte es 100 N/m. Se golpea la tabla con un martillo, de manera que sube por el plano y comprime al resorte una distancia de 20 cm. Determine la fuerza media del golpe dado a la tabla si se conoce que el contacto duró 0.1 s.



5.2 FUERZAS CENTRALES Y ENERGÍA POTENCIAL

26. Determine el peso de un astronauta que se encuentra a 1000 km de la superficie de la Tierra, conociendo que en ella su peso es de 700 N.
($G = 6.67\times10^{-11}$ Nm^2/kg^2, $M_T = 6\times10^{24}$ kg, $R_T = 6.4\times10^6$ m)

27. ¿A qué distancia de la Tierra entre la Tierra y la Luna una nave espacial tendrá fuerzas de atracción gravitacionales iguales? ($M_T = 6\times10^{24}$ kg, $M_L = 0.0123\ M_T$, distancia Tierra-Luna = 38×10^4 km).

28. ¿Qué valor de velocidad orbital tendrá un satélite que se encuentra a 160 km de la superficie terrestre y cuál su período de rotación? ($R_T = 6440$ km).

29. Si la distancia Sol-Marte es 1.524 veces la distancia Sol-Tierra, determine el período de - traslación de Marte alrededor del Sol en días terrestres.

30. Determine la rapidez orbital de tres estrellas de masas idénticas M, cuya distancias de separación entre cada estrella es L y se mueven por la misma trayectoria circular bajo la influencia de sus mutuas interacciones gravitacionales.

31. Determine el radio de la órbita en la que debe moverse un satélite geoestacionario y el valor de la aceleración de la gravedad a esa distancia. (Se denomina satélite geoestacionario, a aquellos satélites que orbitan en el plano ecuatorial terrestre a una distancia tal desde el centro de la Tierra, que su período de revolución, es el mismo que el del planeta Tierra.)

32. Si la densidad uniforme de la carga eléctrica en la superficie solar es σ_S, ¿cuál debe ser la mínima densidad de carga eléctrica en la superficie de la Tierra para que ésta escape de la orbita solar?

33. Un astronauta salta un obstáculo cuya altura máxima es h en la superficie terrestre. ¿Qué tan alejado de la superficie terrestre debe estar éste para que pueda saltar una altura de $10h$?

34. Una carga puntual $q = 100\mu C$ se traslada desde el punto (1, 1) m , hasta el punto (5, 5) m, en presencia de las cargas puntuales $q_1 = q_2 = q_3 = 500\mu C$, ubicadas en los puntos (0,1) m, (0, 0)m, (1, 0) m respectivamente. Determine el trabajo requerido para tal efecto.

35. En el segmento de línea recta que tiene por extremos los puntos $A(0, 0)$ m y $B(10, 0)$m , se distribuyen regularmente a cada metro, cargas eléctricas puntuales de 600 μC cada una, incluidos los extremos. Determine la energía potencial eléctrica de una carga de 50 μC, ubicada en el punto $P(0, 15)$m.

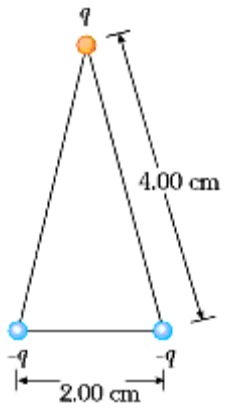
5.3 POTENCIAL ELÉCTRICO Y DIFERENCIA DE POTENCIAL

36. ¿Cuánto trabajo se realiza por una batería, generador u otra fuente de energía eléctrica al mover un número de Avogadro de electrones a partir de un punto inicial donde el potencial eléctrico es 9.00 V hasta un punto donde el potencial es −5.00 V? (El potencial en cada caso se mide en relación con un punto de referencia común.)

37. a) Calcule la rapidez de un protón que es acelerado desde el reposo a través de una diferencia de potencial de 120 V.
b) Calcule la rapidez de un electrón que se acelera a través de la misma diferencia de potencial.

