

## **1 Introducción 1**

### **1.1 Ingeniería y mecánica 2**

### **1.2 Aprendizaje de la mecánica 2**

Resolución de problemas 3 / Calculadoras y computadores 3 /  
Aplicaciones a la ingeniería 3

### **1.3 Conceptos fundamentales 4**

Espacio y tiempo 4 / Leyes de Newton 4 /  
Gravitación de Newton 5 / Números 6

### **1.4 Unidades 7**

Sistema internacional de unidades 7 / Sistema inglés de unidades  
8 / Unidades angulares 8 / Conversión de unidades 9

## **2 Vectores 15**

### ***Operaciones y definiciones vectoriales 16***

#### **2.1 Escalares y vectores 16**

#### **2.2 Cómo operar con vectores 16**

Suma vectorial 16 / Producto de un escalar y un vector 18 /  
Resta vectorial 19 / Vectores unitarios 19 / Componentes  
vectoriales 19

### ***Componentes cartesianas 24***

#### **2.3 Componentes en dos dimensiones 24**

Operación con vectores por sus componentes 24 / Vectores de  
posición por sus componentes 25

**2.4 Componentes en tres dimensiones 38**

Magnitud de un vector en función de sus componentes 39 /  
Cosenos directores 40 / Vectores de posición en función de sus  
componentes 41 / Componentes de un vector paralelo a una línea  
dada 41

***Productos vectoriales 52*****2.5 Producto punto o producto escalar 52**

Definición 52 / Productos punto en función de sus componentes  
53 / Componentes vectoriales paralela y normal a una línea 54

**2.6 Producto cruz o producto vectorial 61**

Definición 61 / Productos cruz en función de sus componentes 62 /  
Evaluación de un determinante de  $3 \times 3$  64

**2.7 Productos triples mixtos 65**

Resumen del capítulo 72

Problemas de repaso 74

**3 Fuerzas 77****3.1 Tipos de fuerzas 78**

Fuerzas gravitatorias 79 / Fuerzas de contacto 79

**3.2 Equilibrio y diagramas de cuerpo libre 84****3.3 Sistemas bidimensionales de fuerzas 87**

APLICACIONES A LA INGENIERÍA: VUELO UNIFORME 92

**3.4 Sistemas tridimensionales de fuerzas 103**

EJEMPLOS CON COMPUTADOR 110

Resumen del capítulo 115

Problemas de repaso 117

<b>4</b>	<b><i>Sistemas de fuerzas y momentos</i></b>	<b>121</b>
4.1	<b>Descripción bidimensional del momento</b>	<b>122</b>
4.2	<b>Vector de momento</b>	<b>134</b>
	Magnitud del momento 134 / Sentido del momento 134 / Relación con la descripción bidimensional 137 / Teorema de Varignon 138	
4.3	<b>Momento de una fuerza respecto a una línea</b>	<b>148</b>
	Definición 149 / Aplicación de la definición 150 / Casos especiales 152	
4.4	<b>Pares</b>	<b>160</b>
4.5	<b>Sistemas equivalentes</b>	<b>171</b>
4.6	<b>Representación de sistemas con sistemas equivalentes</b>	<b>176</b>
	Representación de un sistema por medio de una fuerza y un par 176 / Representar un sistema con una llave de torsión 182	
	EJEMPLOS CON COMPUTADOR	196
	Resumen del capítulo	198
	Problemas de repaso	200
<hr/>		
<b>5</b>	<b><i>Cuerpos en equilibrio</i></b>	<b>205</b>
5.1	<b>Ecuaciones de equilibrio</b>	<b>206</b>
5.2	<b>Aplicaciones bidimensionales</b>	<b>207</b>
	Soportes 207 / Diagramas de cuerpo libre 211 / Ecuaciones escalares de equilibrio 212	
5.3	<b>Cuerpos estáticamente indeterminados</b>	<b>219</b>
	Soportes redundantes 219 / Soportes impropios 222	
	APLICACIÓN A LA INGENIERÍA: DISEÑO POR FACTORES HUMANOS	224
5.4	<b>Aplicaciones tridimensionales</b>	<b>237</b>
	Soportes 237 / Ecuaciones escalares de equilibrio 241	
5.5	<b>Miembros sometidos a dos y tres fuerzas</b>	<b>256</b>
	Miembros de dos fuerzas 255 / Miembros de tres fuerzas 256	
	EJEMPLOS CON COMPUTADOR	264
	Resumen del capítulo	267
	Problemas de repaso	268

