



Física general

Autor: Martín Casado Márquez

© Derechos de autor registrados:

Empresa Editora Macro EIRL

© Derechos de edición, arte gráfico y diagramación reservados:

Empresa Editora Macro EIRL

Coordinación de edición:

Magaly Ramon Quiroz

Diseño de portada:

Alessandra Bonilla Zapata

Corrección de estilo:

Yossy Quintanilla Pinillos

Diagramación:

Eduardo Siesquén Aquije

Edición a cargo de:

© Empresa Editora Macro EIRL

Av. Paseo de la República N.° 5613, Miraflores, Lima, Perú

☎ Teléfono: (511) 748 0560

✉ E-mail: proyectoeditorial@editorialmacro.com

🌐 Página web: www.editorialmacro.com

Primera edición: febrero 2017

Tiraje: 1000 ejemplares

Impresión

Talleres gráficos de la Empresa Editora Macro EIRL

Jr. San Agustín N.° 612-624, Surquillo, Lima, Perú

Febrero 2017

ISBN N.° 978-612-304-524-1

Hecho el depósito legal en la Biblioteca Nacional del Perú N.° 2016-18198

Prohibida la reproducción parcial o total, por cualquier medio o método, de este libro sin previa autorización de la Empresa Editora Macro EIRL.

Índice

Introducción.....	11
Prólogo al estudiante	13

Capítulo 1: Medición e incertidumbre

1.1 Magnitud.....	17
1.2 Errores en medición.....	19
1.3 Fuentes de error	19
1.4 Caso particular: La aceleración de la gravedad (g).....	20
1.5 Clasificación de los errores en medición	21
1.5.1 Según su origen	21
1.5.2 Según su carácter.....	23
1.5.3 Según su precisión	24
1.6 Cifras significativas	25
1.7 Notación científica	26
1.8 Error de una magnitud que se mide una única vez.....	26
1.9 Error de una magnitud que se mide n veces	26
1.10 Discrepancia.....	28
1.11 Propagación de incertidumbres.....	28
1.12 Elección de instrumentos de medición.....	32

Capítulo 2: Cinemática de la partícula

2.1 Movimiento rectilíneo	40
2.2 Movimiento curvilíneo plano (en 2D)	86
2.2.1 Movimiento angular de una línea recta.....	87
2.2.2 Derivada de un vector unitario	87
2.2.3 Movimiento en coordenadas cartesianas.....	88
2.2.4 Movimiento en coordenadas polares	109
2.2.5 Movimiento en coordenadas intrínsecas.....	111
2.3 Movimiento tridimensional	134
2.4 Movimiento relativo o aparente	143
2.4.1 Movimiento relativo en ejes de traslación.....	143
2.4.2 Movimiento relativo en ejes en rotación.....	144
2.4.3 Movimientos dependientes	161

Capítulo 3: Cinética de la partícula

3.1	Método de la segunda ley de Newton.....	176
3.1.1	Rozamiento o fricción.....	177
3.1.2	Naturaleza de las fuerzas de rozamiento.....	178
3.1.3	Relación entre la fuerza de rozamiento, la velocidad y el área plana de contacto	180
3.1.4	Tipos de fuerza de rozamiento.....	180
3.1.5	Determinación experimental del ángulo de rozamiento (ϕ_s).....	182
3.1.6	Estrategia para calcular la fuerza de rozamiento.....	183
3.2	Método del trabajo y la energía	204
3.2.1	Trabajo de una fuerza (W).....	204
3.2.2	Representación gráfica del trabajo de una fuerza.....	205
3.2.3	Fuerza conservativa	205
3.2.4	Trabajo realizado por fuerzas conservativas notables.....	206
3.2.5	Teorema del trabajo y la energía mecánica	209
3.3	Método del impulso y la cantidad de movimiento.....	231
3.3.1	Teorema del impulso y la cantidad de movimiento para una partícula.....	232
3.3.2	Representación gráfica del impulso de una fuerza.....	232
3.3.3	Momento angular de una partícula (\vec{L}_O)	233

Capítulo 4: Dinámica de sistemas de partículas

4.1	Movimiento del centro de masa de un sistema de partículas.....	249
4.2	Fuerzas internas y externas en un sistema de partículas	250
4.3	Ecuación de movimiento del centro de masa.....	252
4.4	Energía cinética de un sistema de partículas.....	253
4.5	Teorema del trabajo y la energía mecánica para un sistema de partículas.....	254
4.6	Impulso y cantidad de movimiento para un sistema de partículas	254
4.7	Principio de conservación de la cantidad de movimiento de un sistema de partículas.....	255
4.8	Choques, impactos o colisiones.....	268
4.8.1	Tipos de choque.....	268
4.8.2	Choque central directo o frontal	269
4.8.3	Choque central oblicuo.....	272
4.9	Propulsión.....	288