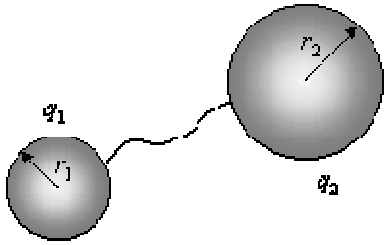
38. El modelo de Bohr del átomo de hidrógeno establece que el electrón puede existir sólo en ciertas órbitas permitidas alrededor del protón. El radio de cada órbita de Bohr es $r_n = n^2$ (0.0529 nm) donde n = 1, 2, 3, ...Calcule la energía potencial eléctrica de un átomo de hidrógeno cuando el electrón está en
a) la primera órbita permitida, $n = 1$;
b) la segunda órbita permitida, $n = 2$; y
c) cuando el electrón ha escapado del átomo ($r = \infty$).
Exprese su respuesta en electrón-voltios (eV).

39. Las tres cargas de la figura están en los vértices de un triángulo isósceles. Calcule el potencial eléctrico en el punto medio de la base, considerando q = 7.00 μC.



40. Demuestre que la cantidad de trabajo necesario para agrupar cuatro cargas puntuales idénticas de magnitud Q en las esquinas de un cuadrado de lado s es 5.41 $k_e\, Q^2/s$.

41. Dos conductores esféricos cargados se conectan mediante un largo alambre conductor, y una carga de 20.0 μC se pone en la combinación. (a) Si una esfera tiene un radio de 4.00 cm y el radio de la otra es de 6.00 cm, ¿cuál es la magnitud del campo eléctrico cerca de la superficie de cada esfera? (b) ¿Cuál es el potencial eléctrico de cada esfera?



42. En un relámpago típico la diferencia de potencial entre los puntos de la descarga es alrededor de 1.0×10^9 V y la cantidad de carga transferida es de unos 30 C.
a) ¿Cuánta energía se libera?
b) Sí toda la energía liberada pudiera emplearse para acelerar un automóvil de 1200 kg desde el reposo, ¿Cuál sería su velocidad final?
c) Sí pudiera emplearse para fundir hielo, ¿cuánto hielo a 0^oC fundiría?

43. La diferencia de potencial eléctrico entre puntos de descarga durante una tormenta eléctrica en particular es de 1.23×10^9 V. ¿Cuál es la magnitud del cambio en la energía potencial eléctrica de un electrón que se mueva entre estos puntos? Dé su respuesta en (a) Joules, y (b) electrón-voltios (1 eV = 1.60×10^{-19} J).

44. Tres cargas de +122 mC cada una, están colocadas en las esquinas de un triángulo equilátero de 1.72 m de lado. Si se abastece energía a razón de 831 W, ¿cuántos días se necesitarán para mover a una de las cargas al punto medio de la línea que une a las otras dos?

45. Un campo eléctrico uniforme de valor 2.0 kN/C está en la dirección x. Se deja en libertad una carga puntual $Q = 3.0\ \mu C$ inicialmente en reposo en el origen.
a) ¿Cuál es la energía cinética de la carga cuando esté en $x = 4.0$ m?
b) ¿Cuál es la variación en la energía potencial de la carga desde $x = 0$ hasta $x = 4.0$ m?
c) ¿Cuál es la diferencia de potencial $V(4.0\ \text{m}) - V(0)$?
Calcule el potencial $V(x)$ si se toma a $V(x)$ como
d) cero para $x = 0$,
e) 4.0 kV para $x = 0$, y
f) cero para $x = 1$.

CAPÍTULO 6

PRINCIPIOS DE CONSERVACIÓN

PREGUNTAS 173

6.1 Colisiones 173

PROBLEMAS 175

6.1 Colisiones 175

PREGUNTAS

6.1 COLISIONES

1. Dos cuerpos *A* y *B* chocan frontal y elásticamente, con *B* inicialmente en reposo. La relación de masas m_A / m_B es 1___, mayor que 1 ___, menor que 1 ___, si *B* rebota con la máxima velocidad. Justifique su respuesta.

2. ¿Pueden existir colisiones de partículas cargadas negativamente, a pesar de no poder tener contacto físico entre ellas debido a la fuerza eléctrica de repulsión? Sí___, no___. Explique.

