



**UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA**

*La Universidad Católica de Loja*



**MODALIDAD ABIERTA Y A DISTANCIA**

**ESCUELA DE CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN**

# Física II

**Guía Didáctica**

**4**

**CICLO**

**CARRERA:**

Mención en Físico Matemáticas

**AUTOR (A):**

Dr. Henry A. Quezada O.



27402

Reciba asesoría virtual en: [www.utpl.edu.ec](http://www.utpl.edu.ec)

**ABRIL - AGOSTO 2009**

MATERIAL DE USO DIDÁCTICO PARA ESTUDIANTES DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA,  
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL POR CUALQUIER MEDIO

## **FÍSICA II**

**Guía Didáctica**

Henry A. Quezada O.

© 2008, UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA

**Diagramación, diseño e impresión:**

EDITORIAL DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA

Call Center: 593 - 7 - 2588730, Fax: 593 - 7 - 2585977

C. P.: 11- 01- 608

[www.utpl.edu.ec](http://www.utpl.edu.ec)

San Cayetano Alto s/n

Loja - Ecuador

Reservados todos los derechos conforme a la ley. No está permitida la reproducción total o parcial de esta guía, ni su tratamiento informático, ni la transmisión de ninguna forma o por cualquier medio, ya sea electrónico, mecánico, por fotocopia, por registro u otros métodos, sin el permiso previo y por escrito de los titulares del Copyright.

Marzo, 2008

# ÍNDICE

ÍTEM	PÁGINA
INTRODUCCIÓN .....	5
OBJETIVOS GENERALES .....	6
BIBLIOGRAFÍA .....	6
ORIENTACIONES GENERALES .....	9

## PRIMER BIMESTRE

OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	13
CONTENIDOS .....	14
DESARROLLO DEL APRENDIZAJE .....	17
<b>CAPÍTULO I: DINÁMICA Y ESTÁTICA DE LOS CUERPOS SÓLIDOS</b> .....	17
Unidad 1: DINÁMICA .....	17
Unidad 2: ESTÁTICA .....	44
<b>CAPÍTULO II: ENERGÍA Y CANTIDAD DE MOVIMIENTO</b> .....	57
Unidad 3: TRABAJO, POTENCIA Y ENERGÍA .....	57
Unidad 4: CANTIDAD DE MOVIMIENTO .....	73
<b>CAPÍTULO III: ROTACIÓN</b> .....	88
Unidad 5: ROTACIÓN Y MOMENTO ANGULAR .....	88

ÍTEM	PÁGINA
<b>SEGUNDO BIMESTRE</b>	
OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	97
CONTENIDOS .....	98
DESARROLLO DEL APRENDIZAJE .....	99
<b>CAPÍTULO IV: MATERIA Y ELASTICIDAD .....</b>	<b>99</b>
Unidad 6: MATARIA Y SUS PROPIEDADES .....	99
Unidad 7: ELASTICIDAD .....	107
<b>CAPÍTULO V: MECÁNICA DE FLUIDOS .....</b>	<b>114</b>
Unidad 8: HIDROSTÁTICA .....	114
Unidad 9: HIDRODINÁMICA .....	123
SOLUCIONARIO .....	130
GLOSARIO .....	134
ANEXOS .....	137

 **EVALUACIONES A DISTANCIA**



## Introducción

La asignatura de Física II, es obligatoria para los profesionales en formación del cuarto ciclo de la especialidad de Físico Matemática, es la continuación de Física I, su estudio es de gran importancia porque permite seguir comprendiendo las leyes fundamentales de la Física, como sus aplicaciones en situaciones concretas tan próximas a la vida cotidiana. Tal como ocurrió en el estudio de Física I, conforme avanza en el tratamiento de esta asignatura, usted irá desarrollando y estimulando el sentido de observación y la creatividad, la cual unida al sentido crítico, sentirá la necesidad de pensar, imaginar, crear, sin utilizar el recurso automático de las ecuaciones.

El propósito de esta asignatura es lograr que el profesional en formación comprenda los fenómenos físicos relacionados con la dinámica y estática de los cuerpos sólidos, energía y cantidad de movimiento, mecánica de rotación, materia y elasticidad, mecánica de fluidos, los analice y aplique sus leyes principalmente en la resolución de problemas relacionados con la realidad del convivir diario.

El texto básico desarrolla ordenada y sistemáticamente los principios fundamentales de la Física desde un punto de vista unificado y moderno. El orden de presentación de los diferentes capítulos y unidades determinadas por conveniencias pedagógicas, nos permiten obtener una secuencia lógica y progresiva.

Estimada (o) profesional en formación, tenga presente que trabajando mucho y de manera continua, es la única forma de comprender un determinado tema. El aprendizaje no es un estado del sujeto, sino un proceso en construcción.

Usted debe estudiar cada uno de los contenidos del texto básico o de la bibliografía complementaria, en forma secuencial y permanente, revisando los problemas resueltos, resolviendo los ejercicios propuestos, desarrollando las actividades experimentales, contestando los cuestionarios y autoevaluaciones que se proponen en la guía didáctica. Actividades que le permiten comprender, fijar y reforzar su aprendizaje que será muy significativo de manera especial el momento de presentarse a la evaluación presencial.

Para el estudio de esta asignatura, se ha dividido en cinco capítulos y nueve unidades. Según el texto básico, cada unidad consta de una parte fundamental en la que se precisa conceptos, leyes, principios, fórmulas, unidades, problemas resueltos, ejercicios propuestos, actividades experimentales, cuestionarios y resúmenes.

Los contenidos a estudiarse están estructurados de la siguiente manera:

En el primer bimestre se tratarán los siguientes capítulos:

Capítulo I : Dinámica y estática de los cuerpos sólidos.

Capítulo II : Energía y cantidad de movimiento.

Capítulo III: Rotación.

En el segundo bimestre se tratarán los siguientes capítulos:

Capítulo IV: Materia y elasticidad.

Capítulo V: Mecánica de fluidos.



## Objetivos Generales

1. Comprender los hechos y fenómenos de la dinámica, estática, energía y cantidad de movimiento, rotación y momento angular, materia y elasticidad como de la mecánica de fluidos, su terminología científica, tendencias y secuencias de los fenómenos físicos.
2. Despertar el Interés por el conocimiento e investigación de los fenómenos físicos.
3. Comprender la importancia que tienen las aplicaciones de los temas tratados en el desarrollo tecnológico y económico del mundo.
4. Interpretar correctamente las relaciones de las magnitudes que intervienen en los fenómenos físicos motivo de estudio.
5. Enunciar leyes y principios relacionados con los temas propuestos.
6. Aplicar leyes y principios de los temas propuestos en la resolución de problemas.



## Bibliografía

### TEXTO BÁSICO:

- ♦ PÉREZ MONTIEL, Héctor. **Física General**, Tercera Edición, Publicaciones Cultural, México, 2006.

### TEXTOS COMPLEMENTARIOS:

- VALERO, Michel. **Física Fundamental**, Tomo I, Nueva Edición, Editorial Norma, Colombia, 1996.
- WILSON, Jerry D. **Física**, segunda edición. Editorial Prentice Hall Hispanoamericana, S.A.
- SERWAY, Raymond A. **Física I y Física II**, Editorial Prentice Hall Hispanoamericana, S. A.
- RESNICK – HALLIDAY, **Física**, Tomo 1, 7ma. Imp., Trad. Raúl Gómez, Editorial C.E.C.S.A., México D.F., 1980.
- VALERO Michel, **Física Fundamental**, Tomo 1, Editorial Norma, Santa Fe de Bogotá –Colombia, 1996.
- ALVARENGA – MÁXIMO, **Física General**, Editorial Harla, México, 1983.
- BUECHE, F. **Fundamentos de Física I** Tercera edición, Editorial MCGRAW- HILL, Bogotá. (1993).
- ZALAMEA, Eduardo y Jairo Rodríguez, **Física 10**. Editado por educar editores.

- Varios autores, **El mundo de la Física tomo I**, Editorial Centro literario americano S.A.C.I.F.
- RAMIREZ – VILLEGAS, **Investiguemos Física**, Tomo 10. Edit. Voluntad, Colombia, 1994.
- ACOSTA, Alonso, **Introducción a la Física**, tomo 1, Ediciones Cultural Colombiana LTDA.

### Características de los textos de algunos autores:

- PÉREZ MONTIEL, Héctor. **Física General**, Tercera Edición, Publicaciones Cultural, México, 2006.

El texto básico es el que más se ajusta a los requerimientos de los profesionales en formación del Sistema de Estudios a Distancia en la especialidad de Físico-Matemáticas. El texto es completo y autosuficiente, desarrolla ordenada y sistemáticamente los contenidos fundamentales de la Física.

El texto pretende *propiciar el estudio independiente* logrando el *autoaprendizaje* de los principales conceptos, teorías y leyes de la Física. Cada unidad del libro inicia con una breve introducción, que posibilita al estudiante valorar la importancia que tiene el estudio de los temas. Presenta también un buen número de ejercicios y actividades experimentales para reforzar la teoría; un resumen orientado hacia los aspectos más relevantes de la asignatura, incluye un cuestionario que proporciona al responderlo correctamente, la seguridad de haber asimilado el conocimiento; incorpora también un glosario en el cual se definen los términos y los conceptos más importantes que se abordan durante el estudio de la unidad y que el estudiante debe conocer y manejar como parte de su lenguaje científico. En las páginas X y XI consta una amplia explicación de cómo usar el texto básico.

- VALERO, Michel. **Física Fundamental**, Tomo I, Nueva Edición, Editorial Norma.

En este texto el orden y presentación de los diferentes capítulos tienen secuencia lógica y progresiva, se incluye en secciones separadas las aplicaciones prácticas, notas históricas, muchos ejemplos nuevos con el fin de aclarar los conceptos expuestos, ejercicios y problemas resueltos que permiten asimilar el proceso y nos dan pautas para continuar con la resolución de problemas propuestos, con lo cual se logrará un mayor afianzamiento científico de los temas estudiados en el presente ciclo.

Su propósito fundamental es desarrollar la comprensión y habilidad en la solución de problemas de la vida cotidiana, así como realizar experimentos al alcance de todos. De igual forma si usted se interesa por profundizar un determinado tema, es decir, desea saber más, en este texto usted encuentra la información referente al capítulo o tema que le deja cierta inquietud o duda con el título: "Si usted desea saber más"

Cada capítulo está dividido en:

Una parte fundamental, en ésta se precisan los conceptos, leyes y principios. Se indican las aplicaciones que tiene la física en la vida diaria y muy especialmente en la tecnología moderna, se sugieren los pasos y las estrategias para la resolución de problemas. También se encuentran un sinnúmero de tests de evaluación que tienen la finalidad de preparar al estudiante para la prueba bimestral. Se incorpora una sección de problemas de la vida cotidiana y sugerencias para su resolución, lo que obliga al estudiante a pensar, a imaginar y a crear.

Incluye experimentos a alcance de todos, son sencillos y se pueden realizar fácilmente en su hogar, utilizando en la mayoría de los casos material que ha sido desechado como es latas de cerveza, de gaseosas, etc.

Estos experimentos están de manera sencilla y amena que le permitirá al estudiante realizarlos sin sentir cansancio y por el contrario sentir placer en el estudio de la Física.

- **WILSON, Jerry D. Física, segunda edición. Editorial Prentice Hall Hispanoamericana, S.A.**

Una de las características específica de este texto es que se puede comprender mejor a la luz de los objetivos planteados, habilidades para resolver problemas que enfatiza la comprensión de los conceptos fundamentales como la base esencial, más que la imitación mecánica de ejemplos o el uso automático de fórmulas.

Para el inicio de la resolución de un problema da a conocer una abundancia de sugerencias, consejos, advertencias, métodos abreviados y técnicas útiles para la resolución de problemas específicos. Variedad de problemas que se resuelven a lo largo del texto con mayor explicación. El objetivo no es sólo mostrar al estudiante qué fórmula debe utilizar, sino explicarle la estrategia utilizada. Además incluye una gran cantidad de preguntas y problemas. Cada sección se inicia con una serie de preguntas de opción múltiple que proporcionan una revisión del contenido.

- **SERWAY, Raymond A. Física I y Física II, Editorial Prentice Hall Hispanoamericana, S. A.**

Este texto se inicia dando al estudiante algunas pautas de ¿cómo estudiar? Y ofrece una forma basada en su experiencia.

Recomienda establecer su plan de estudio sobre la base de trabajo diario. Da mayor importancia a las estrategias generales para la resolución de problemas e incluye cinco pasos. Su propósito es enseñar la precisión. Recomendado que para cada problema es necesario realizar su gráfica lo que le permitirá eliminar errores. Al final de cada sección hace constar el resumen.

- **ALVARENGA – MÁXIMO, Física general, Editorial Harla, México, 1983.**

Es un texto que se preocupa por destacar las leyes generales, reduciendo sustancialmente la información de carácter específico, utilizando un lenguaje sencillo y una redacción concisa, con el fin de hacer más accesible la exposición y no cansar al estudiante.

El contenido de cada sección se presenta dividido en bloques, procurando facilitar y amenizar con ello, su lectura. El título de cada bloque indica su contenido y la simple lectura de los títulos podrá servir como guía para que usted elabore su plan de estudio.

Cuando se considera importante un concepto, un resultado o una conclusión se destaca con un cuadro con fondo de color gris. Estos cuadros le ayudan a reconocer los aspectos fundamentales de cada tema estudiado, y en algunos casos constituyen una síntesis de la sección.

Prácticamente en todas las secciones se incluyen ejemplos a base de preguntas o problemas resueltos detalladamente, con el objeto de concretar las ideas básicas presentadas. También se incluyen ejercicios que son problemas muy simples que le ayudarán en la comprensión y memorización de los temas abordados, y para iniciarlo en la aplicación de los conceptos adquiridos.



- **RAMÍREZ- VILLEGAS, Investiguemos Física, Tomo 10, Editorial Voluntad, Colombia, 1994.**

El diseño de este texto obedece a un concepto de auto-aprendizaje. Cada tema está dividido en una sección teórica y un taller de actividades.

El estudiante tiene las siguientes ventajas:

- Asume bajo su propio interés el aprendizaje.
- Deduce y establece por su cuenta los principios físicos.
- Trabaja a su ritmo individual de aprendizaje

El texto es un sistema que usa la matemática como herramienta, más no lo toma como eje del conocimiento físico.



## Orientaciones Generales



Con el fin de motivar, mantener el interés y el entusiasmo de los estudiantes de Modalidad Abierta y a Distancia en la especialidad de Físico- Matemática, me permito indicar algunas pautas.