---

**6 Estructuras en equilibrio 273****6.1 Armaduras 274****6.2 Método de las juntas o nudos 276**

APLICACIÓN A LA INGENIERÍA: DISEÑO DE UN PUENTE 282

**6.3 Método de las secciones 289****6.4 Armaduras espaciales 295****6.5 Bastidores y máquinas 299**

Análisis de la estructura completa 300 / Análisis de los elementos 300

EJEMPLOS CON COMPUTADOR 326

Resumen del capítulo 329

Problemas de repaso 330

---

**7 Centroides y centros de masa 333****7.1 Centroides 334**Introducción 334 / Áreas 335 / Volúmenes 339 / Líneas 339 /  
Centros de masa 343**7.2 Elementos compuestos 353**

Áreas 353 / Volúmenes y líneas 354 / Centros de masa 355

APLICACIÓN A LA INGENIERÍA: CENTROS DE MASA DE VEHÍCULOS 364

**7.3 Teoremas de Pappus-Guldinus 374**

Primer teorema 374 / Segundo teorema 374

Resumen del capítulo 379

Problemas de repaso 380

---

**8 Momentos de inercia 385****Áreas 386****8.1 Definiciones 386****8.2 Teoremas de los ejes paralelos 393**

APLICACIÓN A LA INGENIERÍA: DISEÑO DE UNA VIGA 400

- 8.3 **Ejes girados y ejes principales** 407  
Ejes girados 407 / Ejes principales 409 / Círculo de Mohr 413

**Masas** 419

- 8.4 **Cuerpos simples** 419  
Barras esbeltas 419 / Placas delgadas 420
- 8.5 **Teorema de los ejes paralelos** 424  
Resumen del capítulo 434  
Problemas de repaso 434

---

**9 Fuerzas distribuidas** 439

- 9.1 **Cargas distribuidas en una línea** 440
- 9.2 **Fuerzas y momentos internos en vigas** 448
- 9.3 **Diagramas de fuerza cortante y momento flector** 456
- 9.4 **Relaciones entre carga distribuida, fuerza cortante y momento flector** 463
- 9.5 **Cargas distribuidas en cables** 471  
Cargas uniformemente distribuidas a lo largo de una línea horizontal 471 / Cargas uniformemente distribuidas en el cable 475
- 9.6 **Cargas discretas en cables** 480  
EJEMPLOS CON COMPUTADOR 484
- 9.7 **Presión** 487  
Definiciones de presión y centro de presión 487 / Distribución de presión en un líquido en reposo 489  
Resumen del capítulo 498  
Problemas de repaso 500

---

**10 Fricción** 503

- 10.1 **Teoría de la fricción seca** 504  
Coeficientes de fricción 505 / Ángulos de fricción 507

**10.2 Aplicaciones 520**

Cuñas 520 / Roscas 523 / Chumaceras 531 / Cojinetes de empuje y embragues 533 / Fricción en bandas 540

APLICACIÓN A LA INGENIERÍA: BANDAS Y POLEAS 543

EJEMPLOS CON COMPUTADOR 548

Resumen del capítulo 551

Problemas de repaso 553

---

**11 Trabajo virtual y energía potencial 557****11.1 Trabajo virtual 558**

Trabajo 558 / Principio del trabajo virtual 559 / Aplicación a estructuras 561

**11.2 Energía potencial 571**

Ejemplos de fuerzas conservativas 571 / Principio del trabajo virtual para fuerzas conservativas 573 / Estabilidad del equilibrio 573

EJEMPLOS CON COMPUTADOR 582

Resumen del capítulo 584

Problemas de repaso 585

---

**Apéndices**

**A Repaso de matemáticas 587**

**B Propiedades de áreas y líneas 590**

**C Propiedades de volúmenes y cuerpos homogéneos 592**

**Respuestas a los problemas pares 594**

**Índice de materias 604**