_____

_____

_____

3. La fuerza media con que un taco choca contra una bola de billar de 0.2 kg inicialmente en reposo es de 40 N. Si el impacto duró 0.02 s, entonces la rapidez de la bola inmediatamente después del impacto es
a) 0.8 m/s.
b) 0.4 m/s.
c) 4 m/s.
d) Otro valor.

4. Una pelota de 1 kg cae verticalmente sobre el piso con una rapidez de 20 m/s y rebota con una rapidez de 10 m/s. El impulso de la pelota sobre el piso es de
a) 20 **j** Ns.
b) 30 **j** Ns.
c) 35 **j** kg m/s^2.
d) Otro valor.

5. Dos esferas *A* y *B* chocan frontal y elásticamente. Si $m_A = 2\ m_B$ e inicialmente *B* es el doble de rápida que *A*, es correcto afirmar que
a) *A* y *B* rebotan con igual rapidez, distinta de las iniciales.
b) *A* y *B* rebotan con diferente rapidez.
c) *A* y *B* mantienen respectivamente su rapidez inicial luego del choque.
d) *A* es el doble de rápida que *B* luego del choque.

6. En el choque frontal de dos esferas de billar, estas
a) no se deforman.
b) si se deforman.
c) depende del choque.
d) Ninguna respuesta anterior es correcta.

7. En un choque elástico el coeficiente de restitución elástica *e* es igual a uno __, cero __. Explique.

_____

_____

_____

8. Se lanzan dos piedras y chocan la una contra la otra. La energía interna de estas
a) no se altera.
b) aumenta.
c) disminuye.
d) Ninguna respuesta anterior es correcta.

9. Para dos cuerpos que chocan. La máxima deformación ocurre cuando su energía cinética es _____, y la energía potencial eléctrica es _____**.**

10. Cuando dos partículas eléctricas de igual signo viajan frontalmente una al encuentro de la otra, sus energías cinéticas se van convirtiendo en
a) calor.
b) energía interna.
c) energía potencial eléctrica.
d) energía potencial gravitacional.
e) Ninguna respuesta anterior es correcta.

PROBLEMAS

6.1 COLISIONES

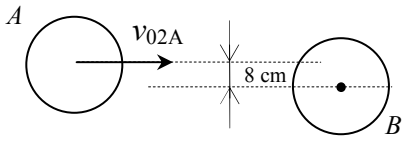
1. Una bala de 2.5×10^{-3} kg se desplaza a una rapidez de 425 m/s y la pega a un bloque de madera que se encuentra suspendido de una cuerda. La masa del bloque es 0.2 kg. Determine la rapidez de la combinación bala bloque inmediatamente después del choque.

2. Una pelota de béisbol de 250 g que se mueve con una rapidez de 50 m/s y una pelota de tenis de 120 g que se mueve con una rapidez de 35 m/s, chocan frontal y elásticamente en un sistema aislado. Halle las rapideces de ambas pelotas, luego del choque, si ambas se mueven
a) en direcciones contrarias,
b) en la misma dirección.

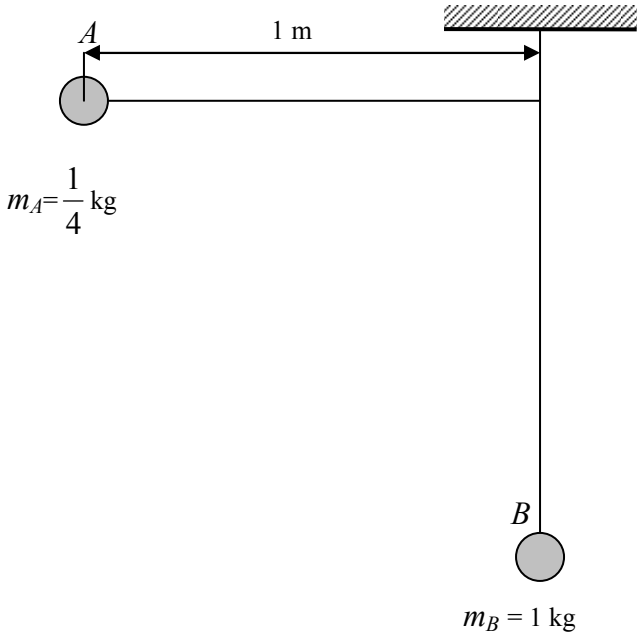
3. Un disco *B* que se encuentra en reposo sobre una superficie lisa de hielo, es golpeado por otro disco *A* idéntico, que se estaba moviendo inicialmente con una velocidad de 30**i**m/s. Si el disco *A* es desviado 30º de su dirección original, determine las velocidades de cada disco después del choque considerando que este es elástico.