Para alcanzar un aprendizaje significativo de la asignatura de **Física II** se ha tomado un texto de mercado, **FÍSICA GENERAL** de HÉTOR PÉREZ MONTIEL, tercera edición, 2006, Publicaciones Cultural, México.

Debe tener en cuenta las siguientes recomendaciones:

- En cada unidad lea muy detenidamente el contenido científico, puede subrayar las ideas principales, proceda a analizar las fórmulas y no olvide las unidades correspondientes al tema estudiado.
- Realice ejercicios de conversión de unidades, con el fin de obtener destrezas de manera especial en el despeje de variables en fórmulas.
- Cada unidad, en el texto, tiene problemas tipo propuestos para que usted desarrolle y luego verifique el resultado.
- Lea, comprenda y analice bien el problema, con el fin que identifique las leyes o definiciones que debe aplicarse en el desarrollo del mismo.
- Es necesario que realice el gráfico, de tamaño regular en el que sea posible identificar o anotar las cantidades conocidas y nos permita ver con claridad las desconocidas.
- Obtenga las ecuaciones o sistemas matemáticos que relacionen las cantidades dadas. Es parte fundamental lo que significa el planteamiento del problema.
- Resolver las ecuaciones planteadas.
- Verificar los procesos y no olvidar las unidades, los valores numéricos deben redondearse a dos cifras decimales.

- Al final de cada unidad, existe un resumen y la autoevaluación respectiva; lea detenidamente el resumen y conteste la autoevaluación, lo cual le servirá como marco de referencia para indicarle su avance en el conocimiento, aciertos y errores.
- En esta guía se incluye actividades que usted podrá contestarlas con la finalidad de reforzar los conocimientos que adquirió durante el proceso de estudio.

Las siguientes sugerencias le permitirán evitar algunos inconvenientes o dificultades que se pueden presentar en el estudio de la Física:

- \* Jamás admita como verdadera cosa alguna que no se sepa con evidencia que lo es, es decir, evite cuidadosamente la precipitación.
- \* Divida cada una de las dificultades que encontrarse en tantas partes como pudiera y fuere necesario, para resolverlas mejor.
- \* Dirija ordenadamente sus pensamientos, comenzando por los objetos más sencillos y más fáciles de conocer, para avanzar poco a poco hasta el conocimiento de los más complejo.
- \* Realice en todos recuentos complejos y revisiones generales que estuviese seguro de no omitir nada.

En un folleto, denominado **evaluaciones a distancia** que se adjunta a esta guía didáctica, se presenta las actividades que usted debe desarrollar por cada bimestre y enviarlas en forma oportuna a la Sede de la Universidad. Consta de dos partes:

La primera esta constituida por una prueba objetiva, en la que consta: preguntas de respuestas rápidas; sean de verdadero o falso; de completamiento; de selección simple o múltiple; de apareamiento etc. Y tiene un valor de 2 puntos. La segunda parte es una prueba de ensayo constituida por síntesis, resúmenes, elaboración de cuadros sinópticos, desarrollo de problemas y ejercicios que valen 4 puntos.



Desarrollar y presentar a tiempo las evaluaciones a distancia, es empezar a prepararse para las evaluaciones presenciales, éstas constituyen un proceso de aprendizaje significativo.



### Tenga presente:

Que los contenidos que se evalúan en pruebas presenciales corresponde a todos los temas que se estudian en cada bimestre por lo tanto no se confíe estudiando únicamente lo que consta en las evaluaciones a distancia.

## ACTIVIDADES RECOMENDADAS

Antes de dar inicio al estudio de los capítulos que corresponden a esta asignatura es necesario que recordemos un tema muy importante del ciclo anterior como es el referente a fuerzas:

**Fuerza:** Todos tenemos intuitivamente la idea de lo que es fuerza. Lo cual podemos comprobar mediante las experiencias cotidianas. Por ejemplo: Cuando realizamos un esfuerzo muscular para empujar o arrastrar un objeto, le estamos comunicando una fuerza. También se ejerce una fuerza cuando se lanza o patea un balón.

Las fuerzas pueden producir cambios en un movimiento o pueden poner en movimiento a un objeto que esta estacionario. También puede aumentar o disminuir la rapidez del movimiento del objeto, o cambiar la dirección de su movimiento.

Analizando los ejemplos anteriores podemos decir que para que una fuerza quede bien definida es necesario especificar su magnitud, su dirección y el sentido. En otras palabras; fuerza es una magnitud vectorial que se representa por medio de un vector, es algo capaz de cambiar el estado de movimiento o de reposo de un cuerpo. Una fuerza puede actuar sobre un objeto, pero su capacidad para producir un cambio en su movimiento puede equilibrarse o cancelarse por otra fuerza o fuerzas de modo que el efecto sea cero.

Cuando varias fuerzas actúan sobre un objeto, ¿cuál será su efecto combinado? o fuerza neta. La fuerza neta es el vector suma,  $\sum \vec{f}$ , o resultante de todas las fuerzas que actúan sobre un objeto o sistema.

Una de las fuerzas que interviene en el movimiento de los cuerpos es la denominada de la gravedad, que es la resultante de todas las fuerzas que actúan en todas las partículas del cuerpo.

Las fuerzas individuales que actúan sobre los elementos de masas individuales que constituyen un cuerpo rígido son equivalentes en sus efectos traslacionales y rotacionales a una sola fuerza que es igual al peso total de dicho cuerpo ( $mg$ ), y que actúa sobre el centro de masa, denominado también centro de gravedad.

Ahora con nuestro conocimiento de fuerza, estudiemos como se relacionan la fuerza y el movimiento a través de las Leyes de Newton.



# PRIMER BIMESTRE

## Objetivos Específicos

Al término del primer bimestre el alumno estará en capacidad de:

- Interpretar el movimiento de un cuerpo cuando sobre él no actúa ninguna fuerza.
- Describir el movimiento de un cuerpo cuando sobre él actúa una fuerza constante.
- Enunciar las leyes de Newton.
- Resolver problemas de aplicación sobre las leyes de Newton.
- Identificar las leyes de Kepler.
- Interpretar el movimiento planetario desde un punto de vista científico, aplicando la ley de gravitación universal.
- Establecer cuándo un cuerpo se encuentra en equilibrio o en traslación y/o rotación.
- Aplicar las condiciones de equilibrio en el análisis de las situaciones de la vida diaria.
- Encontrar el centro de gravedad y el centro de masa de objetos homogéneos.
- Aplicar el concepto de torque en máquinas simples.
- Diferenciar la función de las poleas.
- Aplicar las condiciones de equilibrio en la solución de problemas.
- Definir los conceptos de trabajo, potencia y energía.
- Describir las diversas formas de energía mecánica.
- Identificar el tipo de energía mecánica que posee un cuerpo.
- Establecer si una fuerza que actúa sobre un cuerpo realiza trabajo.
- Identificar fuerzas conservativas y no conservativas.
- Aplicar el principio de conservación de la energía mecánica a la solución de problemas.
- Diferenciar los conceptos de impulso y cantidad de movimiento.
- Distinguir fuerzas externas e internas.

- Identificar la ley de conservación de la cantidad de movimiento.
- Aplicar la ley de conservación de la cantidad de movimiento a la solución de problemas.
- Identificar choques elásticos e inelásticos.
- Definir desplazamiento, velocidad y aceleración angular.
- Analizar los factores que producen la rotación de los cuerpos y aplicarlos en la resolución de problemas.
- Deducir las ecuaciones del movimiento para el caso de cuerpos que se mueven con velocidad angular constante.
- Relacionar las cantidades lineales con las cantidades angulares.
- Aplicar la segunda ley de Newton en la resolución de problemas de rotación.



## Contenidos

### CAPÍTULO I: DINÁMICA Y ESTÁTICA DE LOS CUERPOS SÓLIDOS

#### UNIDAD 1: DINÁMICA

- 1.1 Generalidades.
- 1.2 Concepto de fuerza.
- 1.3 Leyes de la dinámica.
- 1.4 Masa inercial y gravitacional.
- 1.5 Sistemas de unidades.
- 1.6 Ecuaciones dinámicas del movimiento.
- 1.7 Fuerza centrípeta.
- 1.8 Leyes de Kepler.
- 1.9 Leyes de la gravitación universal y sus consecuencias.
- 1.10 Campo gravitacional.
- 1.11 Problemas de dinámica.
- 1.12 Actividad experimental.

**UNIDAD 2: ESTÁTICA**

- 1.1 Equilibrio de un cuerpo.
- 1.2 Equilibrio de traslación.
- 1.3 Torque.
- 1.4 Equilibrio de rotación.
- 1.5 Equilibrio total.
- 1.6 Centro de gravedad y centro de masa.
- 1.7 Fricción.
- 1.8 Máquinas simples y su eficiencia.
- 1.9 Problemas de estática.
- 1.10 Actividad experimental.

**CAPÍTULO II: ENERGÍA Y CANTIDAD DE MOVIMIENTO.****UNIDAD 3: TRABAJO, POTENCIA Y ENERGÍA.**

- 1.1 Conceptualizaciones generales: trabajo, potencia y energía.
- 1.2 Energía cinética y potencial. Teorema del trabajo y la energía.
- 1.3 Trabajo de las fuerzas conservativas.
- 1.4 Conservación de la energía mecánica.
- 1.5 Problemas de trabajo, potencia y energía.
- 1.6 Actividad experimental.

**UNIDAD 4: CANTIDAD DE MOVIMIENTO**

- 1.1 Impulso y cantidad de movimiento.
- 1.2 Relación entre el impulso y la cantidad de movimiento.
- 1.3 Conservación de la cantidad de movimiento.
- 1.4 Fenómenos de colisiones.
- 1.5 Problemas sobre cantidad de movimiento.
- 1.6 Actividad experimental.

## CAPÍTULO III: ROTACIÓN

### UNIDAD 5: ROTACION Y MOMENTO ANGULAR.

- 1.1 La segunda Ley de Newton.
- 1.2 Momento de inercia.
- 1.3 Trabajo de rotación.
- 1.4 Potencia de rotación.
- 1.5 Energía cinética de rotación.
- 1.6 Rotación y traslación combinadas.
- 1.7 Momento angular.
- 1.8 Ley de la conservación del momento angular.
- 1.9 Problemas de rotación y momento angular.
- 1.10 Actividad experimental.





## Desarrollo del Aprendizaje

### CAPÍTULO I

### DINÁMICA Y ESTÁTICA DE LOS CUERPOS SÓLIDOS

#### UNIDAD 1: DINÁMICA

Guíese en el texto básico, desde la página 138 hasta la página 161.

#### CONCEPTOS PREVIOS

La dinámica estudia las causas que producen los movimientos y los principios generales que los rigen.

Estos principios son: Principio de Inercia, Principio de la fuerza y Principio de acción y reacción.

**Principio de Inercia:** Todo cuerpo continuo en estado de reposo o de movimiento uniforme mientras no haya una fuerza que lo obligue a alterar su estado.

**Principio de la fuerza:** La fuerza que actúa sobre un cuerpo es igual al producto de la masa del cuerpo por la aceleración producida por la acción de la fuerza:

$$F = m \cdot a$$

**Principio de la acción y la reacción:** A toda acción se opone una reacción.

#### PRIMERA LEY DEL MOVIMIENTO DE NEWTON

*“Todo cuerpo se mantiene en reposo o en movimiento rectilíneo uniforme, en que se halla, hasta que actúe una fuerza que lo haga cambiar”.*

Del análisis de esta ley podemos concluir que tiene dos partes. La primera es muy clara todos comprendemos que está de acuerdo con las experiencias de todos los días. Se sabe que los cuerpos en reposo permanecerán en reposo hasta que una fuerza externa cause un movimiento en ellos.

La segunda parte de la ley dice:

*“Un objeto en movimiento continuará su movimiento a lo largo de una trayectoria rectilínea a velocidad constante a menos que una fuerza diferente de cero actúe sobre él”.*

Las experiencias diarias parecen contradecir esta segunda parte. Es conocido que nada continúa moviéndose por siempre. Un balón que rueda por el piso, pronto se detiene. Un objeto redondo que resbala por una tabla lisa va perdiendo velocidad y acaba por detenerse.

Los ejemplos contradicen la ley de Newton, en cada uno de estos cuerpos actúa una fuerza que trata de detener su movimiento horizontal, ésta es la fuerza de fricción o rozamiento. Si fuera posible eliminarla el objeto tardaría en llegar al reposo rápidamente, por esta razón Newton concluyó que si esto fuera posible, el objeto en movimiento nunca se pararía y continuaría su trayectoria con igual velocidad. Es decir que en condiciones ideales se cumple la ley enunciada.

**UNIDADES DE FUERZA:**

**DINA:** Es la fuerza que actuando sobre un gramo masa le imprime una aceleración de  $1 \text{ cm/s}^2$ . Se la representa por dy.

**NEWTON:** Es la fuerza que actuando sobre un kilogramo masa le imprime una aceleración de  $1 \text{ m/s}^2$ . Se lo representa por N.

**KILOPONDIO O KILOGRAMO FUERZA:** Es la fuerza con que la tierra atrae a un kilogramo masa imprimiéndole una aceleración de  $9.8 \text{ m/s}^2$

**EQUIVALENCIAS:**

	<b>dy</b>	<b>N</b>	<b>K p</b>
Dina	1	$10^5$	$1,02 \times 10^{-6}$
Newton	$10^5$	1	0,102
Kilopondio	$9,8 \times 10^5$	9,8	1

1 gramo. Fuerza  $g-f = 980 \text{ dy}$

Conversión de unidades:

Convierta: 5 kp a N

1 kp      9,8 N

5 kp      X

$$X = \frac{5\text{N} \times 9,8\text{kp}}{1\text{kp}} = 49\text{N}$$

Convierta: 10 N a dy

1 N       $10^5 \text{ dy}$

10 N      X

$$X = \frac{10\text{N} \times 10^5 \text{ dy}}{1\text{N}} = 10^6 \text{ N}$$



Ejemplo:

¿Qué fuerza ejerce el motor de un automóvil de masa 1500 kg para aumentar su velocidad de 4,5 km/h en 8 segundos?

a. Ubicación teórica del problema: Dinámica. Principio de la fuerza

b. Datos:

$$m = 1500 \text{ kg.}$$

$$V_0 = 4,5 \text{ km/h} = 1,25 \text{ m/s}$$

$$V = 40 \text{ km/h} = 11,11 \text{ m/s}$$

$$F = ?$$

c. Búsqueda del principio de solución y fórmulas

$$F = m \cdot a$$

Unidades

$$N = \text{kgm/s}^2$$

$$Dy = \text{gcm/s}^2$$

$$Kp = 9,8 \text{ N}$$

d. Aplicación matemática de las fórmulas:

$$a = \frac{V - V_0}{t} = \frac{11,11 \text{ m/s} - 1,25 \text{ m/s}}{8 \text{ s}} = \frac{9,86 \text{ m/s}}{8 \text{ s}} = 1,23 \text{ /s}^2$$

Luego determinamos el valor de la fuerza:

$$F = m \cdot a$$

$$F = 1500 \text{ kg} \cdot 1,23 \text{ m/s}^2$$

$$F = 1845 \text{ kgm/s}^2$$

$$F = 1845 \text{ N.}$$

**ACTIVIDADES:**

1. Sobre un cuerpo de masa 12 gramos actúa una fuerza de 72 dinas. ¿Qué aceleración experimenta? Rta.  $6 \text{ cm/s}^2$
2. A un automóvil cuya masa es 1500 kg va a 60 km/h se aplica los frenos y se detiene en 1,2 minutos. ¿Cuál es la fuerza de fricción que el pavimento ejerció sobre el mismo? Rta. 347 N.
3. Una bala de 20 gramos adquiere una velocidad de 400 m/s al salir del cañón del fusil que tiene 50 cm de longitud. Calcule:
  - a. La aceleración
  - b. La fuerza
 Rtas:  $160\,000 \text{ m/s}^2$  y  $3200 \text{ N}$
4. Qué tiempo deberá actuar una fuerza de 80 N sobre un cuerpo cuya masa es de 12,5 kg para lograr detenerlo si posee un velocidad de 720 km/h. Rta. 31,2 s



**Principio de masa:** Si una fuerza actúa sobre un cuerpo, éste recibe una aceleración proporcional a la dirección de la fuerza y de igual sentido.