Capítulo 5: Dinámica del cuerpo rígido

5.1	Momentos de inercia.....	307
5.1.1	Expresión general del momento de inercia de un cuerpo rígido con respecto a un eje.....	308

5.1.2	Momento de inercia de un cuerpo rígido con respecto a los ejes cartesianos	309
5.1.3	Teorema de los ejes paralelos o de Charles Steiner	310
5.2	Cinética del cuerpo rígido	323
5.2.1	Rodadura de los cuerpos rígidos	324
5.2.2	Método de la segunda ley de Newton	327
5.3	Trabajo y energía en el cuerpo rígido	341
5.4	Impulso y cantidad de movimiento en el cuerpo rígido	356
5.4.1	Aplicaciones del momento angular	358
5.4.2	Aplicaciones de la conservación del momento angular	359

Capítulo 6: Estática

6.1	Par de fuerzas	387
6.2	Reducción de sistemas de cargas: fuerzas y momentos	389
6.3	Casos a evaluar	390

Capítulo 7: Introducción a la teoría de la elasticidad

7.1	Concepto de esfuerzo	439
7.2	Esfuerzo normal promedio (σ) en una barra prismática	441
7.3	Esfuerzo cortante promedio (τ)	442
7.4	Concepto de deformación unitaria (ϵ)	443
7.5	Propiedades mecánicas de los materiales	445
7.6	Diagrama esfuerzo normal (σ) vs. deformación unitaria (ϵ)	446
7.7	Ley de Hooke en los materiales	447

Capítulo 8: Gravitación

8.1	Peso real (W)	463
8.2	Peso aparente (W_{ap})	464
8.3	Energía potencial gravitatoria (E_{pg})	465
8.4	Intensidad de campo gravitatorio (g)	467
8.5	Movimiento de planetas y satélites	469

Anexos	481
---------------------	------------

Bibliografía	493
---------------------------	------------



Medición e incertidumbre

Capítulo

1

OBJETIVOS

- Lograr que el estudiante aprenda la importancia de obtener resultados en una medición con unidades correctamente empleadas, y las consecuencias que podría arrastrar en su desempeño profesional un error en el valor o en las unidades.
- Precisar que en la ciencia y en la ingeniería es sumamente importante saber emplear los instrumentos de medición que permitirán obtener resultados de alta precisión.
- Reconocer que no existe medición exacta, sino precisa, y por lo tanto, esta posee una incertidumbre.
- Reconocer que la acumulación de errores en un proceso de medición da lugar a que dicho error se propague.

Resumen: Errores de medición. Precisión y exactitud. Cifras significativas. Notación científica. Discrepancia. Propagación de incertidumbres. Elección de instrumentos de medición. Ajuste de curvas experimentales.

En primer lugar, el estudiante de Ingeniería o de Ciencias debe saber que todo lo tangible que lo rodea es susceptible a ser medido y, por ende, ha de utilizar un instrumento o medio de medición para evaluar su efecto y repercusiones en la naturaleza. Nadie puede prescindir de ellos. Asimismo, debe saber que, por mayor empeño y cuidado que ponga en su trabajo de efectuar bien una medición, habrá un error que deberá tener en cuenta. A continuación se presenta una teoría básica, pero suficiente, para que pueda iniciar con éxito sus estudios en los cursos de Física.

1.1 Magnitud

Es todo atributo susceptible a ser medido. Por ejemplo, la longitud, la masa, la presión, la potencia, etc.

- Si se está interesado en medir la longitud de una varilla, esa longitud específica será la medición.
- Para establecer el valor de una magnitud se debe usar instrumentos de medición y un método de medición. Del mismo modo se debe especificar unidades de medición.
- El método de medición consistirá en hallar cuántas veces la unidad y las fracciones de ella entran en la magnitud buscada.

Tabla 1.1 Prefijos del SI

Prefijos	Múltiplo	Abreviatura
exa	10^{18}	<i>E</i>
peta	10^{15}	<i>P</i>
tera	10^{12}	<i>T</i>
giga	10^9	<i>G</i>
mega	10^6	<i>M</i>
kilo	10^3	<i>k</i>
hecto	10^2	<i>h</i>
deca	10^1	<i>da</i>
deci	10^{-1}	<i>d</i>
centi	10^{-2}	<i>c</i>
mili	10^{-3}	<i>m</i>
micro	10^{-6}	<i>μ</i>
nano	10^{-9}	<i>n</i>
pico	10^{-12}	<i>p</i>
femto	10^{-15}	<i>f</i>
atto	10^{-18}	<i>a</i>