4. Un meteorito cuya masa aproximada es 10^8 kg choca contra la tierra (m=6.0x 10^{24} kg), con una velocidad aproximada de 15 **i** km/s y se queda inmóvil en la tierra. ¿Cuál es la velocidad de retroceso de la tierra?

5. El disco a de 0.5 kg y 5 cm de radio, se mueve sobre una superficie horizontal lisa, con una rapidez de 10 m/s, como se indica en la figura. Choca elásticamente con otro disco *B* idéntico, inicialmente en reposo. Calcule las velocidades finales de *A* y *B* luego del choque.



6. La esfera *B* de la figura es de plastilina. La esfera *A* es de hierro y se deja caer desde el punto indicado en la figura. Si el choque de las esferas es inelástico, ¿cuál es la velocidad del conjunto inmediatamente después del choque?



7. Dos esferas *1* y *2*, avanzan una hacia la otra sobre una superficie horizontal sin fricción. Si m_1 = 2 kg, m_2 = 3 kg, v_{o1} = 3 m/s y v_{o2} = 1 m/s. ¿Cuáles serán las velocidades después del choque?

8. Un protón que viaja con una velocidad de 8.2×10^5 m/s choca elásticamente con un protón estacionario de un blanco de hidrógeno. Se observa que uno de los protones sale despedido a un ángulo de 60º. ¿A qué ángulo se verá que sale el segundo protón, y cuáles serán las velocidades de cada uno de los protones después del choque?

9. Un bloque de masa m_1 = 1.6 kg, que se desplaza hacia la derecha con una rapidez de 4 m/s sobre un carril horizontal sin fricción, choca con un resorte sujeto a un segundo bloque de masa m_2 = 2.1 kg que se mueve hacia la izquierda con una rapidez de 2.5 m/s. La constante del resorte es 600 N/m. Para el instante en el que m_1 se desplaza hacia la derecha con una rapidez de 3 m/s, determine: a) la rapidez de m_2 y b) la distancia X que el resorte se comprime.

10. Un vagón de ferrocarril se desplaza a 3 m/s, choca y se acopla con dos vagones acoplados, cada uno de los cuales tiene la misma masa que el vagón individual y avanzan en la misma dirección. ¿Cuál es la rapidez de los tres vagones acoplados después del choque?