Por ejemplo:

Si sobre un cuerpo actúa una fuerza, éste no podrá estar en reposo ni su movimiento podrá ser rectilíneo uniforme, se identificará por su aceleración.

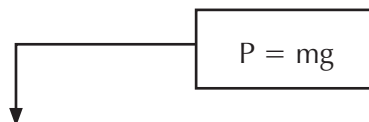
Si la fuerza es de intensidad, dirección y sentido constante, la aceleración también lo será y se cumple el principio que la razón entre la fuerza y la aceleración que ella produce son constantes, esta constante se denomina masa.

$$F/a = f_1/a_1 = f_2/a_2 = f_3/a_3 = f_4/a_4 = m = \text{constante}$$

Por lo tanto:  $m = F/a$  y  $F = m \cdot a$

Si la fuerza es el peso del cuerpo y la aceleración es la gravedad, tenemos:

$$\text{Peso} = F \qquad m = F/g$$



ENTONCES EL PESO DEL CUERPO ES IGUAL A MASA POR GRAVEDAD

Si conocemos el peso de un cuerpo y el valor de la gravedad en ese lugar, se puede calcular el valor de la masa.

**SISTEMAS DE UNIDADES:****Sistema CGS:**

De longitud ..... cm

De superficie..... cm<sup>2</sup>De volumen..... cm<sup>3</sup>

De tiempo..... s

De masa ..... g

De fuerza.....dy (dina)

Dina es la fuerza que si se aplica a una masa de un gramo, le comunica una aceleración de 1 cm / s<sup>2</sup>

$$F = 1 \text{ g} \cdot 1 \text{ cm} / \text{s}^2$$

$$F = 1 \text{ g} \cdot \text{cm} / \text{s}^2 = \text{dy}$$

$$\text{Peso específico} = \text{dy} / \text{cm}^3$$

Por lo tanto serán unidades de:

Velocidad ..... cm / s

De aceleración..... cm / s<sup>2</sup>

**En el sistema MKS:**

De longitud..... m

De masa.....kg

De tiempo..... s

De fuerza.....N (Newton)

Newton es la fuerza que si se aplica a una masa de un kg le transmite una aceleración de 1 m / s<sup>2</sup>

$$1 \text{ N} = 1 \text{ kg} \cdot 1 \text{ m} / \text{s}^2$$

$$\text{Peso específico} = \text{N} / \text{m}^3$$

## TERCERA LEY DEL MOVIMIENTO DE NEWTON

### PRINCIPIO DE ACCIÓN Y REACCIÓN

Primeramente explicaremos la tercera ley de Newton para luego analizar la segunda ley.

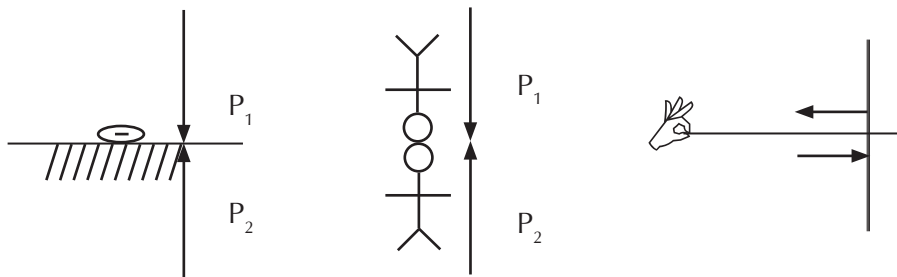
Esta ley expresa lo siguiente:

**“Siempre que un cuerpo ejerza sobre otro una fuerza (acción), el segundo ejercerá, sobre el primero, una fuerza de igual intensidad y dirección, pero de sentido contrario (reacción)”.**

De la práctica en la vida diaria podemos asegurar que a toda acción se opone una reacción (fuerza opuesta). Esta se cumple también para acciones entre cuerpos. Un cuerpo apoyado sobre una pared produce sobre ella la acción de su peso (fuerza) y, a su vez, la pared produce una reacción que es de igual magnitud pero de sentido contrario.



Ejemplo:



Como se observa en el primer gráfico, que el objeto redondo empuja hacia abajo sobre la mesa, esta sería la primera fuerza. La mesa empuja hacia arriba el objeto redondo, esta sería la segunda fuerza. Como se observa en el gráfico las fuerzas son iguales en magnitud pero de sentido contrario.

En el segundo gráfico la cabeza de la muñeca empuja hacia abajo al muñeco. La cabeza de muñeco empuja hacia arriba a la de la muñeca.

En el tercer gráfico la mano hala la cuerda hacia la izquierda y la cuerda hala la mano hacia la derecha.

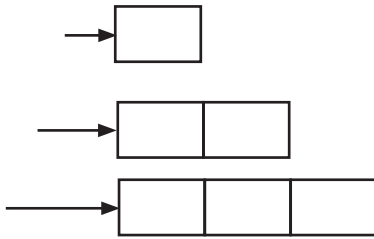
## SEGUNDA LEY DE NEWTON DEL MOVIMIENTO

Esta ley expresa lo siguiente:

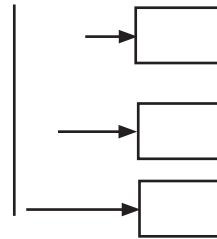
**“La aceleración de un objeto es directamente proporcional a la fuerza neta que actúa sobre él e inversamente proporcional a su masa. La dirección de la aceleración tiene la dirección de la fuerza neta que se aplica.”**

Ahora que conocemos las definiciones precisas de fuerza, masa y aceleración, se puede investigar como se relacionan estas magnitudes. Para este fin utilizaremos los gráficos adjuntos.

En cada caso se aplica una fuerza neta de magnitud  $F_{\text{net}}$  a un objeto de masa  $m$  para comunicarle una aceleración  $a$ . Se muestran en los gráficos dos casos: En el primero la fuerza neta debe incrementarse en forma proporcional con el incremento de la masa si se desea mantener constante la aceleración ( $a_0$ ). En el segundo caso la fuerza neta que se requiere para dar a la masa una aceleración, cambia en proporción con la aceleración



a). aceleración constante



b). masa constante

Esta relación propuesta por Newton, se llama segunda ley de Newton que se resume en  $F_{\text{Net.}} = m \cdot a$  (masa por aceleración). Se aplica a un objeto de masa  $m$  sobre el cual actúa una fuerza resultante  $F_{\text{Net.}}$ . La aceleración  $a$  del objeto tiene la misma dirección que la fuerza neta.

Como la componente de una fuerza en cualquier dirección de la fuerza causará una aceleración en una dirección por ejemplo en  $x, y, z$ . La ecuación:  $F = m \cdot a$  se puede considerar tres ecuaciones equivalentes una para cada dirección coordenada:

$$F_z = m \cdot a_z$$

$$F_y = m \cdot a_y$$

$$F_x = m \cdot a_x$$

**Problema:** calcule la magnitud de la fuerza que se requiere para acelerar un automóvil de 900 kg, a partir del reposo, hasta alcanzar una rapidez de 12 m/s en 8 segundos.

$$F = m \cdot a \quad a = F / m$$

$$\frac{v_1 - v_0}{t} = \frac{12 - 0 \text{ m/s}}{8 \text{ s}} = 1,5 \text{ m/s}^2$$

$$F = 900 \text{ kg} \times 1,5 \text{ m/s}^2$$

$$F = 13\,500 \text{ N}$$

La masa  $m$  de un objeto mide la inercia del objeto. Si la masa es grande, el objeto tiene gran inercia; es difícil poner al objeto en movimiento; es difícil desviar o detener al objeto si éste está en movimiento.

Cada porción de masa del universo atrae a las otras porciones de masa. Si dos esferas separadas tienen  $m_1$  y  $m_2$ , la fuerza de atracción que cada una ejerce sobre la otra está dada por la ley de Newton de la gravitación.

$$F = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$$

En esta relación, G es una constante de la naturaleza,  $6,67 \times 10^{-11} \text{ Nm}^2/\text{kg}^2$ . La distancia entre los centros de las esferas es r. Esta relación también se aplica a las masas no esféricas pequeñas en comparación con su distancia r.

La aceleración debida a la gravedad **g** se puede encontrar a partir de la fuerza neta:

$$F_{\text{Net}} = m g$$

Si se considera que la tierra es una esfera, una masa ubicada a una distancia r respecto al centro de la tierra caerá con una aceleración  $g = GM_{\text{tierra}}/r^2$ , donde M tierra es la masa de la tierra.

Si se mide el peso de un objeto cuya masa es m y su aceleración de caída libre es g, entonces peso es igual a masa por gravedad.

Cuando un objeto se esta deslizando, experimenta una fuerza retardada llamada fuerza de rozamiento. La superficie de apoyo empuja al objeto que se desliza con una  $F_N$  donde fuerza N tiene una dirección perpendicular a la superficie. Se encuentra entonces que  $f = \mu F_N$  donde  $\mu$  se denomina coeficiente de rozamiento entre las dos superficies involucradas."

### Inercia:

Es la tendencia que tiene un cuerpo de mantenerse en el estado en que se encuentra ya sea en reposo o en movimiento.

La masa es una medida de la inercia.

La aceleración de un cuerpo es directamente proporcional a la fuerza que actúa sobre él e inversamente proporcional a su masa.

$$F = m a \quad \text{entonces:} \quad m = F / a$$

$$a = F / m$$

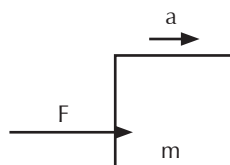
$$F = \text{Kg} \cdot \text{m} / \text{s}^2 \quad (\text{Newton, unidad de F})$$

Esto significa que la fuerza de 1 newton da a la masa de un kilogramo una aceleración de 1 m/s<sup>2</sup>.



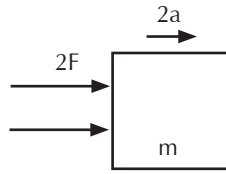
Ejemplo:

Una fuerza acelera el bloque.





Se duplica la fuerza, se duplica la aceleración.



Se duplica la masa, la aceleración se reduce a la mitad.

Recuerde que el peso de un cuerpo es la fuerza con que la tierra lo atrae. Sus efectos se demuestran en la vida práctica. Cuando lanzamos un objeto éste cae (aceleración) al suelo (hacia la tierra).

$$F = m a$$

$$a = g$$

$$P = m g$$

$$P = 1 \text{ Kg} \times 9,8 \text{ m/s}^2 = 9,8 \text{ Newtones}$$

### Problema 1:

Un tractor de jardín tira de un vagón cargado con una fuerza de 15 newton. Si la masa total del vagón y su contenido es de 60 Kg ¿Cuál es la aceleración del vagón ?.

$$F = 15 \text{ N}$$

$$a = F / m$$

$$m = 60 \text{ Kg}$$

$$a = 15 \text{ N} / 60 \text{ kg} = 0,25 \text{ m/s}^2$$

### Problema 2 :

Un hombre pesa 588 N. ¿Cuál es su masa ?.

$$F = P = 588 \text{ N}$$

$$m = P/g = 588 \text{ N} / 9,80 \text{ m/s}^2 = 60 \text{ Kg}$$



### Ejemplo 3:

Dos masas  $m_1 = 2,5 \text{ Kg}$  y  $m_2 = 3,5 \text{ Kg}$  descansan sobre una superficie sin fricción y están conectadas mediante un ligero resorte. Se aplica una fuerza horizontal de 12 N a  $m_1$ . ¿Cuál es la magnitud de la aceleración de las masas (sistemas) . ¿Cuál es la magnitud de la tensión (T) del resorte? (La tensión es la fuerza transmitida por el resorte).

$$m_1 = 2,5 \text{ Kg.}$$

$$m_2 = 3,5 \text{ Kg.}$$

$$F = 12 \text{ N}$$

$$a = ?$$

$$a = F/m$$

T = ?

$$a = \frac{F}{m_1 + m_2} = \frac{12\text{N}}{2,5\text{Kg} + 3,5\text{Kg}} = 2\text{m/s}^2$$

Hay una fuerza de magnitud T sobre cada una de las masas, debido a la tensión del resorte que las conecta.

$$T = m_2 a$$

$$T = 3,5 \text{ Kg} \cdot (2\text{m/s}^2) = 7\text{N}$$

Las fuerzas T sobre las masas, son iguales y opuestas.

### Aplicación de la segunda ley newton en forma de componentes

La segunda ley de Newton no sólo es aplicable para cualquier parte de un sistema, sino también para las componentes del movimiento. Una fuerza se puede expresar en notación de componentes en dos dimensiones como sigue:

$$F = m \cdot a$$

$$F_x x + F_y y = m (a_x x + a_y y)$$

$$= m_x a_x x + m a_y y$$

∴

$F_x = m a_x$ $F_y = m a_y$
-----------------------------



### Ejemplos:

Una fuerza de 15N se aplica con un ángulo de 30° con la horizontal sobre un bloque de 0,750 Kg en reposo sobre una superficie sin fricciones:

- a). ¿Cuál es la magnitud de la aceleración resultante del bloque?
- b). Si la fuerza se aplica durante 1,5 s ¿Qué pasa después de esto?

$$F = 15\text{N}$$

$$m = 0,750 \text{ Kg}$$

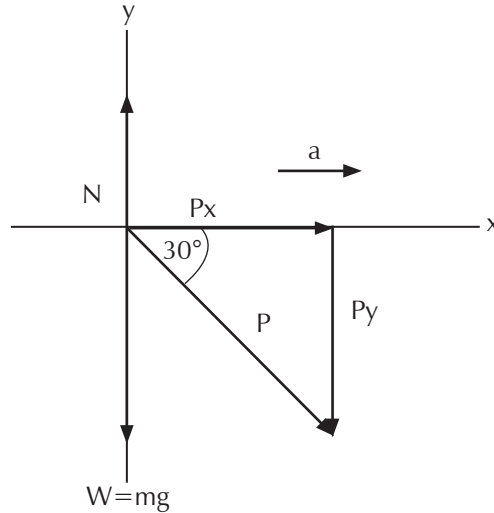
$$\theta = 30^\circ$$

$$v_0 = 0$$

$$t = 1,5 \text{ s}$$

$$a = ?$$

Describir el movimiento cuando la fuerza ya no se aplica.



La dirección en la cual se moverá el bloque es a lo largo de la superficie positiva en x. Observamos que sólo una componente  $F_x$  de la fuerza F aplicada actúa en esa dirección.

$$F_x = F \cos \theta.$$

$$F_x = F \cos 30^\circ = m a$$

$$a_x = \frac{F \cos 30}{m} = \frac{15\text{N}(0.866)}{0,750\text{kg}} = 17,3\text{m} / \text{s}^2 \text{ esta es la aceleración total del bloque}$$

Cuando la fuerza deja de actuar al final de los 1,5 s, el bloque tendrá una velocidad en la dirección x con una magnitud de:

$$v_x = v_{x_0} + a_x t = 0 + (17.3\text{m} / \text{s}^2)(1,5\text{s}) = 26\text{m} / \text{s}$$

De acuerdo con la primera ley de Newton, el bloque continuará viajando con esa velocidad constante hasta que otra fuerza actúe sobre él.

Un automóvil que viaja a 72 Km/h a lo largo de un camino recto y plano, se detiene uniformemente en una distancia de 40m. Si el automóvil pesa  $8,80 \times 10^3 \text{ N}$ . ¿Cuál es la fuerza de sus frenos?

$$V_0 = 72 \text{ Km/h} = 20\text{m/s}$$

$$V = 0$$

$$X = 40\text{m}$$

$$P = 8.80 \times 10^3 \text{ N}$$

$$F = m \cdot a$$

$$V^2 = V_0^2 + 2ax$$

$$a = \frac{v^2 - v_0^2}{2(40m)} = \frac{0 - (20m)^2}{2(40m)} = -5m / s^2$$

El signo menos indica que la aceleración es opuesta a  $v_0$ , por lo tanto, la fuerza de frenado desacelera el vehículo.

La masa del vehículo se obtiene a partir del peso:  $W = mg$  o  $m = W/g$ . Utilizando esta expresión con la aceleración obtenida previamente, obtenemos una fuerza de frenado.

$$F = ma = \left(\frac{W}{g}\right)a$$

$$= \left(\frac{8.80(10^3\text{N})}{9.80m / s^2}\right)(-5m / s^2) = -4.49 \times 10^3 \text{N}$$

## FUERZAS MECÁNICAS ESPECIALES

### PESO DE UN CUERPO

El peso es el producto de la masa gravitacional del cuerpo por la aceleración de la gravedad terrestre.

El peso de un cuerpo es la fuerza que ejerce la Tierra sobre él, debido a la atracción gravitacional.

$$P = mg$$

Sobre todo cuerpo que esté situado cerca de la superficie terrestre actúa el peso y se representa como un vector dirigido verticalmente hacia abajo; el peso actúa independientemente del estado del movimiento del cuerpo.

En los siguientes ejemplos se ilustra la forma como se debe dibujar el peso de un cuerpo:

#### a. Cuerpo que cae libremente.



b. **Proyectil que describe un movimiento parabólico.**

c. **Cuerpo apoyado en una superficie horizontal.**

d. **Cuerpo apoyado sobre un plano inclinado.**

En todos estos ejemplos, observamos que el peso se representa como un vector dirigido verticalmente hacia abajo.

Posteriormente estudiaremos la ley de atracción gravitacional y generalizaremos el concepto de peso que hasta ahora lo hemos limitado a cuerpos situados cerca de la superficie terrestre.

## FUERZA NORMAL

Es la fuerza ejercida por una superficie sobre un cuerpo que se encuentra apoyado en ella.

La fuerza normal o simplemente normal se representa por medio de un vector dirigido perpendicularmente a la superficie de contacto y se denota con la letra **N**.

En los siguientes ejemplos además del peso se ha dibujado la normal:

a. **Cuerpo sobre una superficie horizontal.**

b. **Cuerpo sobre un plano inclinado.**

- c. **Cuerpo suspendido de un hilo atado en una superficie vertical.**

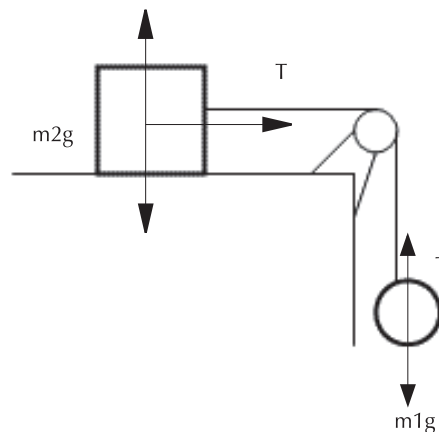
## FUERZA DE TENSIÓN

Es la ejercida por una cuerda, considerada de masa despreciable e inextensible, sobre un cuerpo que está ligado a ella.

La fuerza de tensión se representa con un vector dirigido a lo largo de la cuerda. En los siguientes ejemplos se ilustra la fuerza de la tensión, además de otras fuerzas ya estudiadas.

- a. **Péndulo oscilante.**

- b. **Sistema de cuerpos ligados por una cuerda.**



## LEY DE LA GRAVITACIÓN UNIVERSAL.

En el año de 1687 Isaac Newton publicó "Philosophie Naturalis Principia Mathematica" donde se concluyeron todos los estudios de Astronomía iniciados por Nicolás Copérnico.

Newton descubre la ley de gravitación universal, demostrando de esta forma que el movimiento de los cuerpos celestes puede predecirse.

La ley de gravitación universal se puede demostrar al suponer las órbitas de los planetas circulares y aplicar la tercera ley de Kepler.

Consideremos que el planeta se mueve con velocidad  $V$  alrededor del Sol en una circunferencia de radio  $r$ .

Si el movimiento es circular uniforme, el planeta en el período  $T$ , recorre una distancia  $2\pi r$ , ya que  $V = 2\pi r / T$ .

Como el movimiento es circular uniforme, la fuerza resultante sobre el planeta es una fuerza centrípeta.

$$F_{CP} = m 4\pi^2 r / T^2$$

Al aplicar la tercera ley de Kepler:  $r^3 = cT^2$ , tenemos:

$$F_{CP} = m 4\pi^2 r / r^3 \cdot c$$

De donde  $F_{CP} = m 4\pi^2 c / r^2$

Newton concluyó que la fuerza de atracción gravitacional depende directamente de la masa ( $m$ ) del planeta y es inversamente proporcional al cuadrado de la distancia media del planeta al Sol. Al considerar la ley de acción y reacción, esta fuerza de atracción también debe depender de la masa del Sol. Es decir, en la constante  $c$  está involucrada la masa del Sol.

$$F = G m_s m / r^2$$

Donde  $G$  es la constante de gravitación universal.

$$G = 6.67 \times 10^{-11} \text{ Nm}^2 / \text{Kg}^2$$

La ley de gravitación universal queda enunciada de la siguiente forma:

***La fuerza de atracción gravitacional entre dos masas es directamente proporcional al producto de las masas e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia que las separa.***

Esta fuerza de atracción existe entre dos masas cualesquiera aunque su valor es insignificante.





## Autoevaluación No. 1

La presente autoevaluación le ayudará a comprobar el grado de conocimientos adquiridos, desarróllela antes de continuar con el estudio de la siguiente unidad.

### A. Encierre en un círculo la letra correspondiente a la respuesta correcta.

1. El centro de masa y el centro de gravedad:
  - a. Siempre son los mismos.
  - b. A veces coinciden.
  - c. Son completamente diferentes.
2. Algunas veces se hace referencia a la primera ley de Newton como la ley de la inercia. Una medida de la inercia de un objeto se obtiene por su:
  - a. Tamaño
  - b. Rapidez
  - c. Forma
  - d. Masa
3. En la ausencia de una fuerza, un objeto estará siempre:
  - a. En reposo
  - b. En movimiento con velocidad constante
  - c. Acelerado
4. La segunda ley de Newton del movimiento relaciona la aceleración de un objeto sobre el que actúa una fuerza que es:
  - a. Inversamente proporcional a su masa
  - b. Cero
  - c. Inversamente proporcional a la fuerza
  - d. Independiente de la masa.
5. El Newton como unidad de fuerza, es equivalente a:
  - a.  $\text{Kg} \times \text{m} / \text{s}$
  - b.  $\text{Kg} \times \text{m} / \text{s}^2$
  - c.  $\text{Kg} \times \text{m}^2 / \text{s}$
  - d. ninguno

6. El par de fuerzas de la tercera ley de Newton consiste en fuerzas que:
  - a. Siempre son opuestas, pero algunas veces no son iguales.
  - b. Siempre se cancelan una a la otra cuando se aplica la segunda ley a un cuerpo.
  - c. Siempre actúan sobre el mismo objeto.
  - d. Siempre son idénticas tanto en magnitud, como en dirección, pero actúan sobre diferentes objetos.
  
7. Una fuerza del par de fuerzas de acción – reacción :
  - a. Nunca produce una aceleración.
  - b. Siempre es mayor que la otra
  - c. Puede o no producir un cambio en la velocidad.
  - d. Ninguno de éstos.
  
8. La acción producida por un cuerpo sobre otro se denomina:
  - a. Presión
  - b. Esfuerzo
  - c. Fuerza
  
9. Las fuerzas son magnitudes:
  - a. Escalares
  - b. Vectoriales
  - c. Escalares y vectoriales
  
10. Una fuerza aplicada a un cuerpo puede producir:
  - a. Efecto estático
  - b. Efecto dinámico
  - c. Los dos efectos anteriores
  
11. La deformación de un cuerpo se debe a.
  - a. Un efecto estático
  - b. Un efecto dinámico
  - c. Los dos efectos anteriores

12. La aceleración que adquiere un cuerpo se debe a:
  - a. Un efecto estático
  - b. Un efecto dinámico
  - c. Los dos efectos anteriores
13. La deformación o aceleración que experimenta un cuerpo depende de:
  - a. La magnitud de la fuerza aplicada
  - b. La dirección de la fuerza aplicada
  - c. La magnitud y dirección de la fuerza aplicada
14. Para medir la intensidad de una fuerza se utiliza un aparato llamado:
  - a. Dinamómetro
  - b. Esferómetro
  - c. Balanza
15. Según la naturaleza de las fuerzas éstas son.
  - a. Gravitacionales y electromagnéticas
  - b. Electromagnéticas, nucleares y gravitacionales
  - c. Electromagnéticas y nucleares
16. La fuerza de atracción entre dos cuerpos, debido a que ambos poseen masa, se denomina:
  - a. Eléctrica
  - b. Magnética
  - c. Gravitacional
17. El peso de un cuerpo es ejemplo de fuerza:
  - a. Gravitacional
  - b. De contacto
  - c. Nuclear
18. Entre electrones y protones existen fuerzas:
  - a. Nucleares
  - b. Eléctricas y magnéticas
  - c. De contacto

19. La fuerza que explica cómo se producen ciertas desintegraciones radioactivas del núcleo en un átomo se llama:
- Nuclear débil
  - Nuclear fuerte
  - Eléctrica
20. A las diferentes fuerzas, cualquiera que sea su naturaleza las denominamos:
- Fuerzas de contacto
  - Fuerzas a distancia
  - Fuerzas elásticas
21. Actualmente, los físicos admiten que de cada cuerpo se “expande” algo abstracto, que llamamos:
- Masa
  - Radiación
  - Campo
22. En el sentido microscópico, las fuerzas de contacto son realmente de naturaleza:
- Gravitacional
  - Electromagnética
  - Nuclear
23. La fuerza producida por la superficie de un cuerpo sobre la de otro, puede ser:
- Normal
  - Rozamiento
  - Normal y rozamiento
24. Un cuerpo de peso 2N cuelga de un resorte y se estira 10 cm, la constante elástica del resorte es:
- 0.2
  - 20
  - 5

25. Cuando un cuerpo cuelga de un resorte, la fuerza que ejerce el resorte en dirección opuesta al desplazamiento, se llama:
- Fuerza elástica
  - Fuerza de tensión
  - Fuerza de restitución
26. La fuerza que ejerce una cuerda sobre un cuerpo en contacto con ella, se denomina:
- Tensión
  - Normal
  - Rozamiento
27. Un cuerpo está sobre una superficie plana, la fuerza que produce la superficie sobre el cuerpo es:
- Paralela a la superficie
  - Perpendicular al cuerpo
  - Perpendicular a la superficie
28. Todo cuerpo continua en su estado de reposo o de movimiento rectilíneo uniforme, si no recibe ninguna fuerza; este enunciado corresponde a la:
- Primera ley de Newton
  - Segunda ley de Newton
  - Tercera ley de Newton
29. Para que un cuerpo se encuentre en reposo, se requiere que sobre él:
- Actúe una fuerza constante
  - Actúe una fuerza de rozamiento
  - No actúe ninguna fuerza o la resultante sea nula
30. Para que un cuerpo tenga movimiento rectilíneo uniforme, se requiere que sobre él:
- Actúe una fuerza constante
  - Actúe una fuerza de rozamiento dinámica
  - No actúe ninguna fuerza o la resultante sea nula