RESPUESTAS A LOS PROBLEMAS

2. CINEMÁTICA

1. ±0.707
2. a) – 0.56 **i** + 0.83 **j**
b) 3.61
3. a) $\alpha = 90º$, $\beta = 180º$, $\gamma = 90º$
b) $\alpha = 90º$, $\beta = 90º$ y $\gamma = 0º$
4. a) 44.72 cm
b) 0
5. 0.8 **i** – 1.0 **j** + 0.6 **k**
6. a) 4 **i** + 2 **j** m/s^2
b) 2 **i** – 4 **j** m/s^2
7. –2.5**i** – 2.5 **j**; 5.5**i** – 5.5 **j**
8. $[(a_1b_1 + a_2b_2 + a_3b_3) / (a_1^2 + a_2^2 + a_3^2)]$
$(a_1$ **i** $+ a_2$ **j** $+ a_3$ **k**)
9. $\theta = 67.2º$
10. 6.035 **i** + 7,955 **j** – 0.549 **k** u
11. a) – 400 cm^2
b) 109.5º
c) – 6.67 **i** + 6.67 **j** – 6.67 **k** cm
12. a) 80 **i** + 75 **j** – 165 **k** u
b) – 4.010 **i** + 24.113 **j** + 12.057 **k** u
c) (17.5, 15, 7.5) u
13. a) –20 **i** +10 **j** – 10 **k** cm
b) 106.8º
c) –1.67 **i** + 3.33 **j** – 1.67 **k** cm
14. 6 **i** + 8 **j** cm
15. – 4 **j** – 12 **k** u
16. 73.8 km/h en dirección N 9.9° O
17. 45°
18. 3 km/h
19. 9.23 km
20. a) 7/25) cm/s
b) 11/50 cm/s
c) 12/75 cm/s
21. N 14.82° E
22. 382.82 km/h, N 6° E
23. 70 km/h, 40 km/h, 55 km/h
24. –220.71**i** + 129.29 **j** km/h
25. Antes: $\mathbf{v}_A = (v/2)$ **i**, $\mathbf{v}_B = -(v/2)$ **i**,
Después: $\mathbf{v}_A = -(v/2)$ **i**, $\mathbf{v}_B = (v/2)$ **i**
26. 2.12 m/s^2
27. 1.44 **i** – 1.92 **j** m/s^2,
6.56 **i** + 4.92 **j** m/s^2
28. –2 **i** m/s
29. 32 m/s^2
30. 2.927 **i** – 7,805 **j** + 2.927 **k** m/s^2,
–2.907 **i** – 2.195 **j** – 2.927 **k** m/s^2
31. 0.96 **i** – 0.72 **j** m/s^2,
–0.96 **i** – 1.98 **j** m/s^2
32. a) 4 **i** – 3 **j** m/s^2
b) Parabólico
33. 4.33 **i** – 7.5 **j** m/s^2,
–4.33 **i** – 7.5 **j** m/s^2
34. –5 **i** m/s^2, –5 **j** m/s^2
35. 0.5 **i** –5 **j** m/s^2
36. 430 **i** + 160 **j** m
37. 30 s
38. a) 96 **i** m
b) 1.33 s
39. 0.13 s
40. 11 **i** m/s
41. 11 **i** m/s
42. $t_1 = 2.45$ s, $t_2 = 5.61$ s
43. – 95 **i** – 30 **j** m/s
44. – 2 **k** m/s^2
45. 16 **i** m/s
46. a) **0**
47. 20 **j** m/s
48. a) 80 m
b) – 10 **j** m/s
49. 13.42 m/s
50. 2.41
51. a) 10 **i** m
b) 4 **i** – 2 **j** m/s^2
c) – 4 **i** – 8 **j** m/s^2
52. 38 m/s, 56.3°
53. a) Sí impacta en el blanco
b) $d / (v_0 \cos \alpha)$
54. $a_T = g^2 t / (v_0^2 + g^2 t^2)^{1/2}$
$a_N = g\, v_0 / (v_0^2 + g^2 t^2)^{1/2}$
55. $x = -(1/2)\, y - (3/32)\, y^2$

56. a) 40 **i** – 69.28 **j** m/s
b) 437 **i** – 160 **j** m
57. a) 20 m, 8.66 **i** m/s
58. a) 4.24 m
b) 4.9 m

59. a) 14.31m
b) 82.7º
60. a) **r** = 744 **i** – 113 **j** m
v = 61.3 **i** – 70 **j** m/s
b) $y = 0.84\,x - 1.33\times10^{-3}\,x^2$
61. a) 6.13 s
b) 265.6 **i** – 34.8 **j** m
62. a) 200 **i** + 25 **j** m
b) 40 **i** + 5 **j** m/s
c) –10 **j** m/s^2
d) 240 m
e) $y = 0.75\,x - 0.0031\,x^2$
f) 40 **i** – 20 **j** m/s
g) $\mathbf{a}_T = 4\,\mathbf{i} - 2$ j m/s^2
$\mathbf{a}_N = -4\,\mathbf{i} - 8\,\mathbf{j}$ m/s^2
h) 8 s
i) 120m
63. a) 11.25 m
b) 30 m
c) 6.75 m (atrás del automóvil)
64. 3er piso
65. 21.6 m
66. a) 4.88 **i** – 1.06 **j** m
b) 10 m
c) 6.28 s, 0.16 Hz
67. c) **i** m
e) – 2 rad/s
68. b) – 1 rad/s^2
c) – 0.6 rad/s^2
d) 5.5 rad
69. a) 7.06 rad
b) – 0.5 **i** + 0.5 **j** m/s^2
c) – 2.36 **i** – 2.36 **j** m/s^2
70. 0.01 m/s^2
71. 2 **j** rad/s
72. b) 0.29 rad = 16.54°
73. a) 3 rad /s^2
b) 28 s
c) 3072 m
74. a) 7.16 rev
b) – 26.2 **i** + 41.4 **j** m/s^2
75. a) – 1.3 **i** – 1.5 **j** m/s
b) 38.65 **i** + 60.75 **j** m/s^2
76. a) 85.74°
b) – 0.48 **i** – 1.93 **j** m
77. a) 0.78 rad/s
b) 0.26 m/s^2
c) 5.49 m/s^2
78. a) 66.7 rad/s
b) 13.3 rad/s^2
c) 26.5 rev
79. a) **j** m
b) acelerado
c) – 28.0 **i** – 40.3 **j** m/s^2
80. a) 2 **k** rad /s^2
b) 2.45 **j** m/s
c) – 2.78 rad/s
d) 88.25 º