31. La aceleración que adquiere un cuerpo es directamente proporcional a la fuerza aplicada e inversamente proporcional a la masa; este enunciado corresponde a la:
- Primera ley de Newton
  - Segunda ley de Newton
  - Tercera ley de Newton
32. Newton usaba el término “masa” como sinónimo de:
- Cantidad de materia
  - Cantidad de inercia
  - Cantidad de sustancia
33. La masa de un cuerpo es la medida de su inercia, esta afirmación es:
- Verdadera
  - Falsa
  - No tiene sentido la afirmación
34. La masa es una magnitud:
- Vectorial y escalar
  - Vectorial
  - Escalar
35. La fuerza que produce en un cuerpo de masa  $i$  Kg una aceleración de  $1\text{m/s}^2$ , se llama:
- Kilopondio o kilogramo fuerza
  - Newton
  - DINA
36. La fuerza que produce en un cuerpo de masa  $1\text{g}$  una aceleración de  $1\text{cm/s}^2$ , se llama:
- Pondio o gramo fuerza
  - Newton
  - DINA
37. El kilogramo fuerza expresado en Newton, es igual a:
- 9.8
  - 105
  - $10^{-5}$

38. Un Newton expresado en dinas, es igual a:
- 9.8
  - 105
  - 10<sup>-5</sup>
39. El peso de un cuerpo es una magnitud:
- Vectorial y escalar
  - Vectorial
  - Escalar
40. El peso de un cuerpo depende de:
- La masa
  - La gravedad
  - La masa y la gravedad
41. En el SI la fuerza se mide en:
- Kilogramo fuerza
  - Newton
  - Dinas
42. Un cuerpo de 10Kg pesa más en:
- La Antártica
  - Ecuador
  - La Luna
43. La aceleración en m/s<sup>2</sup> que produce una fuerza de 50 N a un cuerpo cuya masa es de 5000 g, es:
- 250
  - 100
  - 10
44. La masa de un cuerpo de peso 980N, es:
- 980 Kg
  - 100 Kg
  - Imposible obtenerla ya que no se conoce la aceleración

45. Una DINA equivale a:
- 105N
  - 10-5N
  - 9.8 N
46. Sobre un cuerpo de masa igual 2 Kg actúan las fuerzas  $F_2 = 20 \text{ N}$ ,  $F_1 = 30 \text{ N}$ , estas fuerzas tienen la misma dirección pero sentido contrario, entonces la aceleración que recibe el cuerpo es:
- $5 \text{ m/s}^2$
  - $25 \text{ m/s}^2$
  - $10 \text{ m/s}^2$
47. La primera ley de Newton es un caso particular de la segunda ley, en la cual  $x = 0$ , esta afirmación:
- Es verdadera
  - Es falsa
  - No tiene sentido la afirmación
48. Si un cuerpo ejerce una fuerza sobre un segundo cuerpo, este ejercerá una fuerza igual y opuesta sobre el primero; este enunciado corresponde a la:
- Primera ley de Newton
  - Segunda ley de Newton
  - Tercera ley de Newton
49. Un bloque de masa 4 Kg está apoyado sobre un plano horizontal y es jalado mediante una fuerza horizontal, la magnitud de la fuerza de reacción  $R$  que ejerce el plano sobre el bloque, es:
- 4 N
  - 2.45N
  - 39.2N
50. Un bloque de masa 4Kg está apoyado sobre un plano horizontal y es jalado mediante una fuerza horizontal, la magnitud de la fuerza horizontal que se requiere para dar al bloque una velocidad horizontal de 6 m/s en 2s a partir del punto de reposo, es:
- 48N
  - 3N
  - 12N



51. Una persona pesa 686 N y asciende por un elevador con una aceleración cuyo valor es de  $2 \text{ m/s}^2$ . El peso aparente de la persona, es decir, el valor de la fuerza de reacción que ejercerá el piso del elevador al subir, es:
- 140N
  - 826N
  - 546N
52. Una persona pesa 686 N y asciende por un elevador con una aceleración cuyo valor es de  $2 \text{ m/s}^2$ . El valor del peso aparente de la persona al bajar, es:
- 140N
  - 826N
  - 546N
53. La ley fundamental de la dinámica constituye la:
- Primera ley de Newton
  - Segunda ley de Newton
  - Tercera ley de Newton
54. En un movimiento circular, un cuerpo de masa  $m$  tiene una aceleración centrípeta igual a:
- $v^2/r$
  - $v/r$
  - $v^2 \cdot r$
55. En un movimiento circular, la fuerza dirigida hacia el centro de la trayectoria, se llama:
- Centrípeta
  - Centrífuga
  - Tangencial
56. ¿Cuál de las siguientes ecuaciones permite calcular la fuerza centrípeta?
- $F_{cp} = m v^2/r$
  - $F_{cp} = m v/r$
  - $F_{cp} = m v/r^2$

57. Los cuadrados de los períodos de los planetas son proporcionales a los cubos de las distancias medias al Sol, este enunciado corresponde a la:
- Primera ley de Kepler
  - Segunda ley de Kepler
  - Tercera ley de Kepler
58. ¿Qué leyes de Kepler, Newton utilizó para deducir la ley de la gravitación universal?
- Primera y segunda
  - Primera y tercera
  - Segunda y tercera
59. Una de las siguientes fórmulas representa la ley de la gravitación universal:
- $F = G Mm/r$
  - $F = G mM/r^2$
  - $F = Mm/ r^2$
60. El campo gravitacional es una magnitud:
- Vectorial
  - Escalar
  - Proporcional
61. El campo gravitacional en la superficie terrestre con respecto a la aceleración de la gravedad, es:
- Mayor
  - Menor
  - Igual
62. La fuerza de atracción gravitacional entre dos masa es proporcional a:
- La suma de las masas
  - La razón de las masa
  - El producto de las masa

63. La segunda ley de Newton nos permite, teóricamente, resolver cualquier pregunta de:
- Mecánica
  - Movimiento Ondulatorio
  - Física Moderna

**B. Conteste las siguientes interrogantes:**

64. Si un cuerpo está en reposo. ¿ Se puede afirmar que no hay fuerzas externas actuando sobre él ?.
65. ¿Cuánto pesa un astronauta en el espacio exterior, lejos de todo planeta ?
66. Identifique los pares de acción – reacción en las situaciones siguientes: una niña da un paso, una bola de básquet golpea a un niño por detrás, un jugador de fútbol atrapa el balón, una ráfaga de viento cierra una puerta.
67. Si se coloca una bola de acero sobre una mesa y permanece ahí. ¿Qué fuerzas actuarán sobre la bola?
68. Se deja caer un balón de goma sobre el piso . ¿ Qué fuerza hace que el balón rebote ?.
69. Si los demás factores son constantes, ¿cómo varía la aceleración de un objeto con respecto a la fuerza aplicada?
70. ¿Cómo varía la aceleración producida en diferentes objetos por fuerzas iguales con respecto a la masa del objeto?
71. ¿Qué ecuación expresa la relación existente entre fuerza, masa y aceleración?
72. ¿Cómo puede calcularse la fuerza necesaria para producir una aceleración en un objeto de peso desconocido?
73. Suponga que un ladrillo se encuentra suspendido de un cordón de cierta longitud, el cual está atado a un soporte rígido.
- ¿Cuál es la fuerza hacia abajo que actúa sobre el ladrillo?
  - Si esta fuerza es la de acción, ¿cuál será la de reacción?
76. ¿Por qué un objeto que cae en el vacío está sometido a una aceleración constante?

## UNIDAD 2: ESTÁTICA

Guíese en el texto básico desde la página 162 hasta la página 181 y desde la página 217 hasta la página 225.

Hemos visto hasta ahora que si la fuerza resultante que actúa sobre un cuerpo es diferente de cero, éste presenta una aceleración.

En esta unidad estudiaremos las condiciones que deben cumplirse para que un cuerpo sobre el que actúan fuerzas, no presente variación en el movimiento de traslación ni de rotación, es decir, quede en equilibrio.

### DEFINICIÓN DE ESTÁTICA

La estática tiene como objetivo, establecer si bajo la acción simultánea de varias fuerzas, un cuerpo se halla o no en equilibrio.

### EQUILIBRIO DE UN CUERPO

#### PRIMERA CONDICIÓN DE EQUILIBRIO: EQUILIBRIO DE TRASLACIÓN

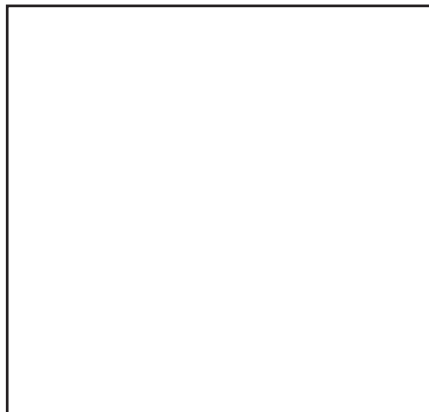
Cuando se estudió la primera ley de Newton, llegamos a la conclusión de que si sobre un cuerpo no actúa ninguna fuerza externa, éste permanece en reposo o en movimiento rectilíneo uniforme. Pero sobre un cuerpo pueden actuar varias fuerzas y seguir en reposo o en movimiento rectilíneo uniforme. Por ejemplo, si consideramos un cuerpo sobre una superficie horizontal, la superficie ejerce una fuerza normal (N) sobre el cuerpo que se opone al peso (mg) y que hace que el cuerpo esté en reposo.

Como se puede notar, las fuerzas que actúan sobre el cuerpo tienen igual magnitud y sentido contrario, pues si no ocurriera esto, el libro se movería. De lo anterior se puede decir que la suma de las fuerzas que actúan sobre el cuerpo, o sea la fuerza resultante, es igual a cero. Esto significa que los efectos de las fuerzas se compensan dando como resultado el no cambio en su movimiento de traslación.

De lo anterior se puede concluir:

*Si la fuerza resultante que actúa sobre un cuerpo es cero, el cuerpo se encuentra en **equilibrio de traslación**.*

Hay que tener en cuenta, que tanto para la situación de reposo, como para la de movimiento rectilíneo uniforme, la fuerza neta que actúa sobre un cuerpo es igual a cero.



## Ecuaciones para la primera condición de equilibrio

Si las fuerzas que actúan sobre un cuerpo son  $F_1, F_2, \dots, F_n$ , el cuerpo se encuentra en equilibrio de traslación si:

$$F_r = F_1 + F_2 + \dots + F_n = 0$$

Si se utiliza un sistema de coordenadas cartesianas o rectangulares en cuyo origen colocamos el cuerpo y sobre los ejes proyectamos las fuerzas que actúan sobre el cuerpo, tendremos:

$$\Sigma F_x = 0 \quad \text{y} \quad \Sigma F_y = 0$$

Las ecuaciones anteriores son la expresión matemática correspondiente a la primera condición de equilibrio de un cuerpo.

### Problema:

Un bloque de 12 Kg descansa sobre un plano inclinado sin rozamiento de  $30^\circ$ , atado mediante una cuerda a un soporte vertical fijo al plano. Calcule:

- La tensión de la cuerda.
- La fuerza del plano sobre el bloque

### Solución

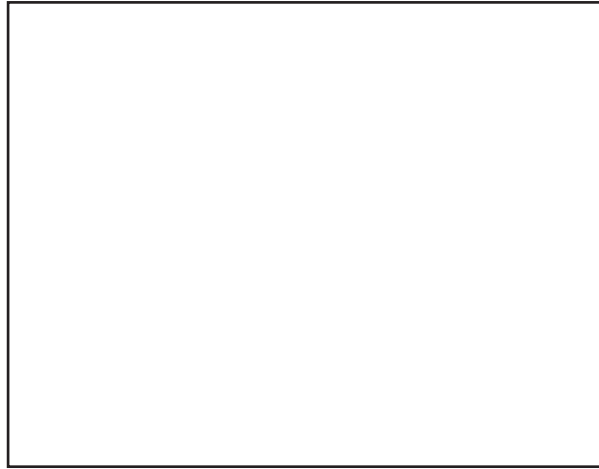
La figura 1 representa la situación descrita en el problema.



El diagrama de cuerpo libre está representado en la figura 2, donde T es la fuerza ejercida por la cuerda; N es la fuerza normal y mg la fuerza ejercida por la Tierra.



Las fuerzas que actúan sobre el cuerpo, se descomponen a lo largo de los ejes de coordenadas (figura 3), de tal forma que el eje  $x$  coincida con  $T$  y el eje  $y$  con  $N$ .



El peso ( $mg$ ) se descompone a lo largo de  $x$  como  $mg \sin 30^\circ$  y a lo largo de  $y$  como  $mg \cos 30^\circ$ .

Al aplicar las condiciones de equilibrio para el eje  $x$  se obtiene:

$$\Sigma F_x = 0 \text{ entonces } T - mg \sin 30^\circ = 0 \text{ de donde } T = mg \sin 30^\circ.$$

Y para el eje  $y$ :

$$\Sigma F_y = 0 \text{ entonces } N - mg \cos 30^\circ = 0 \text{ de donde } N = mg \cos 30^\circ.$$

Al remplazar los datos numéricos en estas ecuaciones, obtenemos que la tensión de la cuerda es:

$$T = 58.8 \text{ N}$$

y la fuerza del plano sobre el bloque es:

$$N = 101.8 \text{ N}$$

### Metodología para la solución de problemas de estática

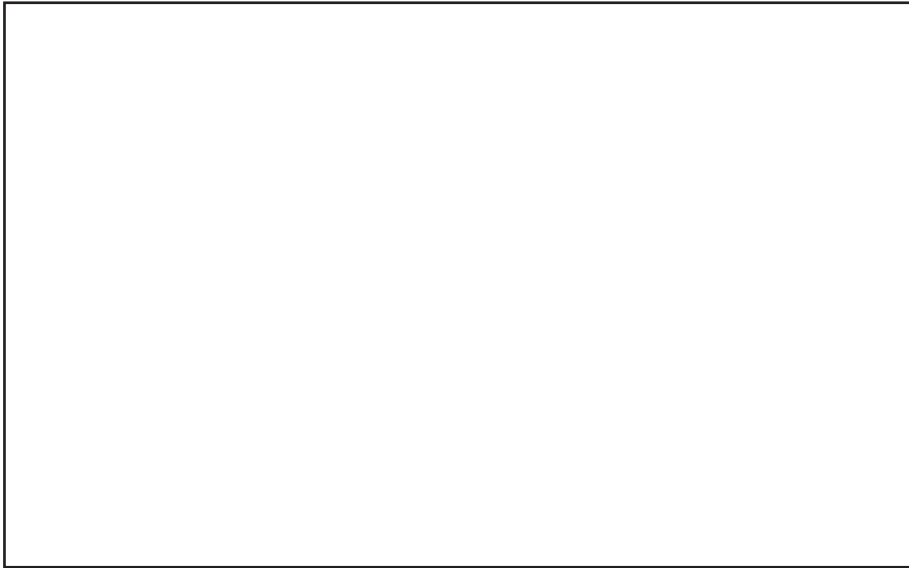
Del problema resuelto se puede extraer los pasos que se deben seguir para resolver los problemas de estática, cuando las fuerzas que actúan sobre un cuerpo que se encuentra en equilibrio, son concurrentes, es decir todas actúan sobre el mismo punto.

1. Se ilustra la situación descrita en el problema con un dibujo en diagrama.
2. Se determina el punto donde concurren todas las fuerzas que actúan sobre el cuerpo analizado.
3. A partir de dicho punto se dibujan todas las fuerzas.
4. Se dibuja un sistema de coordenadas cartesianas con origen en el punto de concurrencia, de tal forma que la mayor cantidad de fuerzas queden ubicadas en los ejes.
5. Se hallan las componentes rectangulares de las fuerzas.

7. Se aplica la primera condición de equilibrio  $\sum F_x = 0$  y  $\sum F_y = 0$
8. Se resuelve el sistema de ecuaciones por cualquiera de los métodos conocidos.

## MOMENTO DE FUERZA O TORQUE

Al aplicar fuerzas no concurrentes sobre un cuerpo, éste tiende a rotar. Para estudiar los factores que determinan la efectividad de una fuerza en la variación del movimiento de rotación, consideremos una rueda, la cual se quiere hacer girar aplicándole una fuerza  $\mathbf{F}$  a una distancia  $\mathbf{d}$  del eje de giro. (Ver figura).



Vemos que es más fácil poner en movimiento la rueda aplicando la fuerza  $\mathbf{F}$ , perpendicular a la línea que une el punto de aplicación de ésta con el eje de giro, y en un punto alejado del eje que aplicándola en un punto más próximo a él. O sea:

*El efecto de una fuerza dada sobre el movimiento de rotación de un cuerpo depende del valor de la fuerza, de la distancia del punto de aplicación de la fuerza al eje de giro y de la dirección de la fuerza con respecto a la línea que une el punto de aplicación de ésta con el eje de giro.*

A la distancia  $\mathbf{d}$  se le denomina brazo. Si se descompone la fuerza  $\mathbf{F}$  en su componente paralela al brazo la cual denotamos  $\mathbf{F}_{\parallel}$  y en la componente perpendicular al brazo, la cual denotamos  $\mathbf{F}_{\perp}$ , se puede comprobar que la componente perpendicular de la fuerza es la que produce la rotación.

El efecto de rotación de la fuerza aplicada sobre la rueda se mide mediante el “**momento de fuerza**” o “**torque**” de la fuerza  $F$ , el cual se denota con  $\mathbf{M}$  y se define como: el producto de la magnitud de la fuerza perpendicular  $\mathbf{F}_{\perp}$  a la línea que une el eje de rotación con el punto de aplicación de la fuerza por la distancia  $\mathbf{d}$  entre el eje de rotación y el punto de aplicación de la fuerza. Esto es:

$$\mathbf{M} = \mathbf{F}_{\perp} \cdot \mathbf{d}$$

### Unidades de torque:

En el sistema internacional de unidades SI el torque se mide en N.m

En el sistema C.G.S el torque se mide en dy.cm

### Problema:

Calcule el torque de la fuerza  $F = 5 \text{ N}$  que actúa sobre el cuerpo, con respecto al eje de rotación O.

### Solución:

Como el torque viene dado por  $M = F_b \cdot d$ , donde  $F_b = F \sin 60^\circ = 5 \text{ N} \sin 60^\circ = 4.33 \text{ N}$

$$d = 3 \text{ m}$$

$$\text{Entonces, } M = 4.33 \text{ N} \cdot 3 \text{ m} = 12.99 \text{ N.m}$$

El cuerpo rota y no se encuentra en equilibrio de rotación.

## SEGUNDA CONDICIÓN DE EQUILIBRIO: EQUILIBRIO DE ROTACIÓN

Si a un cuerpo que puede girar alrededor de un eje, se le aplican varias fuerzas y no producen variación en su movimiento de rotación, se dice que el cuerpo se encuentra en “**equilibrio de rotación**”. El cuerpo puede estar en reposo o tener movimiento uniforme de rotación.

También se puede decir que un cuerpo se encuentra en equilibrio de rotación si:

***La suma algebraica de los momentos o torques de las fuerzas aplicadas al cuerpo, respecto a un punto cualquiera es igual a cero.***

$$\text{Esto es: } \Sigma M = 0$$

## CENTRO DE GRAVEDAD DE UN CUERPO

Si se considera el peso como resultado de la acción de atracción de la Tierra sobre un cuerpo, este resultado aparece de la acción de la Tierra sobre cada partícula del mismo. Es decir, estas acciones constituyen un sistema de fuerzas aplicadas en las diferentes partículas que forman el cuerpo. O sea, el peso es el resultado de este sistema de fuerzas, y el punto donde se aplica dicho sistema se llama **centro de gravedad**.

El centro de gravedad para cuerpos homogéneos y de forma geométrica definida, se encuentra en el centro de simetría del cuerpo. Así, el centro de gravedad para cuerpos de forma circular, esférica, etc., se encontrará en el centro geométrico del cuerpo.

***El centro de gravedad de un cuerpo es el punto donde se considera aplicado el peso.***

## CENTRO DE MASA DE UN CUERPO

Si al aplicar una fuerza sobre un cuerpo que se encuentra en reposo, adquiere únicamente movimiento de traslación y no produce variaciones en su movimiento de rotación se dice que dicha fuerza pasa por el centro de masa del cuerpo.



Para cuerpos regulares el centro de masa coincide con el centro de gravedad.

***Centro de masa de un cuerpo es el punto en el cual al aplicar fuerzas se produce una traslación pura.***

## APLICACIONES

Una de las aplicaciones más importante en la vida diaria es el concepto de momento de fuerza o torque en las llamadas máquinas simples que se utilizan para transformar el valor o la dirección de una fuerza. En este estudio consideraremos la palanca, el plano inclinado y las poleas.

## FRICCIÓN

### LA NATURALEZA DE LA FRICCIÓN

Cuando un objeto en reposo se encuentra sobre un plano inclinado, una de las componentes del peso tira del objeto cuesta arriba. A medida que se incrementa el ángulo de inclinación, aumenta también esta componente. Aun con el menor ángulo de inclinación se producirá una componente que haga descender al objeto si no hay una fuerza que lo retenga en su sitio. Sin embargo, al realizar experimentos de este tipo encontramos que el objeto empieza a deslizarse hasta que la componente paralela a la cuesta alcanza cierta magnitud. Esto significa que deben existir fuerzas entre el objeto y la cuesta que evitan el deslizamiento del cuerpo. Estas reciben el nombre de *fuerza de fricción*, o simplemente, **fricción**, la cual se opone al movimiento de objetos que están en contacto entre sí.

La causa de la fricción no es sencilla. Algunos científicos creen que se debe, principalmente, al roce de las superficies desiguales de los objetos en contacto. A medida que las superficies se frotan, tienden a entrelazarse resistiéndose al desplazamiento de una sobre otra. Se ha demostrado que, en realidad, partículas diminutas se separan de una superficie y llegan a encajarse en la otra.

A partir de esta teoría de la fricción, podría pensarse que si se pulen cuidadosamente las dos superficies, la fricción deslizante que se produzca entre ellas habría de disminuir; sin embargo, los experimentos han demostrado que hay un límite del grado de fricción que puede reducirse mediante el pulido de superficies en contacto, pues cuando éstas quedan muy lisas, aumenta la fricción entre ellas. Por lo anterior se ha concluido otra teoría, según la cual es posible que algunos casos de fricción se deban a las mismas fuerzas que mantienen unidos a los átomos y moléculas.

*Es difícil explicar algunas de las causas de la fricción.*

En muchas ocasiones, la fricción es muy deseable; por ejemplo, no podríamos caminar si ésta no existiera entre las suelas de los zapatos y el piso. Además, para que un automóvil empiece a moverse es necesario que haya fricción entre las llantas y la carretera y, al aplicar los frenos del vehículo, se produce este mismo tipo de fuerza por el rozamiento de las balatas y los tambores de la rueda, de manera que se reduce la rapidez de su giro, mientras que la fricción de las llantas con el piso es lo que termina de detener el vehículo. Aun en forma menos clara, pero también es la fricción lo que mantienen a tornillos y clavos en su lugar y evita que los platos se deslicen fuera de la mesa si ésta no está bien nivelada. Por otro lado, también puede constituir una desventaja, por ejemplo, cuando tratamos de mover un mueble pesado deslizándolo sobre el piso.

*Sin fricción usted no podría hacer su tarea.*

## LOS PRINCIPIOS DE LA FRICCIÓN

No resulta difícil realizar experimentos de fricción, pero no siempre es fácil expresar los resultados en forma de ecuaciones o leyes; por tanto, las siguientes afirmaciones deberían entenderse sólo como descripciones aproximadas, tomando en cuenta que se refieren exclusivamente a objetos sólidos. Las fuerzas de fricción en los casos de líquidos y gases no serán tratadas en esta oportunidad; nuestra exposición se limita asimismo a la *fricción inicial y deslizante*.

**La fricción inicial** es la fuerza de fricción que se produce entre objetos estacionarios.

**La fricción deslizante** es la fuerza de fricción que se produce entre objetos que se deslizan uno contra otro. La fricción estática ( cuyo valor varía de 0 al valor de la fricción inicial ) y la rodante, no se consideran en este estudio.

1. La fricción actúa en forma paralela a las superficies que están en contacto y en sentido contrario al movimiento del objeto o de la fuerza neta o resultante que tiende a producir tal movimiento.

En la figura, se ilustra este principio. El peso del bloque  $P = mg$ , se equilibra por la fuerza ascendente de la mesa,  $F_N$  (normal). La fuerza  $F$  impulsa al bloque a lo largo de la superficie de la mesa.

La fuerza de fricción deslizante  $F_f$ , también paralela a la superficie de ésta, se opone al movimiento y actúa en sentido contrario a la fuerza  $F$ .



2. La fricción depende de la naturaleza de los materiales en contacto y de la lisura de sus superficies. Así, la fricción que se produce entre dos piezas de madera es diferente a la que se origina entre la madera y un metal.
3. Por regla general la fricción deslizante es menor que la inicial. Esta última impide el movimiento hasta que las superficies empiezan a deslizarse, pero una vez que un objeto empieza a desplazarse, la fuerza necesaria para mantenerlo en movimiento es menor que la requerida para iniciar el deslizamiento.
4. La fricción es prácticamente independiente del área de contacto, es decir, la fuerza necesaria para deslizar un bloque a lo largo de una mesa es siempre la misma, ya sea que el bloque descansa de lado o a lo largo. En la figura se ilustra este principio. Las superficies están en contacto más estrecho cuando el área de contacto es grande, pero la presión resulta mayor cuando el área es pequeña.

6. La fricción inicial o deslizante es directamente proporcional a la fuerza que presiona a las dos superficies entre sí. La fuerza que se requiere para deslizar una silla vacía a lo largo del piso no es la misma que se necesitaría si una persona estuviera sentada en ella. Esto se debe a que, en realidad, la fuerza extra deforma en cierta medida las superficies y, en consecuencia, aumenta la fricción.

### Coefficiente de fricción

La proporción que existe entre la fuerza de fricción  $F_f$  y la fuerza normal  $F_N$  que presiona las superficies entre sí, se llama coeficiente de fricción  $\mu$  (letra griega mu).

$$\text{Ecuación: } \mu = F_f / F_N$$

Si la fuerza de fricción es inicial, el coeficiente de fricción también será inicial; pero si la fuerza de fricción es deslizante, el coeficiente de fricción será deslizante. El coeficiente de fricción inicial siempre es **mayor** al coeficiente de fricción deslizante.

Los coeficientes de fricción siempre son **menores** que 1. Cuando un objeto descansa sobre una superficie horizontal, la fuerza normal  $F_N$  es igual al peso  $P = mg$  del cuerpo.

### FRICCIÓN CAMBIANTE

Durante el invierno se esparce arena en las calles y banquetas cubiertas de hielo para aumentar la fricción. Las cadenas antideslizantes y de nieve se utilizan por la misma razón. Los beisbolistas suelen usar brea para aumentar la fricción entre sus dedos y la pelota. Se podrían dar muchos ejemplos más en los que la fricción se aumenta a propósito para cambiar la naturaleza de las superficies en contacto.

El método más común para reducir la fricción deslizante es la *lubricación*. También se ha descubierto que, en realidad, *las aleaciones son autolubrificantes*; por ejemplo, cuando el acero se desliza sobre una aleación de plomo y antimonio, el coeficiente de fricción es menor que cuando se desliza sobre acero.

La fricción también puede reducirse enormemente mediante *soportes de ruedas o rodantes*, con lo que la fricción deslizante se transforma en rodante, la cual tiene un coeficiente mucho menor. El uso de cilindros de acero para rodar una caja pesada a lo largo del piso es otro ejemplo de cómo cambiar la fricción deslizante o rodante.

## PROBLEMAS DE FRICCIÓN

### Problema 1:

Como puede verse en la figura, una caja que pesa 450 N se mueve a una velocidad constante sobre un piso horizontal con una cuerda que forma un ángulo de  $30^\circ$  con el suelo. Si la fuerza de la cuerda es de 260 N, ¿cuál será el coeficiente de fricción cinético o deslizante?

### Solución:

Ecuación básica:  $\mu = F_f / F_N$

Antes de poder usar esta ecuación, es necesario calcular la componente de la fuerza aplicada que actúa paralela al piso ( $F_h$ ). También debe calcularse la fuerza normal neta ( $F_N$ ) que actúa sobre el suelo mientras se mueve la caja. Esto se logra al encontrar las componentes vectoriales apropiadas.

La fuerza  $F$  tiene una componente horizontal  $F_h$ , la cual mueve el objeto a lo largo de la superficie del piso. La fuerza de fricción  $F_f$  actúa en sentido contrario a  $F_h$ . Puesto que la velocidad es constante:  $F_f = F_h$

Entonces:  $F_f = F_h = F \cos 30^\circ$

La fuerza entre las superficies,  $F_N$ , se debe a la acción descendente del peso que disminuye debido a la componente ascendente vertical  $F_v$  de la fuerza  $F$ .

$$F_N = P - F_v$$

$$F_v = F \sin 30^\circ$$

$$F_N = P - F \sin 30^\circ$$

Ya que  $\mu = F_f / F_N$  mientras que  $F_f = F \cos 30^\circ$  y  $F_N = P - F \sin 30^\circ$ , al substituir se obtiene la ecuación del problema:

$$\mu = \frac{F \cos 30^\circ}{P - F \sin 30^\circ}$$

$$\mu = 0,7$$

**Problema 2:**

Como ilustra la figura, un bloque de madera que pesa 130 N descansa sobre un plano inclinado. El coeficiente de fricción deslizante entre el bloque y el plano es de 0,62. Encuentre el ángulo del plano inclinado sobre el cual se deslizará el bloque en forma descendente a velocidad constante, una vez que haya empezado a moverse.