3 DINÁMICA

1. a) 50 **j** N,
b) 50 **j** N
2. – 5 **i** N
3. $M/m = 1/5$; $M/m = 1$
4. – 875 **i** N
5. 3 kg
6. 5.63 N
7. a) A la izquierda de A,
b) 0 m/s^2,
c) 200 N.
8. No sale sin prender el motor
9. – 340.28 **i** N
10. $a_1 = 2\,m_2\,g\,/\,(m_2 + 4\,m_1)$,
$a_2 = m_2\,g\,/\,(m_2 + 4\,m_1)$
11. – 33.57 **i** N
12. 12 kg
13. 0.16
14. 16.76 m/s^2
15. 3 m/s
16. 555.56 m
17. 0.1
18. $(g/\mu R)^{1/2}$
19. 0.2
20. a) 0.46 m/s,

b) 0.13 m/s^2,
c) 0.066 N,
d) 0

21. – 4.16 **i** + 3.04 **j** – 2.5 **k** cm

22. 11

23. $x_{CG} = -\dfrac{r^2 R}{2(R^2 - r^2)}$; $y_{CG} = 0$

24. $R/14$

25. a) El CM no se mueve,
b) 1.5 m.

26. a) (6.33; 13.33) cm,
b) 1.785 **i** – 26.65 **j** m/s.

27. 21.67 N

28. 0.56 Ns

29. – 1.25 **i** m/s

30. 750 **j** m/s

31. 1500 **j** m/s

32. – 0.5 **i** m/s

33. $(5/4)v_0$ **i**

34. a) – (v_o/20) **i**
b) (v_o/21) **i**

35. 6.67 m/s

36. – 0.054 **i** m/s

37. $W / 2$

38. 74.44 g

39. 0.16 m

40. 147.5 m/s

41. 288.75 m/s

42. 125.49 m

43. (Demostración)

44. 4328.7 m

45. 18.43º

46. 76º

47. a)-129.9 **i** N
b) 259.8 N ; 396.87 N

48. (Demostración)

49. No cae

50. 3 $L/4$

51. a) 0.15 mN
b) 0.075 mN
c) 0.167 mN

52. – 50 rad/s^2

53. a) 0.37 kgm^2
b) 36.15 N

54. a) 10 rad/s^2
b) 6.4 m

55. 0.393

56. 0.27

57. 0.35

58. a) 4.2m/s^2
b) 6.48 m/s

59. a) $gr^2(M_1+\mu M_2)/(r^2(m1+m2)+I)$
a) 5.24 s^{-2}
b) 1.99×10^{-2} Nm

4 Fuerzas gravitacional y eléctrica

1. $\dfrac{\Delta g}{g} = -\dfrac{2h}{R_T}$

2. $\dfrac{v_1}{v_2} = \sqrt{\dfrac{R_2}{R_1}}$

3. $\sqrt{3}\ mg$

4. 6×10^{24} kg

5. 8 toneladas

6. a) En la parte más alta
b) 250 m

7. 3.6×10^7 m

8. 1.97 h

9. 3.26×10^7 m

10. $\dfrac{g_1}{g} = 1 - 3.4\times10^{-6}$

11. –4/9q; entre las dos cargas y a una distancia igual a $L/3$ de la carga q

12. 2.66°

13. Signo contrario; –2

14. 0.656 weber/m^2

15. -506.25×10^6 **i** N/C; 843.75×10^6 **i** N/C; 843.75×10^6 **i** N/C

16. –28125 **i** N/C

17. -2.598×10^{-6} C

18. a) Contra la placa superior
b) x = 3.4 cm, y = 3 cm

19. 1.42 cm

20. a) 1 011.11 N/C
b) 2.67×10^6 **j** N/C

5 TRABAJO Y ENERGIA

1. a) 75 J,
b) – 30 J,
c) 45 J,
d) 45 J,
e) 4.24 m/s.
2. 9 *mg*
3. 2.28 m/s; 2.28 m/s
4. a) 0.07
b) –110.85 J
5. a) No
b) 0.54
6. $v = \sqrt{g\,L\,/\,3}$
7. a) sen θ / (1 + cos θ)
b) $mg\,l$ sen θ cos θ / (1 + cos θ)
c) $-mg\,l$ sen θ
8. a) 0.27 m
b) 6.63 m/s
9. a) 1.39 m
b) 0.16 m
10. a) 2.38 m
b) − 10.69 J
11. 51.34°
12. 0.676 m
13. 1.076 m/s
14. 282.8 m/s
15. 3.76 m/s
16. 2.34 m/s
17. 2177 J, en energía térmica
18. a) 421200 J,
b) 97200 J,
c) 324000 J
19. 417.4 J
20. 4.9 m/s
21. a) 5.08 $R^{1/2}$ m/s,
b) 18.79 m N,
c) 7.07 m/s^2
22. 2.66 m, a la izquierda de *B*
23. 2.07 m/s
24. 5.3 m/s
25. 4.34 N
26. a) 2.67 rpm,
b) el sistema pierde 2/3 EC rotacional
27. a) 1.5 rad/s,
b) 0.012, c) 190°
28. 0.49 rpm
29. a) 3 rps,
b) 118.44 J
30. 50/7 mg **i** –mg **j**
31. 513 N
32. 34.21×10^7 m
33. 7787 m/s, 1.48 horas
34. 686.7 días terrestres
35. $\sqrt{3}\ \sqrt{\frac{GM}{L}}$
36. R = 4.23×10^{7}m, g = 0.224 m/s^2
37. $\sigma_T = 28.75\ /\ \sigma_S$
38. 13730.5 km
39. 1014 J
40. 333.4 J
41. 1.35 MJ
42. a) 152 km/s
b) 6.49 ×10^3 km/s
43. a) –27.2 eV,
b) –6.80 eV, c) 0
44. –1.10 ×10^7 V
45. $5.41\frac{k_e Q^2}{s}$
46. a) E_1 = 4.50 × 107, E_2 = 3.00 × 10^7 N/C
b) $V_1 = V_2$ = 1.80 × 10^6 V
49. 2.17 días
50. a) 2.4 × 10^{-2} J,
b) –8.0 kV.

6 PRINCIPIOS DE CONSERVACIÓN

1. 5.25 m/s
2. No es elástica
3. 22,49 **i** + 12,99 **j**, 7,5 **i** – 12,99 **j**
4. 2.5 x 10^{-16} **i** km/s
5. 0.35 m/s.
6. 0.9 m/s
7. –0.6 m/s, 1.4 m/s
8. 4.1x10^5 m/s, 7.1x10^5 m/s, –30º
9. a) 1.74 m/s, b) 0.173 m
10. 1.8 m/s

11. – 5 **i** – 6 **j** m/s
12. a)– 0.071 m/s, b) Se detiene en 0.071 segundos
13. a) – 17 m/s, b) 25 x 10^6 N/m
14. 202 m/s
15. 1.53 m/s, – 2.55 m/s
16. a) -8 m/s, b) 240 J
17. 4.86 m
18. a) 4923 m, b) 84352 J
19. 27
20. 928 N
21. 349 rad/s
22. 66 rpm
23. 1000 rpm
24. 1.9 rad/s
25. 0.36 rad/s, en sentido contrario a las manecillas del reloj
26. 7.1 rad/s
27. 4,1 rad/s
28. $2mv_0d/(mR^2+2md^2)$
29. 8,57 rad/s
30. 3,23 rev/s