**Solución:**

A fin que el bloque se deslice a una velocidad constante, la fuerza neta en dirección del deslizamiento debe tener un valor cero, es decir, la fuerza de fricción,  $F_f$  ha de ser exactamente la necesaria para igualar y neutralizar la fuerza  $F_p$  que tira del bloque en forma descendente a lo largo de la cuesta.

Ecuación básica:  $F_p = F_f$

Pero sabemos que la fuerza de fricción es igual al coeficiente de fricción por la fuerza normal, es decir:

$$F_f = \mu F_N$$

Al substituir en la ecuación previa, se tiene:

$$F_p = \mu F_N \quad \text{o} \quad \mu = F_p / F_N$$

En el diagrama vemos que  $\tan \theta = F_p / F_N$ . Al substituir en la ecuación previa tenemos que  $\tan \theta = \mu$ , entonces tenemos la ecuación del problema :

$$\theta = \text{arc tan } \mu$$

En consecuencia,  $\theta = 31,8^\circ$

En otras palabras, el bloque se deslizará uniformemente cuando el ángulo de la cuesta sea de  $31,8^\circ$ , sin importar cuanto pese. ( El peso del bloque neutraliza).

Si el ángulo es menor de  $31,8^\circ$  el bloque no se deslizará en absoluto, pero si es mayor de  $31,8^\circ$ , se acelerará a medida que descienda por el plano.



## Autoevaluación No. 2

Antes de continuar con el estudio de la siguiente unidad, conteste la autoevaluación que se propone y que le servirá para reforzar los conocimientos adquiridos sobre Estática.

**A. Encierre en un círculo la letra correspondiente a la respuesta correcta.**

1. Cuando la suma de las fuerzas que actúan sobre un cuerpo es igual a cero se puede asegurar, que el cuerpo:
  - a. Está en reposo
  - b. Se mueve con velocidad constante
  - c. Está en equilibrio de traslación
2. Un cuerpo se encuentra en equilibrio de rotación si:
  - a. La suma de las fuerzas que actúan sobre el cuerpo es igual a cero
  - b. La fuerza resultante que actúa sobre el cuerpo es diferente de cero
  - c. La suma algebraica de los torques de las fuerzas con respecto a cualquier punto es igual a cero
3. Un cuerpo de 20 N pende de una cuerda. La tensión de la cuerda es de:
  - a. 10 N
  - b. 20 N
  - c. 30 N
4. Un cuerpo se encuentra en equilibrio de traslación sí:
  - a. La suma de los torques es igual a cero
  - b. No rota
  - c. La fuerza resultante que sobre él actúa es cero
5. Un bloque está sobre una superficie plana, la fuerza que produce la superficie sobre el bloque es:
  - a. Paralela a la superficie
  - b. Perpendicular al bloque
  - c. Perpendicular a la superficie de contacto

6. Macroscópicamente, el rozamiento se debe a:
- Las asperezas y deformaciones de las superficies en contacto
  - Las interacciones electromagnéticas entre las diferentes moléculas
  - El área de contacto
7. La fuerza de rozamiento estática con respecto a la fuerza de rozamiento dinámica, es:
- Menor
  - Igual
  - Mayor
8. El coeficiente de rozamiento dinámico con respecto al coeficiente de rozamiento estático, es:
- Menor
  - Igual
  - Mayor
9. Sobre un plano horizontal, se empuja con una fuerza horizontal de 4 N, y con velocidad constante, un cuerpo de peso 10 N. El coeficiente de rozamiento del plano respecto al cuerpo, es:
- 40
  - 0,4
  - 2,5
10. Un cuerpo resbala con velocidad constante sobre un plano inclinado. La componente del peso en una dirección paralela al plano es 6 N y en una perpendicular al plano es 8 N. El coeficiente de rozamiento del plano inclinado respecto al cuerpo, es:
- 1,33
  - 6
  - 0,75

**B. Para las siguientes afirmaciones escriba en el paréntesis correspondiente una (V) si es verdadera o una (F) si es falsa.**

11. ( ) Un cuerpo está en equilibrio cuando su estado de reposo o movimiento no experimenta cambio alguno.
12. ( ) Para que un cuerpo tenga equilibrio completo, se requiere que tenga equilibrio de traslación y equilibrio de rotación.

13. ( ) La estática estudia las condiciones bajo las cuales un cuerpo se encuentra en equilibrio.
14. ( ) El dispositivo que se utiliza para transformar únicamente la magnitud de una fuerza se llama máquina simple.
15. ( ) Según la condición de equilibrio de una palanca: fuerza motriz  $\times$  brazo  $\neq$  resistencia  $\times$  brazo.
16. ( ) Una palanca es de segundo género cuando la resistencia está entre el punto de apoyo y la fuerza motriz.
17. ( ) La polea fija cambia únicamente la dirección de la fuerza.
18. ( ) El aparejo potencial combina varias poleas móviles y fijas.
19. ( ) El aparejo factorial combina una polea fija y varias móviles.
20. ( ) La fuerza de fricción depende de la naturaleza de las superficies pero es independiente del área de contacto.

**C. Conteste las siguientes preguntas.**

21. a) ¿Qué es fricción?  
b) ¿Qué conceptos han propuesto los científicos para explicarla?
22. Proporcione algunos ejemplos de la utilidad de la fricción.
23. ¿Qué métodos existe para reducir la fricción?
24. ¿Cómo se compara la fricción deslizante con la inicial?
25. ¿Qué significa el coeficiente de fricción?
26. ¿Cuál es el sentido de la fuerza de fricción cuando dos superficies se mueven una sobre la otra?
27. Mencione varios dispositivos que aumentan la fricción entre las llantas de un vehículo y el pavimento.
28. ¿Por qué un lubricante reduce la fricción en un soporte?
29. ¿Qué condiciones se requieren para equilibrar una barra en la que actúan fuerzas paralelas?
30. ¿Qué es un par de fuerzas?
31. ¿Cómo se calcula el momento de torsión de un par de fuerzas?
32. Enumere las ventajas y desventajas de la fricción en el uso de un tornillo.



## CAPÍTULO II

## ENERGÍA Y CANTIDAD DE MOVIMIENTO

**UNIDAD 3: TRABAJO, POTENCIA Y ENERGÍA**

Para llegar a establecer el marco conceptual entre trabajo, potencia y energía le recomendamos leer detenidamente los contenidos científicos que se encuentran en las páginas 181 a la 202 del texto básico, hasta comprenderlos totalmente, para lo cual debe aplicar las técnicas de la metodología de estudio como son: el subrayado de la frase clave, plantearse preguntas y contestarlas, hacer resúmenes, resolver una vez más los problemas tipo hasta comprender su proceso y estar en condiciones de resolver los propuestos. Con el fin de ayudarle a prepararse para la primera evaluación presencial le presentamos un resumen de la unidad.

**RESUMEN DE LA UNIDAD.**

Cuando sobre una partícula actúa una fuerza constante “F” produce un movimiento sobre una línea recta en dirección de la fuerza, desplazándola una distancia “d”. Cuando esto ocurre se dice que la fuerza ha efectuado un trabajo ( T ) sobre la partícula.

El trabajo de una fuerza es el producto de la intensidad de la fuerza por la distancia recorrida en su dirección, o sea:

$$T = F d$$

Existen ocasiones en que la fuerza constante “F” no actúa en la dirección del movimiento, en éste caso la fuerza que produce el trabajo será su componente.

$$T = ( F \cos \theta ) d$$

Para que exista trabajo debe actuar una fuerza en la dirección del movimiento o formar un ángulo diferente de  $90^\circ$ . Si el ángulo es de  $90^\circ$  el trabajo es nulo, porque el coseno de  $90^\circ$  es cero, como por ejemplo un cuerpo colgado en el techo. Se ve que una fuerza no realiza trabajo sobre un objeto cuando el objeto no se mueve ( $d = 0$ ). Por ejemplo si una persona empuja una pared está ejerciendo una fuerza sobre la pared pero la persona no realiza trabajo lo que sucede es que está utilizando energía interna; de igual forma si una persona sostiene un peso con sus manos durante algún tiempo, ningún trabajo está realizando, aunque la persona debe estar realizando una fuerza hacia arriba para soportar el peso.

El trabajo es una magnitud escalar debido a que se tiene un producto escalar entre los vectores fuerza y el desplazamiento y sus unidades son de fuerza por longitud. La unidad MKS, es: Joule  $J = N m$  toma el nombre de Joule ( J ). En el sistema CGS la unidad de trabajo es la dina . cm que se denomina ergio.

El signo del trabajo depende de la dirección de la fuerza respecto del desplazamiento. El trabajo es positivo cuando la fuerza está en la misma dirección que el desplazamiento. Por ejemplo si se levanta un libro, el trabajo realizado por la fuerza es positivo, debido a que la fuerza está dirigida hacia arriba, en este caso el trabajo de la fuerza gravitacional es negativo porque está en dirección contraria por lo tanto si la fuerza está en dirección opuesta al desplazamiento, el trabajo es negativo. Ejemplo: el trabajo realizado por una fuerza de rozamiento cuando se desliza sobre una superficie áspera.

$$T = - F \cdot d$$

El signo negativo proviene de que  $\theta = 180^\circ$  y el valor del coseno es  $-1$ .

En ocasiones la fuerza aplicada a una partícula puede variar en magnitud durante un trayecto determinado, en este caso se divide en pequeños trayectos más o menos iguales y luego los sumamos matemáticamente.

Como el trabajo es una magnitud escalar se puede calcular el trabajo total realizado por varias fuerzas, si se suma el trabajo realizado por cada una de las fuerzas. A si por ejemplo si existen dos, tres, cuatro, etc. fuerzas que contribuyen al trabajo, se tendrá dos, tres, cuatro, etc. términos en la suma cada uno corresponde al trabajo efectuado por cada fuerza.

### Problema:

Se arrastra una caja por un piso áspero aplicando una fuerza constante de magnitud 60 N. La fuerza forma un ángulo de  $40^\circ$  arriba de la horizontal. Una fuerza de rozamiento de 20 N retarda el movimiento y la caja se desplaza una distancia de 4 metros hacia la derecha. Calcule: a). El trabajo realizado por la fuerza, b). El trabajo realizado por la fuerza de fricción y c). El trabajo neto.

a).

$$\begin{aligned} T &= (F \cos \theta) d \\ &= (60 \cos 40^\circ) 4 \\ &= 60 (0,76) 4 \\ &= 184 \text{ J} \end{aligned}$$

b). Como la componente vertical de la fuerza no realiza trabajo, tenemos:

$$\begin{aligned} T &= - F d \\ &= - (20 \text{ N}) 4 \text{ m} \\ &= - 80 \text{ J} \end{aligned}$$

c). Como la fuerza normal y la fuerza de gravedad son perpendiculares al desplazamiento, no realizan trabajo.

El trabajo neto es la suma de los trabajos realizados:

$$\begin{aligned} T &= T_F + T_f \\ &= 184 \text{ J} + (- 80 \text{ J}) \\ &= - 104 \text{ J} \end{aligned}$$

☞ Determine el trabajo neto realizado sobre la caja del problema anterior si se tira de ella una distancia de 3 m con una fuerza horizontal de 50 N, suponiendo que la fuerza de rozamiento es de 15 N.

Toda fuerza resultante constante producirá una aceleración constante, por lo tanto el trabajo realizado por esta fuerza será:

$$T = F d$$

$$T = (m a)d \quad \text{como} \quad a = (V - V_0)/t \quad \text{y} \quad d = (V + V_0)/2t$$

Entonces:

$$T = mv^2 / 2 - mv_0^2 / 2$$

Esta expresión indica que el trabajo efectuado para acelerar un cuerpo desde la velocidad inicial  $v_0$  hasta la velocidad final  $v$ , sólo depende de la masa y de las magnitudes de las velocidades final e inicial. Es independiente de la trayectoria que sigue durante el tiempo que actúa la fuerza y del mismo tiempo que tarda en alcanzar la velocidad final. También es independiente de la forma como actúa la fuerza en tanto las velocidades final e inicial sean las mismas.

El resultado anterior  $T = mv^2 / 2 - mv_0^2 / 2$  se conoce con el nombre del **teorema del trabajo y de la energía**.

El producto de la masa del cuerpo por su velocidad al cuadrado es lo que se conoce con el nombre de energía cinética de un cuerpo en movimiento. Generalmente se simboliza con  $E_c$  o  $K$ . Si la velocidad inicial es cero, la energía cinética será:

$$K = mv^2 / 2$$

En consecuencia el trabajo efectuado por una fuerza resultante constante es igual al cambio o variación de su energía cinética.

Cuando una partícula gana altura respecto a un punto de referencia significa que gana energía potencial, así por ejemplo si el punto de referencia es el nivel del mar la energía potencial ganada es igual a:

$$T = F d$$

$$T = m g h$$

El ritmo con el cual realiza un trabajo un determinado cuerpo o máquina se conoce con el nombre de potencia en consecuencia la potencia es el trabajo total realizado en el tiempo empleado.

$$P = T / t$$

La unidad de potencia en el SI es:  $J / s$  que se denomina watt.

$$\text{watt} = J / s = \text{kg} \cdot \text{m}^2 / \text{s}^3$$

La unidad de potencia en el sistema inglés es el caballo de potencia ( H p ).

$$1 \text{ H p} = 746 \text{ watt.}$$

Una fuerza es conservativa cuando el trabajo efectuado por dicha fuerza sobre una partícula que se mueve en camino de ida y vuelta es cero o sea  $K = 0$ ; pero si es diferente de cero  $K \neq 0$ , las fuerzas no son conservativas; por ejemplo la fuerza de gravedad es una fuerza conservativa. En el caso de un cuerpo sobre un resorte que va y viene pero interviene el rozamiento es el caso de una fuerza no conservativa.

También se dice que una fuerza es conservativa si el trabajo realizado por ella sobre una partícula que se mueve entre dos puntos A y B depende solo de esos dos puntos y no de la trayectoria, caso contrario las fuerzas son no conservativas, por ejemplo un cuerpo que se levanta desde A hasta B siguiendo cualquier trayectoria, finalmente la energía es la misma a la altura h.

La energía potencial de un sistema representa una forma de energía almacenada y que puede convertirse en energía cinética en cualquier momento.

**Energía :** Es la capacidad o aptitud que tiene un cuerpo para realizar un trabajo.

La energía potencial depende únicamente de la posición de la partícula, esto significa que la energía potencial tiene significado solamente para las fuerzas conservativas.

**Energía cinética:** Es la aptitud que tiene un cuerpo para realizar un trabajo en virtud de su velocidad.

$$E_c = \frac{mv^2}{2}$$

Un cuerpo puede tener energía cinética y energía potencial, denominándose sistemas conservativos si la energía se conserva, así por ejemplo un resorte que se mueve horizontalmente sin rozamiento, un cuerpo en el extremo de un resorte que oscila cambiando su energía entre cinética y potencial cuando cambia su configuración.

En consecuencia la energía total de un sistema puede ser transformada de una clase en otra pero no creada ni destruida. La energía total es constante. Es lo que se denomina el Principio de la **conservación de la energía.**

**Energía Potencial:** Es la aptitud que tiene un cuerpo para realizar un trabajo en virtud de su posición o configuración a causa de las fuerzas que actúan sobre el mismo

$$E_p = m g h$$

**Energía Potencial Elástica:** es la energía que gana un sistema masa-resorte cuando se deforma.

El trabajo realizado sobre el sistema masa-resorte le incrementa su energía en una cantidad igual a:  $E_p = K \cdot x^2 / 2$ , llamada energía potencial elástica del sistema-resorte.

De donde:

K es la constante elástica del resorte.

x es la deformación del resorte.

**Unidades de trabajo :** Joule, ergio, kilopondrímetro

De acuerdo con la definición operacional de trabajo, sus unidades son las de fuerza multiplicadas por las unidades de longitud.

En el sistema internacional, la unidad de trabajo es el Joule (J), que se define como el trabajo realizado por la fuerza de 1 Newton que actúa en la dirección del movimiento cuando el desplazamiento es de 1 metro.

$$T = F \cdot d$$

$$T = N \cdot m$$

$$J = N \cdot m$$

En el sistema cgs la unidad de trabajo es el ergio (erg), que se define como el trabajo realizado por la fuerza de 1 dina que actúa en la dirección del movimiento cuando el desplazamiento es 1 centímetro.

$$T = F \cdot d$$

$$T = dy \cdot cm$$

$$erg = dy \cdot cm$$

## EQUIVALENCIAS:

### TRABAJO

	ERGIO	JOULE	KILOPONDRÍMETRO
Ergio	1	$10^{-7}$	$1,02 \times 10^{-8}$
Joule	$10^7$	1	0,102
Kilopondrím metro	$9,8 \times 10^7$	9,8	1

**Unidades de potencia:** erg/s, wattio (W), kilovatio (KW), Kpm/s, HP.

En el sistema internacional (SI) la potencia se mide en Wattios en honor a James Watt, quien desarrolló la máquina de vapor antecesora de las grandes máquinas de la actualidad.

$$P = T / t$$

$$P = J / s$$

$$W = J / s$$

Un wattio (W) es la potencia que desarrolla una máquina que realiza el trabajo de 1 Joule en 1 segundo.

## EQUIVALENCIAS:

### POTENCIA

	erg./s	Wattio = J/s	kpm/s	HP
erg./s	1	$10^{-7}$	$1,02 \times 10^{-10}$	$1,36 \times 10^{-10}$
J/s	$10^7$	1	0,102	$1,36 \times 10^{-3}$
Kpm/s	$9,8 \times 10^7$	9,8	1	$1,33 \times 10^{-2}$
Horse Power	$735 \times 10^7$	735	75	1

Las unidades de energía son las mismas unidades que las de trabajo. Recuerde que éstas son: ergio, julio y kpm

### KILOWATTIO HORA (kwh)

Es muy frecuente emplear como unidad de trabajo el producto de una unidad de potencia por una unidad de tiempo.

$$T = P \cdot t$$

El kilowatio hora es el trabajo realizado por una máquina que desarrolla una potencia de un kilowatio durante una hora.

$$1KW = 1\ 000\ W$$

**Ejercicio:** Demuestre que  $1\ KWh = 3\ 600\ 000\ J$

### CONVERSIÓN DE UNIDADES:

1. Convierta 15 kpm a Julios

$$1\ kpm = 9,8\ J$$

$$15\ kpm = X$$

$$X = \frac{15kpm \times 9,8j}{1kpm}$$

$$X = 147\ J$$

2. Convierta 10 J a erg

$$1\ J = 10^7$$

$$10\ J = X$$

$$X = 10 \times 10^7\ erg$$

3. Convierta: 18 HP ( horse power ) a w = J/s

$$1\ HP = 735\ w$$

$$18\ HP = X$$

$$X = \frac{735w \times 18HP}{1HP}$$

$$X = 13\ 250\ w$$

**Problemas:**

1. Desde un avión cuya velocidad es 270 km/h se deja caer una bomba de masa 10 Kg. Si el avión se encuentra a una altura de 10000 m. Calcule:
  - a. La energía cinética inicial
  - b. La energía potencial inicial
  - c. La energía total

1. Ubicación teórica del problema: Energía cinética y energía potencial.

2. Datos:

$$V = 270 \text{ km/h} = 75 \text{ m/s}$$

$$h = 10000 \text{ m}$$

$$E_c = ?$$

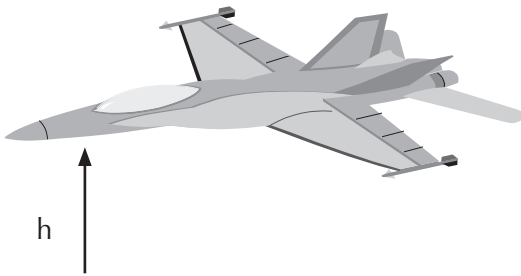
$$E_p = ?$$

$$E_T = ?$$

$$m = 10 \text{ kg.}$$

$$g = 9,8 \text{ m/s}^2$$

3. Gráfica



4. Búsqueda del principio y de las fórmulas:

Energía cinética es la aptitud que tiene un cuerpo para realizar un trabajo en virtud de su velocidad.

$$E_c = m v^2 / 2$$

Energía potencial : Es la aptitud que tiene un cuerpo para realizar un trabajo en virtud de su posición

$$: E_p = m g h$$

5. Aplicación matemática de fórmulas:

$$E_c = m v^2 / 2$$

$$E_c = \frac{10\text{kg}(75\text{m/s})^2}{2} = \frac{10\text{kg} \times 5625\text{m}^2/\text{s}^2}{2} = \frac{56250\text{kgm}^2/\text{s}^2}{2}$$

$$\text{kg} \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2} = \text{Nm}$$

Joule = N m

$E_c = 28125 \text{ N m}$

$E_c = 28\,125 \text{ J}$

$E_p = m g h$

$= 10 \text{ kg} \times 9,8 \text{ m/s}^2 \times 10000 \text{ m}$

$= 980000 \text{ kgm/s}^2\text{m}$

$= 980000 \text{ Nm}$

$= 980000 \text{ J}$

$E_T = E_c + E_p$

$= 28125 \text{ J} + 980000 \text{ J} = 1008125 \text{ J}$

II. Calcule la potencia de un motor que eleva 50 litros de agua por minuto a una altura de 6 metros.

$V = 50 \text{ litros} = 50 \text{ kp o } 50 \text{ kg} \quad 1 \text{ litro} = (1 \text{ kp o } 1 \text{ kg}) \text{ peso o fuerza}$

$t = 1 \text{ min.} = 60 \text{ s}$

$P_o = ?$

**FÓRMULAS:**

$P_o = T / t$

$P_o = F_x / t$

Reemplazamos valores en las fórmulas:

$P_o = F_x / t$

$P_o = \frac{50\text{kp} \cdot 6\text{m}}{60\text{s}} = \frac{300\text{kpm}}{60\text{s}} = 5\text{kpm/s}$

Expresamos este valor en wattios

$1 \text{ kpm} \quad 9,8 \text{ w}$

$5 \text{ kpm} \quad X$



$$X = \frac{9,8 \text{ wx } 5 \text{ kpm} / \text{ s}}{1 \text{ kpm}} = 49 \text{ w}$$



## Autoevaluación No. 3

### A. Encierre en un círculo la letra correspondiente a la respuesta correcta.

1. Cuando una fuerza vence una resistencia a lo largo de un camino, entonces la fuerza:
  - a. Realiza trabajo mecánico
  - b. No realiza trabajo mecánico
  - c. Realiza trabajo físico
2. La magnitud escalar producida sólo cuando una fuerza mueve un cuerpo en la misma dirección en que se aplica, se llama:
  - a. Trabajo mecánico
  - b. Potencia
  - c. Energía
3. Una persona camina con un saco de cemento sobre la cabeza, entonces la persona:
  - a. Realiza trabajo mecánico
  - b. No realiza trabajo mecánico
  - c. Realiza un trabajo físico y mecánico
4. Si una fuerza actúa perpendicularmente al desplazamiento, la fuerza:
  - a. Realiza trabajo mecánico
  - b. No realiza trabajo mecánico
  - c. Se anula
5. Cuando el trabajo mecánico es positivo, se dice que es:
  - a. Resistente
  - b. Motor
  - c. Nulo

6. Cuando el trabajo mecánico es negativo, se dice que es:
  - a. Resistente
  - b. Motor
  - c. Nulo
7. En el SI el trabajo se mide en:
  - a. Ergios
  - b. Newtons
  - c. Joules
8. En el sistema cgs el trabajo se mide en:
  - a. Ergios
  - b. Newtons
  - c. Joules
9. Cuando al aplicar la fuerza de 1 N a un cuerpo, éste se desplaza 1 m, el trabajo realizado es igual a:
  - a. Un ergio
  - b. Un kilográmetro
  - c. Un joule
10. Cuando al aplicar la fuerza de 1 dy a un cuerpo, éste se desplaza 1 cm, el trabajo realizado es igual a:
  - a. Un ergio
  - b. Un kilográmetro o kilopondrím metro
  - c. Un Joule
11. Un Joule expresado en ergios es igual a:
  - a. 9,8
  - b.  $10^{-7}$
  - c.  $10^7$

12. Un ergio expresado en Joules es igual:
- 9,8
  - 10-7
  - 107
13. Un viajero levanta su mochila de 100 N hasta una altura de 0,5 m. El trabajo realizado, es:
- 200 J
  - 50 J
  - 0 J
14. Un viajero levanta su mochila de 100 N hasta una altura de 0,5 m. Si se queda parado durante 2 min, sosteniendo la mochila a la misma altura; en este momento el trabajo realizado, es:
- 100 J
  - 50 J
  - 0 J
15. Un viajero levanta su mochila de 100 N hasta una altura de 0,5 m. Si camina 5 m sin variar la altura de la mochila; en este momento el trabajo realizado, es:
- 0 J
  - 50 J
  - 500 J
16. Cuando un cuerpo describe un círculo, la fuerza centrípeta:
- Realiza trabajo mecánico
  - No realiza trabajo mecánico
  - Es nula
17. El rendimiento de una máquina es siempre:
- Igual a 1
  - Mayor a 1
  - Menor a 1

18. Por medio de poleas, una fuerza de 200 N levanta un peso de 1 000 N. Cuando la fuerza se desplaza en su dirección 25 m, el peso sube 2 m. El rendimiento de las poleas es:
- 2,5
  - 0,5
  - 0,4
19. El trabajo realizado dividido por el tiempo transcurrido, se llama:
- Energía cinética
  - Impulso
  - Potencia
20. La rapidez de una máquina para realizar un trabajo, se llama:
- Energía cinética
  - Potencia
  - Impulso
21. En el SI la potencia se mide en:
- Watt
  - Kilowatt
  - Kilowatt hora
22. Un CV equivale a:
- 1 000 W
  - 746 W
  - 735 W
23. Un HP equivale a:
- 746 W
  - 735 W
  - 1 000 W
24. Cuando una máquina realiza el trabajo de 1 J en el tiempo de 1 s, decimos que desarrolla la potencia de:
- Un kWh
  - Un erg/s
  - Un W

25. Un motor levanta con velocidad constante un cuerpo de masa  $m$  a una altura  $h$  y en un tiempo  $t$ . La potencia del motor es:
- $m \cdot h / t$
  - $F \cdot V$
  - $m \cdot g \cdot h \cdot t$
26. Una locomotora de 2 000 KW arrastra unos vagones con velocidad de 20 m/s. La fuerza de tracción ejercida por la locomotora, es:
- 100 N
  - 40 000 N
  - 100 000 N
27. La capacidad que tiene un cuerpo para realizar un trabajo en función de su movimiento, se llama:
- Energía potencial
  - Potencia
  - Energía cinética
28. La capacidad que tiene un cuerpo para realizar un trabajo en función de su posición, se llama:
- Energía potencial
  - Potencia
  - Energía cinética
29. La masa de un cuerpo que tiene una velocidad de 10 m/s y una energía cinética de 1 000 J, es:
- 20 J
  - 10 000 J
  - 10 J
30. Una piedra de 2,5 Kg se eleva a una altura de 2 m, su energía potencial gravitacional es:
- 5 J
  - 19,6 J
  - 49 J

31. Cuando el trabajo depende del camino, se dice que las fuerzas son:
- Conservativas
  - No conservativas
  - Indiferentes
32. Si las fuerzas que actúan sobre un cuerpo son conservativas, la energía mecánica total inicial:
- No es igual a la energía mecánica total final
  - Es igual a la energía mecánica total final
  - Es igual a la energía cinética final

**B. Para las siguientes afirmaciones escriba en el paréntesis correspondiente una (V) si es verdadera o una (F) si es falsa.**

33. ( ) Se realiza trabajo mecánico cuando se vence una resistencia a lo largo de un camino.
34. ( ) Una persona no está en movimiento pero en sus hombros mantiene un objeto pesado, entonces la persona realiza trabajo mecánico.
35. ( ) Una persona está en movimiento y traslada en sus hombros un objeto pesado, entonces la persona realiza trabajo mecánico.
36. ( ) El trabajo  $T$  realizado por una fuerza constante  $F$  que actúa sobre un objeto que se desplaza una distancia  $d$  es  $T = Fd \cos \theta$ , donde  $\theta$  es el ángulo entre  $F$  y  $d$ .
37. ( ) La ecuación  $T = Fd \cos \theta$  permite calcular el trabajo que realiza la fuerza  $F$ .
38. ( ) En el sistema internacional el trabajo se mide en dina.cm.
39. ( ) En el sistema cgs el trabajo se mide en N.m.
40. ( ) Un Newton es igual a  $10^4$  dinas.
41. ( ) Un Newton es igual a  $10^5$  dinas.
42. ( ) Un Joule es igual a  $10^7$  ergios.
43. ( ) Un Joule es igual a  $10^{-7}$  ergios.
44. ( ) La capacidad que tiene un cuerpo para realizar un trabajo en función de su posición se llama energía potencial.
45. ( ) La capacidad que tiene un cuerpo para realizar un trabajo en función de su movimiento se llama energía potencial.